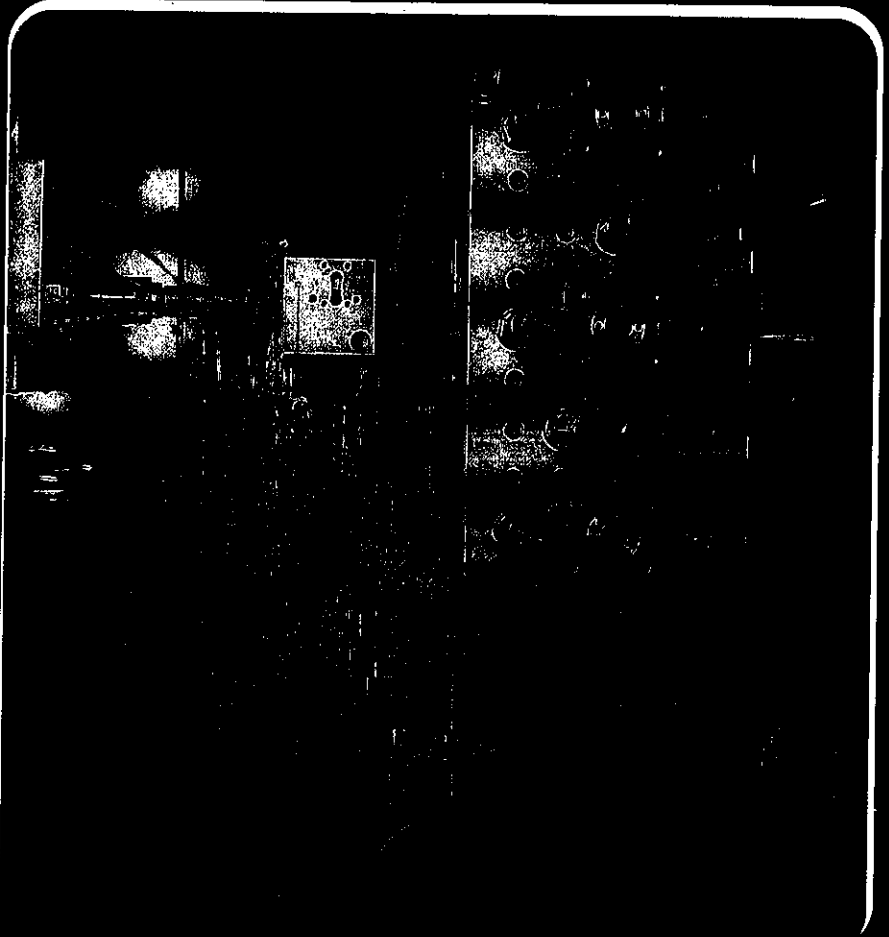


METAL MESLEK BİLGİSİ



*Fest
Balken*

2918

114

Metal Meslek Bilgisi

51. Baskı

Verlag EUROPA - LEHRMITTEL. Nourney, Vollmer GmbH & Co.
Düsselberger Straße 23. 42781 Haan-Gruiten
Europa Nr: 10129

Yazı Düzeltme:
Ulrich Fischer, Reutlingen



Ajans-Türk Matbaacılık Sanayii A.Ş. ANKARA - 1995

Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.....2918
Yardımcı ve Kaynak Kitaplar Dizisi.....114

ISBN 975-11-1008-4

Hükümetimiz ile Dünya Bankası (IBRD) arasında imzalanan Yaygın Mesleki Eğitim Projesi İkraz anlaşması kapsamında hazırlanan "Metal Meslek Bilgisi" Kitabı, Millî Eğitim Bakanlığı, Talim Terbiye Kurulu Başkanlığının 15.02.1996 gün ve 1884 sayılı kararı ile kaynak kitap olarak uygun bulunmuş ve 20.000 adet basılmıştır.

Çevirmen : Mak. Müh. (Dipl.Ing.) Özcan Kulaksız
Mak. Müh. (Dipl.Ing.) Ömer Çakır
Yük. Mak. Müh. Oğuz Ulusoy
(Emtur Tercüme Hizmetleri Ltd. Şti. Ankara)

Dizgi - Mizampaj : AJANS TÜRK Gazetecilik ve Matbaacılık A.Ş.

Editör : Yrd. Doç. Abdulkadir Güllü
Öğr. Gör. Dr. Ahmet Özdemir
(Emtur Tercüme Hizmetleri Ltd. Şti. Ankara)

Baskı Hazırlık - Baskı, Cilt : AJANS TÜRK Gazetecilik ve Matbaacılık A.Ş.

Yayın Hakkı : VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL • Nourney, Vollmer GmbH & Co. Düsseldorf StaBe 23 • Postfach 2160 • 5657 Haan-Guiten

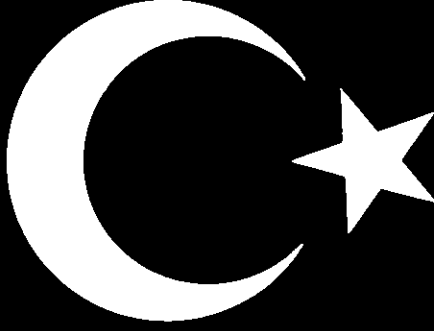
©Türkçe yayın hakkı Millî Eğitim Bakanlığına aittir. 1995

Resim Çalışmaları: Avrupa Ders Araçları, Yayınevi Limited Şirketi Çizim Bürosu, Leinfelden-Echterdingen

Aynı yayının baskıları paralel olarak kullanılabilir.

Bu kitapta DIN Normlarının en yeni baskıları yer almaktadır. Sadece ilgili DIN-sayfaları yer almaktadır.

DIN-sayfaları Basımevi: Beuth-Verlag GmbH, 10787 Berlin Burggrafenstrasse 4-10



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmeyiz bu şafaklarda yüzen al sancak,
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak !

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl !
Kahraman ırkımâ bir gül... Ne bu şiddet, bu celâl ?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl;
Hakkıdır, Hakk'a tapan milletimin istiklâl !

Ben, ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım !
Kükremiş sel gibiyim. Bendimi çiğner, aşarım;
Yırtarım dağları, enginlere sığmam taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar;
Benim, iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma ! Nasıl böyle bir imanı boğar,
"Medeniyet !" dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş ! Yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır, sana va'dettiği günler Hakk'ın...
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın !

Bastiğın yerleri "toprak" diyerek geçme, tanı !
Düşün, altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır atanı;
Verme dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki fedâ ?
Şühedâ fişkırarak, toprağı sıksan, şühedâ !
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Hudâ,
Etmesin, tek vatanımdan beni dünyada cüdâ.

Ruhumun senden, İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mâbedimin göğsüne nâ-mahrem eli,
Bu ezanlar -ki şehâdetleri dinin temeli-
Ebedî, yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım;
Her cerihamdan, İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fişkırır rûh-ı mücerret gibi yerden nâ'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalar sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl !
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl:
Hakkıdır, hür yaşamış, bayrağımın hürriyet;
Hakkıdır, Hakk'a tapan, milletimin istiklâl !

Mehmet Âkif ERSOY



Mustafa Kemal ATATÜRK
(1881 - 1938)

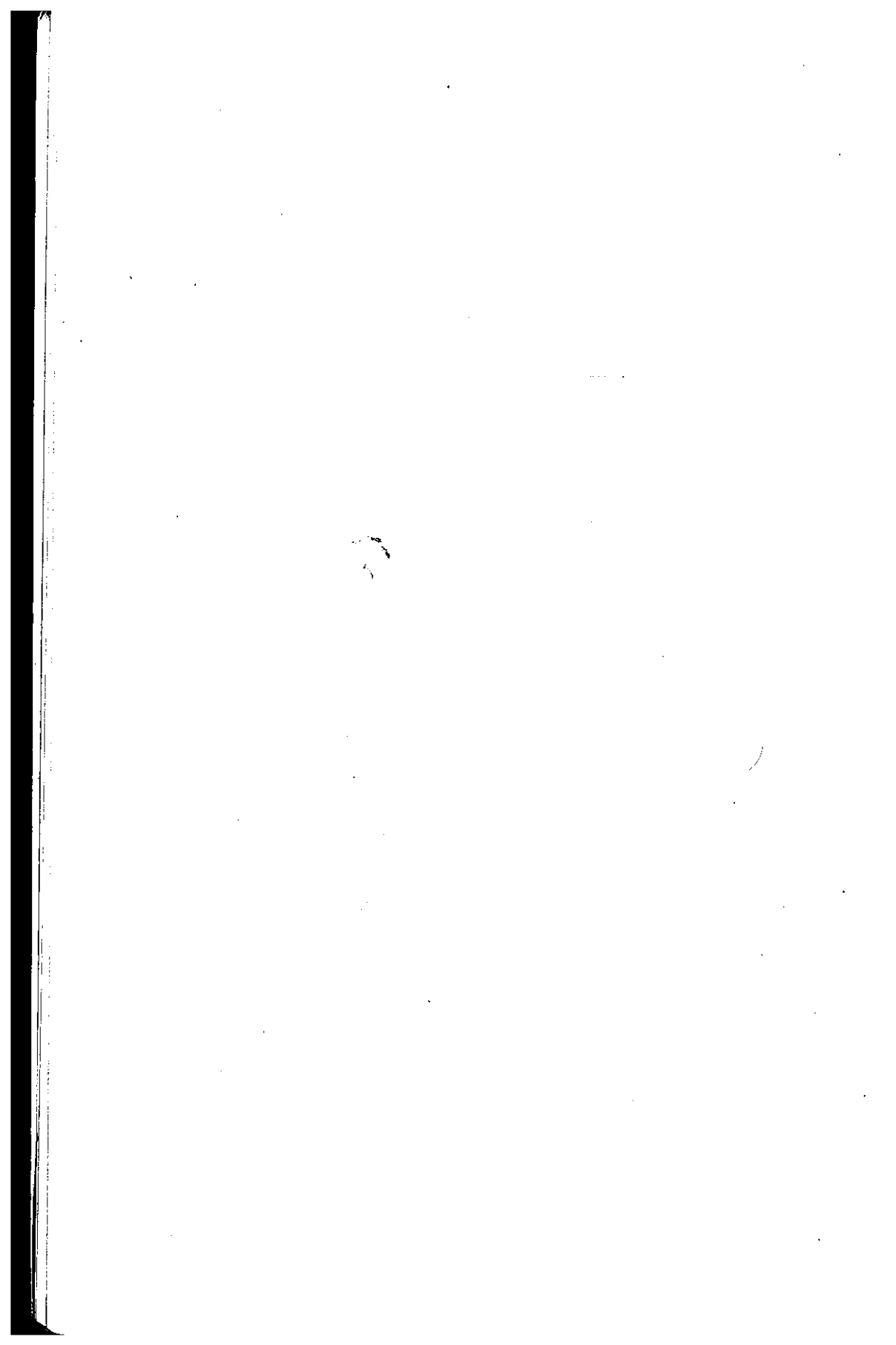
ATATÜRK'ÜN GENÇLİĞE HİTABESİ

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk cumhuriyetini, ilelebet, muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin, en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyenler, dahilî ve haricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şerâitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerâit, çok nâmüsaid bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın, bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şerâitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dahilinde, iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlilerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr ü zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerâit içinde dahi, vazifen; Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır! Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda, mevcuttur!





Bilgi Çağı adı verilen 21. yüzyıla girerken bütün ülkelerin üzerinde önemle durdukları ve giderek daha fazla kaynak ayırdıkları sektör eğitimidir. Bilim ve teknolojiadaki gelişmelere paralel olarak eğitimde kaliteyi yükseltmek, yarınlarmızın garantisi olan gençlerimize ileri sanayi toplumunun gerektirdiği bilgi, beceri ve davranışları kazandırmak Milli Eğitimimizin temel amaçlarından biridir.

Ülkemiz; ekonomik, sosyal ve kültürel alanlarda olduğu kadar, sanayi alanında da önemli gelişmelere sahne olmaktadır. Bu gelişmeler doğrultusunda nitelikli insangücü ihtiyacının sürekli arttığı ülkemizde, mesleki ve teknik eğitim de giderek daha büyük bir önem kazanmaktadır.

Ülkemizin bu alandaki ihtiyacını karşılayabilmek için; çağdaş bilim ve teknolojik metodları bilen, yorumlayan, kullanan, geliştiren ve alanındaki yeniliklere uyum sağlayan, üretken teknik insangücünün yetiştirilmesi gerekmekte ve bu konuda, teknik öğretim kurumlarımıza büyük görev düşmektedir.

Bu kurumlardaki öğrencilerimizin iyi yetişmesi için devletimiz her türlü çabayı göstermekte; ayrıca, Hükümetimiz ile Dünya Bankası arasında imzalanan İkraç Anlaşması çerçevesinde yürütülen Yaygın Mesleki Eğitim Projesiyle de bu okullarımız, çağdaş eğitim imkanlarına kavuşturulmaktadır. Bu okullarımızda çeşitli meslek alanlarında ihtiyaç duyulan 32 adet yabancı teknik ders kitabının Türkçe yayın haklarının satın alınması ve Türkçe'ye çevirisi, basım ve dağıtımlarının yapılarak öğrenci ve öğretmenlerimizin istifadesine sunulması bu proje kapsamında yürütülen faaliyetlerden biridir.

Eğitim ve kültür düzeyleri yüksek gelişen teknolojiye uyum sağlayabilen toplumlar geleceğin dünyasının şekillenmesinde önemli rol oynayacaklardır. Gençlerimizin bu gerçeğin ışığında yetişerek ülkemizi aydınlık yarınlara taşıyacaklarına olan inancımız, çalışmalarımızda bize güç vermektedir.

Aydınlık yarınlara ulaşmada önemli bir katkıda bulunacağına inandığım bu çalışmaların ülkemiz için yararlı olmasını diler, emeği geçenlere teşekkür ederim.

Nevzat AYAZ
Milli Eğitim Bakanı

SUNUŞ

Varlıklarını sürdürmek isteyen toplumlar, kalkınmanın gerektirdiği sayıda nitelikli insan gücünü yetiştirmek için eğitime değer vermek, ona bilimsel bir nitelik kazandırmak mecburiyetindedirler. Çünkü, çağdaş uygarlık düzeyinin gerektirdiği yüksek bilgi ve teknolojiye ancak bu yolla sahip olunabilir.

Eğitim, Cumhuriyetimizin kuruluşundan beri ülkemizde gelişme ve yenileşme aracı olarak görülmüştür. Bu nedenle Eğitim Sistemimizin gelişmesine katkısı olan, ülkemizin büyüyen ve çeşitlenen ihtiyaçlarına cevap vermede gerekli olan her türlü çabayı göstermek en büyük hedefimiz olacaktır. Bilim çağına girilen dünyamızda, bu problemlerin çözümü için yeni yöntemler, teknikler ve araçlar geliştirmek için araştırmalar yapmak, ayrıca daha önce yapılmış araştırmalar sonucu geliştirilen bilgi ve teknolojiyi ülkemize getirmek mecburiyetindeyiz.

Ülkemizde eğitime ayrılacak finansman kaynaklarının sınırlı olması, devletimizi genel bütçe dışındaki imkânlardan faydalanmaya zorlamaktadır. Bu imkânlardan birisi de uluslararası kuruluşlardan kredi temin edilmesidir. Bu çerçevede mesleki ve teknik öğretim kurumlarımızın bilim ve teknolojiye meydana gelen gelişmelere paralel olarak modernleştirilmesi için Uluslararası İmar ve Kalkınma Bankası (Dünya Bankası - IBRD) ile yapılan İkraz Anlaşmasıyla Yaygın Meslekî Eğitim Projesi uygulamaya konulmuştur.

Bu proje ile, meslekî eğitim veren okulların yeni teknoloji ürünü makina ve teçhizatla donatılarak yenilenmesi, çeşitli meslek alanlarında müfredat programlarının geliştirilmesi, yurtdışından danışman temini ve burslar yoluyla öğretmenlerimizin eğitilmesi ile çeşitli meslek alanlarında teknik ders kitaplarının Türkçe yayın haklarının satın alınıp, bu kitapların Türkçe'ye çevirilerek Eğitim Sistemimize kazandırılması amaçlanmıştır.

1987 yılında yürürlüğe giren Yaygın Mesleki Eğitim Projesiyle belirlenen bu amaçlara büyük ölçüde ulaşılmıştır. Gençlerimizin daha iyi yetişmesi için Yaygın Mesleki Eğitim Kuruluşlarımızın ihtiyacı olan çeşitli meslek alanlarında (Dikiş, Hazır Giyim, Kuaförlük, Girişimcilik, Kuyumculuk, Motor, Metal İşleri ve Doğal Gaz) yabancı teknik ders kitaplarının, Eğitim Sistemimize kazandırılması için yapılan çalışmaların tamamlanmasından mutluluk duymaktayız.

Büyük emek ve gayret sarfederek kazandırdığımız bu kitapların öğretmen ve öğrencilerimize faydalı olmasını diler, Milli Eğitim Sistemimizin gelişmesine büyük katkı olacağına inandığım bu kitaplara emeği geçen bütün ilgililere ve değerli öğretmen arkadaşlara teşekkürü bir borç bilirim.

Salih ÇELİK
Projeler Koordinasyon
Kurulu Başkanı

İÇİNDEKİLER

Sayfa

1. Uzunluk ölçme tekniği ve ölçme güvenilirliği

1.1	Temel kavramlar	1
1.2	Uzunluk ölçme ve (kontrol) araçları	5
1.2.1	Ölçme aletleri	5
1.2.2	Mastarlar	5
1.2.3	Mekanik ölçme aletleri	8
1.2.4	Pnomatik ölçme cihazları	13
1.2.5	Elektriksel ölçme cihazları	14
1.2.6	Elektronik ölçme cihazları	15
1.2.7	Koordinat ölçme cihazları	16
1.3	Biçim ve konum hata ölçmeleri	17
1.3.1	Düzlük ve paralellik ölçümü (kontrolü)	17
1.3.2	Eğim ölçümü (kontrolü)	18
1.3.3	Açı kontrolü	18
1.3.4	Koniklik ölçümü	20
1.3.5	Vida ölçümü	20
1.3.6	Silindiriklik biçim kontrolü	22
1.3.7	Dişli ölçümü	24
1.4	Yüzey ölçümü	25
1.5	Toleranslar ve Alıştırmalar	28
1.5.1	Temel kavramlar	28
1.5.2	Genel toleranslar	30
1.5.3	Sınır ölçüsü ile tolerans vermek	30
1.5.4	ISO toleransları	30
1.5.5	Alıştırma çeşitleri Alıştırmalar	32
1.5.6	Alıştırma sistemleri	33
1.5.7	Alıştırma toleranslarının seçimi	34
1.5.8	Biçim ve konum toleransları	34
1.6	Kalite kontrol	37
1.6.1	Kalite Bilinci	37
1.6.2	Kalite nitelikleri (hususiyetleri)	37
1.6.3	Kalite planlaması	38
1.6.4	Kalite kontrolü	39
1.6.5	Kalite yöndemi	40
1.6.6	Numune alma yöntemi ile kalite kontrol	41
1.6.7	Kalite kontrol kartlı ve işlem sapması	43

2. İmalat Teknolojisi

2.1	İş güvenliği	46
2.2	Üretim metodlarının sınıflandırılması	48
2.3	Döküm yoluyla biçimlendirme	51

2.4	Şekillendirme (biçimlendirme)	55
2.4.1	Malzemelerin yapısı	55
2.4.2	Şekillendirme metodlarına genel bir bakış	56
2.4.3	Bükerek şekillendirme	57
2.4.4	Basıncılı çekme ile şekillendirme	59
2.4.5	Basıncılı şekillendirme	62
2.4.5	Şekillendirmemakinaları	66
2.5	Parçalara ayırma (kesme)	67
2.6	Talaş kaldırarak şekil vermenin esasları	74
2.6.1	Kesici takım ağızları	74
2.6.2	Talaş oluşumu	76
2.6.3	Kesici malzemeler	77
2.6.4	Döner kesici plakalar	81
2.6.5	Aşınma ve kullanma zamanı	82
2.6.6	Soğutucu yağlama maddeleri	83
2.7	Ele talaş kaldırarak şekil verme	86
2.7.1	Markalama suretiyle ön hazırlık	86
2.7.2	Keskiler	87
2.7.3	Testereler	88
2.7.4	Eğeleme	91
2.8	Takım tezgahlarında talaş kaldırarak şekillendirme	93
2.8.1	Takım tezgahlarında hareket sistemi	93
2.8.2	Takım tezgahlarında bağlama elemanları	94
2.8.3	Delme, Havşa açma, Raybalama	100
2.8.4	Tornalama	115
2.8.5	Frezeleme	140
2.8.6	Broşlama	156
2.8.7	Taşlama	158
2.8.8	Hassas işleme	171
2.8.9	Erozyon Yüzey işleme (yüzey temizleme)	175
2.9	Termik kesme (ayırım)	179
2.10	Birleştirme	181
2.10.1	Vida dişi	181
2.10.2	Cıvatalı birleştirmeler	183
2.10.3	Pimli birleştirmeler	189
2.10.4	Mil-Dişli çark birleştirmeleri	192
2.10.5	Presli ve kilitlemeli birleştirmeler	196
2.10.6	Yapıştırma	199
2.10.7	Lehimleme	202
2.10.8	Kaynak	209
2.11	Yüzey kaplama	225
2.12	Metallerde ısı işlem	227
2.12.1	Demir malzemelerin bünye şekilleri	227
2.12.2	Demir-karbon-denge diyagramı	228

2.12.3	Tavlama esnasındaki bünye ve kristal kafesi	229
2.12.4	Demir malzemelerde ısıtma işlemi	230
2.12.5	Yüzey (kabuk) sertleştirme	237
2.12.6	Dökme demir malzemelerde ısıtma işlemi	240
2.12.7	Alüminyum ve Alüminyum alaşımlarda ısıtma işlemi	241
2.13	Üretim çalışmalarının planlanması	243

3. Malzeme Teknolojisi

3.1	Malzemelerin sınıflandırılması ve özellikleri	247
3.1.1	Malzemelerin gruplandırılması	247
3.1.2	Malzemelerin nitelikleri ve malzeme seçimi	249
3.2	Metallerin yapısı	254
3.3	Çelik ve dökme demir malzemeler	258
3.3.1	Ham demir ve demir süngerinin üretimi	258
3.3.2	Çeliğin üretimi	260
3.3.3	Çeliğin yarı mamül ve mamül olarak işlenmesi	263
3.3.4	Alaşıma ve katkı elemanları	264
3.3.5	Dökme demir malzeme	265
3.3.6	Çelik ve dökme demir malzeme standartları	268
3.3.7	Malzemeleri standardlaştırılması	273
3.3.8	Çeliklerin gruplandırılması ve kullanımı	274
3.3.9	Çeliklerde ticari şekil ve renkler	279
3.4	Demir olmayan metaller	280
3.4.1	Demir olmayan metallerin sınıflandırılması özellikleri ve işaretlenmesi	280
3.4.2	DO (Demir olmayan) ağır metaller	281
3.4.3	Hafif metaller	287
3.5	Sinter Malzemeler	292
3.5.1	Sinter-Kalıp Parçalarının Üretim Kademeleri	292
3.5.2	Sinter Dövmeler	293
3.5.3	Sıcak İzostatik Presleme	293
3.6	Plastikler	294
3.6.1	Nitelikleri ve kullanılması	294
3.6.2	Kimyasal terkipli ve üretimi	295
3.6.3	Teknolojik bölümler ve iç yapı	296
3.6.4	Termoplastikler	297
3.6.5	Duroplastik	298
3.6.6	Elastömerler	300
3.6.7	Plastiklere şekil verilmesi	300
3.6.8	Plastiklerin işlenmesi	303
3.7	Birleşik (Karma, Kompozit) Malzemeler	306
3.7.1	İç yapı	306
3.7.2	Elyaf Takviye Edilen Birleşik Malzemeler	307
3.7.3	CETP (cam elyaf takviyeli plastikler) için üretim metodu	308
3.7.4	Parçacıklarla takviye edilen birleşik malzeme	309

3.7.5	Birleşik kaplama malzemeleri.....	310
3.8	Korozyon ve korozyondan korunma.....	311
3.8.1	Korozyonun sebepleri.....	311
3.8.2	Korozyon cinsleri ve görünüş şekilleri	313
3.8.3	Korozyondan korunma tedbirleri	314
3.9	Malzeme Muayenesi (Kontrolü)	318
3.9.1	Atelye kontrolleri.....	318
3.9.2	Şekillendirme Niteliklerinin Kontrolü	319
3.9.3	Çentik darbeli bükme deneyi	319
3.9.4	Mekanik niteliklerin kontrolü	320
3.9.5	Sertlik deneyleri.....	324
3.9.6	Sürekli mukavemet (yorulma) deneyi.....	328
3.9.7	Yapı Parçası-işletme yükü kontrolü.....	329
3.9.8	Tahribatsız Malzeme muayenesi (kontrolü)	329
3.9.9	Metalografik Muayeneler	331
3.9.10	Plastiklerin muayenesi (kontrolü)	331
3.10	Metal işleyen işletme ve çevre	334

4. Makinalar ve takım teknolojisi

4.1	Teknik Sistem Olarak Makinalar	338
4.1.1	Kuvvet (güç) makinaları.....	338
4.1.2	İş makinaları.....	340
4.1.3	Elektronik Veri İşleme Cihazları (EVI - Tesisleri).....	344
4.2	Makinaların Fonksiyon Üniteleri (Birimleri).....	345
4.2.1	Bir CNC-Takım tezgahının fonksiyonel üniteleri.....	345
4.2.2	Bir taşıtın fonksiyon üniteleri	347
4.3	Yüklenme (Zorlanma) ve Mukavemet	348
4.4	Yataklar ve Kızaklar	350
4.4.1	Sürtünme ve yağlama maddeleri.....	350
4.4.2	Yataklar	353
4.4.3	Kızaklar	359
4.5	Dönme Momenti Aktaran (İleten) Makina Elemanları	361
4.5.1	Akslar ve miller	361
4.5.2	Kavramalar	363
4.5.3	Kayışlar	368
4.5.4	Dişli çarklar.....	370
4.6	Mekanik Hız Kutusu	374
4.6.1	Hız kutusu yapı tarzları.....	375
4.6.2	Kademeli iletmeli (dönüştürmeli) hız kutuları.....	375
4.6.3	Kademesiz hız kutuları	377
4.6.4	Kombine hız kutusu.....	378
4.7	Tahrikler	379
4.7.1	Elektrik motorları	379
4.7.2	Takım tezgahlarının elekteriki olarak tahriki	383

4.8	Montaj Tekniği	386
4.8.1	Montaj planlaması (Şartları)	386
4.8.2	Montajda organizasyon şekilleri	387
4.8.3	Montajın otomatizasyonu (Otomatikleştirilmesi)	387
4.8.4	Montaj Akışı	388
4.9	Optik Yapı Elamanları	395
4.9.1	Optik ışığın özellikleri	395
4.9.2	İşığı kıran optik elemanlar	395
4.9.3	Yansıtıcı optik elemanlar	396
4.9.4	İşık dalgası taşıyıcıları	398
4.10	İş Makinalarında Güvenlik Tertibatları	399
4.11	İş Tezgahlarının Kurulması ve İşletmeye Alınması	401
4.12	Makinelerin Kullanımı ve Bakımı	403
4.13	Yönlendirme (Sevk) Tekniği	405
4.13.1	Yönlendirme	405
4.13.2	Sevk tertibatlarının türlerine göre dağılımı	406
4.13.3	Endüstriyel robotların yapısı	406
4.13.4	Endüstri robotların yapı sistemleri	408
4.14	Esnek Üretim	409
4.14.1	Hedefler ve tedbirler	409
4.14.2	Geleneksel pratik ve esnek otomasyonlu imalat	410
4.14.3	Esnek otomasyon	411
4.14.4	Esneklik ve verimlilik	412

5. Kumanda ve Ayarlama Teknikleri

5.1	Temel Kavramlar	413
5.1.1	Kumanda tekniği	413
5.1.2	Ayarlama tekniği	415
5.2	Kontrol Görevlerinin Çözüm Temel İlkeleri	419
5.2.1	Bir kontrolün yapısı	419
5.2.2	Kumanda zincirinin yapı elemanları	420
5.2.3	Sinyallerin bağlantıları	423
5.2.4	Aktış şeması	525
5.2.5	Fonksiyon (işlem) planları	426
5.2.6	Fonksiyon Şemaları	427
5.2.7	Konum planı ve devre planı	428
5.3	Pnömatik ve Hidrolik Kontrol	429
5.3.1	Fiziksel Prensipler	429
5.3.2	Pnömatik Kontroller	431
5.3.3	Hidrolik kumanda kontrol sistemleri	440
5.4	Elektrikli Kumanda Kontrol Sistemi	448
5.4.1	Elektrikli kumanda kontrol sistemlerinin yapısı	448
5.4.2	Elektrik işletme elemanları	448
5.4.3	Tutucu kontaklı devre	450

5.4.4	Elektrikli kontak kumanda şemaları.....	450
5.4.5	Elektrikli kumanda kontrol örnekleri.....	451
5.5	Programlı Bellek Kontrol Sistemleri (SPS)	453
5.5.1	Programlı bellek kontrol sistemi yapısı.....	453
5.5.2	SPS çalışma prensibi	454
5.5.3	Programlama dilleri	455
5.5.4	Programlama.....	457
5.6	Nümerik Kontrol Sistemleri.....	459
5.6.1	Nümerik kontrollu üretim	459
5.6.2	CNC Kontrol sistemlerinin yapısı ve görevleri	460
5.6.3	Verilerin ikili sayı sisteminde gösterilmesi	461
5.6.4	NC-Makinalarında yol ölçümleri	462
5.6.5	Koordinatlar	463
5.6.6	NC-Makinalarının kontrol çeşitleri	465
5.6.8	CNC-Makinaları kumanda ünitesi.....	468
5.6.9	NC- Tezgahlarının programlanması	471
5.6.10	Program örnekleri.....	478
6.	Bilgi İşlem Tekniği Temel İlkeleri	
6.1	Bilgisayar Tekniğine Giriş.....	485
6.2	Bilgisayar Destekli Çizim ve Tasarım.....	503
7.	Elektroteknik Temel İlkeleri	
7.1	Elektroteknik Tanımları ve Birimleri.....	511
7.2	Elektrik Akımının Etkileri	512
7.3	Akım Türleri.....	513
7.4	Akım Devresinde Elektrik Tüketicileri.....	514
7.5	Elektrik Hatları ve Sigorta	517
7.6	Elektriksel Büyüklüklerin Ölçülmesi.....	518
7.7	Elektrik İletkenleri ve İzolasyon Maddeleri.....	519
7.8	Mıknatıs Etkisi ve Elektromıknatıs	519
7.9	Yarı İletken Elektronik Devre Elemanları	520
7.10	Elektrik Enerjisi Üretimi	522
7.11	Elektrik Tesislerinde Kaçaklar Koruyucu Tedbirler.....	524
	Terimler ve Deyimler Sözlüğü	529
	İndeks	531
	Kaynakça.....	532
	Türkiye Haritası	533
	Öğretmen Marşı	534

1. Uzunluk Ölçme Tekniği

1.1 Temel kavramlar

Kontrol sırasında ölçü şekil veya yüzey kalitesi gibi mevcut özellikler; gerekli olan özelliklerle mukayese edilir.

Kontrol, incelenmesi yapılan malzemelerin ihtiyaç duyulan özelliklerde olup olmadığını tespit etmektir.

1.1.1 Kontrol Türleri

Genel kontrol, yardımcı cihaz olmaksızın kişinin mantık yoluyla ön kabul yaptığı kontroldür (Şekil 1). Kişi malzeme yüzeyindeki pürüz (çapak) ve çizgi derinliklerinin kabul edilebilir düzeyde olup olmadığını gözle veya dokunma yoluyla tespit eder. **Aletli kontrol**, ölçüm cihazları ve cetvellerle (Şekil 2) yapılan kontrol türüdür.

Ölçme ise, bir uzunluğun veya bir açının, standart kalibre edilmiş bir cihaz ile karşılaştırılmasıdır. Bunun sonucu ise ölçme değeridir.

Ayarlama (kalibre etme), ölçümü yapan cihazın mutlak bir ölçüm cihazı ile mukayesesidir. Bu işlem sırasında herhangi bir sayısal değer elde edilmez, sadece kontrolü yapılan cihazın iyi ya da bozuk olduğunu tespit edilir.

1.1.2 Kontrol (ölçme) Araçları

Kontrol (ölçme) araçları üç gruba ayrılır.

Ölçme aletleri, masterlar, ve yardımcı araçlar.

Tüm ölçme cihazları ve masterlar ölçme aleti olarak belirli bir **gövde yapısında** imal edilirler. Uzunluk ölçme büyüklüklerini gövde üzerindeki çizgi aralıkları ile (çizgi ölçüsü) açısal büyüklük ölçümlerini veya yüzeylerin açısal durumlarını ise açı gönyesi ile gösterirler.

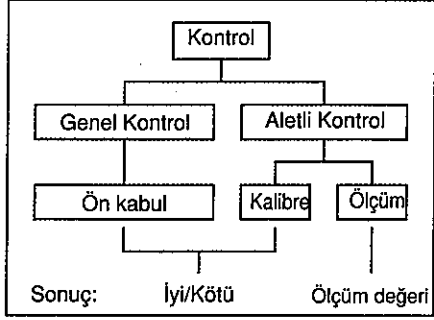
Göstergeli ölçme cihazları hareketli işaretlere, (gösterge, ondalık gösterge çizgisi), hareketli bölüntülere ve sayılara sahiptir. Ölçüm değeri direkt olarak okunabilir.

Masterlar ya ölçek olarak ya da kontrol nesnesinin biçiminde kullanıma sunulmuştur.

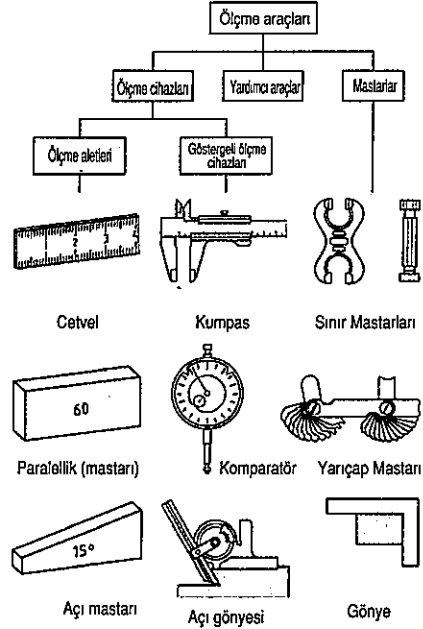
Yardımcı araçlar ise ölçme ayakları ve prizmalardır.

1.1.3 Uzunluk ve Açı Birimleri

Uzunluk ölçüsünün ana birimi metredir. Bir metre ışığın havasız bir boşlukta 1/299729458 saniyede kat ettiği yolun uzunluğudur. Bazı ülkelerde ölçme sistemi olarak İnç kullanılmaktadır. (1 inc = 25,4 mm). **Açı birimi** ise derecedir (°), 1 derece dairenin 1/360' dir. Bir derece 60 dakika ('), L bir dakika da 60 saniye (") olarak alt bölümlere ayrılır.



Şekil 1: Kontrol şekilleri ve sonuçları



Şekil 2 : Ölçme Araçları

1.1.4 Ölçme Hataları

Ölçme cihazı üzerindeki gösterge değeri sürekli hatalı olabilir. Doğru bir değerdeki ölçüyü tespit etmek için, bilinen bir büyüklükteki masterla cihazın kalibrasyonu yapılmalıdır. Örnek : Master (Şekil 1). Masterın nominal değeri doğru değer olarak alınabilir. Her bir ölçüm değerindeki hata, aletin gösterdiği değerden, masterların sahip olduğu değerlerin çıkartılmasıyla ortaya bulunur.

Hata = Olması gerekli değer - okunan değer

Ölçme hatalarına yol açan nedenler, (Tablo 1 sayfa 3)

Ölçme sıcaklığı gerek iş parçasında ve gerekse ölçme cihazında genleşmelerden dolayı ölçme hatasına yol açar. Örneğin 100 mm uzunluğundaki bir çeliğin ısıtılmasında, ya da elle dokunmada oluşacak takriben 5°C'lik bir sıcaklık artışı; nominal ölçüden müsaade edilebilir bir sapma olan 6 µm'lik bir uzamaya yol açar. Cihaz ve iş parçası aynı genleşmeye sahip ise büyük oranda bir sapma olmaz.

Bu yüzden **20°C'lik bir sıcaklıkta** cihaz ve iş parçası öngörülen ölçüme sahip olmalıdır. 20°C genel ölçü aleti kullanma ve kalibre etme sıcaklığıdır.

Ölçme sırasında uygulanan kuvvetler özellikle kovan veya plastik malzemeden oluşan elastik parçalar da biçim değişikliklerine yol açarlar. Ayrıca ölçme cihazı ve ölçme mesnetleride ölçme kuvveti etkisi ile azda olsa biçimlerini değiştirirler. Ölçme aletlerine normal baskı kuvvetleri uygulanmalıdır. Eğer bir çizgi veya gösterge bölüntü düzleminde değilse ve okuma dik olmayan bir bakış açısı altında yapılıyorsa (Şekil 2) paralel eksenler arasında ölçme hataları oluşur.

Sistemik ölçme hataları, bölüntü ve aktarma oranlarında imalattan gelen hatalardan aynı organda kalan sıcaklık etkisiyle ve ölçme cihazının aşınmasıyla ortaya çıkar.

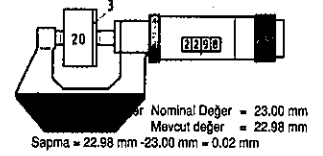
Kullanım hataları, iş parçası üzerinde yer alan çapaktan ince cidarlı parçaların aşırı kuvvet uygulanarak ölçümünden ortaya çıkar. Ayrıca aletin kullanım süresince aşınmadan doğan boşluktan ve aletlerin elde kullanılmasında hatalı tutuşlardan kaynaklanır.

Sistemik hatalar, aynı ölçme şartlarında sürekli aynı büyüklüğe ve göstergeye sahiptirler. Bu sapsmalar ölçüm değerinin hatalı olmasına yol açar. Bunun için ölçüm değerleri bilinen sistemik hata oranında düzeltilmelidir. **Kullanım hataları**, rastgele ölçme değerleri alınmasına yol açar ve ölçme değerini güvensiz kılar.

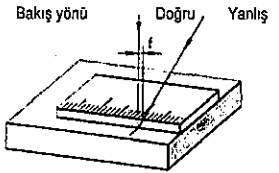
Ölçme hassasiyeti kullanım hatası içinde etkili olur ve mekanik ölçme cihazlarında aşağıdaki gibi tespit edilir.

Bölüntülü gösterge : Bölüntü gösterge değeri (1 B_{gd})

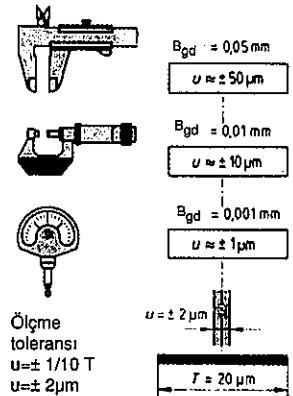
Rakamlı gösterge : 2 rakam farkı (2Rf).



Şekil 1 : Ölçüm Sapması



Şekil 2: Paralel eksende sapma

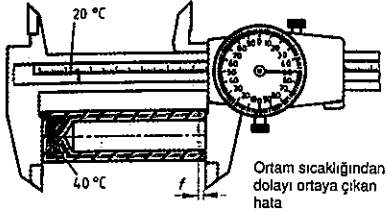
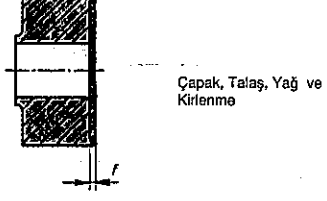
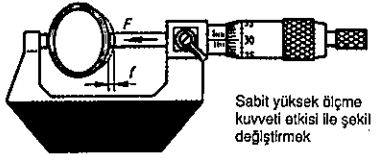
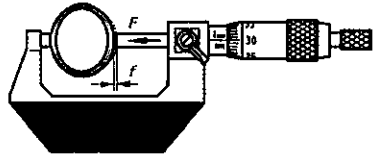
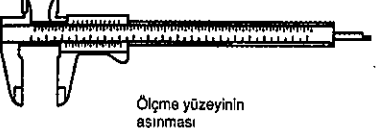
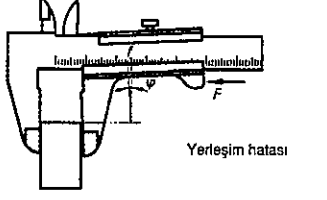
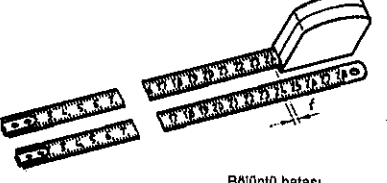
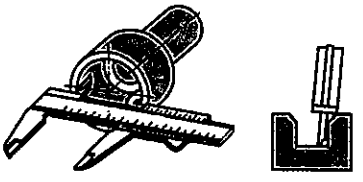
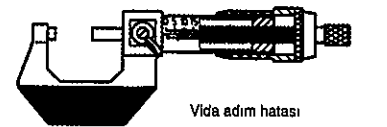
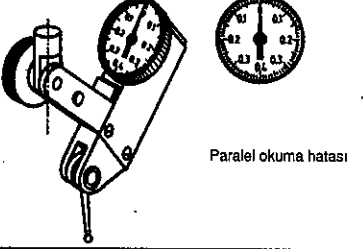
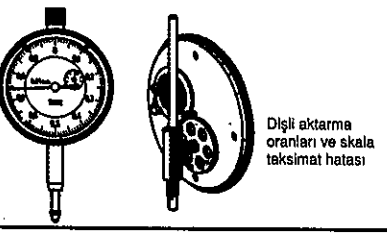


Şekil 3 : Ölçme hataları ve ölçme toleransı

Bunun için öngörülen şart ise ölçme cihazının kusursuz ve normal ölçme şartlarında olmasıdır.

Ölçme aletlerinin seçiminde ölçme aralığı ölçme toleransı ve iş parçasının şekli göz önünde tutulmalıdır.

Ölçme hatası (U) en fazla ölçü toleransının (T) $1/10$ 'u kadar olmalıdır (Sayfa 2, Şekil 3).

Sistemik ölçme hataları	Kullanım hataları
 <p>Ortam sıcaklığından dolayı ortaya çıkan hata</p>	 <p>Çapak, Talaş, Yağ ve Kirlenme</p>
 <p>Sabit yüksek ölçme kuvveti etkisi ile şekil değiştirmek</p>	 <p>Milde ölçme kuvvetiyle biçim değiştirme</p>
 <p>Ölçme yüzeyinin aşınması</p>	 <p>Yerleşim hatası</p>
 <p>Bölüntü hatası</p>	 <p>Ölçü aletlerinin eğik yerleştirilmesi</p>
 <p>Vida edim hatası</p>	 <p>Paralel okuma hatası</p>
 <p>Dişli aktarma oranları ve skala taksimat hatası</p>	

Tablo 1 : Ölçme tekniği kavramları

Kavram	İşaret	Şekil	Tanımlama, Açıklama
Ölçü büyüklüğü	M		Ölçülecek uzunluk veya açı
Gösterge	Az	Bölüntü göstergesi 	Rakam değeri olarak elde edilen ölçme değeri ölçme işlemi ile elde edilen değere uygun olur.
Bölüntülü gösterge		$Az = 0,31$	Çizgi bölüntüsü üzerindeki sürekli gösterge
Sayısal gösterge			Bir dijital (sayısal) gösterge
Bölüntü değeri	Bgd $\rightarrow \leftarrow$	$Bgd = 0,01 \text{ mm}$ Sayısal gösterge	Gösterge değişikliği ile bir skala bölümünü etkileyen ölçüm değeri değişikliği gösterge değeri ölçüm büyüklüğü biriminde verilir
Sayısal fark değeri	Zw		Bir rakam taksimatının en küçük ölçme değeri bir çizgi taksimatının en küçük ölçme değerine eşittir.
Ölçüm değeri	Mw		Ölçümde elde edilen değer göstergeden okunur. Bu değer rakam ve birimden oluşur (Örnek: mm) Her bir ölçüm değerinde ölçme sapmaları gözlenebilir.
Ölçme sonucu (tek yapılan ölçümde) seri ölçümde	y	$y = Mw + K \pm u$ $y = \bar{x} + K \pm u$	Ölçme sonucu ölçü değeri (Mw) veya ortalama değer (\bar{X}) den oluşur ve sistematik hata (K) ve ayrıca ölçme hatası (U) içermez.
Ölçme aralığı	Meb		Ölçme aralığı kabul edilebilir ölçme hata sınırlarının aşılamayacağı ölçme değeri aralığıdır. Ölçme aralığı, tüm gösterge alanını kapsar. Ölçüm farkı ölçme aralığındaki son değer ve ilk değer arasındaki farktır.
Ölçme hatası	u		Kullanıcı ve önlenemeyen sistematik hatalar
Hassasiyet (büyüme, ve küçülme) ifade eder)	E		Komparatör ibresinin dönerek katettığı yol oranı, Komparatör ucunun ölçüm yapılan cisim üzerinde aldığı yolu gösterir. (Örnek ölçüm pimi) Sayısal göstergede $(Z = \text{sayısal fark}) \quad E = \frac{Z}{M}$
Fark ölçümü			Ölçüm değeri, bir ölçü (referans/ M) mastarı değeri ile bir cismin ölçümünü arasındaki uzunluk farkıdır.

1.2 Uzunluk Ölçme Aletleri

1.2.1 Ölçme Aletleri

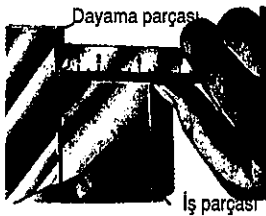
Cetveller, çizgiler arasındaki mesafe veya optik okunabilen yüzey yardımı ile uzunluk ölçümü yapar (Tablo 1). **Cetveller hassasiyetlerine** göre kullanım gruplarına ayrılırlar. Direk olarak gözle okunabilen tüm bölüntülerde genellikle iki çizgi arası 1 mm mesafeye sahiptir. Ölçme sırasında herşeyden önce, cetvelin konumunun doğruluğuna, sıfır noktasına ve ayrıca düzlem farklılığından dolayı ölçünün doğru okunmasına dikkat edilmelidir.

Cam veya çelikten oluşan **boyut ölçme çubukları** foto elektrik dokunma prensibine göre çalışırlar. Foto elementleri dokunulan açık ve koyu alanlarda uygun bir gerilim sinyali üretirler. Cam ölçme elemanları ya ışık geçirme ya da ışık verme yöntemi ile çalışırken, çelik ölçme çubuğu ışık yansımaları ve ışık verme yöntemi ile çalışır.

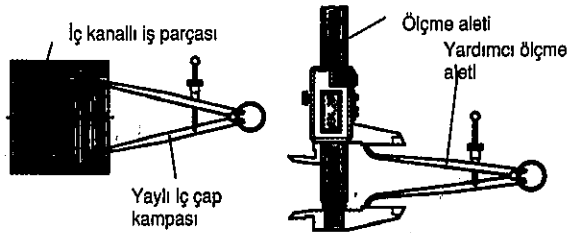
Artışlı (İnkremental) ölçme elemanları ışık impulslarını toplayarak ölçme değerini bulur. Ölçme oluşumu için 10...40 µm bölümleri olan bir kafes çizgi görev yapar.

Mutlak (Absolute) ölçme elemanları gösterge kodları vasıtasıyla ölçme bağığının o andaki konumunun belirlenmesini sağlar.

Çeşitleri	500 mm'de müsadde edilen hata (µm)	Okuma metodu	Kullanım Alanı
Orjinal cetvel	± 0,1...4	Mikroskop (60x)	Ölçüm olgusunun kontrolü, Takım tezgahları ve ölçüm donanımlarında kullanılan ölçme aletlerinin kontrolü.
Mukayese cetveli	± 7,5	Mikroskop (30x)	
Kontrol cetveli	± 15	Büyüteç (8x)	Sadece atelye ölçümlerinde
Çalışma cetveli	± 30	Direkt, optik büyültme olmadan	
Bükülebilir çelik cetvel	± 75		
Şaft metre	± 100		
Katlanır metre	± 1000		
Artışlı ölçüm elemanı (İmpuls ölçeği)	± 0,5...20	Sayısal gösterge ölçüm kafası yoluna uygun	Ölçme cihazlarında boyut ölçme Takım tezgahları ve düzeneklerde uzunluk ölçme
Mutlak ölçekleme elemanı (Kod ölçeği)			



Şekil 1: Direkt ölçme



Şekil 2: Yardımcı araçla ölçme

Cetvelle yapılan ölçmede ölçümü yapılan uzunluk direkt olarak cetvel üzerindeki ölçü çizgileriyle karşılaştırılır (Şekil 1). Eğer bu mümkün değilse uzunluk, bir yaylı iç çap kumpası ile ölçüye taşınabilir (Şekil 2).

Paralel Mastarlar

Paralel mastarlar sertleştirilmiş çelik veya sert metalden oluşan ve iki paralel ölçüm yüzeyi bulunan prizmatik veya silindirik şekilde ölçme ve kontrol aletleridir. Bu mastarlar uzunluk ölçümünde, kontrol ve kalibrasyon amacına dönük kullanılır. İzin verilen hata nominal ölçü ve imalat toleransına bağlıdır (Tablo 1).

Tablo 1: Paralel mastarlar (Değerler $\mu\text{m}'\text{dir}$)				
Tamlik derecesi	Tanıma işareti	Paralellik ve düzgünlük toleransı	$l = 10 \text{ mm}$ de izin verilen hata miktarı	Uygulama
0	0	0,10	$\pm 0,12$	Ölçme aletleri ve mastarların kalibresinde (ölçme, kontrol etmek)
1	—	0,16	$\pm 0,20$	Ölçü cihazları ve mastarların ayarları Atelyede kontrolü
2	—	0,30	$\pm 0,45$	
Kalibre derecesi	K	0,05	$\pm 0,20$	Diğer mastarların kalibresinde

Sert metalden oluşan mastarlar, çelik mastarlara karşı 20 kat daha yüksek aşınma mukavemetine ve mastarlara göre %50 oranında daha az sıcaklıkta genişmeye sahiptirler. Çünkü ölçme cihazı ve ölçme cismi arasındaki genişleme farklılıkları ölçme hatalarına yol açabilir. 10 mm kalınlığının üzerindeki mastarlarda sadece ölçmeye esas olan yüzeyler sert metalle kaplıdır.

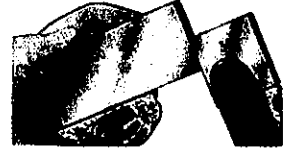
Yüksek hassasiyete sahip mastarlar her hangi bir basınç uygulamadan sürülebilirler (Şekil 1). Bu durumda ölçülerin (Şekil 2) ayarlanması ve kontrol edilmesi için mastar alıştırma (ekleme) işlemlerinin hatasız bir şekilde oluşmasını sağlar. Ayrıca sürtünme yüzeyinde oluşan ve cm^2 'ye 400 N düşen molekül kuvvetinden bir süre sonra çelik mastarların soğuk kaynak yapmasına yol açar.

Mastar takımları genellikle ölçme aralıklarına göre kademelendirilir. Normal bir takımda 45 bloktan oluşan 5 adet ölçme sıralaması vardır (Tablo 2).

Mastar serilerinin oluşturulmasına ölçünün son rakamından başlanır. Yani seriyi oluşturan en küçük mastardan (Tablo 3) başlanır.

Çalışma Kuralları

- Mastarlar kullanılmadan önce tüy bırakmayacak bir ipek bezle temizlenir. Tozlar kıl fırça ile silinir.
- Bir ölçü için biraraya getirecek mastar sayısı toplam hatayı etkilemesinden dolayı mümkün olduğunca az sayıda mastardan oluşmalıdır. Mastarlar 8 saatden fazla bir süreyle temas ettiği yüzeyde kalmamalıdır. Çünkü uzun süreli beklemelede çelik gövdelerde soğuk kaynaklama olayı meydana gelebilir.
- Mastarlar kullanıldıktan sonra mutlaka asitsiz bir vazelinle yağlanmalıdır.
- Aşınmış mastarlar kullanılmamalıdır.



Şekil 1: Paralel mastarların alıştırılması



Şekil 2 : Mastarla mesafelerin kontrolü

Tablo 2: Normal mastar takım		
Sıra	Mastar (Boy ölçüsü) mm	Blokların kademelendirilmesi
1	1,001 ... 1,009	0,001
2	1,01 ... 1,09	0,01
3	1,1 ... 1,9	0,1
4	1 ... 9	1
5	10 ... 90	10

Tablo 3 : Mastar serisi	
1. Mastar	1,003 mm
2. Mastar	1,050 mm
3. Mastar	1,400 mm
4. Mastar	7,000 mm
5. Mastar	60,000 mm
Ölçü	70,463 mm

1.2.2 Masterlar

Bir master normal olarak sınıır ölçülerini oluşturan ölçü ve şekilleri temsil eder. Bunlar, ölçü mastarı, sınırlandırılmış ölçü mastarı ve şekil mastarı (Şekil 1) olmak üzere kendi aralarında ayrılırlar.

Masterlar sadece kontrolü yapılacak cismin istenilen şekilde olup olmadığını veya olması gerekli ölçülerden sapıp saptığını tespit için kullanılır. Kontrol, ya evet/hayır, ya geçer/geçmez, ya da iyi/kötü olmak üzere sonuçlandırılır. Ölçme işlemi çok çabuk ve kolay yapılmasına rağmen, sayısal bir okuma (test) değeri vermediği için ölçme amacından ziyade kontrol amacına dönük kullanılır.

Ölçü mastarları bir master takımının parçalarıdır. Bu mastarlarda ölçü mastardan mastara değişir. Örnek : Paralel mastarlar ve ince ayar mastarları

Şekil mastarı açılı ve kavisli yüzeylerde, vidalı yüzeylerde vida adımı kontrolünde ve değişik profillerin ışık yardımı ile kontrol edilmesinde kullanılır.

Sınıır mastarı

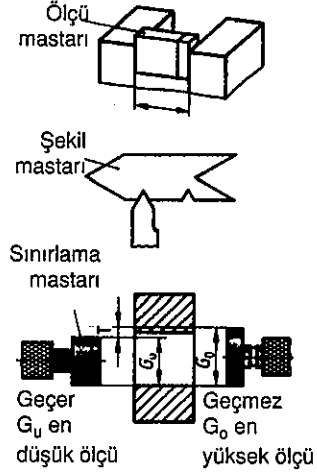
Toleransla işlenmiş parçaların alt ve üst sınıır ölçüleri, bunlara uygun olan deliklerde erkek mastarla ve millerde ise dişi mastarla kontrol edilebilir (Şekil 2).

- **Geçer master** millerde en yüksek ölçünün ve deliklerde ise en düşük ölçünün kontrol edilmesini sağlar.
- **Geçmez masterlar** deliklerde en yüksek ve millerde en düşük ölçünün kontrolünü sağlar. Geçmez mastara uygun olan bir iş parçası ıskartaya ayrılır

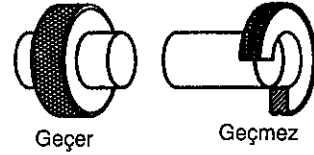
Taylor Temel Kuralı: Geçer master öyle oluşturulmalıdır ki bir iş parçasının ölçüsü ve şekli (formu) mastarla kontrol edilebilsin, geçmez mastarla münferit ölçüler kontrol edilir (Örnek: Çap ölçüleri)

Masterla ölçüler ve şekiller kontrol edilir.

Geçmez master ise tam bir ölçü mastarıdır.



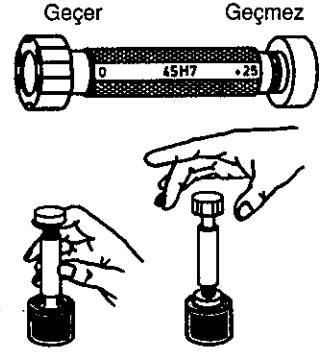
Şekil 1: Master çeşitleri



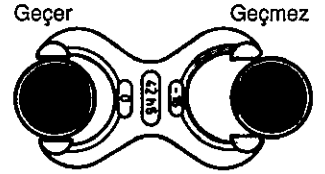
Şekil 1 : Master halkası (Dişi master)

Tampon mastarı, delik ve yivlerin kontrolünde kullanılır (Sayfa 7, Şekil 1). Geçer taraf kendi ağırlığı ile delik içine girmelidir. Geçmez tarafın ise sadece ağız kısmı girer. Geçer tarafın uzun olan silindiri içine aşınmayı önleyici (azaltıcı) sert metal çubuklar yerleştirilir. Geçmez taraf ise kısa bir kontrol silindirin sahibidir. Burası kırmızı ile işaretlenmiştir ve üzerine en üst ölçü sınırı yayılmıştır.

Çatal masterlar : Bu masterlar iş parçalarının çap ve kalınlıklarının kontrolü için kullanılır (Şekil 2). Geçer taraf müsadeli en yüksek ölçüye sahiptir ve kendi ağırlığı ile kontrol edilen yere koyarak geçer. Geçmez taraf az bir tolerans farkı ile daha kısa yapılmıştır. Ayrıca geçmez taraf eğik kontrol yüzeylerine sahiptir ve kırmızı renk ile işaretlenerek üzerine en düşük sınır değeri yazılmıştır.



Şekil 2 : Tampon Masterlar



Şekil 3 : Çatal Master

Tekrarlama Soruları

- 1 Ölçme ve master denilince ne anlıyorsunuz?
- 2 Bölüntüdeki 1 aralık değerinden ne anlıyorsunuz?
- 3 97, 634 mm lik bir ölçü hangi paralel masterların biraraya getirilmesi ile elde edilir?
- 4 Bir tampon mastarın geçmez tarafını nasıl tanırsınız?

1.2.3 Mekanik Ölçme Aletleri

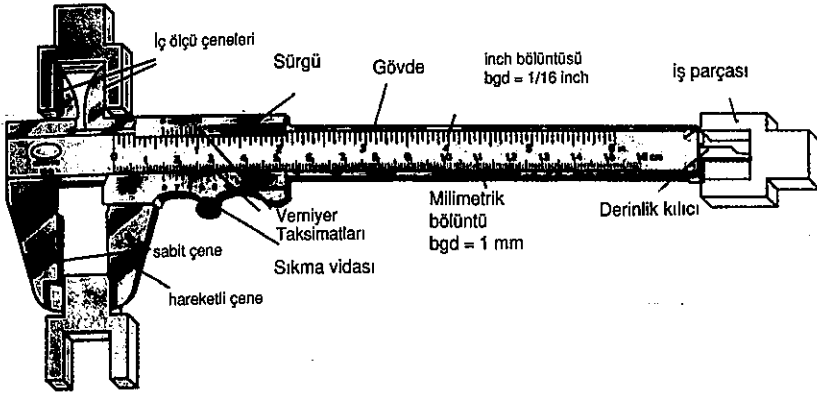
Kumpas

Kumpas çok yönlü ölçme imkânları ve kullanım kolaylığından dolayı metal işleme alanında kullanılan en önemli ölçü aletidir. Çabuk bir ölçme yapmak için çok uygundur. Bir kumpas ile çap kalınlığı ve derinlik ölçümü yapılabilir.

Cep kumpası

Cep kumpası, bölüntülere ayrılmış bir (vernier) kızak ve milimetrik bölüntülere ayrılmış gövdeden oluşur. Vernier ve sabit gövde çeneleri bölüntü doğrultuları ile dik bir açı oluşturur (Sayfa 9, Şekil 1).

Vernier hassasiyetine uygun ölçü bölümlerine ayrılmıştır. Vernier bölümünün



Şekil 1 : Cep tipi kumpas

sıfır çizgisi, hareketli ölçme çenesi kapalı konumda iken milimetrik bölüntünün sıfır çizgisi ile çıkarılır.

Ana gövde üzerindeki ana taksimat ile verniyer taksimatı arasındaki farklılık verniyerin okunabilme imkanını verir.

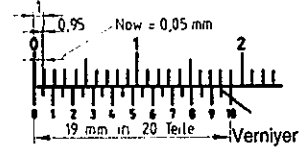
1/20 lik bir verniyerde 19 mm lik kısım 20 eşit aralığa ayrılmıştır (Şekil 2).

Gövde üzerindeki iki çizgi arası 1 mm gösterirken verniyer üzerindeki iki çizgi arası $19/20 = 0,95$ mm olur. Buda, $1 \text{ mm} - 0,95 \text{ mm} = 0,05 \text{ mm}$ lik bir taksimat farkı verir. Bu taksimat farkına Verniyer hassasiyeti (kumpas hassasiyeti) denir. Bu hassasiyet, verniyerli ölçü aletlerinde gövdedeki 1 bölüntü aralığı ile verniyerdeki 1 bölüntü aralığı arasındaki farktır (Şekil 3). Bütün verniyerli kumpasların amacı kullanıcıya rahat, gözle görülür ve kolayca okuma imkanı sağlamaktır. 1/50 lik verniyerde göz çizgileri zor ayırma sınırına yaklaşır (Şekil 4)

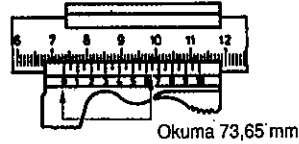
Hassasiyetin düşmesine ve daha hassas ölçme ($1/50 \text{ mm} = 0,02 \text{ mm}$) yapılmasına rağmen sık sık okuma hataları ortaya çıkar.

Okuma sırasında, verniyerin sıfır çizgisi virgül olarak değerlendirilir. Verniyerin sıfır çizgisinin sol tarafında kalan gövde üzerindeki milimetrik bölüntü tam olarak okunur. Sonra verniyer sıfır çizgisinin sağ tarafında kalan ve verniyer üzerinde bulunan hangi çizginin gövde üzerindeki milimetrik bölüntü ile çakıştığına bakılır.

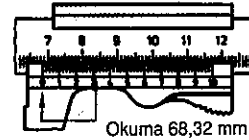
Taksimat çizgi aralıkları verniyerin hassasiyetine göre 1/20 mm veya 1/50 mm yi verir.



Şekil 2: 1/20 Verniyer



Şekil 3: 1/20'lik Verniyer



Şekil 4: 1/50 Verniyer

Saatli kumpas

Saatli kumpas ile ölçme değeri, çabuk ve emniyetli bir şekilde okunabilir (Şekil 1). Ölçünün kabaca göstergesi cetvel üzerinden ve hassas ölçüsü ise 0.1 mm, 0.05 mm ve 0.02 mm lik bölünlü saatten okunur.

Dijital kumpas

Dijital kumpas ile çeneler arası mesafelerin hem tam sayı kısmı hem de ondalık ve yüzdellik kısımları sayısal olarak ekranda okunabilir (Şekil 2).

Okuma hatası son derece azdır. Gösterge, imalatçının sağladığı imkanlara bağlı olarak "inç" veya "mm" cinsinden okunabilir.

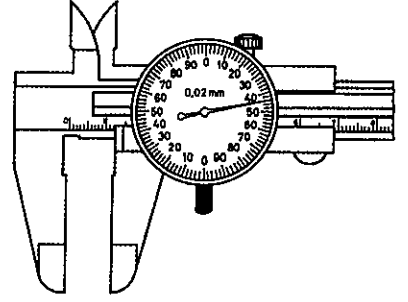
Mevcut bir düğmeye basıldığında gösterge belli bir noktada sıfırlanabilir. Bu sayede sıfır konumuna göre mastarlarda yapılan tolerans ölçümlerindeki sapmaların işaretleri doğru bir şekilde okunabilir. Sıfır konumuyla farklılık ölçümleri yanında, ölçme aletininin sıfır konumu ile aynı olmayan bir başka noktada da ölçme yapmak mümkündür. Bu şekildeki ardışık ölçülendirme sistemi ile kontrolü sırasında hesaplama işlemi yapılmaz.

Mevcut bir düğme üzerine basılarak ölçü değerleri hafızaya alınabilir. Hareketli ölçme çenesi kaydırılsa da gösterge sabit kalır. Zor bir şekilde ölçme yapılan yerlerde, ölçü değeri hafızaya alındığı için ölçü sürgüsü açılarak okuma işlemi yapılabilir.

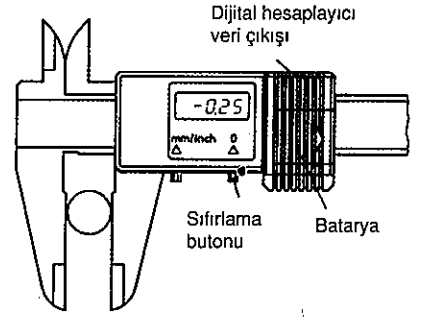
Özel yapılmış ölçme çeneleri, çok çeşitli ölçme işlerine uygundur (Şekil 3).

Çalışma kuralları

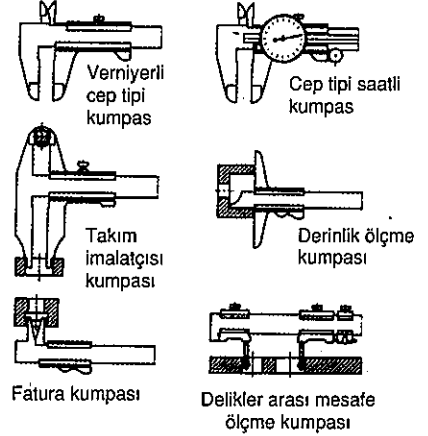
- Ölçme çenesi mümkün olduğu kadar iş parçası üzerine yerleştirilebilmelidir.
- İç ölçü alma çeneleri sadece kama yatakları ve benzeri yerlerde ölçme yapmak için kullanılır.
- Derinlik ölçümü sırasında derinlik ölçme dayaması ölçme yapılacak iş parçası yüzeyine sıkı ve dik bir şekilde bastırılır ve derinlik ölçme çubuğu (kılıcı) ölçüm yapılacak yüzeye kadar indirilir.
- Ölçü ve kontrol yapılacak yüzeyler temiz ve çapaksız olmalıdır.
- Ölçme noktasında, ölçünün okunması zor oluyorsa, mekanik kumpaslar-



Şekil 1: Cep tipi saatli kumpas



Şekil 2: Dijital (sayısal) kumpas



Şekil 3: Kumpas çeşitleri

da ölçme sürgü vidası sıkılarak sabitlenir ve kumpas dikkatli bir şekilde geriye çekilir.

Sıcaklık etkilerinde ölçme hataları olacağı için aşırı ölçme baskısı uygulanmamalı ve ölçme çenelerinin eğik bir şekilde yerleştirilmesinden kaçınılmalıdır.

Mikrometre

Mikrometrenin en önemli parçası taşlanmış ölçü ayar vidasıdır (Şekil 1). Bu vida ölçü aletinin döner tamburuna bağlı olarak ölçme mesafesinin ayarlanması ile ölçme işlemini gerçekleştirir.

Çoğu zaman, ölçü ayar vidası üzerindeki adım (0.5 mm), döner tambur üzerinde 50 eşit aralıklı çevresel bölüntüye eşitlenmiştir. Döner tambur bir çizgi aralığı döndürüldüğünde ölçü ayar vidası eksenel olarak $0.5 \text{ mm} : 50 = 0.01 \text{ mm}$ kayar.

Mikrometrelerdeki ölçü hassasiyeti genellikle 0.01 mm olur.

Taksimat kovani üzerinde yer alan tam ya da yarım mm aralıklar, döner tambur üzerinde yüzde bir mm hassasiyetle okunabilir (Şekil 2).

Döner tambur çevrilerek, ölçme aralığı değiştirilebilir. Ayrıca bu sırada çok büyük ölçme kuvvetlerinin etkili olmaması için döndürme kuvvetine dikkat edilmelidir. Ölçme kuvveti cırcır adı verilen kavrama vasıtası ile 5N ile 10 N arasında bir kuvvetle sınırlandırılır. Bu sınırlandırmanın yapılması için, hareketli uç (ölçü ayar vidası ucu) iş parçasına temas ettirilir ve bu şekilde cırcır birkaç tur yavaş yavaş döndürülür.

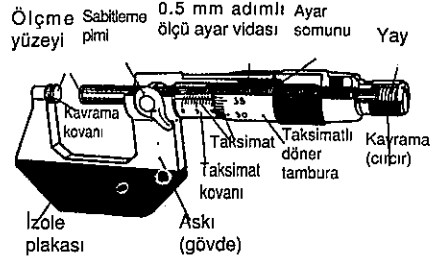
Dijital Mikrometreler :

Dijital mikrometrelerde $B_{gd}=0.01 \text{ mm}$ hassasiyetli döner tambur bölüntüsü yanında, ayrıca $B_{gd}=0.001 \text{ mm}$ olan rakam göstergesi vardır (Şekil 3).

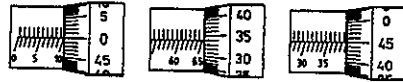
Dijital olarak çalışan bu ölçü aleti, farklı ölçmeler için sıfır ayarlaması imkanı sağlar. Ayrıca, ölçme değerlerinin hafızaya alınmasını ve kayıt ve ölçü sonuçlarının bir işlemde kullanılması için bilgilerin hesaplayıcıya aktarılmasını sağlar.

İç çap mikrometresi

Bu mikrometreler mümkün olduğunca kendi kendilerini merkezleyen tipte ol-

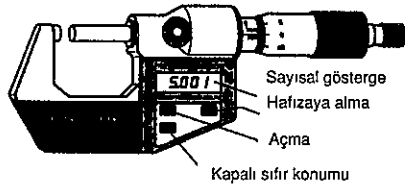


Şekil 1: Mikrometrenin kesit resmi



Gösterimler			
Taksimat kovani	10	65	38
Taksimatlı tambur	0,0	0,0	0,5
	0,00	0,34	0,45
	10,00	65,34	38,95

Şekil 2 : Mikrometre okuma örneği



Şekil 3 : Dijital Mikrometre

malıdır. Bunun için üç ayrı ölçü pimi veya ölçme ayağına (üç noktadan ölçme) sahiptirler. Bu mikrometrelerde uzatma yapılabilir. Böylece derin delik çaplarının ölçülmesine uygun hale gelirler. Ölçme ayakları bir kademeli vida dişi (adımı) ile hareket ediyorsa, bundan doğan genleşme ve uzatma çubuklarının ısıdan doğan genleşmesi ölçme sonucunda etkili olmaz.

Ölçü hatalarının sebepleri

- Ölçü aleti : Vidalı milde adım hatası, ölçme ayaklarında boşluk, mikrometre sap ekseninin delik eksenine göre çakışık olmaması.
- İş parçasındaki keskin kenarlar, kir, çapak.
- Ölçme baskısı ile aletin esnemesi.
- Ölçme yapılan ortamın sıcaklık hatası.

sı (uygun ortam sıcaklığı = 20 ± 1 °C)

- 50 bölüntü çizgisi olan döner tamburda okuma hatası.

Komparatörler

Komparatörler uzunluk ölçme cihazlarıdır. Ölçme ucu ölçü aralığı (yolu), kramayer dişli pim ve dişli çarklar vasıtasıyla büyütülerek okuma kolaylığı sağlar (Şekil 2). Cihaz içindeki sürtünme ve yay etkisi ölçme ucu içeri girerken ölçü alma baskısını yükseltir ve dışarı çıkarken bu baskı azalır. Göstergeler aynı ölçüm değerinin geri çevrilme aralığına göre birbirlerinden ayrılırlar.

Komparatör ibresi normal olarak en az bir tam dönme hareketini yapar.

Bölüntü (skala) değeri 0.01 mm olan komparatörler (Aktarma oranı 100:1), genellikle 0.4 mm'den 10 mm'ye kadar olan bir ölçme kapasitesine sahiptirler. Taksimat değeri 0.001 mm olan komparatörlerde ise gösterge alanı genellikle 1 mm dir. Çok hassas komparatörlere nazaran bu komparatörlerin ölçü alanı oldukça büyüktür. Döner taksimat çemberi, herhangi bir ölçme konumunda sıfır ayarının yapılmasını sağlar.

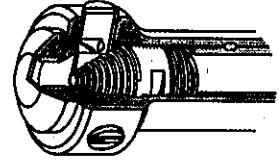
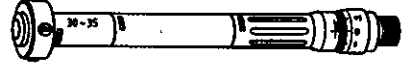
Mafsal uçlu komparatörler

Bu komparatörler, çevrilebilir (mafsallı) ölçü alma ucuyla farklı ölçmelerde kullanılabilirler. Örnek: Döner parçalarda silindiriklik salgısı kontrolünde, iş parçalarının düzeltilmesi ve merkezlenmesi işlerinde (Şekil 3) kullanılır.

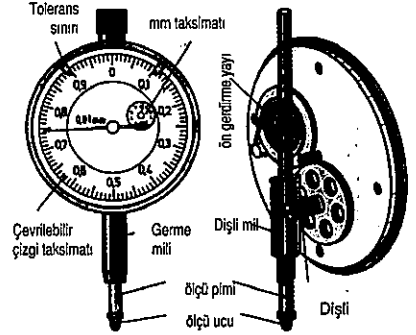
Hassas komparatör

Çok Hassas komparatörler (hassas ölçü alicılar) tam bir mekanik ölçme yapan cihazlardır. Bu cihazlarda genellikle $1 \mu\text{m}$ 'lik bölüntü aralığı vardır. Komparatörlerde olduğu gibi bunlarda kramayer dişli yoktur. Dişli segmanı ve küçük dişli üzerinden ölçme ucu hareketini ibreye aktarmaya yarayan bir sarkaç dişli kol mekanizması vardır (Sayfa 12, Şekil 4). Bu cihazlarda ibrenin tam bir devir yapması mümkün olmaz. Ölçme aralığı (kapasitesi) genellikle $50 \mu\text{m}$ veya $100 \mu\text{m}$ olarak yer alır.

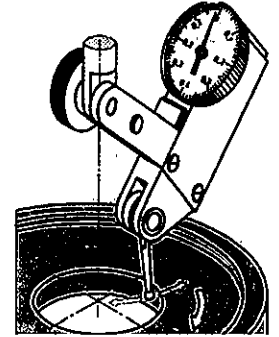
Hassas göstergeli ibrelerde, ibre dönme aralığı 360° 'den küçüktür.



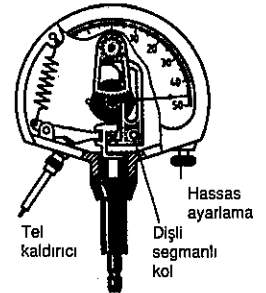
Şekil 1 : İç çap (delik) mikrometreleri



Şekil 2 : Komparatör



Şekil 3 : Mafsal uçlu komparatör



Şekil 4 : Hassas komparatör

Komparatörler, mafsal uçlu komparatörler ve hassas komparatörler: Bu ölçü aletleri dış yüzey ve delik ölçmelerinde, yüzeylerin silindiriklik, düzgünlük ve paralellik kontrol amacı ile kullanılmaktadır.

Çalışma kuralları

- Ölçme uçlarına hiçbir surette ince yağ veya gres yağı değiştirilmemelidir.
- Komparatörlerde, sadece içeri hareketli ölçü pimi ile ölçüm yapılıyorsa, ölçü değeri geri dönüş aralığından sakınılmalıdır.
- Silindiriklik ve salgı kontrol işlemleri için sadece çok küçük ölçme aralığı olan ölçü aletleri kullanılmalıdır. Örnek: Hassas komparatörler, çünkü burda kontrol yapılan nesnenin bir tur atması sırasında ölçü piminin hareketi ters yönde olur.

Tekrarlama soruları

1. Kumpaslarda hangi ölçme hataları meydana gelir ?
2. Mikrometre kavramasının görevleri nelerdir?
3. Hassas komparatörler hangi tür ölçmelerde kullanılır?

1.2.4 Pnömatik Ölçme Cihazları :

Pnömatik ölçü işlemlerinde, ölçü aracı olarak 0.75-2 bar'lık bir ölçme basıncına sahip ölçü aleti kullanılır. Bu aletler bir ölçü alıcı (memeli ölçü çubuğu veya memeli ölçü halkası) ve gösterge cihazından oluşur. Bu gösterge cihazı hem gösterge hem de dikey ölçme cihazı olarak kullanılabilir (Şekil 1).

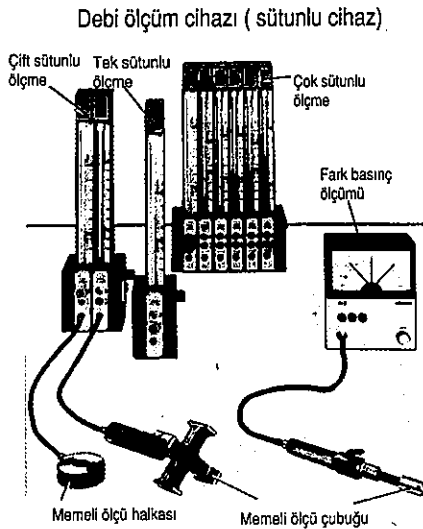
Pnömatik ölçü aletleri, ölçme memesindeki akışın direncine bağlı olarak basınç veya akışdaki değişiklikleri tespit ederler.

Gösterge cihazındaki hava akışı, ölçme değeri algılayıcısı olması gerekli değeri tespit ettiğinde, gösterge sıfır üzerinde duracak şekilde ayarlanır. İş parçasındaki hatalardan dolayı ölçme değeri algılayıcısındaki bekleme basıncı değişir ise, gösterge cihazında bir basınç oluşur, veya sütun cihazlarından geçen hava akış miktarında bir değişim olur.

Taksimat değeri genellikle 0.001 mm'dir. Ölçme aralığı ise 0.01 mm ve 1 mm arasında bulunmaktadır. Buradaki dezavantaj ise, kontrolü yapılan her bir iş parçası için özel bir ölçme değeri algılayıcısı ve iş parçası biçimine uygun bir ayar mastarının gerekli olmasıdır. Pnömatik uzunluk ölçme aletleri bundan dolayı sadece seri imalat yapılan yerlerde kullanılır.

Pnömatik Metodla uzunluk ölçmenin faydaları :

- Ölçme değeri algılayıcı, hemen hemen hiçbir ölçme baskısı uygulanmaksızın ve genelde temassız ölçme yapar.
- Temassız ölçmelerde, soğutma sıvısı, yağ ve hava ile temizlenemeyen kuruyup kalmış kirler, ölçme sonucunu etkilemez. Bu metod ile, iş par-



Şekil 1: Pnömatik ölçü aletleri

çası hareketli olsa dahi ölçme yapılabilir.

- Delikler, şekil ve yatak hatlarındaki basit ölçmeler, kısmen bu ölçme sistemi ile yapılabilir (Şekil 1).
- Ölçme değeri algılayıcıları birbirlerine yakın bir şekilde dizilebilir. Göstergeler cihazlarının konacağı alanlar ayrılabilir. İhtiyaç halinde ise, çok sütunlu cihazlarda bu işlemde kullanılabilir.

Ölçme hatalarının sebepleri

- Yüzey pürüzlüğü etkisi : Ölçme yapılacak yüzeyde $6 \mu\text{m}$ 'nin üzerinde pürüzler yada çok fazla yüzey dalgaları var ise temassız olarak yapılacak bir ölçme işleminde, ölçülen değer yanlış olur. Bu durumlarda temaslı ölçme ucu kullanılır (Şekil 1).
- Sıfır noktası sabit değil. Zaman zaman bir ayar mastarı ile sıfır ayarlanması yapılmalıdır.

1.2.5 Elektrikli Ölçme Cihazları

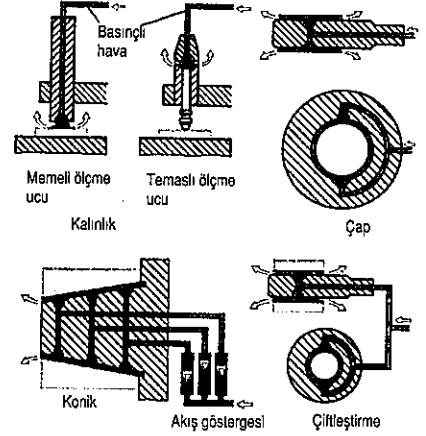
Elektrikli ölçme cihazlarında, mekanik olarak algılanan ölçme kapasitesi elektrik sinyallerine çevrilir.

İndüksiyon sistemli ölçme cihazları

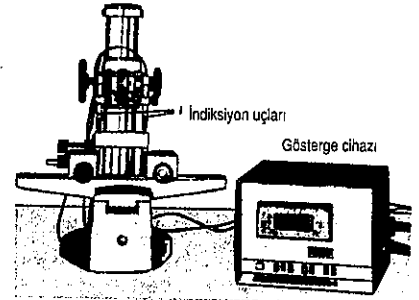
Ölçme cihazı, sinyal dönüştürücü (ölçme çubuğu), ölçü güçlendirici ve göstergeler cihazlarından oluşur (Şekil 2).

İndüksiyonlu ölçme dokunucu uçları ile yapılan elektrikli uzunluk ölçme işleminin faydaları şu şekildedir:

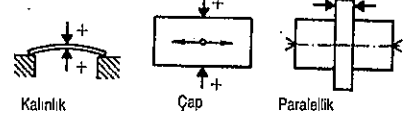
- Yüksek hassasiyet. Taksimat aralığı $0.01 \mu\text{m}$ ile $1 \mu\text{m}$ arasındadır.
- Oldukça büyük bir ölçme alanına (0.003 mm 'den 2 mm 'ye kadar) sahiptir.
- Çok küçük ölçme hatası ($0.01 \mu\text{m}$ 'den $0.25 \mu\text{m}$ 'ye kadar) yapılabilir.
- Küçük ölçme uçları birbirlerine çok yakın veya elle ulaşımı güç olan noktalara yerleştirilebilir.
- Tekli ölçmenin yanısıra, ayrıca iki ayrı ölçme değerinin toplamı veya farkı şeklinde birbirleri ile karşılaştırma imkanı da vardır.
- Ölçü sinyallerini ayırma, sınıflandırma (tolerans gruplarına göre ayırma) ve kayıt için kullanılır.



Şekil 1 : Pnömatik ölçme



Şekil 2: İndüksiyonlu ölçü aleti silindiriklik kontrolü



Şekil 3: Toplam ölçme

Tekli Ölçme

Tek ölçme ucu bulunan bir ölçme aleti, komparatör ve hassasiyet komparatörü gibi, kalınlık ölçmede, yuvarlaklık ya da dönmede salgı kontrolleri için kullanılır.

Göstergenin kutup yönü değişkendir. Pozitif yönlü kutuplarda içeri giren bir ölçme pimi, pozitif yönde artan bir göstergeler arzeder.

Toplam Ölçme

Toplam ölçmelerde her iki ölçme ucunun kutup yönü aynıdır (Şekil 3). Her iki ölçme değerinin sonucunu toplam olarak

gösterilir. Ölçme sonucu bu yüzden şekil, konum veya yuvarlaklık hatasından dolayı yanlış olmaz.

Farklılık Ölçmesi

Ölçme ucunun kutup yönü farklı farklıdır. Yani, her iki uç da aynı oranda içeri giriyorsa gösterge değişmez (Şekil 1 ve Şekil 2). Bu ölçme sistemi, özellikle ölçümü yapılan nesnenin mutlak ölçüsünden bağımsız olarak, iki ölçme noktası arasındaki ölçü farkı karşılaştırmasının yapılması için uygundur.

Ölçme Hataları

Ölçme hataları, ölçme cihazlarının hassasiyetlerine göre belirli zaman aralıklarında tekrar ayar yapılarak düzeltilmelidir.

1.2.6 Elektronik Ölçme Cihazları

Elektronik ölçü cihazları, opto-elektronik ölçü aralığına sahip ölçme sistemi ile çalışırlar. Taban olarak cam ölçme çubuğu bir temaslı kayar kafa ile birlikte kullanılır. Bu cam ölçme çubuğu, temaslı kayar kafanın hareketini, tespit edilen sinyallerle sayar (Şekil 3). Kafanın hareketinde, kafanın ışık geçirmeyen çizgileri ışığın cam ölçme çubuğunun yansıyan çizgilerine olan yolunu ya açarlar yada kapatırlar. Yansıyan ışığın yoğunluğu değişir ve dijital (sayısal) ölçme sinyalleri meydana gelir.

Opto-Elektronik Ölçü aralığı ile ölçme sisteminin faydaları:

- Gösterge aralığı sadece cam ölçme çubuğu uzunluğuyla sınırlıdır. Daha büyük bir ölçme aralığında ölçme değerleri mutlak değer olarak gösterilir.
- Küçük gösterge değişikliği sadece 1 μm dir. Gösterge herhangi bir noktada sabitlenebilir, hafızaya alınabilir veya sıfırlanabilir.

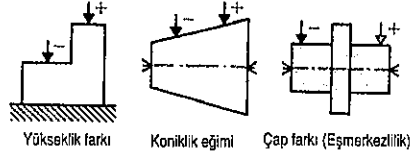
Opto-elektronik ölçme aralığı ile ölçme sistemi, koordinat ölçme cihazlarında ve makinalarda ölçme aralığı ölçümü için bir temel teşkil eder.

Derinlik ölçme aleti (Şekil 4)

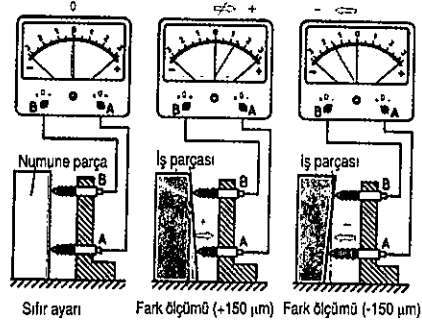
Dokunucu pim ile birlikte bir cam ölçme çubuğu ölçü değer tespit ünitesine bağlanır. Oldukça büyük olan ölçme aralığı 100 mm dir. Hassas ölçümlerde bu ölçme cihazları büyük mesafe aralıklarının ve özelliklede çok az tolerans verilmiş ölçü aralıklarının ölçümü için çok uygundur.

Dikey uzunluk ölçme aleti

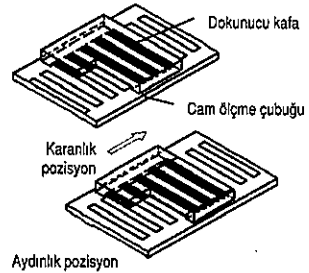
Dikey uzunluk ölçü aletleri, dikey gövdeye bağlanmış bir opto-elektronik ölçme sistemindeki fonksiyonları, koordinat ölçme aletine göre ölçme plakaları



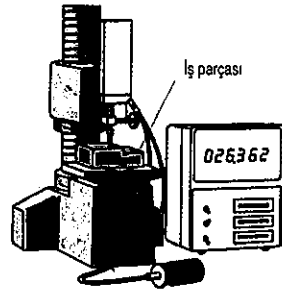
Şekil 1: Farklılık ölçümü



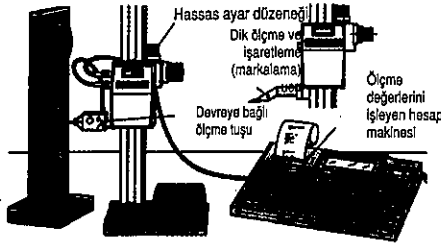
Şekil 2: Farklılık ölçümü (Diklik)



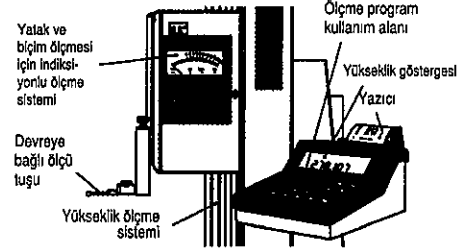
Şekil 3: Opto-elektronik ölçü aralığı ölçme sistemi



Şekil 4: Derinlik ölçme aleti



Şekil 1 : Elektronik yükseklik ölçme ve markalama cihazı



Şekil 2 : Dikey uzunluk ölçme aleti, ölçme programlı

üzerine yerleştirilerek yaparlar (Şekil 1). Sayısal bir çıkış ile ölçme değerleri kalite emniyeti için kağıt üzerine basılabilir ve kalite kontrol için kullanılabilir. Ölçü programları bulunan uzunluk ölçme aletleri ölçü değerlerini tespit eder ve hesaplama yöntemleriyle işleme alır (Şekil 2).

Kayar gövdedeki dik bir dokunucu uçlu ölçü kafasının hassas ayarı ile ölçme işlemi yapılır.

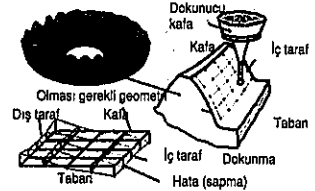
Dinamik dokunma ile ölçme :

Bu ölçme sistemi, devreye bağlı dokunucu ölçme uçlarıyla, hareketli kafada çok hızlı ve güvenilir bir ölçme sağlar. Ölçme biriminin belirli bir açı değiştirmesi ile devre sinyali açılır ve yeni ölçü değerini gösterir. Gösterge bir sonraki sinyal gelinceye kadar bloke edilir.

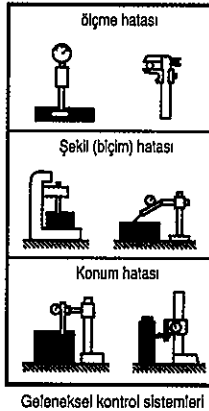
Dokunucu ölçme uçlarının, hissedici kollu ölçme aletleriyle veya indüksiyonlu (bobinli) ölçme sistemleriyle birlikte kullanılması daha yararlıdır. Biçim ve yatak hatalarında, salgısız dönme, düzgünlük ve paralellik gibi kontrollerin yapılması için çok uygundur.

1.2.7 Koordinat ölçme cihazları

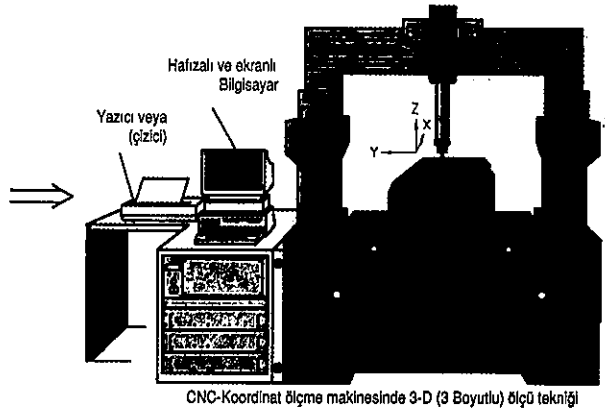
Çoklu koordinat ölçme cihazlarında karakteristik cihazlar olarak şunlar vardır: Üç adet ölçme eksenini (ölçme aralığı ölçme sistemi). Bu eksenler dikey olarak üst üste dururlar ve hacimsel (üçboyutlu) bir koordinat sistemi oluştururlar (3D-Ölçme tekniği). Bu sistemler ile, tuşlar kullanılarak bir iş parçası yatağındaki çok sayıda ölçme noktası tespit edilir.



Şekil 3 : Mahruti dişli (konik dişli) ölçümü



Geleneksel kontrol sistemleri



CNC-Koordinat ölçme makinesinde 3-D (3 Boyutlu) ölçü tekniği

Şekil 4 : Ölçme metodlarının karşılaştırılması

Matematiksel olarak kumanda edilen yuvarlak tablalar (masa) dördüncü bir ölçme eksenini oluşturabilirler ve kullanımda sürekliliği sağlayabilirler. Örnek Dişli çark kontrolü (Sayfa 16 Şekil 3): Geleneksel kontrol metoduyla karşılaştırıldığında, ölçü tablası üzerinde iş parçasının zamana bağlı olarak düzeltme işlemi yoktur ve kıvrımlı yüzeylerde de profil kontrol işlemi problemsiz bir şekilde yapılır. Örnek: Dişli çarklar veya derin çekme parçaları. Ayrıca ölçme süreci ölçme değeri işlenmesine bağlı olarak otomatikleşebilir (Sayfa 16). Ölçme programlarıyla, iş parçası üzerinde birkaç noktaya dokunmakla iş parçasının konumunun belirlenmesi ve hesap makinasında hafızaya alınması sağlanır.

Koordinat ölçme cihazlarının **yapım şekli ve otomatikleşme derecesi** çok çabuk ve net bir şekilde farkedilir. Basit ölçme cihazlarında dokunma kafası elle hareket ettirilir. Motorla çalışan koordinat ölçme cihazları otomatik dokunma hareketli bir dokunma sistemi ortaya koyarlar. Bu sistem, dokunma noktaları olan kumanda hareketlerini ve ölçme değerlerini hesap makinasına gönderir.

CNC Koordinat ölçme makinası :

Bu makinalar kızaklar üzerinde her üç ölçme eksenini doğrultusunda aynı anda hareket ederler. Çok zor olan hacimsel şekillerde noktalama şekliyle veya sürekli olarak dokunma işlemini aynı anda yaparlar.

Bu makinaların faydaları şunlardır:

- Çok kısa ölçme süresiyle otomatik ölçme süreci
- Benzeri iş parçalarında çok basit bir şekilde program değiştirme
- Bunun yanında sınırsız ölçme ve değerlendirme imkanları.

Ölçü tekniğinde ölçümü zor olan iş parçalarının hassas ve çabuk şekilde işleme alınması için koordinat ölçme cihazı kullanılır.

Tekrarlama soruları :

1. Neden pnömatik ölçme aletleriyle çalışan makinalarda ölçme yapılır?

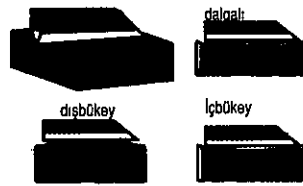
2. Bobinli dokunma ucunun pozitif kutup yönünde içeri hareket etmesi halinde gösterge nasıl değişir?
3. Hangi tür ölçme cihazlarına opto-elektronik ölçme aralığı ölçme sistemi takılabilir?
4. Dikey ölçme sisteminde hangi tür dokunma imkanları mevcuttur?
5. Koordinat ölçme cihazlarının ne gibi faydaları vardır?

1.3 Biçim ve Konum Hata Ölçmeleri

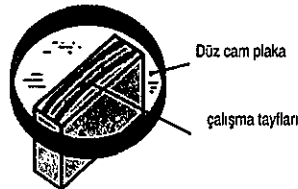
İş parçalarının ideal geometrik olarak biçimlerinde, imalat tekniği esaslarından dolayı hatalar olur. Sık tolerans verilmiş parçalarda toplam ölçü toleransının %50'si kadar şekil hatasına müsaade edilmelidir. Ağırlıklı olarak biçim ve yatak toleransları 0,1 µm ile 100 µm arasındadır.

1.3.1 Düzgünlük ve Paralellik Kontrolü

Düzgün yüzeylerde, olması gerekli şekil itibarıyla hatalar olabilir. Bu yüzeyler pürüzlü, dışbükey veya içbükey olabilirler (Şekil 1). Düzgünlük kontrolünün yapılması için iş parçası yüzeyine bir kıl gönye veya düz gönye yerleştirilir. Kıl gönyeler hassas keskince leplenmiş bir kenara sahiptirler. Bu gönyeler kontrolü yapılacak yüzeyde çeşitli yerlere ve



Şekil 1 : Kıl gönye



Şekil 2 : Düz cam plaka

yönlere yerleştirilebilir. Yüzeyin düzgün olmadığı 2 μ m'lik bir açıklıktan ışık sızması ile fark edilir. Küçük çaptaki şekil hataları ve bu hataların konumları ise yüzeye yerleştirilen bir cam plakası üzerinden görülen çalışma tayfından (çizgilerinden) fark edilir (Sayfa 17, Şekil 2). Kontrolü yapılan cisim ve cam plakanın temas yüzeyinde ışık yansıması olur. Her iki sınırdaki da yansıyan ışık dalgalarının toplanmasıyla, cam plakada ne kadar çok çalışma tayfı olursa, o kadar büyük bir şekil hatası var demektir.

Paralellik kontrolü, göstergeli ölçü aletleri ile normal düzgünlüğe sahip ölçme tablası (pleyt) üzerinde yapılır (Şekil 1).

1.3.2 Eğim Kontrolü

Bir su terazisi ile bir yüzeyin yatay ya da dikey olarak konumu kontrol edilebilir. Ayrıca çok düşük açı hataları da ölçülebilir. Bu teraziler esas itibari ile makinaların montajı ve kurulmasında kullanılır (Şekil 2).

Bir su terazisinin su borucuğu içinde hava bulunursa taksimat değerinde bir çizgiler hata olur. Su terazisinin hassasiyetine göre 1 metrelik bir uzunlukta 0,01 mm hata gösterebilir.

Elektronik (Dijital) Su Terazisi

Bu teraziler çok büyük bir ölçme kapasitesine sahip olduklarından (2 mm/m) çok sayıda geleneksel farklı tamlıklardaki terazilerin yaptıkları işi yaparlar (Şekil 3).

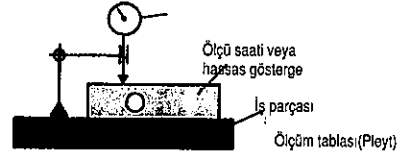
Rakamların atlama değerleri 0.01 mm dir. Bu da iki açısız saniye hassasiyetiyle eğim hatalarının gösterilmesi demektir.

1.3.3 Açı Kontrolü

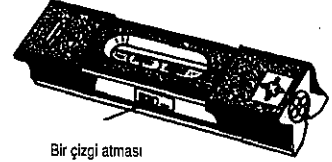
Açı kontrollerinde kenarların veya yüzeylerin birbirine göre duruş şekli kontrol edilir.

Sabit gönyeler :

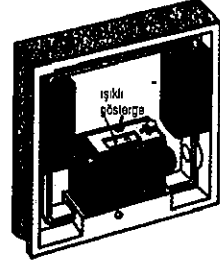
Sabit gönyeler 45, 60°, 90°veya 135° olan gövde biçimlerindedir. Bunlardan



Şekil 1 : Paralellik kontrolü



Şekil 2 : Su terazisi



Şekil 3 : Elektronik çerçeveli terazi

kullanışlı olanı da 90° lik gönyedir. Gövde şekilleri itibariyle düz gönye, dayanmalı gönye ve kıl gönye olarak birbirinden ayrılırlar. Sabit gönyelerin özel imalatı olanlar ise takımların taşlanmasında kullanılan taşlama gönyeleridir.

Kadranlı gönyeler

Basit gönyeler:

Bu gönyeler 180° lik bir ölçme kapasitesine ve 1°lik taksimat değerlerine sahiptirler. Ölçme değeri her zaman için göstergede değerine uymaz. Bilakis geniş açılarda 180°den göstergede derecesi çıkarılarak okuma yapılır (Sayfa 19 Şekil 1).

Üniversal gönye

Bu gönyeler, dört adet 90°lik ana taksimata ve sıfır çizgisinin sağında ve solunda yer alan on iki aralıklı bir verniyere sahiptir (Sayfa 19, Şekil 2).

Ölçme kızıağı itilerek hareket edebilir şekildektir. Ayrıca bu kızak değiştirilebilir. Kızak alın tarafında 45° ve 60°lik bir eğim vardır.

Okuma kuralı (Şekil 3)

İlk önce ana taksimat üzerinde sıfırdan başlayarak, verniyerin sıfır çizgisine kadar açı derecesi sayılır. Daha sonra verniyer üzerinde aynı okuma yönünde dakikalar okunur.

Optik Üniversal gönyeler

Bu gönye cam taksimatlarla ve merceklerle (skala değeri = 5') çalışır. Ölçme kılavuzu ayarlandıktan sonra ölçme değeri ışık altında kolayca okunabilir.

Sabit gönye ve gönyeler için çalışma kuralları

- Ölçme kılavuzu, ölçümü yapılacak iş parçası üzerindeki yüzeye dik olacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Ölçme ve kontrol yüzeyi arasında ışık sızacak kadar dahi bir boşluğun olmaması gerekir.
- Açı kontrolü bir kaç noktada yapılacak ise, kontrol gönyesi her defasında yüzeyden kaldırılır ve bir sonraki ölçme noktasına yeniden yerleştirilir. Çünkü gönye yüzeyde itilirse, iş yüzeyinde aşınma ve çizilmelere yol açabilir.

Ayarlanabilir açı ölçme aletleri

En önemli ayarlanabilir açı ölçme aleti sinüs cetvelidir. Bu cetvel ile 0° ve 60° arasında herhangi bir açı ayarlanabilir veya kontrol edilebilir. Sinüs cetveli, bir cetvel ve bu cetvele sabit olarak bağlanmış iki adet silindirden (silindirik mas-tar) oluşur. Silindirler arası mesafe 100 mm veya 200 mm'dir. Ayrıca Sinüs cetveli ile 3" ile 10" arasındaki açı farklılıkları da ayarlanabilir.

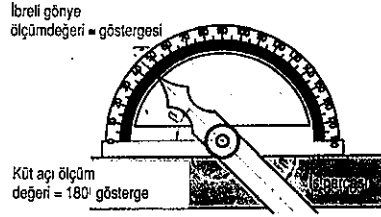
Örnek: $L = 100 \text{ mm}$, $\alpha = 12^\circ 10' 3''$

$$E = L \cdot \sin \alpha = 100 \text{ mm} \cdot 0,21077$$

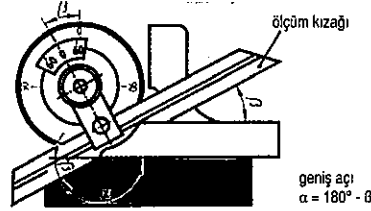
$$E = 21,077$$

Mastar Serisi:

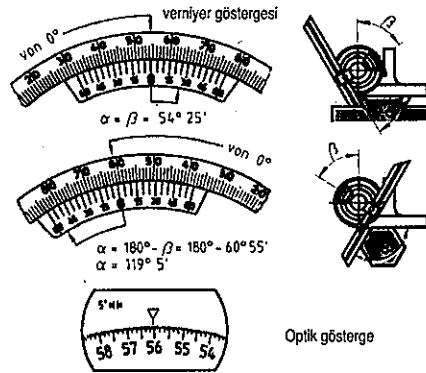
10 mm; 9 mm; 1,07 mm;
1.007 mm



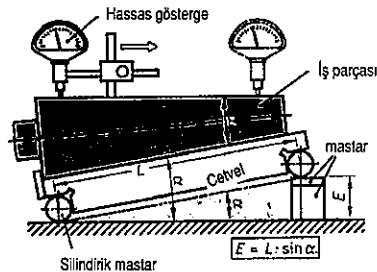
Şekil 1 : Basit kadranlı gönye



Şekil 2 : Üniversal açı gönyesi



Şekil 3 : Açı göstergeleri



Şekil 4 : Sinüs cetveli

1.3.4 Koniklik Kontrolu

Birbirine geçmiş iç ve dış konik yüzeyleri her yerde temas halinde olmalıdır. Bu gereksinimden dolayı kontrol ölçüleri türetilir (Şekil 1).

- D ve d çaplar
- Koniklik uzunluğu L
- Koniklik açısı α
- Koniklik oranı $C = 1: X$
- Dış yüzeyde şekil sapmaları ve pürüzlülük derinliği

Konik masterlar

Konik kovan masterlarla frezelerin malafa koniklikleri kontrol edilir. İç konik kontrol mastarı malzemelerin iç konikliklerinin kontrolünde kullanılır (Şekil 2). İç koniklik mastarı ile kontrol yapmadan önce, master yüzeyine veya iş parçası koniklik yüzeyine aksel yönde yağlı tebeşir sürülür sonra parça ve master birbirlerine karşı döndürülür. Yağlı tebeşir tüm yüzeyde eşit olarak yayılmalıdır. Yüzey üzerinde yağlı tebeşirin yayılmadığı noktalarda temas olmamış demektir.

İç koniklik ölçme mastarında bulunan iki halka işareti ise esas çapı gösterir. İç konik çapı, verilen toleranslar içinde yer almıyorsa büyük çap iki halka işareti arasında bulunmalıdır.

Koniklik ölçümü

Bir konide, ölçme ve şekil sapmalarının kolay bir şekilde ölçülmesi pnömomatik ölçme aletleriyle sağlanır (Sayfa 173).

Konik ölçü aletleri hassas göstergeler veya bobinli tuşlarla donatılmıştır. Bunlar konik açısı veya tespit edilen mesafe arasındaki iki kontrol çapını ölçer (Şekil 3).

1.3.5 Vida Ölçümü

Hatasız bir vida bağlantısı, vidalı saplama ile somun dişleri arasında, vida yanaklarının çok iyi bir şekilde birbirine teması ile sağlanır. Bundan dolayı vidalar beş ayrı ölçme ile tespit edilir (Şekil 4).

Vida böğür çapı, uç açısı ve vida adımı bir vidanın kalitesini belirler.

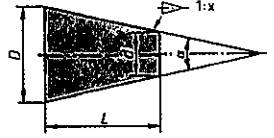
En önemli kontrol ölçüsü olarak vida böğür çapı, belirlenen tüm ölçülere etki eder.

Vida toleransları

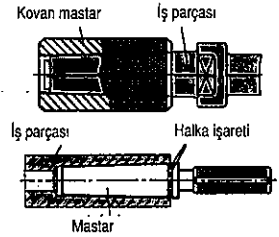
Saplama vidalarında toleranslar ve toleransların yerleri vida dış böğrü ve dış çap üzerindeki sıfır profilinden alınır. Somun vidalarında ise vida dış böğrü ve dış dibi çapı üzerinden alınır.

Kalite Sınıfı	Tolerans sınıfı
Hassas	3, 4, 5
Orta	6
Kaba	7, 8, 9

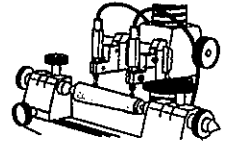
Ağıştırma	H-g (küçük boşluk)	G- e (Büyük boşluk)
Uygulama	Parlak fosfatlı veya ince galvanizlenmiş vidalarda	Parlak ve kalınca galvanizlenmiş vidalarda



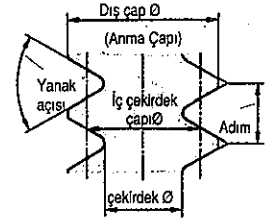
Şekil 1 : Koniklik ölçüleri



Şekil 2 : İç koniklik mastarı ve dış koniklik kovan mastarı



Şekil 3 : Koniklik ölçümü



Şekil 4 : Vida tespit ölçüleri

Her iki çapta farklı olarak toleranslar verilmiş ise vida böğür çapı için verilen ilk tolerans geçerlidir. M 20-4G 5G ise, örnek: Bu bir somun vida dişine ait tanımlamadır. Burada vida diş yanakçapı G toleransı üzerinde ve tolerans derecesi 4'e göre, diş dibi çapı ise tolerans derecesi 5'e göre imalatın yapılmasını gerektirir.

1.3.5.1 Vida masterları

Vida masterları, sadece vidaların değişebilirliklerini kontrol ederler. Mastara uygun bir vida, çap hatası veya diş uç açısı hatasına sahip olabilir. Bu hata vida diş yanığına dokunulduğu zaman uygun olmayan bir şekilde hissedilebilir (Şekil 1). Diğer taraftan mastarla vida kontrolü oldukça basittir. Kısa vidalarda civataya somunu birbirlerine vidalamak basit bir kontrol için yeterlidir.

Dış vida mastarı:

Geçer vida mastarı ile vidanın vidalanabilirlik durumu kontrol edilir (Şekil 2). Geçmez vida mastarı biraz ince yapılmış ve kırmızı renk ile işaretlenmiştir. Bu mastar vidaya geçmez.

Vida sınır dış ölçü mastarları:

Kontrol böğürleri yerine, makara çiftleri halinde yapılmıştır. Bunun amacı ise geçer taraftaki aşınmayı önlemektir (Şekil 3). Geçer vida mastarları tam bir vida profiline sahiptir. Bu makaranın arkasında bulunan geçmez vida mastarı ise sadece böğür çapının kontrolü için tek bir dişe sahiptir.

Makaraların yerleşimleriyle geçer ve geçmez taraflar doğrudan birbirini takip ederler. Eksantirik konumlandırma makaraların ayarlarını vida ayar mastarıyla istenilen tolerans sınıfında ayarlama imkanı verir. Sağ ve sol ağızlı vidalar adimsız makaralarla aynı yöntemle kontrol edilebilirler.

İç vida mastarları

İç vida mastarları, geçer vida mastarları, geçmez vida mastarları ve vida sınır ölçme mastarları şeklinde sınıflara ayrılırlar. Vida sınır ölçü mastarlarında geçer ve geçmez taraf bulunmaktadır (Şekil 4).

Geçmez vida mastarları böğür çapının en düşük ölçüsünü kontrol eder. Bunlar en fazla bir diş ağızlar ve ileriye gidemezler.

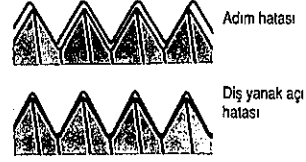
1.3.5.2 Vida Ölçme

Vidaların ölçme işlemleri, ölçme saplamaları ve ilerleme milleri gibi hassas vidalarda sadece maliyet açısından yapılır.

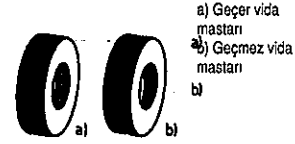
Vidalı milin dış çapı, dış çap vida mikrometresi ile ve somun diş dibi çapı ise, iç çap vida mikrometresiyle ölçülür.

Vida adım kontrolü ise kontrol metodlarına göre değişir.

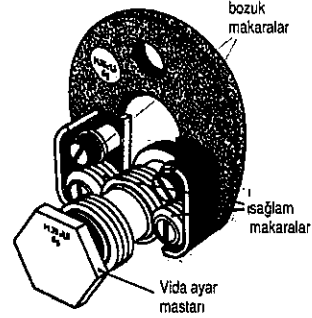
- Vida tarağı ile ışık boşluğu kontrol edilir.



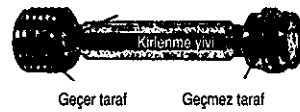
Şekil 1: Vida hataları



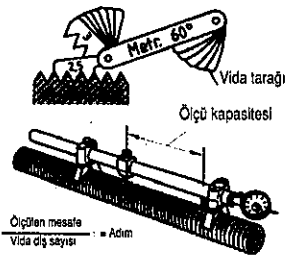
Şekil 2 : Vida diş mastarları



Şekil 3 : Vida sınır dış ölçü mastarı



Şekil 4 : Vida sınır dış ölçü mastarı



Şekil 5 : Vida diş adım kontrolü

- Kumpas veya hassas göstergeli vida ölçme aletleri ile çok sayıda vida adımlarının toplam mesafesi ölçülür ve ölçme değeri vida diş adım sayısına bölünür (Şekil 5).
- Koordinat ölçme aleti ise dış ve iç vidalarda çok sayıda değişik vida adımlarındaki vida adım sapmalarını sürekli olarak saptar.
- Ölçme pimlerindeki vida adımı somunlarla ölçülmemelidir. Bu şekilde sürtünmeye uğrayan tüm böğür yüzeyleri ölçüme girerler.

En kolay yoldan vida böğür çapı ölçmesi, konik vida ölçme uçlarıyla veya üç tel metodu ile yapılır (Şekil 2 ve 3).

Çalışma kuralları

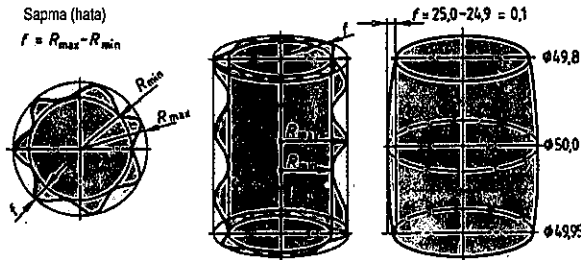
- Ölçme elemanının veya ölçme telinin seçilmesinde vida adımı ve vida diş böğür açısı göz önünde tutulmalıdır.
- Ölçme elemanı ve tel tutucular döner konumda olmalıdır. Bu şekilde vida adımına göre ayarlanabilirler.
- Ölçme çubukları değiştirildikten sonra, konik vida dişi ölçme çubukları (telleri) bir mastarla yeniden ayarlanmalıdır.

Üç tel matodunda vida böğür çapı, işaretli kontrol ölçüsünden veya tablodan alınır.

Ölçme mikroskopları ve profil projektörleri üzerinde, optik vida dişi ölçmesi de tam bir vida dişi ölçme sistemi olarak sayılır. Bu cihaz ile büyütülmüş vida profili; sıfır profil çizgili tablo üzerinde karşılaştırılır (Şekil 4).

1.3.6 Silindiriklik Biçim Kontrolü

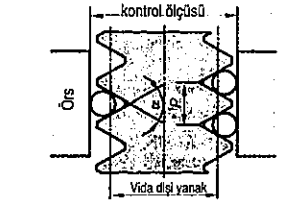
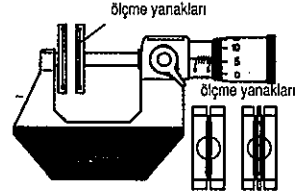
Silindiriklik ve silindiriklik biçim kontrolü, tormalanmış ve taşlanmış parçaların (döner parçalar) fazla sayılarda üretilmesinden dolayı en sık kullanılan şekil kontrol metodudur. Sapmalar, iki eş merkezli dairenin mesafesi ve iki eş merkezli dairenin yuvarlakları arasındaki mesafe ve iki eksantrik silindirin silindiriklik biçimleri arasındaki mesafe sapmasının en az olması ile profilli mümkün olan en küçük boşlukla birleştirir (Şekil 5).



Şekil 5 : Yuvarlak ve silindiriklerde sapmalar



Şekil 2: Konik-Çentik metodu



Şekil 3: Üç Tel metodu



Şekil 4 : Profilin mikroskopta görüntüsü

Silindiriklik kontrolü

Ölçme vidaları ve komparatörlerle yapılan **iki nokta ölçümü** aynı kalınlıklarda hata verir. Çünkü mevcut silindiriklik sapması olmasına rağmen, iş parçasının farklı pozisyonlarında gösterge eşit olabilir (Şekil 1).

90° veya 108°'lik prizmalarla veya ölçme çubukları ile yapılan, **üç nokta ölçme** işlemi, ölçme elemanları özdeş olmadığıdır. Fakat bu sistemle elips'de ölçüm yapılırsa hata verir. İmalatda meydana gelen köşeler veya dalgalılık yay sayıları daima tam sayılardır. Çok nadir iki yaylı elipslerde aynı kalınlıkta **üç nokta** ölçümünü gerektiren üç, beş, yedi veya onbir yay oluşabilir.

Silindiriklik Ölçme Aletleri ve Biçim-Ölçme Tertibatları.

Silindiriklik, silindir formu, düzgünlük ve ayrıca konum sapmalarının (hatalarının) ölçülmesinde kullanılırlar. Örnek: Silindiriklik ve eş merkezlilik (Şekil 1).

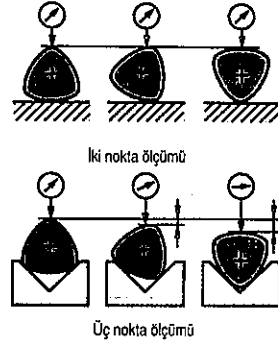
Tüm form (şekil) kontrol aletlerinin kullanılmasında bazı temel elemanlar gereklidir. Örnek: Silindiriklik kontrolü için yüksek hassasiyette silindiriklik özelliklerine sahip olan bir döner tabla. İş parçaları basit cihazlarda çok zahmetli bir şekilde referans eksenine göre ayarlanarak yerleştirilir. Ölçü değeri hesaplayıcı cihazları olan form kontrol aletlerinde ise hassas yerleştirme işlemi ortadan kalkar. Kontrolü yapılacak nesne merkezleme ve döner tabla düzeneğiyle, gösterge önceden tespit edilen çizgiye gelinceye kadar bir ön merkezlemeye tabi tutulur.

Mekanik veya elektronik dokunucular (tuşlar), sapmaları (hataları) ölçerler ve ölçülen bu değerleri bir profil yazıcı vasıtasıyla, bir silindiriklik diyagram şeklinin çizileceği yere aktarırlar (Şekil 2). Silindiriklik ölçme değerlendirmesi, referans daire metoduna (LCS) (Least Square Circle) göre yapılır.

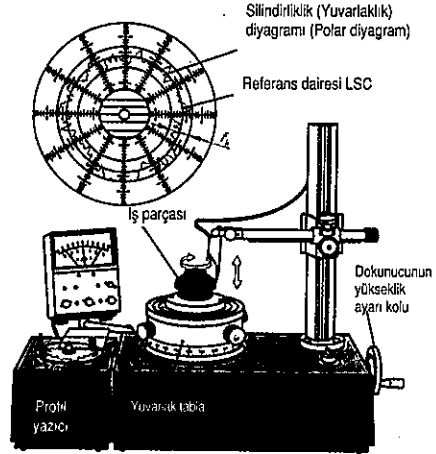
Silindiriklik sapması, f_K , profili bağlayan her iki daire arasındaki mesafedir.

Merkezleri Birleştirme - Eş Merkezlilik

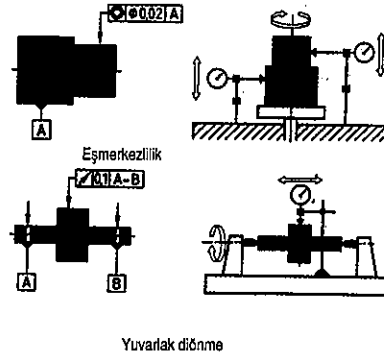
Konum sapmaları dairenin orta merkez sapması (eksantriklik) veya hacimsel ekseninden sapma (Eş merkezlilik) şeklinde ortaya çıkarlar (Sayfa 24, Şekil 1). Kontrol sırasında silindiriklik sapmaları ol-



Şekil 1 : Yuvarlaklık kontrolü



Şekil 2 : Silindiriklik kontrol cihazı



Şekil 3 : Silindirik eş merkezlilik tolerans verme ve kontrol

maz ve hesap makineleri bulunan form kontrol cihazlarında elenirler. Kontrolu yapılacak nesne ana silindiri ile (Sayfa 24, Şekil 3) döner tablanın eksenine göre ayarlanarak yerleştirilir.

Eşmerkezlilik f_{KO} çift eksantriklik olup, tolere edilen silindirin tam bir tur atması (döndürülmesinde) sırasında yapılan en büyük ve en küçük ölçü farkından oluşur.

Dönme Hareketi (Salgı) Kontrolü

Dönme hareketi kontrolü, puntalar arasında veya takım tezgahında iş parçasının çeşitli kesitlerinde yapılır (Şekil 3). Silindirik dönme sapmaları dönme ekseninin eş merkezlilik ve silindiriklik sapmasına neden olan konum sapmalarının bir devamıdır (Şekil 1).

Dönme hareketi sapması f_L , tam tur dönme sırasında meydana gelen en büyük ve en küçük gösterge arasındaki farktır.

1.3.7 Dişli Ölçümü

Dişli çarklarda, diş yerleştirme (diş dağılım) hataları yüksek miktarda gürültüye ve diş yanaklarında aşırı bir şekilde aşınmaya neden olur. İstenilen sessiz çalışma durumunu sağlamak için bir dişli çark üzerindeki tüm dişlerin tek tek hata ölçümlerinin yapılması gereklidir. Örnek: bölüntülen-dirme ve silindiriklik (Bölüm dairesinin) sapması. Ayrıca yuvarlanma sırasında meydana gelen toplam sapmalar kontrol edilir.

Tek Bir Sapma (Hata) Kontrolü

Dişler arası mesafe W_k 'nin ölçümü mikrometre ile yapılır. Bu mikrometre ölçme uçlarında diskler bulunmaktadır. Ayrıca bu ölçme istenilen yerde yapılabilir (Şekil 2). Ölçümü yapılacak diş sayısı ve söz konusu disk arası mesafe tablolardan alınabilir.

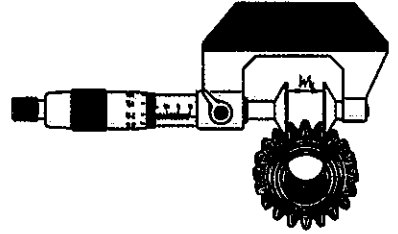
Bölüntüler silindirik hareket edebilen ve diş yanak şekli özel hissedicisi olan uçlarla dişli kontrol cihazlarında elde edilir (Şekil 3).

Toplam Sapma (Hata) Kontrolü

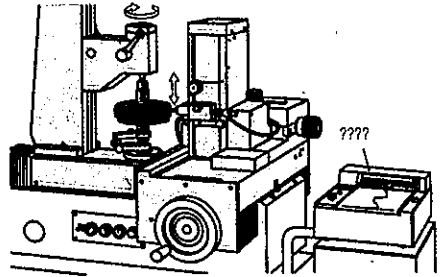
İki diş yanağı kontrolünde, kontrol edilecek dişli çark, master dişliye bir yay kuvveti ile bastırılır ve bu şekilde dişliler arasında boşluk olmadan çalıştırılırlar (Şekil 4). Yuvarlanma sırasında meydana gelen eksen mesafesi ile ilgili tüm değişiklikler gösterge üzerinde okunur veya çizilir. Dişli yuvarlanma diyagramından tek tek sapmalara ait

esas eksen			
esas silindir			
tolere edilmiş silindir			
	Yatak sapması	Form (şekli) sapması	Yatak ve şekli sapması
Yuvarlaklık sapması	$f_k = 0$	$f_k = 0,1$	$f_k = 0,1$
Eş merkezlilik sapması	$f_{ko} = 0,4$	$f_{ko} = 0$	$f_{ko} = 0,4$
Yuvarlak dönme sapması	$f_L = 0,4$	$f_L = 0,1$	$f_L = 0,4$

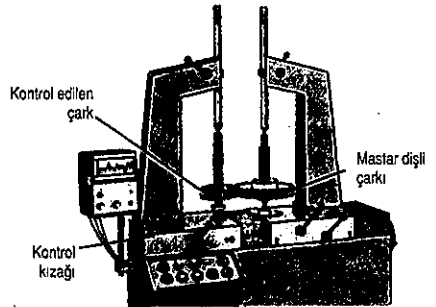
Şekil 1 : Döner bir parçada olan sapmalar (hatalar)



Şekil 2: Diş arası mesafe ölçümü



Şekil 3: Dişli çarklarda diş bölümü ve diş yanağı ölçme cihazı



Şekil 4: İki yanaklı yuvarlanma kontrol makinesi

etkenler ve dişli çarkla ilgili hareket özellikleri çizilebilir (Şekil 1).

Toplam sapma, (yuvarlanma sapması) kontrol edilen dişli çarkın dişlerindeki tek tek sapma ölçmelerinin sonucudur.

Dişli çarklarda her bir dişe ait sapma, bir dokunucu uç tarafından tespit edilir. Dişli çarkların toplam sapmaları prop (dokunma ucu) vasıtasıyla, toplam sapma ise yuvarlanma kontrolü suretiyle tespit edilir.

Tekrarlama Soruları :

1. Açık ölçerlerde gösterge nasıl okunur?
2. Koniklik ölçümlerinde hangi kontrol ölçüleri uygulanır?
3. M36-6g Vida tanımlaması hangi bilgiler içerir?
4. Hassas vidaların sadece masterlarla kontrol edilmesi niçin yeterli değildir?
5. Vida ölçümünde uygulanan üç tel metodunu izah ediniz.

1.4 Yüzey Ölçümü

1.4.1 Kavramlar

İdeal bir geometrik yüzey çizimlerle gösterilir.

Gerçek bir yüzey, ideal geometrik bir yüzeyden imalata bağlı olan saptmaları gösterir. Gerçek yüzey şekli, ölçme tekniğine uygun olan yüzeydir. Çeşitli ölçme metodları, çeşitli gerçek yüzey şekillerini ortaya koyar.

Geometrik ideal yüzeyde olması gerekli yüzey saptmalarının toplamı şekil saptması olarak tanımlanır (Tablo 1).

1.4.2 Yüzey Profili

Elektrikli iğne uçlu bir yüzey izleme cihazıyla iş yüzeyindeki pürüzlülükler dokunucu bir uçla algılanır (prop ile) ve elektriksel büyüklüğe çevrilir (Şekil 2).

Gerçek profil (P-profil), tüm tespit edilen saptmaların toplamını gösterir (Şekil 3). Merkez çizgisi profil ortasından geçen temel çizgidir. Bu çizgi yüzey ölçme cihazıyla elektriksel olarak oluşturulur.

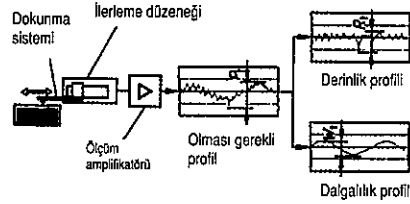


f_r Yuvarlak dönme sapması
 f_i Yuvarlanma izi (bir diş bölümünde)
 F_t Yuvarlanma sapması (Toplam sapma)

Şekil 1: Dişli çark yuvarlanma diyagramı

Tablo 1: Yüzeylerde şekil saptması

Şekil saptması	Örnekler	Sebep
1. Düzlenme, form saptması	Düzgün olmayan sağıt Yuvarlak olmayan	Bükme işlem hatası
2. Düzlenme, dalgalılık	Dalgalılık	Dalgalanma
3. Düzlenme	Yivler	İlerleme
4. Düzlenme	Çizgi çapaklanması	Talaş oluşumu



Şekil 2 : Dokunarak pürüzlülük ölçme cihazı prensibi



Şekil 3: Olması gerekli profil (P-profil)

Orta merkez çizgisi, gerçek profili ve pürüzlülük profilini, yüzeyde yer alan yükseklik ve derinliklerin alanları eşit olacak şekilde böler.

Pürüzlülük profili (R-profil), dalgalılık miktarının ihmal edilmesi ile olması gerekli profilden oluşur (Şekil 2 ve Sayfa 26, Şekil 3).

Dalgalılık profili (W-profil) ise pürüzlülük miktarının ağırlıklı olması vasıtası ile gerçek profilden oluşur (Şekil 2). Bu profil sadece dalgalılık durumunu ve form saptması miktarlarını içerir. Dalgalılık profilinden dalga derinliği W_t elde edilir.

1.4.3 Yüzey Pürüzlülük Ölçme Değerleri

Pürüzlülük ölçme değerleri yüzey pürüzlülük profilinden oluşturulur ve μm olarak belirtilir.

Ortalama pürüzlülük değeri R_a , merkez çizgisindeki profil mesafelerinin aritmetik ortalama değeridir (Şekil 1).

Ortalama alınan pürüzlülük değeri R_z , birbirini takipeden beş ayrı grubun bireysel ayrı ayrı yüzey pürüzlülük derinliğinin (Z_1 'den Z_5 'e kadar) aritmetik ortalamasını göstermektedir (Şekil 2).

Maksimum pürüzlülük derinliği R_{max} ölçme çizgisi üzerinde meydana çıkan en büyük yüzey pürüzlülük derinliğidir (Şekil 2).

Perdahlama derinliği R_p de yüzey pürüzlülük profilinin merkez çizgisinden en büyük sapma mesafesidir (Şekil 1).

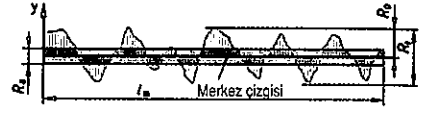
Taşıma payı t_{pi} , c kesiti derinliğinde taşıyıcı uzunlukla toplam ölçme çizgisi arasındaki orantıyı gösterir (Şekil 3).

1.4.4 Yüzey kontrol metodu

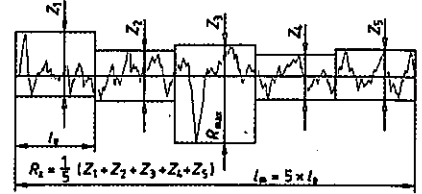
Tırnakla veya kontrol dokundurucu uç olarak kullanılan çok küçük bir çubuk plakası ile ya da bir yüzey karşılaştırma numunesi ile yapılan yüzey durum karşılaştırmasında, tecrübelerde kullanılarak $2 \mu\text{m}$ ' lik bir yüzey pürüzlülük farkı tespit edilebilir (Şekil 4). Her imalat metodu tipik bir yüzey karakteristiği ortaya koyduğu için karşılaştırma yüzeyleri aynı tarzda işlenmiş olmalıdır.

Yüzey Ölçüm Cihazları

Bu cihazlar iş yüzeyine temas eden izleyici uç (prop) ile yüzeydeki şekil bozukluklarını tespit ederler (Şekil 5). Bir iletme aleti, dokunma sistemini yüzey üzerinde hareket ettirir. Bu sırada dalgalılık ve yüzey pürüzlülük durumuna uygun olarak izleyici uç kayma yüzeyine



Şekil 1: Pürüzlülük profili (R-profil)



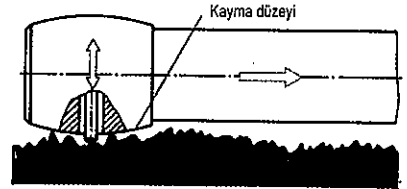
Şekil 2: Maksimum ve ortalama yüzey pürüzlülük derinliği



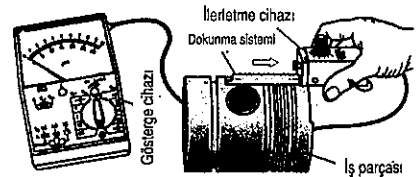
Şekil 3: Taşıma oranı (miktarı)

Uzunlamasına döndürme II						
$R_1 \mu\text{m}$	9	15	25	40	60	125
$R_2 \mu\text{m}$	5	10	15	25	35	80
$R_3 \mu\text{m}$	2,5	4	6	10	15	35
$R_4 \mu\text{m}$	8	12	23	37	53	110

Şekil 4: Uzunlamasına döndürme II, yüzey örneği



Şekil 5: Dokunma sistemi



Şekil 6: Yüzey pürüzlülük ölçümü

göre konum değişikliklerini ortaya çıkarır. Bu değişiklikler elektrik sinyallerine dönüştürülür ve gösterge cihazına veya profil yazıcıya aktarılır (Sayfa 26, Şekil 6 ve Şekil 1).

1.4.5 Yüzey Kalitesi

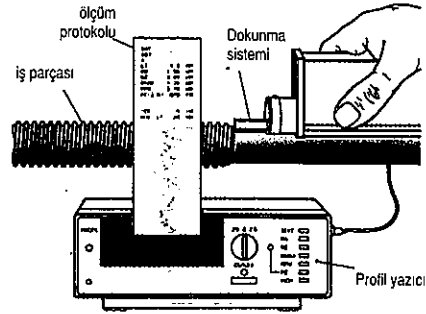
Bir makina parçasının en iyi şekilde kullanılmasını sağlamak için, yüzey belirli özellikler taşımalıdır (Tablo 1).

Makina elemanlarının fonksiyonları yeterli olmayan yüzey kalitesiyle kısıtlanabilir. Gereksiz iyi yüzeyler de imalat fiyatlarını artırır.

Ortalaması alınmış yüzey pürüzlülük değeri R_z ilk etapta imal metoduna bağlıdır (Tablo 2).

1.4.6 Yüzeylerin İşaretlerle İfadesi

Bir malzemenin yüzey özelliği, ge-



Şekil 1 : Profil yazıcı yüzey ölçüm cihazı

Vasıflandırma	İstenilen özellik	Ölçü kapasitesi
Hareketli yüzey	Taşıma gücü yağ tutunurluğu	Taşıma miktarı yüzey pürüzlülük derinliği
Sızdırmaz yüz (hareketli)	Form (şekil) tamlığı kayganlık kabiliyeti	Form (şekil) sapması yüzey pürüzlülük derinliği
Akış yüzeyi	Form (şekil) tamlığı kaygan	Form (şekil) sapması yüzey pürüzlülük derinliği

Tablo 2: Çeşitli imalat metodlarında elde edilebilen yüzey pürüzlülük derinlikleri

İmalat metodu	Ortalaması alınmış yüzey pürüzlülük derinlikleri R_z μm olarak																								
	0,04	0,06	0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3	10	16	25	40	63	100	160	250	400	630	1000		
Şekillendirme	Kum kalıp döküm																								
	Pik döküm soğuk döküm																								
Şekillendirme	Dövme																								
	Çekme																								
Ayırma (Kesme)	Boyuna tornalama																								
	Düz lepleme																								

Talaşlı İmalatlarda Yüzey Pürüzlülük Üzerindeki Etkiler

- Malzemedeki talaş kaldırma özelliği
- Kesici malzemesi ve aşınma durumu
- Kesme radyüsü ve talaş kaldırma açısı
- Soğutma sıvısı
- İlerleme, kesme hızı ve talaş kalınlığı
- Takımın, bağlama tertibatının iş parçasının ve tezgahın rijitliği ve elastikiyetleri).
- Yatak ve takımlarda oluşacak geometrik bozukluklar.

ometrik şekilde olduğu gibi bir çok durumda fonksiyonları açısından da çok önemlidir. Bundan dolayı tüm teknik resimlerde gerekli olan yüzey işaretlerinin verilmesi gereklidir (Sayfa 28, Tablo 1 ve Şekil 1).

Bireysel yüzey pürüzlülük ölçme kapasiteleri arasında genel olarak geçerli olan bir matematiksel dönüştürme bağlantısı yoktur. Karşılıklı düzenlemelerdeki değerler sadece talaşlı imalat metodları için geçerlidir (Tablo 2).

Tekrarlama Soruları

- 1 Tornalanmış bir parçanın işlenen yüzeyindeki dalgalılık ve yüzey pürüz derinliğini etkileyen sebepler nelerdir?
- 2 Büyük bir cihaz kullanmadan yüzey pürüzlülük ölçüleri nasıl tespit edilir?
- 3 Bir yüzey pürüzlülük profilinde (R profil), olması gerekli profilin ne kadarı elektriki olarak filtre edilir?

1.5 Toleranslar ve Alıştırmalar

İş parçaları, imalatçısından bağımsız olarak elde edildiğinde sonbir işleme alınmadan birbirleri ile değiştirilebilir durumda olmalıdır.

Bir iş parçasının ölçüleri çok yüksek teknik masraflarla, olması gerekli ölçülerde hata payı olacak şekilde işlenebilirler. Bundan dolayı sınır ölçüleri (en yüksek ve en düşük ölçü) tespit edilmiştir. Olması gerekli ölçüler (ölçülen son işleme durumu) bu iki sınır ölçüsü arasında olmalıdır.

1.5.1 Ana Kavramlar

Nominal ölçü: Nominal ölçü, sınır ölçüsü üzerinden alınan bir uzunluk ölçüsüdür (Şekil 2)

Toleranslı ölçü :

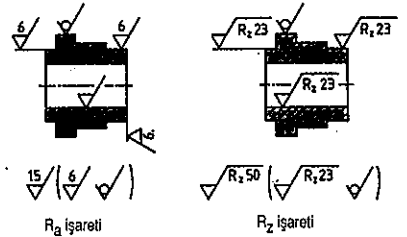
Toleranslı ölçü, sınır ölçüleri ile donatılmış bir nominal ölçüdür.

Tablo 1: Yüzey işaretleri ve açıklamaları

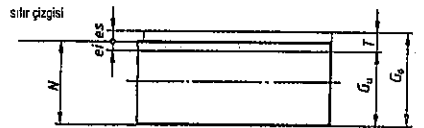
Sembol, işaret	Açıklama
	Esas işaret (yalnız başına hiç bir şey ifade etmez)
	Talaş kaldırılmadan
	Talaş kaldırılarak
$3,2/3,2$	En düşük ortalama pürüzlülük değeri $R_a = 3,2 \mu m$
$6,3/1,2$	En büyük ve en küçük orta pürüzlülük değeri R_a işleme payı : 1,2 mm
$R_z 1$	Talaş kaldırma ve lepiyerek işlenmiş ortalaması alınmış yüzey pürüzlülük derinliği $R_z = 1 \mu m$
$\checkmark = \checkmark \perp$ $\checkmark \times \checkmark \subset$	İşlenmiş yüzeylerde oluşan izlerin yönü

Tablo 2 :Boyuna tornalamada yüzey pürüzlülük ölçü kapasitelerinin dağılımı

R_a mm olarak	15	10	6	4	2,5	1,5	0,8
R_z mm olarak	53	37	23	12	8	4	3,2



Şekil 1 : Yüzey pürüzlülük işaretleri



N Nominal ölçü
G₀ En yüksek ölçü
G_u En düşük ölçü
T Ölçü toleransı
es üst limit ölçüsü
el alt limit ölçüsü

N, G₀, G_u ve T işaretleri standartlara ait değildir

Şekil 2 : Ana kavramlar

Sıfır çizgisi :

Sıfır çizgisi, nominal ölçüye uygun olarak temel çizginin şekille gösterilmesidir.

Gerçek ölçü : (Esas ölçü)

Gerçek ölçü, iş parçası üzerinde ölçme yapılarak elde edilen ölçüdür.

Örnek : 24.94 mm

En büyük ölçü , en küçük ölçü

(Üst sınır ölçüsü) (Alt sınır ölçüsü)

Gerçek ölçü (esas ölçü), en büyük ölçü ve en küçük ölçü yani izin verilen sınır ölçüleri arasında kalmalıdır.

Sınır ölçüleri :

Sınır ölçüleri üst sınır ölçüsü (ES, es) ve alt sınır ölçüsüdür (EI, ei). Üst sınır ölçüsü en yüksek ölçü ile nominal ölçü arasındaki farktır. Alt sınır ölçüsü ise en düşük ölçü ile nominal ölçü arasındaki farktır.

Miller için verilen sınır ölçüleri küçük harflerle (es, ei) ve delikler için verilen sınır ölçüleri ise büyük harflerle (ES, EI) belirtilir.

Ölçü toleransı :

Tolerans, en yüksek ölçü ile en düşük ölçü arasındaki veya alt ve üst sınır ölçüsü arasındaki farktır (Şekil 1). Toleranslar, tolerans alanlarını içeren grafiklerle gösterilir.

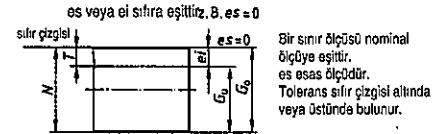
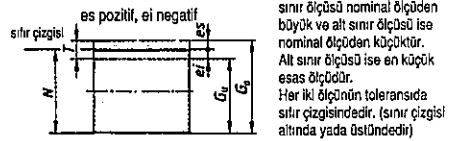
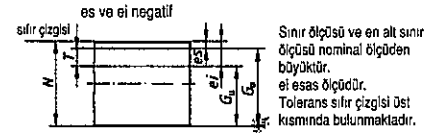
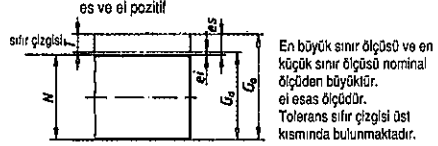
Temel (esas) ölçü:

Temel ölçü tolerans alanının sıfır çizgisine olan konumunu tespit eder (Şekil 2). Üst veya alt sınır çizgisinden sonra yer alan ölçülerdir.

Tolerans alanlarının konumları için dört ayrı ihtimal vardır. Her iki sınır ölçüsü pozitif (artı), her iki sınır ölçüsü negatif (eksi), bu sınır ölçüleri değişik işaretlere sahip (+, - veya -, +) veya bir sınır ölçüsü sıfıra eşit olabilir (Şekil 2).

Verilenler		Arananlar
Nominal ölçü (mil)	$N = 25$ mm	En büyük ölçü G_o
Üst limit ölçüsü	$es = 0,15$ mm	En küçük ölçü G_u
Alt limit ölçüsü	$ei = -0,10$ mm	Tolerans
En büyük ölçü G_o	$G_o = N + es$	En küçük ölçü G_u
$G_o = 25$ mm + 0,15 mm		$G_u = N + ei$
$G_o = 25,15$ mm		$G_u = 25$ mm + (-0,10 mm)
		$G_u = 24,90$ mm
Tolerans T		veya
$T = G_o - G_u$		$T = es - ei$
$T = 25,15$ mm - 24,90 mm		$T = 0,15$ mm - (-0,10 mm)
$T = 0,25$ mm		$T = 0,25$ mm

Şekil 1: Limit (sınır) ölçüleri ve tolerans hesapları



Şekil 2: Toleransların gösterilmesi

1.5.2 Genel Toleranslar

Toleranssız ölçüler için (serbest ölçü) genel toleranslar geçerlidir. Genel toleranslar, nominal ölçü alanlarına ve tolerans sınıflarına göre ince, orta, kaba ve çok kaba olarak bölümlendirilmiştir. (Tablo 1, 2 ve 3) Tabloda parantez içinde verilen kısaltmalar ve değerler yeni konstruksiyonlar için geçerli değildir.

Genel toleranslar artı - eksi toleranslardır. Genel toleransların uygulamasında çizimde standart açıklamalar verilir.

Uzunluk Ölçüsünde Genel

Tolerans :

Bu toleranslar çap ölçülerinde, delik iç ve dış çapları veya delikler arası mesafeler için geçerlidir. Bu toleranslar, izin verilen sınır ölçüleri tespit edilmiş ölçüler için geçerli değildir. Örnek: Daire bölmede açı ölçüsü, döverek serbest şekil verme ve döküm parçaları ve iş parçalarının birleştirilmesiyle ortaya çıkan ölçüler.

Pah kırılmış kenarlar için olan genel toleranslar kısa kenar uzunluğunun nominal ölçüsüdür. Örnek: kenarları 80 mm ve 50 mm olan bir pahda, tolerans sınıfı çok kaba üst sınır ölçüsü +2°, ve alt sınır ölçüsü -2° ve böylece genel tolerans 4°'dir.

1.5.3 Sınır ölçüleri ile Tolerans Verme

Toleranslar tasarımcılar tarafından serbestçe seçilebilir. Çizim üzerinde sınır ölçüsü, nominal ölçümün hemen arkasına yerleştirilir. Üst sınır ölçüsü ön işaretine dikkat edilmeksizin genellikle ölçü sayısından yükseğe yazılır. Alt sınır ölçüsü ise ölçü sayısından alta yazılır. Sıfır (0) sınır ölçüsü hiç yazılmayabilir.

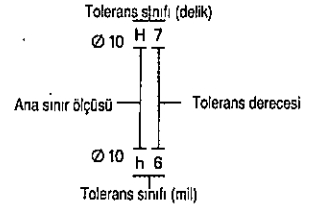
1.5.4 ISO-Toleransları

Iso-Tolerans sisteminde tolerans sınıfları esas ölçü için harflerle (H) ve tolerans derecesi de rakamlarla (7) gösterilir. Örnek: H7 (Şekil 1)

Tolerans sınıfı	Sınır ölçüsü mm cinsinden nominal ölçü içinde mm cinsinden					
	0,5 3	3 6	6 30	30 120	120 400	400 1000
f ince (f)	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3
m orta (m)	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8
c kaba (g)	±0,2 (0,15)	±0,3 (0,2)	±0,5	±0,8	±1,2	±2
v çok kaba (sg)	—	±0,5	±1	±1,5	±2,5(2)	±4(3)

Tolerans sınıfı	Sınır ölçüsü mm cinsinden nominal ölçü içinde mm cinsinden			
	0,5	3	3 6	6
f ince (f) m orta (m)	±0,2		±0,5	±1
c kaba (g) v çok kaba (sg)	±0,4 (0,2)		±1	±2

Tolerans sınıfı	Kısa kol uzunluğu için açı biriminde sınır ölçüsü mm olarak			
	10	10 50	50 120	120 400
f ince (f) m orta (m)	±1°	±30'	±20'	±10'
c kaba (g)	±1° 30'	±1° (50')	±30' (25')	±15'
v çok kaba (sg)	±3°	±2°	±1°	±30'



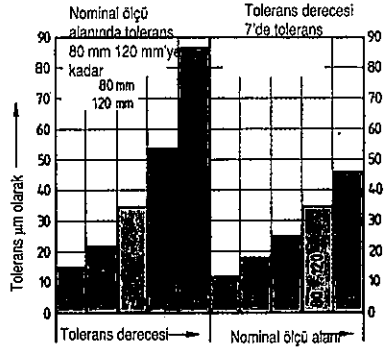
Şekil 1: Tolerans sınıflarının gösterilmesi

Esas ölçü için olan harfler toleransın sıfır çizgisine olan konumunu verir. Tolerans derecesi değerleri ise tolerans büyüklüğünün karakteristik sayısıdır.

Tolerans Alanlarının Büyüklüğü

Tolerans alanlarının büyüklüğü, tolerans derecesine ve nominal ölçünün büyüklüğüne bağlıdır (Şekil 1).

Temel tolerans derecesi, IT (International Tolerans) büyük harfleriyle ve 01,0,1'den 18'e kadar 20 tolerans derecesine ayrılır. 01 tolerans derecesi aynı nominal ölçüde en küçük toleransa ve tolerans derecesi 18 ise en büyük tole-



Şekil 1: Toleransın tolerans derecesi ve nominal ölçü alanına olan bağıllığı

Tablo 1: Tolerans derecelerinin kullanım alanları

Tolerans dereceleri	01 0 1 2 3 4	5 6 7 8 9 10 11	12 13 14 15 16 17 18
Kullanım (uygulama) alanı	Kontrol aracı (elemanı) Çalışma masaları	Takım tezgahları ve Araç yapımı	Genel makina sarf mezzemeleri
İmalat metodu	Hassas (ince) işleme: Lepleme, honlama	Raybalama, tomalama, frezeleme, taçlama, hassas haddemeleme	Haddemeleme, dövme, presleme

ransa sahiptir. Eşit olan tolerans derecelerinde büyük nominal ölçüler, büyük toleranslara sahiptir. Nominal ölçü 1 mm' den 3150 mm'ye kadra olan ölçümler için 21 nominal ölçü alanına ayrılır.

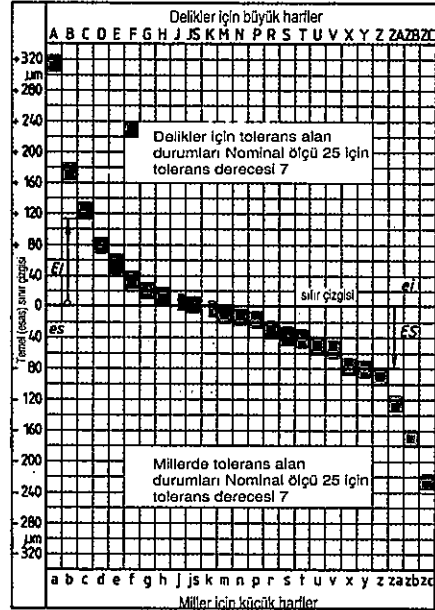
Tolerans dereceleri, talep edilen iş parçası tamlığına bağlı kalınarak seçilir. (Tablo 1). Küçük toleransların kullanılması, küçük bir ölçü sapması olan imalat metodunu gerektirir.

Tolerans Alanının Sıfır Çizgisine Olan Konumu

Tolerans alanının sıfır çizgisine uzanan konumu, sıfır çizgisinden bir sonraki sınır ölçüsü ile belirlenir (Şekil 2).

Delikler için sınır ölçüsü (ES,EI) A'dan Z'ye kadar olan büyük harflerle gösterilir. Miller için olan sınır ölçüsü (es,ei) a'dan z'ye kadar olan küçük harflerle gösterilir.

6'dan 11'e kadar olan tolerans dereceleri, delikler için Z toleransını tolerans alanları ZA, ZB ve ZC etrafında sürdürürler. Bu tolerans dereceleri ayrıca z mil toleransını tolerans alanı za, zb ve zc etrafında sürdürürler. 10 mm'ye



Şekil 2: Tolerans alanlarının sıfır çizgisine olan konumları

kadar olan nominal ölçü alanı ek CD,EF ve FG veya cd, ef ve fg tolerans alanlarına sahiptirler.

Üst ve alt sınır ölçüsü aynı büyüklükte ise, tolerans alanı sıfır çizgisine nazaran simetriktir. Bu **arti-eksi toleransları** delik ölçüleri için JS ve mil ölçüsü için ise js ile gösterilir.

Büyük harfler I, L, O, Q ve W ve bunların küçük harfleri karışıklığa meydan vermemek için kullanılmaz.

Alfabetik olarak H veya h harfi ne kadar uzakta olursa, tolerans alanıda sıfır çizgisinden o kadar uzak olur.

Deliklerde (ayrıca silindirik olmayan iç form elemanlarında) H Toleransı en düşük ölçüsü nominal ölçüye eşittir.

Millerde (ayrıca silindirik olmayan dış form elemanları) h toleransı en yüksek ölçüsü nominal ölçüye eşittir (Şekil 1).

Delikler ve miller için şu husus geçerlidir: Tolerans derecesinin tanıtım sayısı ne kadar büyük ise toleransda o kadar büyüktür (Şekil 2).

1.5.5 Alıştırma Çeşitleri, Alıştırmalar 1)

Alıştırma parçaları birbirlerine geçirecekse, delik ve mil ayrı ayrı, tolerans sınıfı vasıtasıyla tespit edilen ölçü toleranslarına sahip olmalıdır.

Yuvarlak parçaların birleştirilmesinde **çember silindir alıştırması** ortaya çıkar. Düz parçaların birleştirilmesinde **iki çift paralel yüzey** arasındaki alıştırmaya ortaya çıkar (Şekil 3).

Alıştırma:

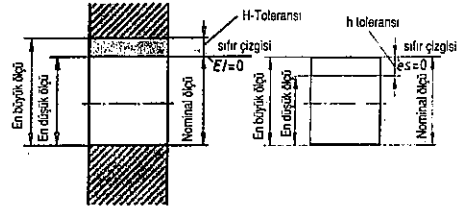
Eğer her iki alıştırmaya parçası aynı nominal ölçüye sahipse delik ölçüsü ile mil ölçüsü arasındaki birleştirme öncesi ölçü farkı, alıştırmaya olarak nitelendirilir.

Ölçü farkı pozitif (artı) ise bir boşluk oluşur.

Ölçü farkı negatif (eksi) ise bir ölçü fazlası oluşur.

Boşluk ve Boşluk Alıştırması :

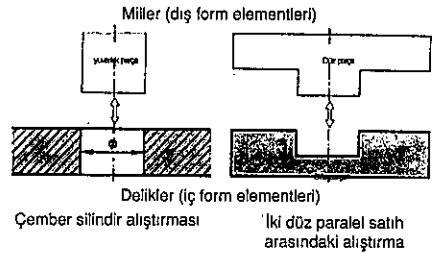
Bir boşluk oluşmasında delik çapı mil çapından büyük olur. Bir boşluk alıştırmasında deliğin en küçük ölçüsü milin en büyük ölçüsünden daha büyük veya sınırdadır (Şekil 4).



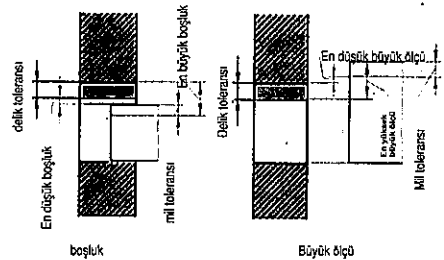
Şekil 1: Tolerans alanları H ve h'nin konumları

Tolerans sınıfları	Delikler											
	F			G			H			h		
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
µm												
+ 80												
+ 40												
sıfır çizgisi												
0												
- 40												
- 80												
µm												
Tolerans sınıfı	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
	F			G			H			h		
	Miller											

Şekil 2: Nominal ölçü 25 için tolerans alanları büyüklüğü ve konumu



Şekil 3: Alıştırma çeşitleri



Şekil 4: Boşluk ve büyük ölçü alıştırmaları

En küçük boşluk ise delik en büyük ölçüsü ile mil en küçük ölçüsü arasındaki pozitif farktır.

En büyük boşluk; delik en büyük ölçüsü ile en küçük mil ölçüsü arasındaki pozitif farktır.

Büyük ölçü; büyük ölçüde alıştırma: Büyük ölçüde, delik ölçüsü mil ölçüsünden küçüktür.

Büyük ölçü alıştırmasında (geçmesinde) ise en büyük delik ölçüsü en düşük mil ölçüsünden küçük veya sınır ölçüsündedir (Sayfa 32, Şekil 4).

En küçük büyük ölçü ise en büyük delik ölçüsü ile en düşük mil ölçüsü arasındaki negatif farktır.

En yüksek büyük ölçü delik en düşük ölçüsü ile en büyük mil ölçüsü arasında birleştirilmeden önceki farktır.

Geçme Alıştırması:

Geçme alıştırmasında delikle mil birleşirken ne bir boşluk ne de bir büyük ölçü farkı meydana gelir. Yerine göre delik ve mil tolerans alanları içinde tamamen veya kısmen imal edilir (Şekil 1).

1.5.6 Alıştırma Sistemleri¹⁾

İmalat ve kontrol fiatlarını aşağı çekmek için makina elemanlarının toleranslı ölçüleri, genellikle ya delik alıştırma sistemine ya da mil alıştırma sistemlerine uygun olarak işlenir.

Normal Delik Alıştırma Sistemi²⁾

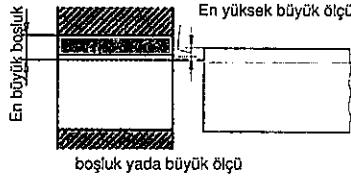
Normal delik alıştırma sisteminde, delik alıştırma ölçüsüne tolerans alanı H ayrılmıştır. Bu ölçü deliğinde, istenilen alıştırmanın elde edilmesi için miller, çok çeşitli tolerans sınıflarıyla düzenlenebilir.

En küçük delik ölçüsü nominal ölçüyü verir. Yani delik alt sınır ölçüsü sıfırdır (Şekil 2 ve 3).

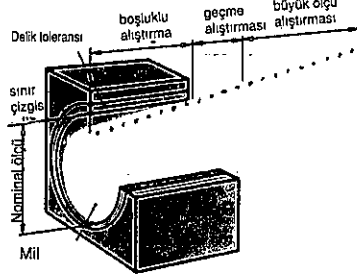
Milin çok çeşitli tolerans sınıflarıyla eşleştirilmesi aşağıdaki alıştırma ortaya çıkarır:

- A'dan H'ye kadar kaba (boşluklu) alıştırma
- J'den N'ye kadar ince alıştırma (az boşluk veya az sıklık)
- P'den Z'ye kadar hassas alıştırma

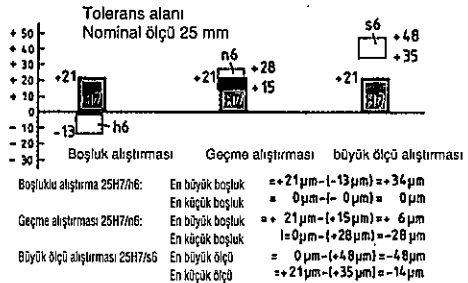
Delik alıştırma sistemi, ağırlıklı olarak genel makina ve otomomil endüstrisinde kullanılır. Çünkü bu sistemde mil alıştırma ölçüsü, delik alıştırma ölçüsünden daha iyi bir şekilde işlenir ve kontrol (test) edilebilir.



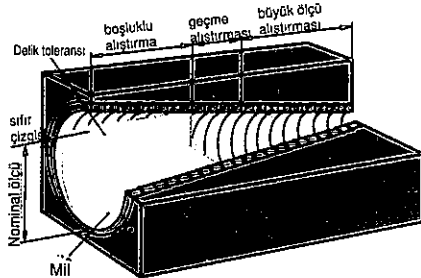
Şekil 1: Geçiş alıştırması



Şekil 2: Tek ölçü deliğinde alıştırma sistemi



Şekil 3: Tek ölçülü delik sistemine ait örnekler



Şekil 4: Tek tip mil alıştırma sistemi

Normal Mil Alıştırma Sistemi³⁾

Normal mil alıştırma sisteminde, mil alıştırma ölçüsü olarak tolerans alanı h alınır (Şekil 4).

Bu sistemde istenilen alıştırmaların elde edilmesi için delikler çok çeşitli tolerans sınıflarıyla hazırlanır.

Mil en büyük ölçüsü nominal ölçüyü verir. Yani mil üst sınır ölçüsü sıfırdır.

Çok çeşitli tolerans sınıfları olan deliğin, normal mil sistemi esas alındığında aşağıdaki alıştırmalar ortaya çıkar.

- A'dan H'ye kadar kaba (boşluklu) alıştırma
- J'den N'ye kadar ince alıştırma (az boşluk veya az sıklık)
- P'den Z'ye kadar hassas alıştırma

Normal mil alıştırmaları kaldıraçlar-da, tekstil ve ziraat makinelerinde kullanılır. Çünkü bu alanlarda, daima temiz işlenmiş (sabit ölçüde) miller kullanılır.

1.5.7 Alıştırma Tolerans Alanlarının Seçimi¹⁾

Mil ve delik nominal çaplarının aynı olması durumunda, her bir mil tolerans alanı, her bir delik tolerans alanı ile eşleştirilebilir. Masterlar veya aletlerin (takımların) kontrol için yatağa sokulması ekonomik değildir. Konstrüktör (Teknik ressam) tolerans alanlarının seçimini yaparken alanları sınırlandırmalıdır.

Tolerans alanları iki ayrı özel sıralama ile ayrılmıştır (Tablo 1). 1. sıra esas sıradır ve bir çok imalat için yeterlidir. Ayrıca ikinci sıra tolerans alanları da kullanılabilir.

Tablo 1: Alıştırma toleranslarının seçimi						
Öncelikli sıralama sıra 1 sıra 2'ye aktarılır		Normal delik		Normal mil		Örnekler
Delik	Mil	Delik	Mil	Delik	Mil	İşaret Açıklama ve uygulama
Boşluklu						
1	2			C11	h11	H7 - f7 F8 - h6
1	1			C11	h9	
1	2			D10	h11	H7 - g6 G7 - h6
1	1	H8	d9			
1	1			E9	h9	H7 - h6 H7 - h6
1	1	H8	f7			
1	1			F8	h6	H7 - j6 J7 - h6
1	1	H7	f7			
1	2	H7	g6			H7 - m6 M7 - h6
2	1			G7	h6	
2	1	H11	h9	H11	h9	H7 - s6 S7 - h6
1	1	H7	h6	H7	h6	
Az boşluk veya az sıklık						
1	2	H7	j6			H7 - m6 M7 - h6
1	2	H7	k6	Tespit edilmedi		
1	1	H7	n6	Tespit edilmedi		
Aşırı sıklık						
1	1	H7	r6	Tespit edilmedi		H7 - s6 S7 - h6
1	2	H7	s6	Tespit edilmedi		

1.5.8 Biçim ve Konum Toleransları

İş parçaları silindir ve düzlem gibi geometrik elemanlardan oluşur. Bu elemanları, hatasız olarak imal etmek, imalat tekniği açısından mümkün değildir. Fakat bu elemanların görevlerine uygun olmasını sağlamak için, idealden olan biçim sapmalarını ve ayrıca her bir elemanın diğer bir elemana karşı olan konum sapmalarını, belirli bir sınırdan tutmak zorunluluğu vardır. Bundan dolayı biçim ve konum toleransları geliştirilmiş ve uluslararası düzeyde anlaşılacak sembollerle adlandırılmıştır.

Tolerans Bölgeleri:

Tolerans bölgeleri denilince, bir geometrik elemanın (Örnek: doğru, düzlem) tüm noktalarının içinde bulunması gereken alan anlaşılır. Düzgünlük toleransı verilmiş silindirik bir iş parçasının eksenini, t çapı belirlenmiş silindirik tolerans bölgesi içinde olmalıdır. Bir alanın tolerans bölgesi, t aralığı ile birbirlerine paralel olarak düşünülen iki ayrı düzlem arasında bulunur. İş parçası yüzeyine ait tüm noktalar bu iki düzlem arasında bulunmalıdır.

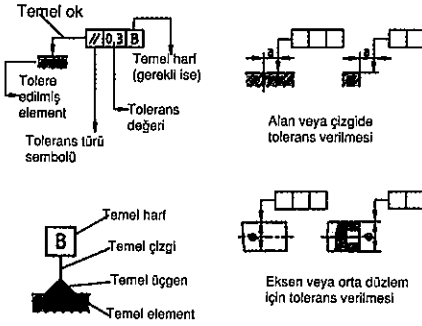
Biçim Toleransı²⁾: Bu tolerans, bir elemanın eksen düzgünlüğünü esas olarak ideal geometrik biçimi, yüzey düzgünlüklerini, yüzey çevre çizgilerinin yuvarlaklığını ve biçimlerin uygun olması (silindirik biçim, çizgi biçimi) için gerekli sapmaları sınırlandırır.

Konum Toleransları¹⁾: Bir veya birden çok elemanın birbirlerine karşı olan ideal geometrik konum sapmalarını sınırlandırır (Sayfa 36, Tablo 1). Ayrıca yön toleransları, bir iş parçasının iki yüzey paralellüğünde ne kadar sapma olabileceğini belirler. Konum toleransları ise esas alınan iki yüzeyin delik eksen mesafelerinin de sapmanın ne kadar olacağını tespit eder. Ha-

reket toleransı (salgı toleransı), tornalama işlemi yapılacak bir milde, ne kadarlık bir salgı olması gerektiğini gösterir.

Biçim ve konum toleransları teknik resimlerde aşağıdaki gibi gösterilir (Şekil 1).

- Toleranslandırılan özellik için sembol (Tolerans türü).
- Tolerans sınırı büyüklüğünü bildirir ölçü (Tolerans değeri)
- Toleranslandırılan elemandaki temel ok ve
- Temel elemanı tanımlayıcı harf (gerekli ise).



Şekil 1: Çizimlerde şekil ve konum toleranslarının verilmesi

Tablo 1: Biçim (Şekil) Toleransları

Sembol ve tolerans özelliği	Tolerans sınırı	Uygulama örnekleri	
		Çizim	Açıklama
— Doğrusallık	t_z		Saplamasının silindirik parçasının eksen çapı $t = 0,03$ mm olan bir silindir içinde olmalıdır.
▭ Düzlemsellik	t_z		Toleranslı olan $t = 0,05$ mm aralığında iki paralel düzlem arasında olmalıdır.
○ Dairesellik	t_z		Her kesitin çevre çizgisi $t = 0,02$ mm genişliğinde bir daire halkası içinde olmalıdır.
t_z Silindiriklik biçimi	t_z		Toleranslı alan, $t = 0,05$ mm lik bir radyal eksenli olan iki eksantrik silindir arasında olmalıdır.
t_z Herhangi bir çizgi biçimi	t_z		Toleranslı profil, $t = 0,04$ mm lik bir çapla daireye temas eden iki doğru (çizgi) arasında bulunmalıdır. Dairelerin orta noktaları geometrik olarak ideal olan profil çizgisinde bulunurlar.
t_z Herhangi bir yüzey biçimi	t_z		Toleranslı alan, $t = 0,1$ mm lik bir çapla küreye (bilyaya) temas eden iki yüzey arasında bulunmalıdır. Bilyaların orta noktaları geometrik olarak ideal olan bir alanda olmalıdır.

Sembol ve tolerans özellikleri		Tolerans sınırı	Kullanım (Uygulama) Örnekleri	
			Çizim verileri	Açıklama
	Paralellik			Tolerans verilen yüzey temel yüzeye paralel olan iki düzlem arasında $t = 0,01$ mm mesafede olmalıdır.
	Diklik			Tolerans verilen eksen, temel yüzey A ve çk yönüne dik olan iki paralel yüzey arasında $t = 0,5$ mm mesafede olmalıdır.
	Eğiklik			Delik eksenli, temel yüzeyi A'ya 60° 'lik bir açı altında eğik olan birbirlerine paralel iki düzlem arasında $t = 0,1$ mm mesafede olmalıdır.
	Bir elemanın konumu			Delik eksenli $t = 0,05$ mm çapında ve eksenli geometrik ideal (çarpıya içine alınmış ölçüler) yerde bulunan bir silindirin içinde bulunmalıdır.
	Simetriklik			Yivlin orta düzlemleri birbirlerine, $t = 0,08$ mm mesafede ve temel element orta düzlemine simetrik olan iki paralel düzlem arasında olmalıdır.
	Ortak eksenlilik Eş merkezlilik			Millin tolerans verilen parçası, $t = 0,03$ mm çapında olan ve eksenli temel eleman eksenli ile aynı hizada olan bir daire dahilinde (içinde) olmalıdır.
	Düz hareket salgısı (yalpalama)			Temel eksen "D" etrafında dönmeye, her bir dikey ölçü düzleminde salgı $t = 0,1$ mm'yi aşmamalıdır.
	Yuvarlak dönme salgısı (yalpalama)			AB temel eksenli etrafında dönmeye, her bir dikey ölçü düzlemindeki salgı sapması $t = 0,1$ mm'yi aşmamalıdır.

Tekrarlama Soruları

- 1 Nominal ölçü, sıfır çizgisi ve gerçek ölçü kavramlarından neler anlaşılır?
- 2 Sınır ölçüsü ve tolerans kavramlarını açıklayınız.
- 3 Delikler ve miller için tolerans sınıfları nasıl gösterilir?
- 4 H ve h tolerans alanı, sıfır çizgisinde nasıl yer alır?
- 5 Tolerans büyüklükleri (ölçüleri) nelere bağlıdır?
- 6 Kaba ve ince alıştırma ölçülerinden ne anlaşılır?
- 7 Normal delik ve normal mil alıştırma sistemi arasında hangi farklılıklar vardır?
- 8 Normal delik sisteminin avantajları nelerdir?
- 9 Üç ayrı biçim (şekil) toleransının adını söyleyiniz.
- 10 Konum toleranslarından hangi grup ayırt edilebilir?

1.6 Kalite Kontrol

Bir ürünün kalitesi müşterinin taleplerini ne kadar iyi yerine getirirse, o ürünün kaliteside o oranda artar. Kalite güvenilirliğine ilişkin önlemler bundan dolayı, bir ürünün geliştirilmesinden, imalat hattında garantili olarak işlenmesine kadar ürün ile içiçedir.

1.6.1 Kalite Bilinci

Ürünlerin pazar şansı, özellikle;

- Kullanılabilirlik yeteneğinin müşteri taleplerine uygunluğundan,
- Güvenirliğine, yani daha uzun süreli ürün kalitesinden,
- Fiyatından ve/veya fiyat/fayda oranından,
- Teslim hızından ve müşteri servisinden etkilenir.

Rekabet yeteğinin garanti edilmesi için, kalitenin ekonomik olarak elde edilmesi gerekir.

Bir ürün hakkındaki taleplerin ekonomik olarak yerine getirilmesi için, bir ürünün bütün kalite çevriminin içinde, yani geliştirme aşamasından teslimata kadar, mümkün olduğu kadar hatalardan sakınılması gerekir (Şekil 1).

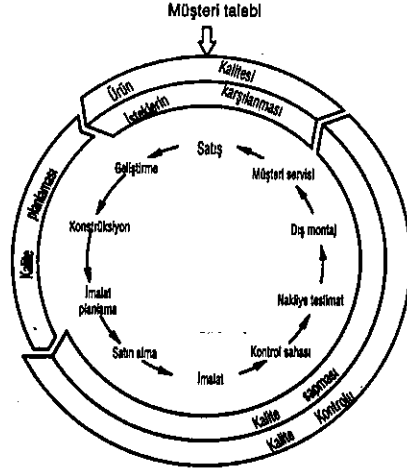
Planlama ve üretim esnasındaki hatalar, üretim masraflarına ve teslim süresine etki edebilir. Müşteriye teslimat yapıldıktan sonra hatanın giderilmesi zorunluluğu ile karşılaşıldığında çok pahalı düzeltmeler ile karşılaşılabilir (Şekil 2).

Buna dair örnekler, taşıt üreticileri tarafından geriye müracaat girişimleri ve denizaşırı garanti hükümleridir. Hatalı ürünler nedeniyle müşteriye zarar meydana geldiğinde, bundan üretici sorumlu olur (ürün sorumluluğu).

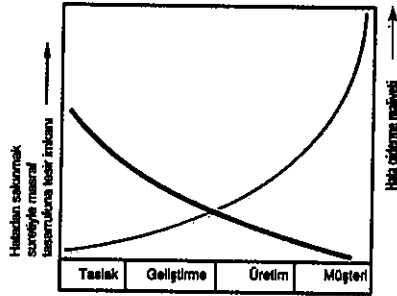
Ürün kalitesi, iş (çalışma) kalitesinden kaynaklanır. Hatadan kaçınma, hatayı gidermekten daha ekonomiktir.

1.6.2 Kalite Nitelikleri (Göstergeleri)

Taleplerden hareket ederek, kalite planlaması esnasında ürünün kalite nitelikleri belirlenir. Ölçülebilir niteliklerin yanında, ölçülemeyen iyi veya kötü nitelikler de, anılan kalite kavramı içinde yer alır (Şekil 3).



Şekil 1: Bir ürün için kalite çemberi



Şekil 2: Kalite maliyetine etki eden faktörler

Kalite Talepleri (örnekler)	
Fonksiyon Güvenlilik Görünüş	Monte edilebilirlik İşletme masrafları Onarım masrafı

↓

Kalite-Belirtileri	
Ölçülebilir belirtiler	Kalitatif belirtiler
Boy, konum, şekil Pürüzlülük derinliği, güçü Enerji sarflıyatı	Özgöl ağırlık Fonksiyon Kusursuzluk

Şekil 3: Kalite belirtilerinin tespiti

1.6.4 Kalite Kontrolü

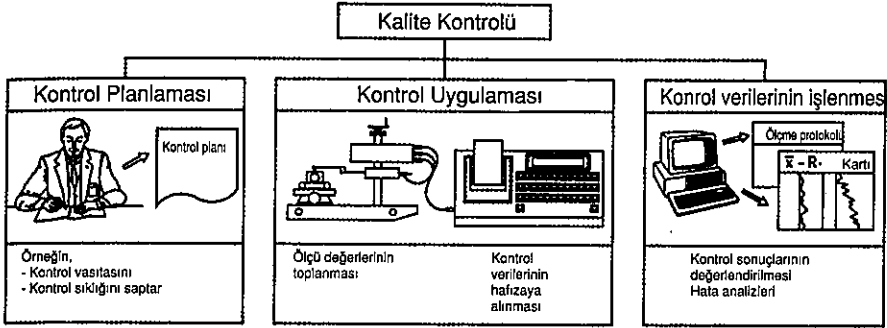
Hataları tesbit etmek, hatalı parçaları tasnif etmek gibi asıl görevleri olan kalite kontrol, önleyici kalite emniyeti olarak vurgulanmıştır. Bu kontrolün amacı, hataların oluşmamasını sağlamak (sıfır hata stratejisi) ve hatalı parçaları erken bir şekilde tasnif etmektir.

Kabul kontrolleri: Giriş kontrolünde, mal girişi, hammadde veya ürünler kontrol edilir.

Son kontrolda, satışa hazır ürünler kontrol edilir.

Üretim Kontrolü, devam etmekte olan üretimi kontrol eden ve kontrol sonuçlarından kaynaklanan verilerin, üretim işleminin yönetimi ve optimizasyonu için mevcut bulunan kalitenin değerlendirilmesine yarar. Seri üretimde, kalite kontrolünün mümkün olduğu kadar mekanik olarak yapılması gerekir. Bu kontrol, kalifiye personel vasıtasıyla elle veya doğrudan doğruya üretim makinası ile irtibatlı olan otomatik ölçü cihazı ile yapılır (Sayfa 40, Şekil 2).

Kalite, kontrol edilemez, bilakis üretilmesi gerekir. "Önleyici" kalite güvenilirliği, masrafı düşürücü etki yapar. Çünkü hatalı parçaların ayrılıp tasnif edilmesi ve tekrar işlenmesi sıkıntı ve masraflarından sakınılır. Kalite kontrolü, kontrolü planlamayı uygulamayı ve değerlendirmeyi kapsar (Şekil 1).



Şekil 1: Kalite Kontrolü

Kontrol Sayı Kümesinin Verilmesi: Bir kontrol sayısı, aynı birimlerin bir miktarıdır. Parçaların birbirini takip eden seri imalat ile elde edilmesi gerekir. Örneğin torna-lama, delme veya pres ile elde edilen parçalar gibi.

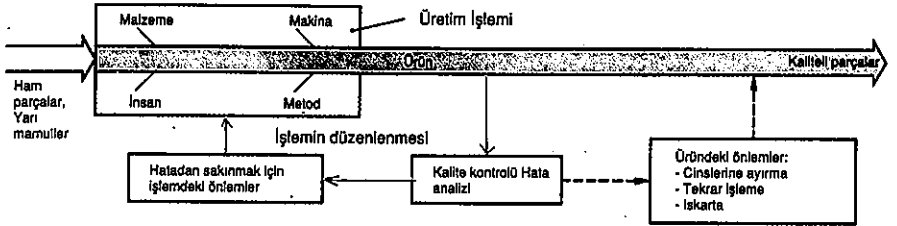
% 100 Kontrol: Bütün birimlerin (Parçaların) kalite kontrolü. Bir veya daha fazla gösterge kontrol edilir. Otomatik bir kontrol düzeneğinin uygulanmasında, kalite hemen hemen hatasız bir şekilde kontrol edilebilir. Elle yapılan %100 kontrol, bıkkınlık ve dikkat dağılması suretiyle çoğunlukla kusurlu olur. Bu yüzden, ancak küçük kontrol sayılarında elle %100 kontrol anlamlı olur.

Rasgele Numune Alma Kontrolü, ihtimal kurallarına göre sağlanan bir kabul kontrolüdür (42. Sayfa). Rasgele numune alma metoduna göre kalite kontrolü, çok ekonomiktir ve kontrol sayısı hakkında yeteri kadar güvenilir sonuç almayı mümkün kılar. Rasgele numune alma kontrolünün, % 100 kontrole nazaran açık avantajları vardır.

- İş daha az sıkıcıdır ve böylece değeri artar.
- Rasgele numune alma metodu, tahribatlı muayene işleminde amaca uygun tek metottür.
- Kontrol hacmi ve masrafları düşük
- Düşük oranda veri miktarları ve görülebilen çizimler büyük kontrol dilimleri hakkında çabuk ve güvenilir bir karar verilmesini mümkün kılar

1.6.5 Kalite Yönetimi

Yüksek ürün kalitesinin sürekliliğini güvence altında tutmak için, kalite yönetimi vasıtasıyla üretim işlemi kontrol edilir ve yönetilir (Şekil 1). Bunun için, işlem yönetimi rasgele numune alma sonuçlarını veren, en çok kullanılan metottür.



Şekil 1: Kalite yöntemi

Kalite Yönetimindeki Önlemler

- Hatalı (kusurlu) parçaları önceden fark etmek için, kalite kontrol işleminin mümkün olduğu kadar üretim anında veya üretimden hemen sonra doğrudan doğruya yapılması
- Hata analizi: Teorik (Plan)-Gerçek (uygulama) karşılaştırması
- Numune alma kontrolleri esnasında eğilimin bilinmesi
- Üretim kontrolü: Cinslerine ayırma, tekrar işleme için derhal ölçü değerlendirme işleminin yapılması
- İş parçalarının boyutlarını aynı kalan ölçülerde tutmak için, ölçme ve kontrol cihazları vasıtasıyla işlem kontrolünün yapılması (Şekil 2).

Kalite yönetimin hedefi, gösterge (nitelik) değerlerinin dağılımını, sınırlarda tutmaya çalışmaktır. Dağılım için ana sebepler "4 M-Faktörü"dür: Malzeme, Makina, İnsan¹⁾ ve Metod.

Nitelik Değerlerinin Dağılımına Etki Eden Faktörler:

Malzeme: Ölçme, mukavemet, sertlik, gerilmeler.

Makina: Hareketin rijitliği, konumlama hassasiyeti, dairesel hareketlerin hassasiyeti, özdeş parça üretimi Takım: Ölçü, şekil, aşınma durumu, rijitliği

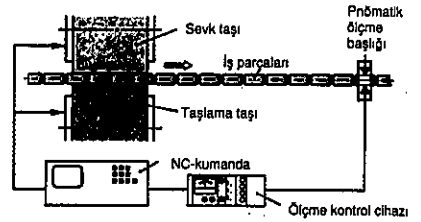
İnsan: Uzmanlığı, sorumluluk duygusu, yüklenme durumu

Metod: Üretim metodu, iş sırası, kontrol şartları.

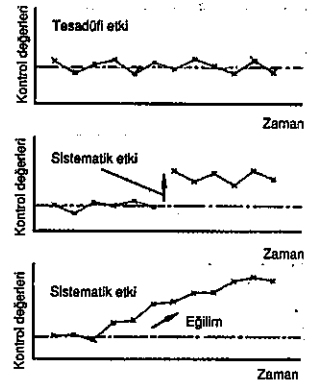
Dağılım, rasgele ve sistematik etkilerin üretim işlemine birlikte yaptığı tesirden meydana gelir. Rasgele etkiler, birçok sebepten kaynaklanabilir. Bundan dolayı genel olarak aynı kalan bir dağılım şekli ve karar verilebilen bir üretim işlemi sonucu verir (Şekil 3).

Sistematik etkiler, kuralsız olarak meydana gelebilen bir veya bir kaç sebebe

1) İnsan (Mensch, Man)



Şekil 2: Bir puntasız taşlama tezgahında kalite yönetimi (ölçme kontrolü)



Şekil 3: Nitelik zaman değerlerinin dağılımı

sahiptir. Kontrol değerlerinin doğrudan doğruya değişimi hakkındaki sebepler, değişen malzeme nitelikleri veya takım kesici ağzının kırılması olabilir. Bir eğilimli kontrol değeri, örneğin takım aşınması veya tezgahın ısınması nedeniyle kabul edilir. Sistematik etkiler oluşursa, bir hata analizinin yapılması gerekir. Bunun yanında problemin sebeplerini bilebilmek ve ortadan kaldırmak için, öncelikle "4 M- Faktörü"nün, (Malzeme, Makina, İnsan ve Metod) kontrol edilmesi gerekir.

1.6.6 Rastgele Numune Alma Metoduna Göre Kalite Kontrolü İhtimal (Olabilirlik)

Rastgele gelişen şarta bağlı bir olayın meydana gelişi, %100 güvenilirlikle tahmin edilemez. Buna karşılık bütün rastgele etkilerin toplamından hareket ederek, ihtimal kurallarına göre belirli olayların doğması tahmin edilebilir. Diğer istatistiksel yöntemler kullanılmazsa, rastgele numune alma metodu ile kontrol mümkün olmaz.

Bir olayın oluşması için ihtimal (İngilizce Probability), oluşmuş uygun olayların, muh-

$$P = \frac{\text{Uygun Olayların Sayısı}}{\text{Muhtemel Olayların Sayısı}}$$

temel olaylara oranına eşittir. Burada, bütün durumların eşit ihtimalde olması şarttır.

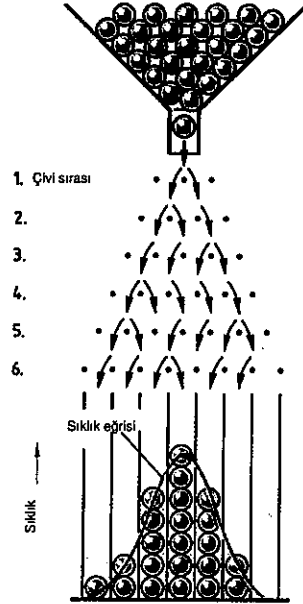
Örnek:

1000 kontrol sayısında, 200 sonuç alınmıştır. Yani 1000 muhtemel olayda 200 uygun olay vardır. Bir sonucun elde edilme ihtimali $2/10$ veya %20'dir. 10 kontrol sayısından birisinin çıkarılması halinde sonuç yüzdesi çok az %20'den sapabilir. Kontrol sayısının çıkarılmasında sonuçlu kontrol sayıları ve iyi veya kötü şansların dağılımı gibi tesadüfler, sonucu halen kuvvetli bir şekilde etkiler. Bütün kontrol miktarlarının sonuçlu kontrol sayılarının muhtemel yüzdeleri hakkında kesin yargıya varabilmek için, örneğin 100 kontrol sayısının çıkarılması (alınmış) olması mecburiyeti olurdu. Üretime aktarılması şu anlama gelir. Bir rasgele numune almada, ne kadar çok numune alırsa, sonuç tesadüften o oranda uzaklaşır ve karar daha güvenilir olur.

Rasgele numune almanın hacmi ve numune alma sayısı ne kadar büyük olursa, kararın kesinlik ihtimali de o kadar fazla olur.

Nitelik Değerlerinin Normal Dağılımı

Nitelik değerlerine rasgele etkiler, ihtimal kurallarına göre, bir ortalama değer etrafında değerlerin simetrik olarak dağılımına yol açar. Rasgele faktörlerin etkisini gösteren açık bir örnek, Galton gözlerine (bölmelerine) bilyelerin düşmesidir (Şekil 1). Bilyeler her çivi sırasında, bir çivinin ya sağına veya soluna sapabilir. Bu rasgele sapmalar huninin altında bilyelerin büyük bir kısmının ortada yığılmasına yol açar. Sıralanmış çiviler çok miktarda olduğu zaman, sıklık dağılımı, normal dağılımda bilinen bir Gauss çan eğrisi şeklini alır. Galton bölmelerinin çivilerine rasgele çarpmalar, imalat işlemlerinde ve hayatta tesadüfe dayalı faktörlere karşılık gelir. Bir halkın boy uzunluk dağılımı, benzer yolla üretilen iş parçası ölçülerinin dağılımı normal dağılıma karşılık gelir. Sadece 25 adet iş parçasından alınan rasgele numunede, ölçü değerlerinin normal dağılımı, yaklaşık olarak kendiliğinden ortaya çıkar.



Şekil 1: Galton gözlerindeki bilyelerin dağılımı

Birçok rasgele faktörler etkili olursa, nitelik değerlerinin normal dağılımı meydana gelir. Normal dağılımın grafik olarak gösterimi, çan şeklinde bir frekans eğrisidir.

Rastgele Numune Alma Metodu-nun Normal Dağılımının Karakteristik Değerleri

\bar{X} Ortalama Değeri (X eğrisi olarak söylenir). Maksimum frekanstaki şişkinlik derecesi ile birlikte daralır. Eğrinin ortasında bulunur ve böylece dağılımın konumu hakkında bir ölçü olur. Ortalama değer, bütün x'lerin tek tek değerlerinin toplamının rasgele alınan numune hacmin'e bölünerek hesaplanır.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

Standart Sapma S, frekans eğrisinin geçiş noktalarının ortalama değere göre ara mesafesidir. Bu karmaşık hesaplamayı genel olarak bilgisayar üstüne alır. Makinanın (tezgahın) ve işlemin faktörleri vasıtasıyla nitelik değerlerinin dağılımı ne kadar büyük olursa, standart sapma da o kadar büyük olur (Şekil 1).

Eğri Açıklığı, R bir rasgele alınan numunede en büyük ve en küçük değer arasındaki farktır.

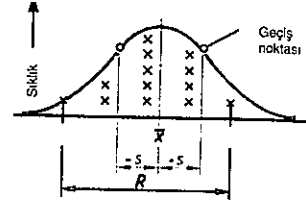
$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Rasgele sapmalar göstermesine rağmen, basit hesaplanmasından dolayı eğri açıklığı R ile uygulamada sıkça işlem yapılır.

Ortalama değer \bar{X} , çan eğrisinin konumu hakkında bir ölçüdür. Standart sapma S ve Eğri Açıklığı R, nitelik değerlerinin dağılımı, yani çan eğrisinin genişliği hakkında bir ölçüdür.

Nitelik üzerine Sistematik Etkiler, normal bir dağılıma engel olur. Böylece istatistiksel olarak değerlendirilemeyen karma dağılımlar oluşabilir (Şekil 2).

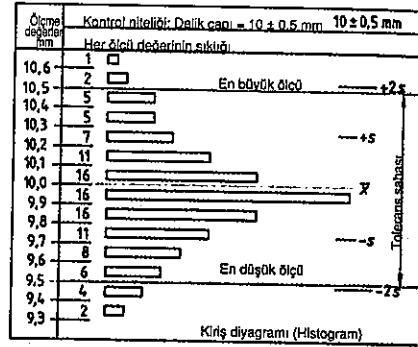
- Bir seri içindeki takımların veya malzemenin değiştirilmesi,
- Çeşitli tezgahlardan (makinalardan) veya serilerden kaynaklanan parçaların karışması veya,
- Aşırı sıcaklık sapmaları nedeniyle meydana gelebilir.



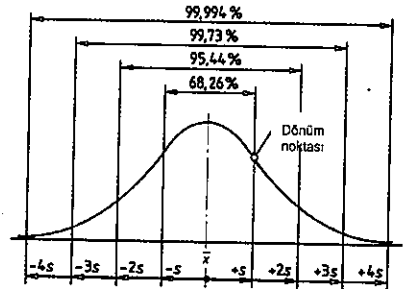
Şekil 1: Normal dağılımın tanıma değerleri



Şekil 2: Karma Dağılım



Şekil 3: Sıklık Dağılımı (Rastgele alınan numune)



Şekil 4: Frekans dağılımı

Sıklık Dağılımı

Çoğu ölçme değerlerinin dağılımı, örneğin bir çubuk diyagram (Şekil 3) veya bir Gaus çan eğrisi şeklinde (Şekil 4) gösterilebilir.

Rastgele Alınan Numunede Frekans Dağılımı:

Kontrol Niteliği: Delik çapı $10 \pm 0,5$ mm

Kontrol Sayısı (Temel Toplam): $N=5000$ İş parçası

Rastgele Alınan Numune Hacmi: $n=120$ İş parçası

Ortalama Değeri \bar{X} : 10,0 mm

Standart Sapma S : 0,257 mm

Eğri Açıklığı $R=10,6$ mm - 9,3 mm = 1,3 mm

Beklenen Frekans Dağılımı ve Kontrol Sayısındaki Hata Payı, ihtimal kurallarına göre rasgele alınan numune sonuçları üzerinden hesaplanır.

Çan eğrisinin altındaki yüzey, bir kontrol sayısının parçalarının tamamını temsil eder. İki sınır arasındaki yüzeye, kısmi miktarlara ait yüzde değerleri karşılık gelir.

$X + 1 s$ ile $X - 1 s$ arasında %68,26 bulunur.

$X + 2 s$ ile $X - 2 s$ arasında %95,44 bulunur.

Yukarıda söz konusu edilen rastgele alınan numunede $s=0,257$ mm ($4s=1,028$ mm) idi. 1 mm'lik tolerans sahası $+2s$ ve $-2s$ arasındaki sahadan biraz daha küçük demektir. Yani kontrol sayısında %95,44'ten daha az miktarda kusursuz parçalar beklenmelidir. Rastgele alınan numunede %7,5 olan hata payı (9 parça), tesadüf şartına bağlı olarak daha büyüktür.

Rastgele alınan bir numunenin ortalama değeri ve standart sapması bilinirse, bütün kontrol sayısındaki hata payı hakkında, yeteri kadar güvenilir birşey söylemek mümkündür.

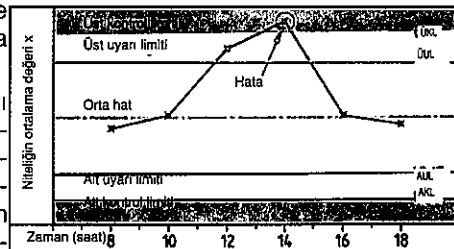
1.6.7 Kalite Kontrol Kartları ile İstatistiksel İşlem Yönteminin (Statistical Process Control: SPC)

İstatistiksel olarak değerlendirilebilen rasgele numune alma sonuçları, hem daha önceden hazırlanan kontrol sayılarının kabul kontrolü (39. Sayfa) için, hem de kalite yönetimi ve işlem kontrolü için temel oluşturur. İşlem yönetiminde, devam etmekte olan üretimden kurallara uygun aralıklarla rasgele numuneler alınır ve kontrol sonuçları kalite kontrol kartlarında gösterilir. Kurallara uygun olarak rasgele numune alma suretiyle bir kontrol sayısının yaklaşık %5'ine erişildiğinde, hatalı parçalardan hemen hemen kaçınılabılır. Bundan dolayı kalite kontrol kartı, üretim kontrolü için basit ve tam etkili bir yardımcı dökümandır.

Kalite kontrol kartlarının yapısı (Şekil 1)

Dik eksen üstüne, ortalama değer ve yatay eksen üstüne, kontrol zamanı veya rasgele numune alma sırası dizilmiştir.

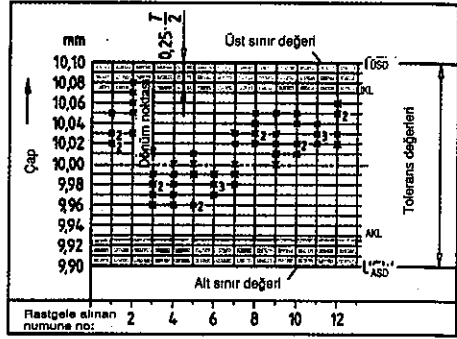
Kontrol limitleri izin verilen bir sahayı içine alır. Bu limitlerin (sınırların) geçilmesi halinde, en son rasgele alınan numunenin itibaren, üretilen tüm parçaların ayrılarak tasnif edilmesi ve arızalı olanların giderilmesi gerekir. Kontrol limitleri, arızasız üretimde bütün ölçme değerlerinin %99'unu içine alacak şekilde seçilir.



Şekil 1: Uyarı ve kontrol limitleriyle kontrol kartı

Arızasız üretim esnasında ölçü değerlerinin %95'i uyarı limitleri tarafından kuşatılır. Bir uyarı limitinin aşılmasından sonra, maksimum uygun olarak derhal veya kısa bir süre sonra yeniden rasgele bir numune alınmalıdır. Böylece hatalı parçaların çıkmasına fırsat verilmez.

Tolerans limitleri önceden verildiğinde, bunlar üst ve alt limitleri meydana getirir (Şekil 1). Ayrıca, tolerans limitlerinde olabilecek aşılma için, burada da kontrol limitleri gereklidir. Tolerans limitlerine göre ara mesafe, normal dağılımda toleransın yarısının %25'i olabilir. Gösterilen örnekte tornalanacak parçaların, 9,90 mm ile 10,10 mm arasında üretilmesi gerekir. Bu yüzden 9,925 mm ve 10,075 mm de oluşturulan kontrol limitleri, yüksek bir güvenlik sağlar.



Şekil 1: Kontrol limitleri ve tolerans limitleri olan asıl değerlendirme kartı (x - kartı)

Kalite kontrol kartı,

- Nitelik değerlerin zamana göre değişimini (grafiksel değerleri),
- Kalitenin her gerçek (filili) durumunu ✓
- Sistematik etkilerin meydana gelmesini (arıza değerlerini) gösterir.

Arıza değerlerinin giderilmesi, şayet ortalama değer sadece orta eksen etrafındaki rasgele etkiler vasıtasıyla (Şekil 2) değil, nokta takibi halinde bir değişim veya sonuç bilinirse, bu takdirde gerekli olurdu (Sayfa 40, Şekil 3)..

Eğilim: Arka arkaya sıra takip eden 7 nokta devamlı olarak yükselir veya düşer.

Sonuç (Run): Ortalama değer bir yanında, 7 nokta ard arda bulunur.

Ölçülebilir Nitelikler İçin Kalite Kontrol Kartları

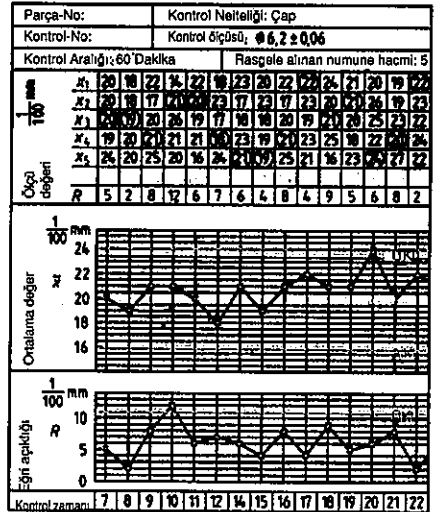
Asıl Değerlendirme Kartı (Şekil 1). Kartta, ayrı değerler (Örneğin her rasgele alınan numunede 5 ölçü değeri) yer alır. Rasgele alınan bir numunede aynı ölçü değerleri meydana gelirse, bir frekans sayısını bildiren uygun bir çarpı işareti konur. Kart, rasgele alınan bir numunedeki dağılımı açık olarak gösterir.

Ortalama Değer Kartı: \bar{X} -Kartı veya Ortalama Kartı

Kartlara, tek tek değerler yerine rasgele alınan numunelerin ortalama değerleri işlenir. Ortalama değer \bar{X} 'in hesaplanmış olması gerekir (42. Sayfa). Ortalama veya merkezi değer \bar{X} , sadece hesaplanan bir ortalama değerdir. 5 ölçü değerinin bir ortalamasıdır. Yani üst ve alt yarısında her iki değer bulunması gerekir. Rasgele alınan her numunenin merkezi (ortalaması), yuvarlak içine alınır ve \bar{X} -R kartına işlenir (Şekil 2). Ortalama kartlarının kullanılması basittir, fakat X-kartlarına göre biraz emniyetsizdir.

Eğri (Kemer) Açıklık Kartı: R-Kartı (Şekil 2)

Eğri açıklığı, $R = X_{max} - X_{min}$ farkı ola-



Şekil 2: \bar{X} -R kartı (Elle işleme)

rak basitçe hesaplanır ve küçük rastgele numune alma hacimlerinde (örneğin n=5), üretim dağılımının değişimini iyi gösterir.

Standart Sapma Kartı: s-Kartı (Şekil 1)

Hesaplama bir bilgisayar tarafından yapılırsa, rasgele alınan numunelerin standart sapması (s) hakkındaki üretim dağılımının kontrolü daima tavsiye edilmelidir (Şekil 1).

Ortalama değer kartları ile ölçü değerlerinin durumu ve R- Kartları veya S-Kartları ile üretimin dağılımı kontrol edilir.

Sadece rasgele etkiler meydana gelir ve kontrol limitleri dışında hiç bir değer bulunmazsa, bir üretim işlemi hakkında karar verilebilir yani istatistiksel kontroller yapılabilir.

Sayısal Sonuçlar İçin Kalite

Kontrol Kartları

Hata Toplama Kartı (Şekil 2)

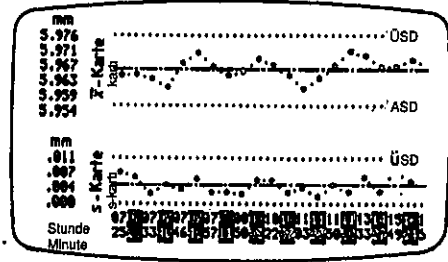
Fonksiyon bozuklukları, kırık yerler veya boya hasarları gibi genel kaliteye ait göstergeler (nitelikler), ölçü değeri olarak verilemez. Bu göstergelerin kontrol edilmesiyle, sadece bir ürünün hatasız olup olmadığı değil aynı zamanda rasgele alınan bir numunede hangi sıklıkla hangi hata cinsinin meydana geldiği tespit edilebilir.

Bilgisayar Destekli Kalite Güvenirliliği, (Computer Aided Quality Assurance) CAQ

Ölçü cihazları tarafından elde edilen veriler bilgi bankasına alınarak, bilgisayar desteğinde değerlendirilirse, bilgisayar destekli kalite güvenirliliği, CAQ sağlanmış olur. Bir bilgisayarlı veri ağında, mal girişinden itibaren üretimde kontrol donanımlarının ve ölçü cihazlarının genel yönetimine kadar bütün kalite verilerinin taşınması ve değerlendirilmesi mümkündür.

Tekrarlama Soruları

- 1 Rasgele numune alma metodunun avantajları nelerdir?
- 2 Hangi sistematik faktörler, ölçü değerlerinin dağılımına etki edebilir?
- 3 Ölçü değerleri kontrol limitlerini geçerse, hangi önlemler alınmalıdır?
- 4 Üretim kontrolünde kalite kontrol kartları hangi avantajları sağlar?



Şekil 1 : \bar{x} - s Kartı (ekran gösterimi)

Hata cinsi istand zamanı	Numune no: n = 20																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Bearing yerleri	1	1	1	3	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Eğilme	2																					
Çatlama	3																					
Yanlış eği	4																					
Çapak var	5																					
Korozyon (paslı)	6																					
Kontrol zamanı	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22						

Şekil 2 : Hata toplama kartı

2 İmalat Teknolojisi

2.1 İş Güvenliği

İş yerinde kazalara karşı önlem almak suretiyle insanların ve tesislerin kazalardan korunmaları gerekir. İş güvenliğinin sağlanması ve kazalara karşı önlem alınması için, her meslek dalının kazalara karşı önlem alma talimatları (KKÖ) vardır. Bunlar mesleki dernekler tarafından yayınlanır ve her işletmede uygulanır (Şekil 1).

Her işletme çalışanın bu talimatlara tam olarak uyması gerekir. Zamanla her meslek grubu ile ilgili kazaları önleyici metodlar yayınlanabilir. Güvenliğe aykırı davranışlar nedeniyle hastalıklar, can ve mal kayıpları meydana gelebilir. Talimatlara ve güvenlik işaretlerine uymayan personel, kendisini, çalışma arkadaşlarını ve ayrıca işletmenin tezgahlarını ve donanımlarını tehlikeye düşürmek suretiyle güvenlik kurallarına aykırı hareket etmiş olur.

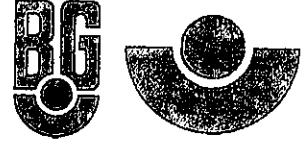
2.1.1 Güvenlik İşaretleri¹⁾

İş yerindeki güvenliği arttırmak için Talimat, Yasak, Uyarı ve Kurtarma işaretleri konulmuştur.

Talimat işaretleri, daire şeklinde mavi ve beyaz renklerle donatılmıştır. Emredilen koruyucu tedbirleri gösterir (Şekil 2). Belirli davranış tarzlarının gösterilmesini zorlayıcı olarak emreder. Örneğin kaynak dikişlerinin el spiral taşı ile temizlenmesinde bir koruyucu gözlük kullanılması zorunlu kılınmıştır.

Yasak işaretleri, daire şeklindedir ve yasak olan işlem, siyah şekil olarak beyaz zemin üstünde gösterilir. Kırmızı bir yuvarlak çerçeve ve çapraz doğru yasak işaretini gösterir (Şekil 3).

Normal sıcaklıkta buharlaşan, yanabilen sıvılar, parlayabilen gazlar ve ayrıca ince pülverize olmuş tozlar, hava ile mutlak bir yoğunlukta patlayıcı karışımlar meydana getirebilirler. Örneğin benzin, aseton, asetilen, karbon (kömür) tozları veya ahşap tozları gibi maddelerin depolandıkları veya işlendikleri bölgeler, patlama (infilak) tehlikesi olan sahalar olarak kabul edilir. Bundan dolayı bu bölgelere, ateşin, açık alevin ve sigara içmenin yasak olduğuna dair bir yasak işaretinin konulmuş olması gerekir. Bu karışımlar alev veya kıvılcım gibi ateşleme kaynağı ile temas ederse, gaz, hava veya toz-hava karışımı patlar (infilak eder).



Şekil 1: Mesleki Dernek Amblemleri



Gözlük takınız

Kask giyiniz



Maske takınız

Çizme giyiniz



Eldiven kullanınız

Kulaklık takınız

Şekil 2 : Talimat İşaretleri



Su ile söndürmek yasaktır

Yayalara yasaktır



Ateş, açık alev ve sigara içmek yasaktır

Su içilmez

Şekil 3 : Yasak İşaretleri

Uyarı İşaretleri, sivri tarafı yukarıyı gösteren bir eşkenar üçgen şekline sahiptir. Bunlar, sarı ve siyah renklerde yapılmıştır (Şekil 1). Uyarı işareti ile, içinde gösterilen tehlike sembolüyle önceden uyarılacak sahanın işaretlenmesi gerekir. Örneğin zehirli veya asitli maddelerin depolandığı yerlerde, bu maddelerin büyük bir dikkatle ve gerektiğinde ancak uygun güvenlik önlemleri altında işlem görmesine izin verileceğine dair açık uyarı işaretinin konulmuş olması gerekir.

Kurtarma İşaretleri, kare veya dikdörtgen şeklindedir ve yeşil ve beyaz renklerde yapılmıştır (Şekil 2). Okları olan kurtarma işaretleri, tehlike anında ilgililer tarafından en kısa kurtarma yolunun kolaylıkla bulunmasını sağlar.. Beyaz arka planı olan kare kurtarma işareti, örneğin ilk yardım için ecza dolaplarının veya sedyenin hazır durumda bulunduruldukları yerleri işaret eder.

2.1.2 Kaza Sebepleri

Kazalara; tehlikeyi bilmemek, düşünmemek ve dikkat etmemek gibi insandan ve ayrıca teknoloji-den kaynaklanan etkenler sebep olur.

İnsandan Kaynaklanan Etkenler, temel eğitime ve itinaya rağmen tamamen konu dışında tutulamaz. Örneğin sınırlayıcı engellerle getirilen güvenlik donanımlar vasıtasıyla uygulamanın mümkün olduğu kadar dar limitler içinde tutulması gerekir.

Teknolojiden kaynaklanan etkenler, örneğin malzeme yorulması veya daha önceden öngörüle-meyen yükleme nedeniyle meydana gelebilir. Örneğin bir makinada bağlama donanımlarının hidrolik basıncı düşmüşse, makinanın çalışmasına izin verilmez veya makinanın derhal kendi kendine hareketsiz kalma konumuna geçmesi gerekir.

2.1.3. Güvenlik Önlemleri

Kazalardan, koruyucu güvenlik uygulamaları sayesinde kaçınılabılır.

- Tehlikelerin ortadan kaldırılması ihtiyacı
- Makinalarda, takımlarda ve diğer çalışma cihazlarındaki eksiklik derhal ilgili işçi tarafından ihbar edilmelidir.

Trafik ve uçuş yolları serbest (açık) tutulmalıdır.

Keskin, sivri uçlu takımların elbise içinde taşınmalarına izin verilmemelidir.



Şekil 1: Uyarı İşaretleri



Şekil 2 : Kurtarma İşareti

Süs eşyaları, saatler, yüzükler gibi benzeri takılar, çalışmaya başlamadan önce çıkarılmış olmalıdır.

• **Tehlikeli yerlerin perdelenerek ayrılması ve İşaretlenmesi İhtiyacı**

Koruyucu donanımların, uyarıcı etiketlerin ve güvenlik cihazlarının çıkartılmasına izin verilmemelidir.

Çarkların, iş millerinin, millerin ve birbirlerini kavrayan parçaların koruyucu muhafaza içine alınmaları gerekir.

Ateşleyici, patlayıcı, asitli veya zehirli madde taşıyan kapların işaretlenmesi ve emin bir şekilde konulması gerekir.

• **Tehlikeye maruz kalmanın önlenme İhtiyacı**

Kıvılcım ve ışınlar karşı çalışanların koruyucu elbise giymeleri gerekir.

Gözlük, maske, başlık ve koruyucu perde (paravan) vasıtasıyla, yüz ve gözler tehlikelere karşı korunur.

Hasarlı (arızalı) bağlantı kabloları olan elektrik devresi donanımlarının kullanılmasına izin verilmemelidir.

İşletmede emniyet ve beraber çalışanların hayatı ve sağlığı sözkonusu olursa, herkesin birlikte düşünmesi, hareket etmesi ve yardım etmesi gerekir.

Tekrarlama Soruları

1. Güvenlik işaretleri nasıl gruplandırılır?
2. Kazalara nasıl sebebiyet verilebilir?
3. Yüz ve gözler için tehlikelere nasıl engell olunur?
4. Elektrik devresi donanımlarının kullanılması esnasında neye uyulması gerekir?

2.2 Üretim Metodlarının Gruplandırılması

Endüstriyel ve mesleki üretimde, üretim teknolojisine ve ekonomiye dayalı esaslar, iş akışını belirler. Çok miktarda ve çok çeşitli üretim metodları olan ham maddeler, hazırlanır, yeniden biçimlendirilir, kesilip ayrılır veya eklenir, maddelerle kaplanır veya madde nitelikleri değiştirilerek iş parçaları üretilir.

Tek tek uygulanan metotta, bir parçanın üretimi esnasında iş parçası malzemesinin hazırlanması mecburiyetinin olup olmadığı; elde bir hammadde varsa, üzerinden alınmasının veya üzerine eklenmesinin gerekip gerekmediği veya malzemenin sadece geometrik şeklinin değiştirilmesinin gerekli olup olmadığı faktörüne göre tayin edilir.

2.2.1 Üretim Metodlarının Ana Grupları

Üretim metodları 6 ana grupta sınıflandırılır

Her bir ana grupta malzemenin biçimi ve iş parçası; hazırlanır, değiştirilir, muhafaza edilir, üzerine eklenir veya üzerinden alınır.

Şekillendirme (Biçimlendirme)					
Hazırlama	Değiştirme			Muhafaza Etme	
1. Ana Grup Döküm	2. Ana Grup Yeniden biçimlendirme	3. Ana Grup (Kesme) Ayırma	4. Ana Grup Birleştirme	5. Ana Grup Kaplama	6. Ana Grup Madde Niteliklerini Değiştirme
Hazırlama	Muhafaza etme	Üzerinden alma	Üzerine ekleme	Muhafaza etme Üzerinden alma Üzerine ekleme	
İş parçası					

Şekil 1: Üretim Metodlarının Ana Grupları

İş parçasını hazırlama, örneğin sıvılar, tozlar, elyaflar, yongalar gibi şekilsiz maddelerden geometrik olarak belirli olan katı cisimler hazırlanması (örneğin döküm yapılması) anlamına gelir.

Ürünü muhafaza etme, önceden şekli belirli bir parça veya iş parçasına, üretim esnasında yeniden şekil verilmesi, (örneğin derin çekme) demektir.

İş parçasından alma, örneğin frezeleme, testere ile kesme, vida açma suretiyle malzemenin veya iş parçasının belirli üretim metodlarına sokularak değiştirilmesidir.

İş parçasına ekleme, uygulanan üretim metodları vasıtasıyla, örneğin kaynak, lehim, civata vasıtasıyla malzemenin veya iş parçalarının birbirine eklenmesi, püskürtme boyama, galvaniz suretiyle malzemenin veya iş parçasının kaplanması anlamına gelir.

2.2.2 Ana Grupların Dallara Ayrılması

Biçimlendirme

Belirsiz maddeden belirli bir şekli olan katı bir cisim meydana getirilir ve ham iş parçası hazırlanır (Şekil 1).

- Sıvı durumdan, örneğin döküm suretiyle
- Plastik veya hamurumsu durumdan, örneğin ekstrüzyon vasıtasıyla
- Taneli veya toz durumdan örneğin sinterleme suretiyle
- İyonize edilmiş durumdan elektrolitik ayırma suretiyle örneğin galvanoplastik vasıtasıyla



Döküm



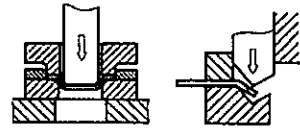
Ekstrüzyon işlemi

Şekil 1 : Hazırlama

Yeniden Biçimlendirme

Katı bir cismin şekli, plastik olarak (kalıcı) şekil değişimi sağlanarak istenilen hale getirilir (Şekil 2).

- Basınçlı şekil değiştirme, örneğin haddelme, kalıpta dövme suretiyle
- Çekme basınçlı şekil değiştirme, örneğin çekme, derin çekme suretiyle
- Çekmeli şekil değiştirme, örneğin uzatma, "genişletme" derinleştirme suretiyle
- Bükme ile şekil değiştirme, örneğin kenar kıvrıma, kalıpta bükme suretiyle



Derin çekme

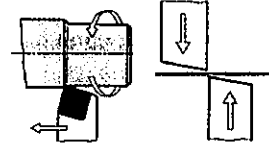
Kalıpta bükme

Şekil 2: Şeklini değiştirme

Ayırma (Kesme)

Katı bir cismin şekli değiştirilir Aynı zamanda iş parçası belirli kısımlarından kesilir (Şekil 3).

- Parçalara ayırmak, örneğin makasta kesmek, ezerek kesmek suretiyle
- Geometrik belirli kesici ağızlarla talaş kaldırmak, örneğin tornalama, matkapta delme, testerede kesme suretiyle
- Geometrik olarak belirsiz kesici ağızlarla talaş kaldırma, örneğin taşlama, honlama, lepleme suretiyle
- Erozyon, örneğin termik (ısı) veya elektriksel (kıvılcımla) erozyon suretiyle
- Ayırma ve boşaltma suretiyle, örneğin vida açma suretiyle



Tornalama

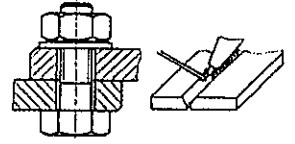
Makasta Kesme

Şekil 3: Keserek ayırma

Birleştirme

Birleştirmeyle iki veya daha fazla iş parçası bir-
birleri ile bağlanır (şekil 1).

- Birleştirilme, örnek; üstüne konulması, yerleştirilmesi, geçirilmesi suretiyle,
- Üzerine ve içine yerleştirilmesiyle (preslenmesi), örnek; civatalar, bağlama elemanları vasıtasıyla,
- Kaynak, örnek; ergitme kaynağı, direnç kaynağı vasıtasıyla,
- Lehim, örnek; yumuşak lehim sert lehim vasıtasıyla,
- Yapıştırma, örnek; kimyasal reaksiyonlu yapıştırıcılar ile bağlanır.



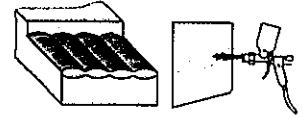
Civatalı birleştirme Kaynak

şekil 1 : Ekleme

Kaplama

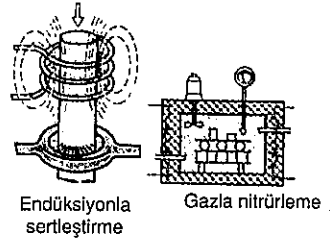
Kaplama da, şekilsiz bir madde, bir süre sonra katılaşan madde olarak iş parçasının üstüne kaplanır (şekil 2). şekil muhafaza edilir, ürünün ağırlığı artar.

- Gaz veya buhar altında örneğin buhara maruz bırakmak suretiyle,
- Sıvı veya pasta şeklinde, örneğin kaynakla yüzey kaplama suretiyle,
- Kimyasal ayırıcılar vasıtasıyla, galvanize olma, örneğin galvanizleme suretiyle,
- Katı veya taneli olarak, örneğin termik püskürtme suretiyle yapılır.



Yüzey kaplama Boyama

şekil 2 : Kaplama



şekil 3 : Malzeme niteliklerini değiştirme

Madde Niteliklerini Değiştirme

Madde parçacıklarının etrafının sarılması, tasfiye edilmesi veya yerleştirilmesi suretiyle, katı bir maddenin maddesel nitelikleri değiştirilir (şekil 3).

- Madde parçacıklarının etrafının sarılması örneğin sertleştirme, menevişleme suretiyle,
- Madde parçacıklarının tasfiye edilmesi örneğin karbonunu giderme (dekarbürizasyon) suretiyle,
- Madde parçacıklarının yerleştirilmesi örneğin karbonlama, nitrüleme (Azotlama) suretiyle sağlanır.

Tekrarlama Soruları

1. Üretim metodlarının ana grupları nelerdir?
2. Hangi üretim metodları bir iş parçasının hammaddesini hazırlar?
3. Hangi üretim metodları kesip ayırma ana grubuna dahildir?
4. Hangi üretim metodları ekleme (birleştirme) ana grubuna dahildir?

2.3 Döküm Yoluyla Biçimlendirme

Döküm esnasında sıvı madde (ergiyik) kalıpların içine dökülür ve orada bir döküm parçası meydana gelecek şekilde katılaşır. Başka üretim metodu vasıtasıyla elde edilmesi ekonomik ve mümkün değilse veya örneğin iyi kayma niteliği gibi döküm iş parçasının özel niteliklerinden yararlanmak gerekiyorsa, ham iş parçaları döküm suretiyle hazırlanır (Şekil 1).

2.3.1 Kalıplar ve Modeller

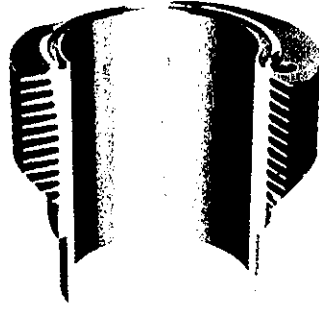
Döküm parçalarının üretimi için gerekli olan kalıplar, bozulan kalıplar ve daimi (sürekli) kalıplar olmak üzere gruplara ayrılır. Ergiyik kendi yerçekimi kuvveti (Ağırlığı) sayesinde, basınç vasıtasıyla veya merkezkaç kuvvetin yardımı ile kalıpların içine ulaşır (Sayfa 52, Tablo 2).

Bozulan kalıplar, genel olarak kuarz kumu ve bir yapıştırıcı madde, karışımının model etrafında preslenmesiyle yapılır. Dökülen parçaların kalıptan çıkarılmaları esnasında, bu kalıplar parçalanır. **Daimi kalıplar** çelikten veya demir-döküm malzemelerden yapılır.

Bozulan kalıpların üretimi için gereklidir. Modeller, üretilmesi icap eden iş parçalarının numunesi olarak ahşaptan, plastik maddeden veya metalden üretilir (sayfa 52, Şekil 1.2). Modelin, içine dökülen metal soğutulma esnasında büzül-düğünden, model ölçülerinin üretimi bitmiş döküm parçasının ölçülerinden daha büyük olması gerekir (Şekil 2). Bu çekme payları (büzülme ölçüleri), döküm malzemesine bağlıdır ve model ölçüsünün üzerine %0,5 ila %2 kadar ilave edilir (Tablo 1).

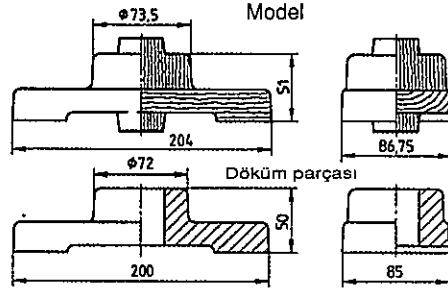
Modeller **daimi modeller** ve **bozulan modeller** olarak bilinirler. Daimi modeller, kalıpların üretilmesi için tekrarlanarak kullanılabilmesine karşılık, bozulan modeller, kalıp içinde kaybolur ve ergiyik metalin dökümü esnasında parçalanır (53. Sayfa).

Döküm parçalarındaki boşluklar maçalar vasıtasıyla oluşturulur. Kum maçaları maça sandıkları halinde üretilir (Sayfa 52, Şekil 1.3). Modellerin üzerinde bulunan maça işaretler vasıtasıyla, kalıbın içinde maça yatakları yapılır ve bunların içine maçalar yerleştirilir (Sayfa 52, Şekil 1.2 ve Şekil 1.7).



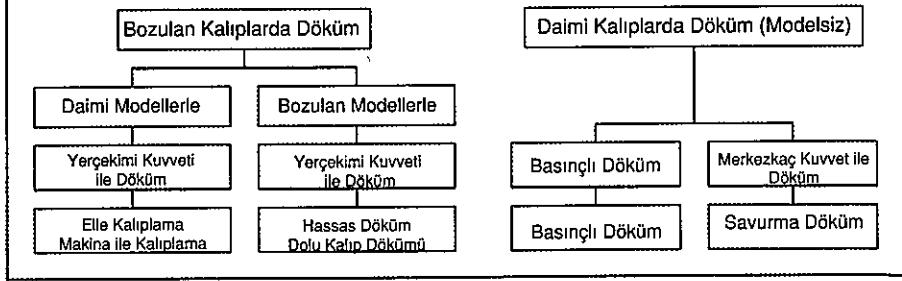
Şekil 1: Bir içten yanmalı motorun silindiri

Döküm malzemesi	Çekme payı %
Dökme demir (GGI)	1,0
Çelik döküm	2,0
Bevaz temper döküm	1,6
Siyah temper döküm	0,5
CuZn-Alaşımları	1,2
Al-ve Mg-Alaşımları	1,2



Şekil 2: Çelik dökümde model ve iş parçası ölçüleri

Tablo 2 : Kalıp ve Döküm Metodu Hakkında Özet



2.3.2 Bozulan Kalıplarda Döküm

Daimi Modellerle Döküm

Daimi modellere el kalıpları veya makina kalıpları vasıtasıyla iç şekil verilir.

İç Şekil Verilmesi ve Döküm Yapılması

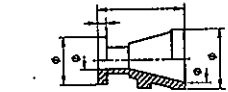
Modeller genel olarak kalıp kasalar içinde şekillendirilir (Şekil 1). Her döküm parçasının şekline ve büyüklüğüne göre iki veya daha fazla parçalı kalıp kasaları kullanılır.

İki parçalı bir modelin iç şeklinin verilmesi esnasında model alt parçası ve alt kasa bir plaka üstüne konular. Ondan sonra alt kasa içine konulan kalıp maddesi tokmaklanmak suretiyle sıkıştırılır (Şekil 1.5). Alt kasanın çevrilmesinden sonra, bunun üstüne üst kasa konular. Kılavuzlama pimleri alt ve üst kasanın konumlandırılmasını sağlar.

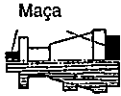
Üst kasanın içine, bu durumda model üst kısmı ile ayrıca besleme ve döküm yolu (ağzı) için modeller konular. Ondan sonra üst kasanın içine doldurulan kalıp maddesi (kumu) sıkıştırılır (Şekil 1.6). Bunu takiben üst kasa alt kasadan kaldırılarak ayrılık ve model parçaları kalıptan çekilir. **Galeri ve yolluk yerlerinin kesilmesinden sonra maça konular.** Kalıp kasaları tekrar birleştirilir. **Kalıp ve maça, sıvı döküm malzemesi vasıtasıyla büyük bir yukarıya çıkma (yüzdürme) kuvvetine maruz kalacağından, üst ve alt kasaların birbiri ile kilitlemesi veya ağırlık vasıtasıyla tespit edilmesi gerekir (Şekil 1.7).**

Kalıbin sıvı metal ile doldurulması, döküm yolu vasıtasıyla sağlanır (Şekil 1.7). Sıvı metal, beraberinde götürdüğü cürufaları ile birlikte döküm kumunun bünyesinde yapılan galeriye akıtılır. Yolluk kesim yerleri, sıvı metali galeriden kalıp boşluğuna iletir.

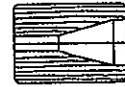
Hava boşaltma yolu vasıtasıyla, kalıbın doldurulması esnasında kalıp içinde kalan hava di-



1.1 Teknik Resim



1.2 Model (iki parçalı)



1.3 Maça kasası (iki parçalı)



1.4 Maça

Kalıp kumu (karışım)

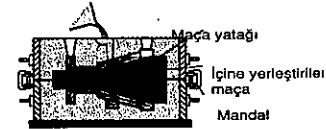


1.5 İçi şekillendirilmiş kalıp alt parçası

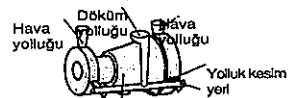
Hava Döküm Hava yolluğu yolluğu yolluğu



1.6 İçi şekillendirilmiş kalıp üst parçası



1.7 Döküm yapılması



1.8 Şekillendirilmiş döküm parçası

Şekil 1: Bir şekil parçasının daimi modelle üretilmesi

şarı atılır. Bu yollukların kesitleri oran itibariyle büyük olduğundan, sıvı metalden katılaştıran madde parçaları kalıba tekrar akabilir. Bu yüzden dikkat edilmezse büzülme boşlukları (gözenekleri) oluşabilir.

Sadece az miktarda ihtiyaç duyulan döküm parçalarında ve büyük döküm parçalarında, döküm kalıpları elle yapılır (**Elle Kalıplama**). Seri olarak üretilen küçük ve orta büyüklükteki döküm parçaları için döküm kalıplarının yapılması, kalıp maddesinin sıkıştırılması ve modelin dışarıya çekilmesi için makineler kullanılır.

(**Makina ile Kalıplama**) Makinalı kalıplar sayesinde üretim zamanı kısaltılır. Ayrıca, dökülen parçalar ölçü hassasiyetine ve daha iyi bir yüzey kalitesine sahip olur.

Bozulan Modellerle Döküm

Bozulan modellerle döküm metoduna, hassas döküm ve dolu (tüm) kalıp dökümü dahildir. Her döküm parçası için ayrı bir model gereklidir. Kalıbın parçalı olmamasından dolayı iş parçalarında çapak olmaz.

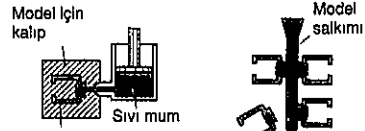
Hassas Döküm (Modelin tamamen erimesi metodu)

Hassas dökümde, örneğin mum veya plastik gibi düşük sıcaklıklarda eriyen bir malzemenin yapılan model üretilir (Şekil 1.1). Çoğu modeller, ağız yoluğu ve kesim yeri yoluğu elemanları ile bir model salkımı meydana getirecek şekilde birleştirilir (Şekil 1.2). Bir seramik bulamaç maddenin içine birçok defa daldırmak suretiyle ve üzerine seramik tozları serpmek suretiyle (Şekiller 1.3...1.5) salkım, daldırmayı izleyen kurutma ile yüksek sıcaklıklara dayanıklı ince bir seramik tabakası ile kaplanır. Bu tabaka, daha sonra döküm kalıbını oluşturur.

Model malzemesi, eritmek suretiyle çıkarılır (Şekil 1.6). Kalıp, döküm için gerekli olan dayanımı kazanması için, yaklaşık olarak 1000°C'lik sıcaklıkta ısıtılır. Bu sırada model malzemesinin geriye kalan artıkları yanar. Böylece elde edilen kalıp, genel olarak henüz sıcak durumda iken döküm yapılır (Şekil 1.7). Kalıbın yüksek sıcaklığı sayesinde, çok ince cidar kalınlıkları olan, büyük yüzeyli ve küçük kesitli, alaşımli çeliklerden yapılmış karmaşık şekilli döküm parçaları da üretilebilir.

Döküm malzemesinin katılaştıktan sonra, seramik kaplama üzerine vurularak dökülen parçalar çıkarılır. Bundan sonra döküm parçaları yolluk sisteminden teker teker kesilip ayrılır (Şekil 1.8).

Hassas döküm suretiyle üretilen döküm parçaları yüksek bir yüzey kalitesine sahiptir ve ölçülerin tamlığı oldukça iyidir.



1.1 Model üretimi

1.2 Montaj



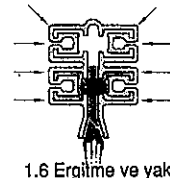
1.3 Daldırma



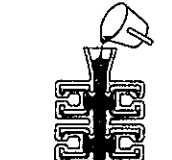
1.4 Seramik tozu serpmek



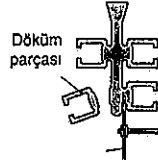
1.5 Fazla sayıda ve seramik tozu serpmek suretiyle kabuk oluşturulması



1.6 Ergitme ve yakma

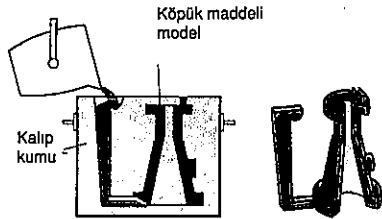


1.7 Döküm



1.8 Kesip ayırma

Şekil 1: Hassas Dökümün Yapılması



Tek kalıplı model Dökülmüş parça

Şekil 2: Dolu (Tüm) Kalıpta Dökme

Dolu (Tüm) Kalıpta Dökme

Dolu (tüm, tek parçalı) kalıpta dökme işleminde, plastik sert köpükten yapılmış olan bir model üretilir ve kalıp maddesi (kum karışımı) ile şekil verilir (Sayfa 53, Şekil 2). Model, şekil verildikten sonra kalıp içinde bırakılır ve yakılır veya döküm esnasında yüksek ısı etkisi ile buharlaşır.

Köpük maddeli modellerin üretim zamanları ve masrafları, ahşap modellere göre daha düşüktür.

Dolu (tüm) kalıp dökümü, özellikle münferit (tek tek) parçaların ve prototipleri üretilmesine elverişlidir.

2.3.3 Daimi Kalıplarda Döküm

Daimi kalıplarda döküm metodu, basınçlı ve santrifüj (savurma) dökümlerini kapsamaktadır.

Basınçlı Döküm

Basınçlı dökümde metal ergiyik, basınç altında ve büyük hızla iki veya çok parçalı bir kalıp içine preslenir.

Yüksek basınç ince sıvı halindeki ergiyik ile bağlantılı olarak kalıbın doldurulmasını gerçekleştirdiğinden, bu metodla, az et (cidar) kalınlığı olan iş parçaları üretilebilir. Kalıbın yüksek masrafından dolayı basınçlı döküm ancak büyük seri imalatta ekonomik olur.

Basınçlı döküm sayesinde, ölçüleri hassas karmaşık şekilli ve yüzeyleri yüksek kalitede olan ince cidarlı iş parçaları üretilebilir.

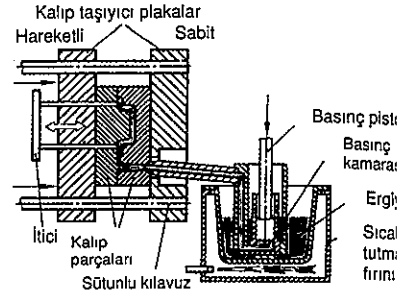
Sıcak Kamaralı Metotta basınç kamerası, eriyiğin içinde bulunur (Şekil 1). Bu metodla, basınç pistonu ve basınç kamerasına yapışmayan malzemeler (örneğin magnezyum ve çinko) dökülür.

Soğuk Kamaralı Metotta (Şekil 2), basınç kamerası eriyiğin dışında yer alır. Bundan dolayı bu metodla, basınç pistonu ve basınç kamerasına sıvanabilen (yapışan) elemanlar malzemeler (örneğin alüminyum ve bakır alaşımları) dökülür.

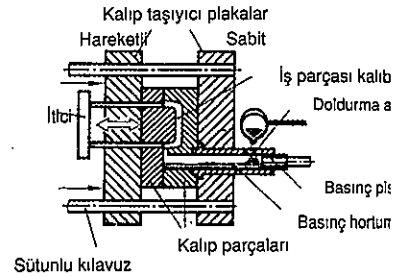
Santrifüj (Savurma, Merkezkaç) Döküm

Santrifüj dökümünde sıvı metal, kendi eksenini etrafında dönen boru şeklindeki bir kokil içine dökülür (Şekil 3). Bu esnada merkezkaç (santrifüj) kuvvet, malzeme bünyesinin sıkışmasını ve bu suretle dayanımın artmasını sağlar. Santrifüj dökümünde maçalar da kullanılabilir (Şekil 3).

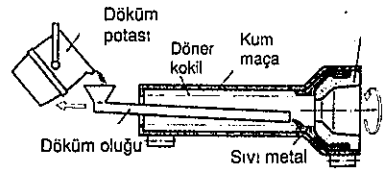
Santrifüj döküm metoduyla, örneğin borular gibi silindirik ve konik iş parçaları kolayca üretilebilir.



Şekil 1: Sıcak Kamaralı-Basınçlı Döküm



Şekil 2: Soğuk Kamaralı-Basınçlı Döküm



Şekil 3: Santrifüj (Savurma) Döküm

Tekrarlama Soruları

1. İş parçaları hangi nedenlerden dolayı döküm metodu ile üretilir?
2. Model ölçüleri üretilmesi gereken iş parçasının ölçülerinden niçin daha büyük olmalıdır?
3. Döküm esnasında maça ne için gereklidir?
4. Hassas döküm metoduyla parçalar nasıl üretilir?
5. Dolu (Tüm) kalıplı döküm metodunun hangi avantajları vardır?
6. Büyük miktarlarda, ince cidarlı iş parçalarının dökülmesi için hangi metod elverişlidir?

2.4 Şekillendirme (Biçimlendirme)

Biçim değiştirmede iş parçası başka bir geometrik şekle dönüştürülür. Doku yapısı sabit kalır. Dayanım iyileştirilir ve ayrıca çok iyi yüzey kalitesi ve düşük toleransı olan şekiller elde edilebilir.

2.4.1 Malzemelerin Yapısı

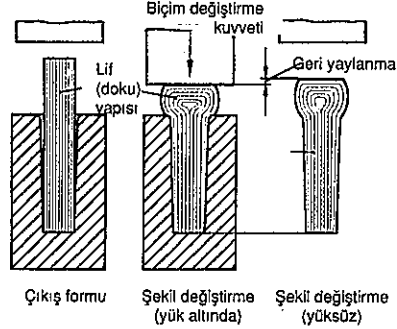
Dış kuvvetlerin etkisiyle bir iş parçasının iç bünyesinde gerilmeler oluşur. Bu şekilde malzemenin şekli değiştirilir. Metal iyonlarının bireysel konumları karşılıklı olarak birbirlerini iter (Sayfa 255).

Kristal kafes çekme zorlamasında, uzunluğu yönünde gerginleşir ve buna çapraz olarak ezilir (yassılaştır). Zorlama az ise, atom dizileri komşu atomların çekme kuvvetleri etkisiyle, yükün kalkması (zorlamanın kalkması) durumunda eski hallerine döner. Doku değişikliği meydana gelmez. Malzeme elastiki olarak şekil değiştirir (Şekil 1). Buna elastiklik denir.

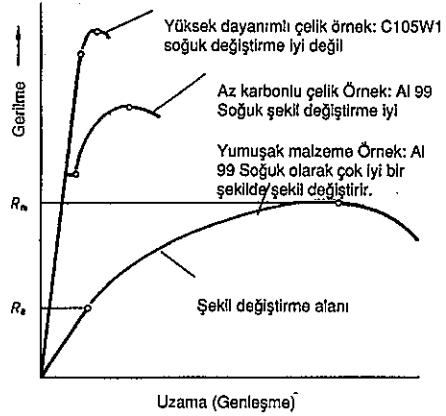
Yüksek zorlamalarda iyonlar birbirlerine karşı o derece kayar ki, çekim kuvveti alanında yeni bir komşu atoma ulaşır. Bu zorlamayla yeni yerlerinde sabit tutulur ve böylece kafes yapı şekli değişir. İş parçası plastiki olarak şekil değiştirmiştir. Bileşim bu sırada kaybolmamaktadır. Sadece iş parçası başka bir şekil almıştır, yani şekil değiştirmiştir.

Şekil değiştirmedeki amaç ise, dış etken kuvvetlerle iş parçasını başka bir şekle sokmaktır. Bu şekilde iş parçaları kalıcı bir şekle girer. Buna plastiklik denir.

Malzemelerin şekil değiştirilebilirlikleri hakkında yapılan açıklama, genişleme grafiğini ortaya çıkarır (Şekil 2). Şekil değişme işlemi üst gerilme sınırı R_e ile akma gerilmesi R_m arasında gerçekleşir. Üst gerilme limiti düşük ve genişleme oranları yüksek olan malzemeler çok şekil değiştirir ve çok az yaylanır.



Şekil 1: Biçim (Şekil) değiştirmede plastik şekillendirme



Şekil 2: Şekil değiştirme alanı

Aliminyum ve Bakır çok düşük gerilmelerde bile fazla genleşebildiğinden, çok iyi şekil değiştirebilir. Yumuşak çelikler de yüksek gerilmelerde iyi şekil değiştirebilirler. Yüksek dayanımlı çelikler biçim değiştirmek için uygun değildir (Sayfa 55, Şekil 2), örnek C 105 W 1.

Sıcak ve Soğuk Şekillendirme

Şekillendirmede malzemenin dokusu da şekil değiştirir. Şekil değiştirmiş iş parçası ısıtıldığında, her bir iş parçası karakteristik sıcaklığında yeniden doku oluşması ortaya çıkar (Tekrar kristalleşme). Bu sıcaklığa, **tekrar kristalleşme sıcaklığı** adı verilir.

Şekil değiştirme tekrar kristalleşme sıcaklığının üstünde oluyorsa, dokunun yeni oluşumu ile iş parçasındaki gerilim düşer. Bu sıcaklık alanında, iş parçası çatlamaksızın veya kırılmaksızın çok güçlü (dayanıklı) şekil değiştirmeler yapılabilir.

Tekrar kristalleşme sıcaklığının altında gerçekleşen şekil değiştirmelerde ise, yeniden taneler oluşturulmaksızın, doku kuvvetli bir şekilde deformasyona uğrar. Burdaki şekil değiştirme ise çok azdır.

Sıcak şekillendirme dövme sıcaklığı alanında gerçekleşir (Sayfa 62). Sıcaklığın yükselmesiyle iş parçasının dayanımı düşer ve genleşmesi artar. Bu şekilde şekil değiştirme kuvvetleri küçülür ve biçim değiştirebilirlik artar.

Soğuk olarak şekil değiştirmede doku değişikliği ile dayanım artar ve genleşme azalır (Soğuk sertleşme).

Sıcak ve Soğuk Şekillendirmenin Karşılaştırılması

Sıcak Şekillendirme

- Çalışma sıcaklığı, tekrar kristalleşme sıcaklığının üstündedir
- İş parçasında büyük şekillendirilebilirlik özelliği
- Çok düşük şekillendirme kuvvetleri
- Şekillenen iş parçasında çok düşük dayanım ve genleşme değişikliği

Soğuk Şekillendirme

- Çalışma sıcaklığı, tekrar kristalleşme sıcaklığının altındadır
- Çok sıkı ölçü toleransları
- Yüzeyde kabuklanma yok
- Dayanım artar, genleşme düşer (Soğuk genleşme)

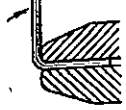
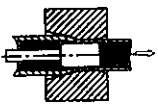
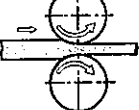
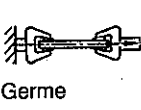

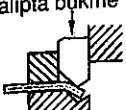
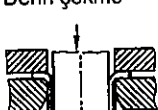
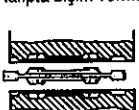
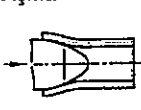


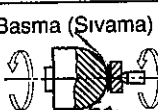

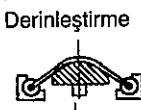
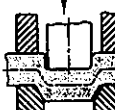
2.4.2 Şekillendirme Metodlarına Genel Bakış

İş parçası üzerine etki eden dış kuvvetlere göre; bükerek şekillendirme, çekerek-basarak şekillendirme, basınçla şekillendirme, çekerek ve iterek şekillendirme metodları vardır (Sayfa 57, Tablo 1).

Tekrarlama Soruları

- 1 Şekil değiştirme sırasında malzemelerin yapısı nasıl değişir?
- 2 Sıcak ve soğuk biçimlendirmede hangi farklılıklar vardır?

Tablo 1: Biçim Değişirme Metodları ve Örnekler

Bükerek şekillendirme	Çekme, basma yüzüyle şekillendirme	Basıyla şekillendirme	Çekerek şekillendirme	İterek şekillendirme
Serbest bükme  Serbest şekilde sac eğme	Çekme  Kaygan çekme	Haddeleme  Düz merdaneyle	Uzatma  Germe	Döndürme 
Kalıpta bükme  Kalıpta sac bükme	Derin çekme  Malafa ile derin çekme	Kalıpta biçim verme  Kalıpta dövme	Açma  Nokta ile açma	Burma 
Yuvarlak Bükme  Menteşe Bükme	Basma (Sıvama)  Yuvarlak kalıp üzerine malzeme sıvama	Bastrma  Markalamak	Derinleştirme  Çekme	İtme  Eksantrikleştirme

2.4.3 Bükerek Şekillendirme

Bükerek şekillendirmede iş parçası eğme kuvvetleri vasıtasıyla plastik olarak şeklini değiştirir. Bu metod, sacları, boruları, profilleri, telleri ve çubuk malzemeleri şekillendirmek için uygulanır.

Bükme Olayı Esnasında Malzemenin Durumu

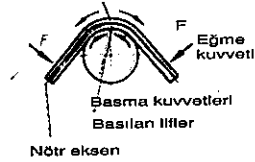
Nötr (Tarafsız) eksen: Bükme işlemi esnasında iş parçasının dış dış yüzey lifleri uzar; buna karşılık iç yüzey lifleri kısalır (Şekil 1). İkisinin arasında bulunan bir lif, gerilmemiş durumda kalır ve boyu eğme işlemi esnasında değişmez. Bu lif nötr eksen adını alır. **Nötr eksen** eğme yarı çapı daha büyük olduğunda iş parçasının yaklaşık ortasında, keskin bir eğme işleminde daha çok kendi iç tarafına yakın yerde bulunur. Bundan dolayı eğme parçasının tam boyları, daha büyük bükme yarıçaplarında nötr liflerin boyundan hesaplanabilir (Açık boru, büyük halka).

Örnek: Eğilen yuvarlak çeliğin uzayan boyu (Şekil 2).
Çözüm: $L = l_1 + l_2 + l_3$

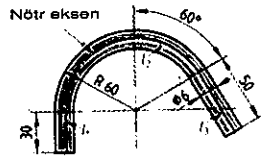
$$l_2 = \frac{d \cdot a}{360^\circ} = \frac{114 \text{ mm} \cdot 150^\circ}{360^\circ} = 149,23 \text{ mm}$$

$$L = 30 \text{ mm} + 149,23 \text{ mm} + 50 \text{ mm} = 229,23 \text{ mm}$$

Çekme kuvvetleri (Uzatılan lifler)



Şekil 1: Nötr (Tarafsız) eksen



Şekil 2 : Tam boy (uzatılmış uzunluk)

Gerilme yaylanma



Şekil 3: Eğme esnasında hadde yönü ve geri yaylanma

Eğme takımlarında eğilen parçaların tam boyları, özel formüllerle hesaplanırlar.

Haddeleme Yönü, Sacların eğilmesi esnasında iş parçasının haddeleme yönüne dikkat edilmesi gerekir (Sayfa 57, Şekil 3).

Haddeleme esnasında malzeme bünyesi haddeleme yönünde bir akma gösterir. Bu suretle "lif'e benzer" bir yapı meydana gelir. Haddeleme yönündeki yükler malzeme tarafından daha iyi taşınabilir. Buna karşılık lifler dik olarak gelen yükleme esnasında sac yırtılabilir. Yani lif yönündeki dayanım daha büyüktür.

Geriye Yaylanma, Eğmeden sonra, her malzemede, bükme yarıçapına ve haddeleme yönüne göre bir geriye yaylanma meydana gelir (Sayfa 57, Şekil 3).

Eğme esnasında malzeme akma sınırının üzerine kadar zorlanmaya mecbur kalırsa, kalıcı bir deformasyon meydana gelir. Eğmeden sonra elastik deformasyonun büyüklüğüne göre malzeme geriye yaylanır. Bu geriye yaylanma, yüksek akma limit olan sert malzemelerde ve büyük eğme yarı çapında en yüksek derecede olur. Bundan dolayı arzu edilen eğme açısına erişmek için, iş parçasının daha fazla eğilmiş olması gerekir.

Kesit Değişimi, kalın profillerin veya boruların eğilmesi esnasında, dış liflerin uzaması ve iç liflerin şişmesi suretiyle oluşur (Şekil 1).

Profillerin eğme donanımları içinde eğilmesi veya basınç tarafının boşa alınması suretiyle, kesit değişiminden geniş ölçüde kaçınılabılır. Borular eğilmeden evvel kuru kum ile doldurulur veya borunun içine spiral yay sokulur. Böylece, kesit değişimine ve mümkün olduğunca yanlarda dirsek oluşmasına engel olunur.

Eğme yarıçapı: Eğme olayından sonra, eğilen kısmın iç tarafında bulunan yarıçap, eğme yarıçapı olarak ifade edilir. Eğme bölgesinde çatlak oluşumunu ve kesit değişimini engellemek için, en az eğme yarıçapının altına inilmemelidir (Tablo 1).

En az eğme yarıçapı, malzemenin genişlemesine, saclarda sacın kalınlığına, borularda boru çapına bağlıdır.

Serbest eğme, donanımlar veya makinalar kullanılmadan iş parçalarının her türlü eğilmesi anlaşılır.

Kalıpta eğme esnasında iş parçası eğme kalıbı vasıtasıyla, eğme kalıbındaki sınıra kadar eğilir (Sayfa 59, Şekil 1). Bu esnada, birçok üst üste konulan iş kademeleri halinde uzun ağır sac profiller de üretilir.

Yuvarlak bükmede, kesilmiş parça örneğin bir tespit çenesi vasıtasıyla bükme kalıbının içine bastırılır (Sayfa 59, Şekil 2). Kalıp, arzu edilen yuvarlak parçayı, (örneğin bir menteşe) meydana getirecek şekilde biçimlendirilmiştir. Kalıbın kavisli kısmında iyi yuvarlanmanın sağlanması için, iş parçasının önceden bir miktar bükülmesi genel olarak uygun olur.

Bükme makinası ile bağlama çeneleri arasında sıkıştırılan iş parçası, bir dayama parçası ile eğilir (Sayfa 59, Şekil 3).



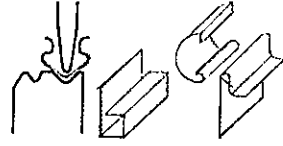
Kesit şeklin değişmesi



Şekil 1: Kesit değişim

Malzeme	Sac	Boru
Çelik	1xSac kalınlığı	1,5x Boru Ø
Bakır	1,5 xSac kalınlığı	1,5x Boru Ø
Alüminyum	2xSac kalınlığı	2,5x Boru Ø
CuZn Alaşımı	2,5xSac kalınlığı	2x Boru Ø

Eğme donanımlarında eğme açısı ve eğme yarı çapı değiştirebilecek şekilde, üst ve alt dayamalar ayar edilebilir veya değiştirilebilir durumdadır. Yatırmalı eğme suretiyle kalıpta eğmede olduğu gibi benzer profiller yapılabilir.



Şekil 1: Kalıpta eğme tezgahında iş örneği

2.4.4 Basınçlı Çekme ile Şekillendirme

Çekme baskısı ile şekillendirmede, iş parçası aynı anda çekme ve basma kuvvetleri sayesinde şekillendirilir. En önemli metodlar, derin çekme, çekme ve basma metodlarıdır.

2.4.4.1 Derin Çekme

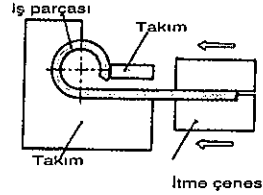
Derin çekme metodunda, daha önce kesilmiş olan bir sac parçası, sac kalınlığında tasarlanan değişiklik yapılmadan bir veya çok kademeli çekme işlemleri halinde çukur bir gövde oluşturulur, örneğin bir kutu haline gelecek şekilde şekillendirilir (Şekil 4).

Kalıplama kuvvetinin etkisi altında iş parçası plastik olarak şekil değiştirir ve çekme kenarları çekme yönünde akar. Bu esnada malzemede, çekme yönünde uzayan ve buna dik yönde çoğalan basınç kuvvetleri meydana gelir.

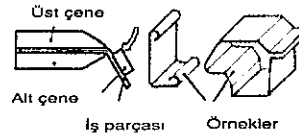
Derin çekme işlemi esnasında uygun yağlama maddeleri kullanmak suretiyle sac ve kalıp arasındaki sürtünme azaltılır, çekme kenarlarındaki aşınma düşürülür ve malzemenin zorlanması azaltılır.

Çekme İşlemi: Kesilen parça, çekme matrisi üzerine tespit edilmiş olan bir klavuz parçasının içine yerleştirilir (Şekil 4). Baskı plakası, kesilmiş parçayı çekme matrisinin üstüne bastırır ve çekme işlemi esnasında kıvrımlar (katalamalar) meydana gelmesini önler. Aşağıya giden çekme kalıbı parçası (erkek) iş parçasını çekme kenarının yuvarlak kısmı üzerinden çekme matrisinin içine alır (Şekil 5).

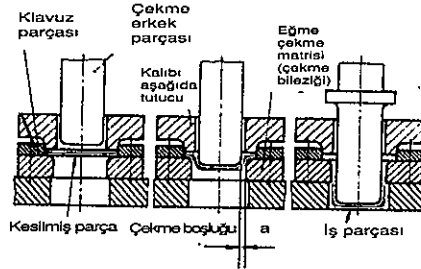
Çekme Aralığı. Doğru çekme aralığı a , çekilecek parçanın et (cidar) kalınlığının arzu edilmeyen şekilde çekilmesine engel olur (Şekil 4). Bu aralık sac kalınlığından biraz büyük seçilir. Aksi halde malzeme, çok dar kesme aralığında yırtılır. Çekme aralığı çok büyük olduğu zaman iş parçasının zarf kısmında kıvrımlar meydana gelir.



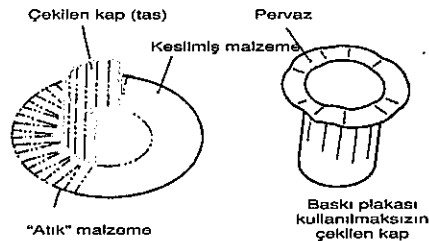
Şekil 2: Yuvarlak bükme



Şekil 3: Bükme makinasında eğme



Şekil 4: Derin çekme



Şekil 5: Derin çekme esnasında malzeme yapısı

Çekme aralığının ölçüsü, her şeyden önce çekilmesi gerekli olan malzemeye göre belirlenir (Tablo 1).

Çekme oranı, bir sacın derin çekme esnasında biçim (form) değişikliğini ifade eder. Bu, kesilmiş sacın çapı D'nin erkek kalıp parçasının çapı - d_1 'e oranıdır. Sıralı çekme işlemlerinde erkek kalıp parçasının çapı d_1 'in d_2 'ye oranıdır vb. (Şekil 1).

Müsade edilen en büyük çekme oranı şunlara bağlıdır:

- Aşağıda tutan kuvvetin büyüklüğüne
- Yağlama maddesinin cinsine
- Çekme kenar yuvarlaklığına, erkek kalıp parçasının kenar yuvarlaklığına ve çekme aralığı açıklığına

Çekme Kademeleri: İş parçalarında yüksekliğin çapa oranı çok büyük olduğu hallerde, çekme birden çok kademeler halinde tatbik edilir (Şekil 1). İlk çekme işleminden sonra, çekme parçasının çapı çekilmeye başlamadan önceki sacın %60'ına kadar küçülebilir. Sıralı çekme suretiyle çap her seferinde yaklaşık olarak %20 ilâ %30 azaltılabilir.

Çekme Hataları: İmalatı bitmiş olan iş parçasındaki hatalar, çekme takımı, işleme şekli veya çekilmesi gerekli olan malzemeden kaynaklanabilir (Tablo 2).

Hatalar	Muhtemel Sebepleri
Malzeme zeminde yırtılıyor	Çekme aralığı çok dar, aşağıda tutarı kuvvet çok büyük, çekme matrisindeki ve erkek kalıp parçasındaki yuvarlaklıklar çok küçük, çekme hızı çok yüksek, çekme kademesi çok büyük
Yan cıdının üst kenarındaki dik kıvrımlar	Çekme aralığı çok geniş, aşağıda tutan kuvvet çok küçük, çekme matrisindeki yuvarlaklıklar çok büyük
Hatalı çekme parçaları	Simetrik olmayan sacın kullanılması, yanlış yağlama maddesi, uygun olmayan saclar

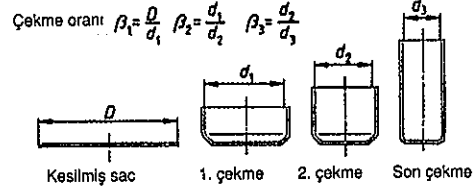
Çekme Malzemeleri: Malzemelerin çatlamaksızın, büyük şekil değişikliklerine müsaade etmesi mecburiyeti vardır (Tablo 3).

Çekme malzemesi	Çekme dayanımı N/mm ² cinsinden	Erişilebilen Çekme Oranı			Tavlama sıcaklığı °C cinsinden
		İlk çekme	1. Sürüklü çekme Var	Yok Ara Tavlama	
USİ 1203 NNBk 1404, RRSİ 1405	270...410 270...350	1,8 2,0	1,2 1,3	1,6 1,7	700
X 15 CrNiSi 2520	590...740	2,0	1,2	1,8	
CuZn 28 yumuşak CuZn 27 yumuşak	260...300 280...340	2,1 2,0	1,3 1,3	1,8 1,7	680
Cu 95,5 yumuşak	200	1,9	1,4	1,8	
Al 99,5 yumuşak AlMg 1 yumuşak	70 140	1,95 2,05	1,4 1,4	1,8 1,9	350

Tablo 1: Çekme aralığı ölçüsü - a

Malzeme	Çekme aralığı ölçüsü - a
Çelik saclar	Sac kalınlığı 1,12 den 1,3' e kadar
CuZn-Alaşımları	Sac kalınlığı 1,08 den 1,2' ye kadar
Aluminyum saclar	Sac kalınlığı 1,04 den 1,1' e kadar

$$\text{Çekme oranı} \quad \beta_1 = \frac{D}{d_1} \quad \beta_2 = \frac{d_1}{d_2} \quad \beta_3 = \frac{d_2}{d_3}$$



Şekil 1: Çekme kademeleri ve çekme oranı β

2.4.4.2 Sacların Hidrolik Sistemle Şekillendirilmesi:

Hidrolik metotla şekillendirme, hidroform metot ve hidromekanik metot olarak gruplara ayrılır.

Hidroform Metot: Bu metotta çekme kalıbının dışı (alıcı) parçasının içinde rol oynayan madde olarak Lastik diyaframın üzerinde su bulunur (Şekil 1). İş parçası, çekme kalıbının erkek parçasının yukarıya doğru hareket etmesi esnasında şekillenir ve erkek parçasının kalıbına dayanır. Su basıncı, kalıbın erkek zımbasının cidarında buruşma meydana gelmesine engel olur.

Hidromekanik Metot

Bu metotta diyaframsız çalışılır. Sac malzeme, aşağıya doğru hareket eden çekme kalıbının erkek parçası vasıtasıyla basılır ve o anda kalıbın erkek parçasının şeklini alır (Şekil 2).

Hidrolik metotla şekillendirme ile örneğin filtre muhafaza gövdesi, ev cihazlarının muhafaza gövdesi, far ve soğutucu kaplar gibi ince cidarlı oyuklu gövdeler imal edilebilir.

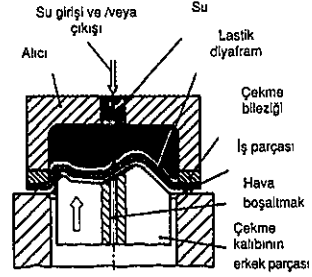
Avantajları şunlardır:

- Yüksek üretim oranı
- İyi yüzey yapısı
- Az iskarta
- Uygun çekme oranı (β 2.6'ya kadar)
- İyi ayarlanabilirlik
- Basit takım değişimi

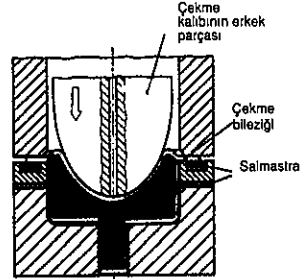
2.4.4.3 Sürekli Çekme

Sürekli çekme (kaydırarak çekme), kendi içinde daralan bir çekme-basma esaslı bir şekillendirme metodudur. Bu metotta teller ve yassı profiller dolu malzemeler ve borular gibi oyuklu malzemeler imal edilebilir (Şekil 3).

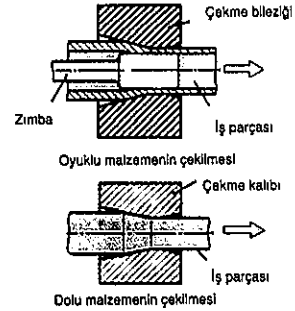
Profil çekme işlemi, kaytan (kolon) şeklinde preslenen veya haddeden geçirilen metal profillerin son tamamlama çalışmaları için talaşsız bir imalat metodudur. Bu metotla yüzey kalitesinin iyileştirilmesi ve ölçü hassasiyeti elde edilir. Büyük kesit değişiklikleri gerekli olduğunda, çekme işleminin bir çok çekme kademelerine bölünmesi mecburiyeti doğar.



Şekil 1: Hidroform metot



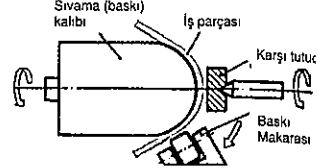
Şekil 2: Hidromekanik metot



Şekil 3: Kaydırarak çekme

2.4.4.4 Sıvama:

Sıvama metodunda, daha önce kesilmiş olan bir sac malzemesi bir sıvama kalıbının üzerine bastırılır; bu esnada iş parçası ve sıvama kalıbı döner. Sac malzeme, bir buruşma meydana gelmesinden sakınmak için, bir karşı tutucu parça ile sırt tarafından desteklenir (Şekil 1).



Şekil 1: Sıvama

Ağır sıvama tezgahlarında 18 mm'ye kadar çelik saclar, 20 mm'ye kadar bakır saclar ve 25 mm'ye kadar alüminyum saclar şekillendirilebilirler. Bunun için, hidrolik olarak hareket eden ve üzerine bastırılan, özel olarak biçim verilmiş sıvama (bastırma) makaraları kullanılır.

Uygulama Örnekleri: Otomobil jantları, tencere dipleri ve abajurlar.

Tekrarlama Soruları

1. Eğmede doğal elyaflardan ne anlaşılır?
2. Bükme metodları nelerdir?
3. Çekerek basma suretiyle şekillendirmenin hangi metodları vardır?
4. Derin çekme metodunda çekme aralığının görevi nedir?
5. Çekme oranı ne ifade eder?
6. Meydana gelebilecek çekme hataları nelerdir?

2.4.5 Basınçla Şekillendirme

Şekillendirme metodunda, iş parçası kuvvetleri (basınç) vasıtasıyla plastik olarak şekillendirilir. Şekillendirme için haddeler, serbest ve dövme kalıpları, münferit baskı takımları ve basma kalıpları gereklidir.

2.4.5.1 Haddeleme

Çubuk ve profil malzemeler, teller, saclar ve borular, iki veya daha fazla dönen haddelerin (merdanelerin) arasından geçirilerek imal edilir (Bak. Sayfa 263).

2.4.5.2 Serbest ve Kalıpta Şekillendirme (dövme)

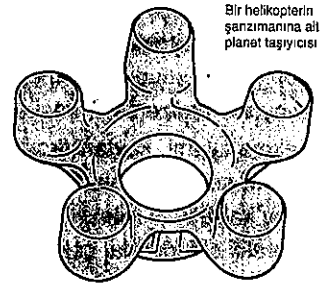
Dövme metodunda, iş parçalarına genel olarak tavllanmış durumda iken, dövme veya basmak suretiyle şekil verilebilir. Bu metodta malzeme ezilir, çekilir ve bu suretle bünyesi değişir. Buna karşılık dövme parçalarda, tamamı işlenen iş parçalarında lif hatları kesilmez. Dövme parçasında zorlanan lif akışı (Bak. Sayfa 331) yapı parçasına yüksek bir yüklenabilirlik kabiliyeti sağlar.

İş parçası şekli bu metotta, serbest şekillendirme (Şekil 2) veya kalıpta şekillendirme (Şekil 3) ile meydana gelir.

Serbest şekillendirme ile iri yapıları iş parçaları imal edilir. Serbest şekillendirme, münferit parçaların imalatında ve kalıpta dövülecek parçalara ön şeklinin verilmesinde uygulanır.



Şekil 2: Serbest şekillendirme suretiyle imal edilen iş parçası



Şekil 3 : Kalıpta dövme suretiyle imal edilen iş parçası

Bu metotta daha küçük iş parçaları, çekiçle örs üzerinde dövmek suretiyle imal edilir. Daha büyük iş parçaları için genel olarak basınçlı hava ile işletilen makinalı çekiç veya hidrolik presler kullanılır (Bak. Sayfa 66).

Malzemenin serbest şekillendirilme metoduyla üretilmesinde serbest olarak akabilmesine karşılık, kalıpta dövme metoduyla şekillendirmede malzemenin tamamı veya önemli bir kısmı bir kalıp vasıtasıyla kuşatılır (Şekil 1). Kalıplar, iç kısmı işlenerek boşaltılmış ve şekli tamamlanmış iş parçasının şeklinde olan ısıya dayanıklı çelikten, yapılmıştır. Oyuk şekli (Gravür) genel olarak tamamlanmış iş parçasının etrafını çeviren ince çapak halinde fazla gelen malzeme için bir emniyet boşluğunu ihtiva eder. Bu çapak daha sonraki bir işlemede kesici veya aşındırıcı takımlarla alınır.

Dövülmüş taslak parça yaklaşık olarak, tamamlanmış iş parçasının ölçülerine sahiptir. Ham dövme parçasının tamamlanmış iş parçası haline getirilmek üzere şekillendirilmesi istendiği zaman, iki veya daha fazla işlem gerekir.

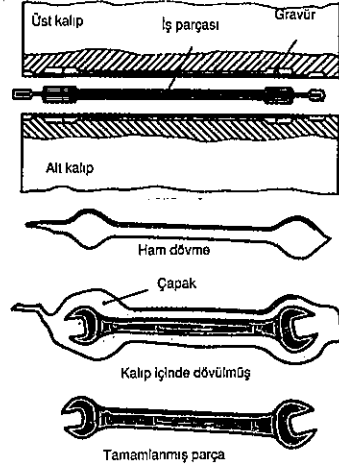
Kalıplar aşınma bakımından aşırı ölçüde zorlanırlar ve yaklaşık olarak 10.000 ilâ 100.000 adet iş parçasından sonra ürün kalitesini düşürmemek için yenilenmeleri gereklidir.

Kalıpta dövme suretiyle küçük iş parçalarında IT¹) 6 mertebesine kadar, diğerlerinde IT 8 ilâ IT 9 mertebesine kadar hassasiyete erişilebilir.

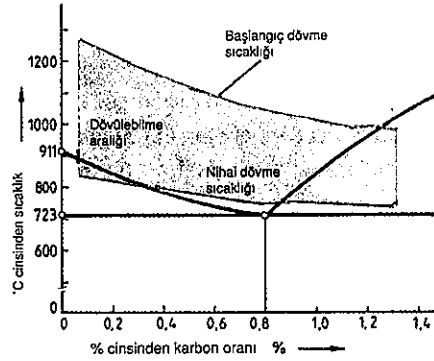
Malzeme Dövülebilirliği

Dövülebil en önemli metaller çelik, alüminyum ve bakır alaşımlarıdır. Dövülebilirlik malzemenin terkinine, çeliklerde ise özellikle karbon oranına bağlıdır. Artan karbon oranı ve yüksek alaşım payları ile genleşebilirlik v.b. durumlarda çeliklerin dövülebilirliği azalır. Alaşimsız çeliklerde karbon oranı ne kadar az olursa, dövmeye başlama sıcaklığı o kadar yüksek olur (Şekil 2). Malzemenin en düşük dövme sıcaklığının altında dövülmesine izin verilmez. Çünkü, dövmeye devam edilirse iş parçası yüzeyinde çatlaklar oluşur. Bu ise malzemenin şekillendirilebilirliğini önemli ölçüde düşüren bir sebeptir.

1) Dövme toleransı



Şekil 1 : İş parçası ile dövme kalıbı

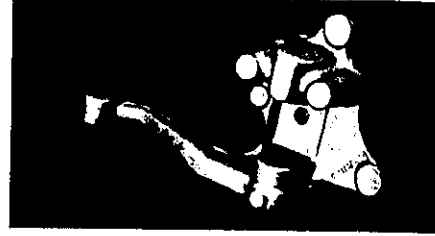


Şekil 2: Alaşimsız çeliklerin dövülebilirlik aralığı

Talaşlı İmalat Metoduna Göre, Kalıpta Şekillendirmenin Avantajları:

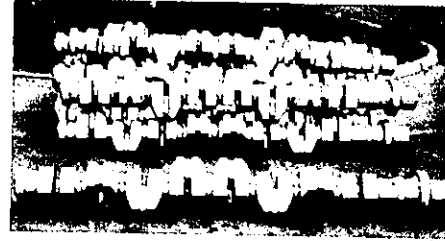
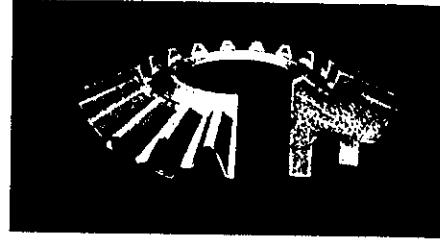
- Daha az malzeme kaybı
- İmalat sürelerinin kısalığı
- İş parçalarının yüklenebilirliğinin artması
- Daha zor şekilli iş parçalarının imalatının mümkün olması
- Kalıplama sonrası talaş kaldırmaya çok nadir olarak gerek duyulması

Hemen hemen sınırsız malzeme seçimi ve muhtelif tarzdaki ısıtma işlem metodları, dövme parçalarının kullanma maksadına hedeflendiği şekilde uyumuna izin verirler. Dövme parçaları sayesinde, bir taraftan en yüksek zorlanmaların arttığı yapı parçaları, diğer taraftanda rasyonel bir imalat bakımından tercih edilen, daha az yüklenabilen iş parçaları imal edilir.



Kalıpta Dövme İşlerine Ait Örnekler

Kalıpta dövme metodunun avantajları ve çok yönlü kullanım alanları Şekil 1'de gösterilmektedir. Herşeyden önce, civata anahtarları, şanzıman milleri, krank milleri, taşıtlar için dingil başı, biyel kolları, tekerlek por-yaları veya eksantirik milleri gibi büyük miktarlarda gerekli olan iş parçaları bu metodla imal edilir. Hatta 100 adet'lik serbest miktarlarda dahi şekillendirilme imkanları ve uygun mukavemet nitelikleri sayesinde, kalıpta dövme parçaları ekonomik olabilir.



Şekil 1 : Kalıpta dövme işlerine ait örnekler

Tekrarlama Soruları

1. Kalıpta dövülen iş parçalarının iyi mukavemet nitelikleri nasıl meydana gelmektedir?
2. Kalıpta şekillendirme hangi avantajlara sahiptir?
3. Serbest şekillendirmenin, kalıpta şekillendirmeye göre farkı nedir?
4. Neden en düşük dövme sıcaklığının altındaki sıcaklıklarda dövme işleminin yapılmasına izin verilmez?

2.4.5.3 Basma

Münferit takımla basma metodu, bir basınçlı şekillendirme metodudur, dolayısıyla takım sadece iş parçası yüzeyinin içine baskı yapılan bir yerden nüfuz eder (Şekil 1).

Münferit takımla basma metodu, ezerek vida dişi açma veya tırtıl açma gibi döner hareketli metod ve nokta veya çizecek gibi doğrusal hareketli metod olarak gruplara ayrılır.

2.4.5.4 Kalıpla sürekli basma

Kalıpla basma işleminde bir iş parçası bir erkek kalıp zımbasının yardımı ile dişi kalıba (matris) basılır. Malzeme o esnada plastik olarak şekil değiştirir ve iş parçasının kesiti daralır.

Sürekli (kontinü) Presleme

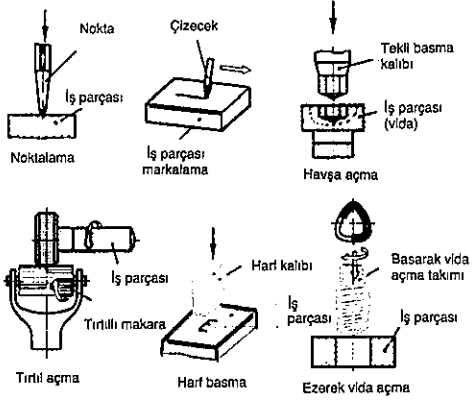
Sürekli preslemede, erkek kalıp parçası (zımbası) ve matris aracılığıyla malzemeyi tamamlanmış, dolu veya oyuklu kesiti olan bir malzeme haline getirmek üzere preseleme işlemi yapılır (Şekil 2).

Akışlı Presleme

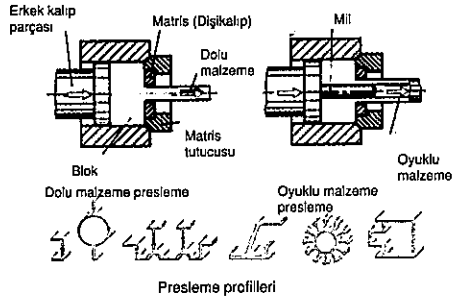
Akışlı preslemede, bir erkek kalıp parçasının (zımbasının) ve bir matrisin yardımıyla platina malzemeden bir işlemede dolu veya oyuklu profiller imal edilir. Malzeme bu metotla soğuk durumda iken erkek kalıp parçası (zımba) ile matris (dişi kalıp parçası) arasındaki aralıktan basılarak itilir, bu sebeple malzemenin akma sınırı aşılır (Şekil 3). Tüplerde ve benzer iş parçalarındaki vida dişi ağızlar aynı zamanda, pres kovanının zemininde birlikte preslenir.

Malzemenin akış yönüne göre, geriye akışlı ve ileriye akışlı presleme ve ayrıca ileriye - geriye akışlı presleme olmak üzere gruplara ayrılır.

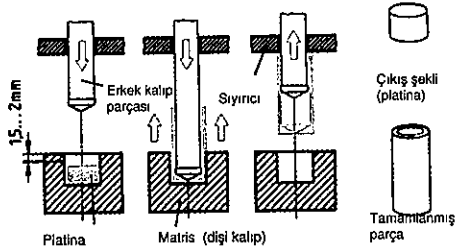
Akışlı presleme suretiyle imal edilen oyuklu malzemelerin boyu, silindirik iş parçalarında ve büyük gelişmeli malzemelerde iş parçası çapının 6 katına kadar çıkabilir. 0.1 mm ila 1.5 mm'lik cidar kalınlıkları olan iş parçası preslenir ve bu esnada çalışma hareketi 250 mm'ye kadar çıkan yüksekliklere erişilir (Şekil 4).



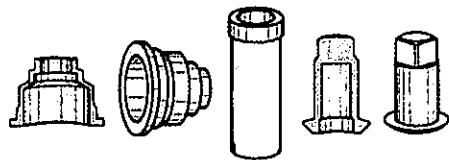
Şekil 1: Basma metodları



Şekil 2 : Sürekli presleme



Şekil 3 : Geri akışlı presleme



Şekil 4 : Akışlı olarak preslenmiş iş parçaları

Akışlı presleme metodu için uygun olan malzemeler şunlardır:

Kurşun, kalay, bakır, alüminyum, alüminyum alaşımları, yumuşak Cu- Zn (Bakı Çinko) alaşımları ve az miktarda karbon ihtiva eden ve büyük genleşmeli çelik,

Örneğin : C_q 10.

Tekrarlama Soruları

1. Münferit takımla basma metodundan ne anlaşılır?
2. Tüplerin imalatı hangi metoda göre yapılır?
3. Akışlı presleme için hangi malzemeler uygundur?

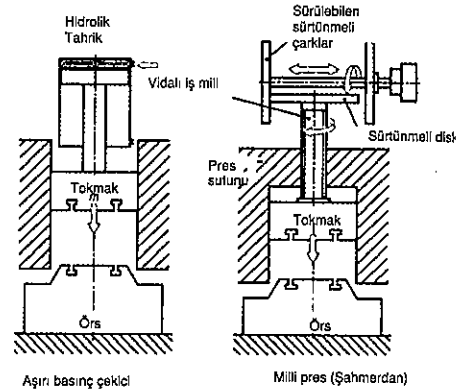
2.4.6 Şekillendirme Makinaları

İş parçalarının şekillendirilmesi için bir enerjiye ihtiyaç vardır. Enerjiden takın üzerinden iş parçasına dönüşen mekanik iş elde edilir. Bu iş şekillendirme makinalar tarafından tatbik edilir.

Makinalı Çekiçler

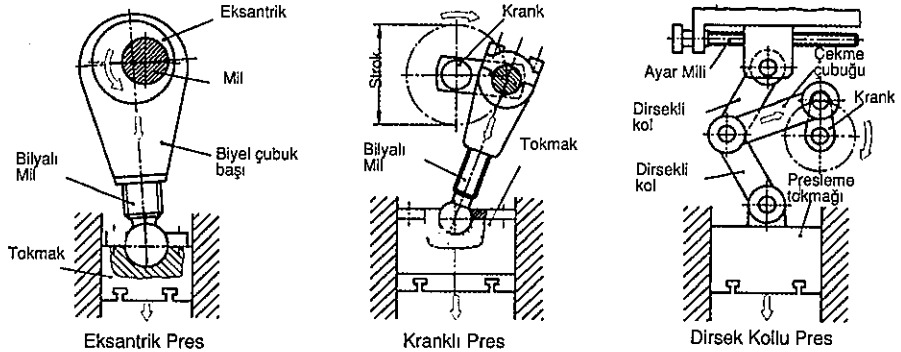
Hareketsiz duran bir düşme ağırlığının örneğin tokmağın (şahmerdan çekiçinin) potansiyel enerjisini kinetik enerjiye dönüştürür ve böylece şekillendirme işlemi yapılabilir (Şekil 1).

Örneğin düşmeli çekiç (şahmerdan), üst basınçlı çekiç ve millî pres gibi makinalı çekiçler, her bir dakikada 240 vurma sayısı ve 1000 kN.'lik vurma işi yapabilecek şekilde imal edilmelidirler. Bunlar esas itibarıyla ağır iş parçalarının şeklinin değiştirilmesinde, soğuk ve sıcak presleme parçalarının imalatında kullanılır.



Şekil 1: Makinalı Çekiçler

Mekanik Presler, itici kolun tahrik tarzı sayesinde tanınmışlardır (Şekil 2). Makinalı çekiçlerin tersine, burada tahrik ve sıtasıyla belirli bir kursa (stroka) bağımlı olan itici kol yol alır ve iş parçasını kalıp içinde şekillendirir.



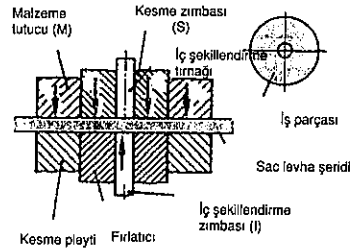
Şekil 2 : Mekanik presler

Eksantrik Presler, kesme, desen basma, bükerek şekil verme gibi hafif ve orta ağırlıktaki presleme işlerinde kullanılır. Dönebilen bilyalı mil, kurs yüksekliğinin hassas ayarının yapılmasına yardımcı olur.

Kranklı Presler, derin çekme ve akışlı presleme gibi ağır presleme işlerinde kullanılır. Bu presler 1000 kN'dan itibaren daha yüksek şekillendirme kuvvetlerine ve yaklaşık 1200 devir/dakikalık kurs (strok) sayılarına sahiptir (Hızlı makina).

Dirsek Kollu Pres, son noktada çok yüksek presleme kuvvetlerine sahiptir. Bu presler esas itibarıyla akışlı preslemeler için ve ince kesim ve düz desen basma işlerinde kullanılır.

Hidrolik Presler, tokmak yolu boyunca sabit bir kuvvetle etki ederler veya iş akışının durumuna göre kademesiz olarak ayar edilebilirler. Hidrolik preslerde hidrolik silindirin pistonu doğrudan doğruya presleme tokmağına bağlanmıştır. Bu nedenle pres tezgahının gövdesine (kaidesine) montajı, yerleşim olarak basittir ve malzemeyi baskı altında tutma, çekme, kesme veya tezgahın dışarı çıkarma gibi zor kesme ve şekillendirme çalışmaları için, birçok hidrolik tahrik üniteleri yerleştirilebilir (Şekil 1).



Şekil 1: Üç kat etkili hidrolik presler

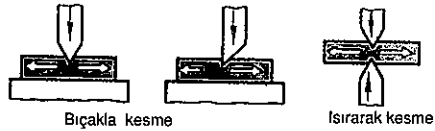
2.5 Parçalara Ayırma (Kesme)

Parçalara ayırma, ayırmanın bir alt grubudur. Parçalara ayırmanın en önemli metodları, bıçakla kesme, ısırarak kesme ve makasla kesmedir.

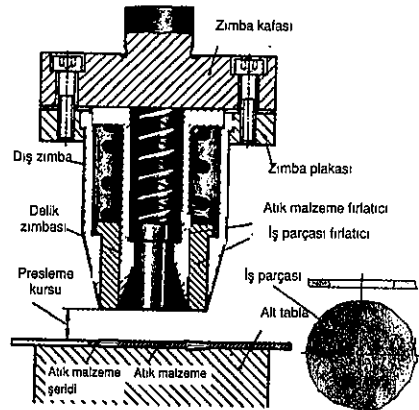
2.5.1 Makasla Kesme ve Isırarak Kesme

Bıçakla kesme, iş parçasının kama şeklindeki bir bıçakla parçalara ayrılmasıdır. Bu metotla malzeme kesilerek parçalara ayrılır (Şekil 2).

Örneğin kağıt, meşin (deri), lastik veya keçe gibi yumuşak malzemelerin kesilmesinde bıçak, iş parçası parçalara ayrıldıktan sonra, altlık parçasına biraz batır, bundan dolayı altlık, düz ve sert bir ahşap plakadan yapılır (Şekil 3). Bıçakla yapılan kesme işleminde kaza tehlikesi özellikle büyüktür, zira bıçağa her taraftan kolaylıkla erişilir. Bundan dolayı kursun 8 mm'den daha büyük olmasına izin verilmez (Şekil 3). Sert malzemelerin kalıpta kesilmesinde bir veya daha çok kesme



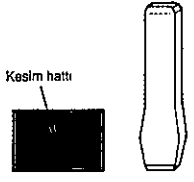
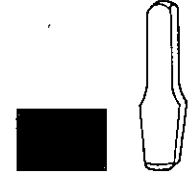
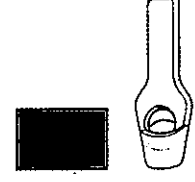
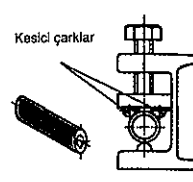
Şekil 2 : Bıçakla kesme ve ısırarak kesme



Şekil 3 : Kesici bıçak takımı

yüzeyleri olan iş parçaları elde edilir (Tablo 1).

Tablo 1 : Bıçak kesici takımları (Parçalama Ayırma Takımları)

Doğrusal kesim hattı	Kavisli açık kesim hattı	Kavisli (dairesel) kapalı kesim hattı	Kapalı kesim hattı
 <p>Kesim hattı</p> <p>Düz keski ile ayırma</p>	 <p>Kavisli ağızlı keski ile ayırma</p>	 <p>Delik zımbası ile ayırma</p>	 <p>Kesici çarklar</p> <p>Boru keski ile ayırma</p>

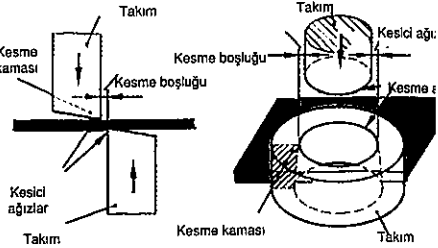
Isırarak Kesme, birbirinin üstünde hareket eden, kama şeklindeki iki kesici ağzın arasında iş parçalarının kısımlara ayrılmasıdır (Sayfa 67, Şekil 2). Tipik ısırıcı takımları, örneğin dirsekli pense, pim kesici, yan (kenar) kesici.

2.5.2 Makasla Kesme


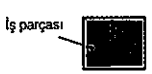




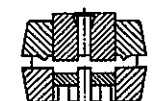




Makasla kesme, birbirinin yanından hareket eden iki kesici ağzın arasında iş parçasının kesilerek kısımlara ayrılmasıdır (Şekil 1). Malzeme bu esnada makaslanır.

Kapalı Kesme'de, kesilen iş parçasının kesim hattı kapalı durumdadır, örneğin daire veya dikdörtgen.

Açık Kesme (Makaslama)'de ise kesme hattı açıktır. Malzeme makas ile parçalara ayrılır. Makas kesici ağzları, kesme işlemine göre değişik metotlara ayrılır.



Şekil 1 : Makasla kesme

 <p>Kesim hattı</p>  <p>İş parçası</p> <p>Kesip ayırma</p>	 <p>Profilli keski ile ayırma</p>	 <p>Kesip ayırma</p>	 <p>Kesme</p>	 <p>Derinliğine kesme</p>
 <p>Çapaksız Hassas kesme</p>	 <p>Ardarda zımbalayarak kesme</p>	 <p>Zımbalamak</p>	 <p>İnce çapaklı Hassas kesme</p>	 <p>İki iş parçasını birbirinden ayırma</p>

Şekil 2 : Makasla kesme işlemine ait metotlar

(Şekil 2). Makasla kesmede malzeme, kesim hattı boyunca birbirinden ayrılır. Parçalara ayırmak için gerekli olan makaslama kuvveti F , kesme yüzeyi S 'e ve makaslama mukavemeti $\tau_a B_{maks}$ 'a bağlı olup, şu şekilde hesaplanır:

$$F = \tau_a B_{maks}$$

Kesme yüzeyi S , kesim hattının boyu l ve iş parçasının kalınlığı s 'den meydana gelen değerdir: $S = l \cdot s$

Maksimum çekme mukavemeti $R_m \max$ 'da, makaslama mukavemeti $\tau_a B_{maks}$ yaklaşık olarak hesap edilebilir: $\tau_a B_{maks} = 0.8 R_m \max$

Örnek: $d = 20$ mm çapında olan bir rondela $s = 5$ mm'lik kalınlığındaki St 44-3 çelik sacdan kesiliyor (Şekil 1). St 44-3'ün çekme mukavemeti, 410 N/mm² ile 540 N/mm² arasında bulunuyor. Gerekli olan makaslama kuvveti F ne kadardır?

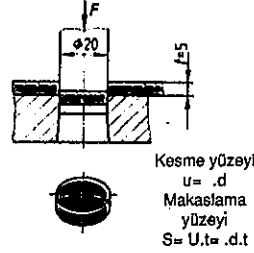
Çözüm: $S = U \cdot s = .d \cdot s = .20 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm} = 314 \text{ mm}^2$

$$\tau_a B_{maks} = 0.5 \cdot R_m \max = 0,8 \cdot 540 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 432 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

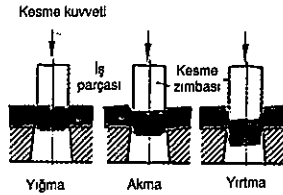
$$F = S \cdot \tau_a B_{maks} = 314 \text{ mm}^2 \cdot 432 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 135648 \text{ N} \approx 136 \text{ kN}$$

Kesme İşlemi: Kesme işleminde malzeme bastırın-zimba vasıtasıyla ilk önce yığılır (Şekil 2). Bu esnada malzeme zimbanın kesim yüzeylerinde içeriye doğru çekilir ve büyüklüğü malzemeye sac kalınlığına ve kesme boşluğuna bağlı olan çekilme yuvarlakları oluşur. Zimbanın içeriye doğru basmaya devam etmesi halinde malzeme akmaya başlar. Makaslama direncinin aşılmasından sonra kesme yüzeyleri birbirinden uzaklaşır.

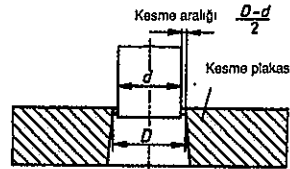
Kesme Aralığı: Zimba ve kesme plakası arasında bir kesme aralığının (boşluğunun) olması zorunludur (Şekil 3). Kesme aralığının büyüklüğü malzemenin kalınlığına, sacın makaslama mukavemetine, gerekli imalat miktarına ve kesici ağız yüzeylerinin kalitesine bağlıdır. Kural olarak kesme aralığı hassas kesmede sac kalınlığının % 0.5'i alınırken diğerlerinde ise % 5'e kadar çıkar. Kesme aralığının doğru ölçüsünde olup olmadığı, kesme yüzeylerinden anlaşılır. Kesme yüzeyleri kaba, gevrek ve kalın çapaklı görünüyorsa, kesme aralığı çok büyük demektir.



Şekil 1 : Makaslama kuvvetinin hesaplanması



Şekil 2 : Kesme işlemi



Şekil 3 : Kesme Aralığı (boşluğu)

Açık Kesme İçin Makaslar

Açık kesme esnasında, malzeme el-makası ile veya makinalı makas ile kesilerek kısımlara ayrılır.

El makaslarının iki taraflı kolu vardır. Makas el kulpunun boyu ne kadar uzun olursa ve iş parçası dönme noktasına ne kadar yakında bulunursa, sarfedilmesi gerekli olan kuvvet de o kadar azalır. Eğer malzeme makas ağızlarının dibine yakın ve makas mümkün olduğu kadar kolların uç kısmından tutulursa, iş parçası daha kolay kesilir (Şekil 1).

Bu esnada ağız açma açısının çok büyük olmasına izin verilmez, çünkü, bu durumda iş parçası dışarıya itilir.

Sürtünmeyi azaltmak için, kesici ağızlar kendi boyları doğrultusunda eğilmiştir. Onlar birbirine nazaran eğik dururlar ve sadece bir noktada temas ederler (Şekil 2).

Saclarda istenilen şekillerin kesilmesi için, kısa, hızlı olarak birbirini takip eden kesimler vasıtasıyla, malzemenin parçalara ayrıldığı ve ard arda zımbalayarak kesen makaslar vardır (Şekil 3). Nümerik kontrollü tezgahlarda sac malzeme üzerinde 60 m/dak'ya çıkan bir hızla işlem yapılır. Az sayıdaki Standart kalıplarla ard arda zımbalayarak kesmek suretiyle, 8 mm kalınlığa kadar çıkan saclarda istenilen iç şekiller imal edilebilir (Şekil 4).



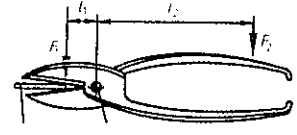
Şekil 4 : CNC- kumandalı ardarda zımbalayarak kesme makinası

Sac levhaların kesilmesine ait giyotin makasları mekanik veya hidrolik tahrik sistemine sahiptir (Şekil 5). Sacın kenarlarının bükülmesine, aynı zamanda koruyucu tertibat olarak da vazife gören aşağıya bastırıcı elemanları vasıtasıyla engel olunur.

2.5.3 Makaslı Kesici Takımlar (Kesici Takımlar)

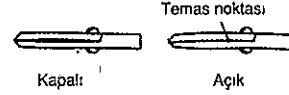
Kesici takımlar, kendi kılavuzlanma (kızaklama) tarzına ve imalatının akışına göre gruplara ayrılır.

Kılavuzlama tarzına göre gruplara ayırma: Kılavuzsuz kesici takımlar sacı büyük disklerin veya az miktardaki parçaların kesilmesinde kullanılır (Şekil 6).

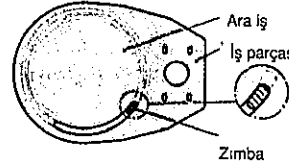


İş parçası Dönme eksenine

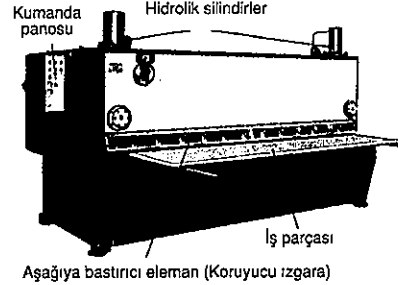
Şekil 1 : El makası



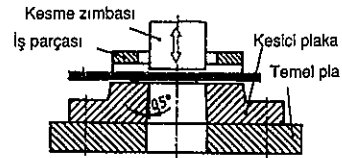
Şekil 2 : Kesme şekli



Şekil 3 : Ardarda zımbalayarak kesme



Şekil 5 : Hidrolik giyotin makas

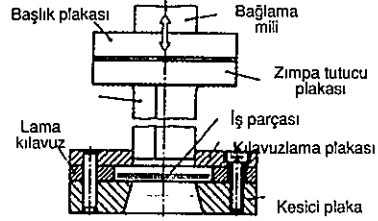


Şekil 6 : Kılavuzsuz Kesici

Onlar, kesici zimbadan ve kesici plakadan oluşurlar. İhtiyaç duyulması halinde, üzerine bir baskı parçası monte edilebilir. Kızağın kılavuzlanması sadece pre-sin tokmağı vasıtasıyla sağlandığından, bunun tam olarak yapılması mecburiyeti vardır.

Plaka Kılavuzlu Kesici Takımlar, orta ila çok miktardaki parçalar için yapılırlar (Şekil 1).

Bu takımlarda zımba, kılavuzlama plakasının içinde kılavuzlanır. Bunlar, kesici plaka gibi aynı kesme özelliğine sahiptir ve aynı zamanda üstüne bastırıcı olarak vazife görürler, kesici zımba, kılavuzlama plakası ve kesici plaka bir silindirik pim vasıtasıyla kendi konularında birbirleriyle tam olarak tespit edilmiş durumdadır. Takımın zimbasi, zımba tutucu plakası tarafından bağlanmıştır. Zımba tutucu plakası, başlık plakası ve bağlama muylusu ile zımba başlığını tutar. Kesilmesi gereken sac bantlar, kesici plaka ve kılavuzlama plakası arasında band kılavuzu içinde kayar.



Şekil 1 : Kılavuzsuz Kesici

Kesici Plaka Kılavuzlu Kesme Kalıbı

Kesici plakanın yardımı ile zimbaya kılavuzluk eder. Bu nedenle bir tarafı kesici olan zımbalarda, meydana gelen yan kuvvetler, kesici zımbayı yan tarafa doğru kaydıramaz.

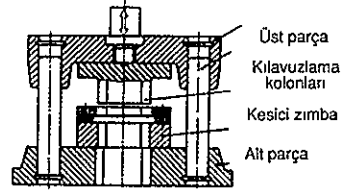
Kolon Kılavuzlu kesme kalıpları, en mükemmel kılavuzlama özelliğine sahiptir ve yüksek üretim miktarlarına erişirler. Kesici zımba ve kesici plaka, standart parça olarak hazır bulundurulabilen, bir kolon kılavuzlu kaideye monte edilebilir (Şekil 2).

Kolon kılavuzlu kalıp, bağlama muylusu olan üst parçadan, zimbadan ve kılavuzlama burçlarından ve ayrıca kesici plakası olan alt parçadan ve kılavuzlama kolonlarından meydana gelir.

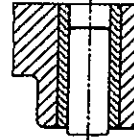
Kılavuzlama kolonları sertleştirilmiş ve taşlanmış olup, alt parçanın içine preslenmiş veya yapıştırılmıştır.

Üst parça ya kılavuzlama burçlarına veya bilyalı kılavuzlama parçalarına sahiptir (Şekil 3).

Bilyalı kılavuzlama parçaları olan kolonlu kaide her şeyden evvel her bir dakikadaki yüksek kurs (strok) sayılarında son taşlama ve hassas kesme esnasında kendisinin boşluksuz kılavuzlamasından dolayı kullanılır.



Şekil 2 : Kolon Kılavuzlu Kesme Kalıbı



Döküm reçinesi, bronz veya sinter malzemeden yapılmış burçlar

Bilyalı kılavuzlama parçası

Şekil 3 : Kolon Kılavuzlama Çeşitleri

Tekrarlama Soruları

- 1 Bıçak ağızları ile ısıрма ağızları arasındaki fark neden meydana gelir?
- 2 Makasla kesmede kesim olayı nasıl cereyan eder?
- 3 Hangi durumda kesme aralığı vardır?
- 4 Ard arda zımbalayarak kesimden ne anlaşılır?
- 5 Bilyalı kılavuzlama ne için kullanılır?

İmalat Akışına Göre Gruplandırma

Tek İşlemlî Kalıplar, genellikle az miktardaki iş parçaları için kesici takımlar olarak yapılır (Şekil 1). İş parçası bir kalıpla tamamlanmış olarak kesilir. İş strokundan sonra yükselen zimba sac bandını kendisi ile birlikte dayama piminin üzerinden çeker. Sac kılavuzlama plakasına bastırılır ve bu durumda sınırlama parçasına kadar kaydırılabilir.

Kademeli Kesme Kalıpları: İş parçasının son şekli birbirini takip eden birçok kesme işlemleri yapılmak suretiyle tamamlar (Şekil 2). Her zimba belirli bir işi yapar. Örneğin Şekil 2'deki iş parçasının ilk önce, delik zımbası ile ön deliği delinir ve ondan sonra kesici zimba ile sac band kesilir.

Bütün kademeli kesici takımlarda sac bandın her presleme kursuna göre doğru olarak sürülmesi mecburiyeti vardır.

Birleşik Kesme Kalıbı: Kesilen bir parçanın iç ve dış şekli bandın bir konumunda bir presleme kursu ile elde edilir (Şekil 3).

Bu suretle iç ve dış şekiller arasındaki konum sapmalarına, sac bandının kılavuz içinde tam olmayan ilerleme ve boşluğundan dolayı meydana gelmesine mani olunur.

Kesici Zimba, iç şekillerin imal edilmesi için aynı zamanda kesici plaka olarak vazife görür. İş parçası kesici zimba tarafından yukarıya doğru kesici plakanın içine sürülür ve bir itici tarafından tekrar dışarıya atılır.

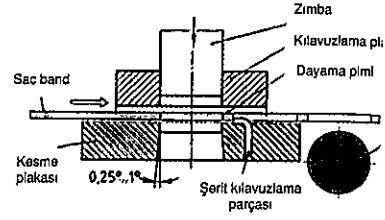
Bunun dışında iticinin delik zımbasına kılavuzluk yapma görevi vardır. Bundan dolayı zımbanın kesici plaka içinde çok az bir boşlukla kayması gerekir.

Birleşik (kombine) kesici kalıplar, pozisyon toleransı dış şekle göre çok küçük olan iş parçaları için kullanılır. Örneğin elektronik cihazların çok fişli kontaklardaki ince mekanik parçaları gibi.

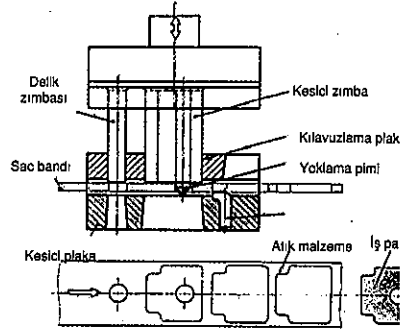
Hassas Kesici Kalıplar: Bir işlem sürecinde düzgün dikdörtgen kesim yüzeyleri olan çapaksız iş parçaları imal eder (Şekil 4).

Kesme aralığının sac kalınlığının ancak %0,5'i ölçüsünde ve ayrıca ince saclarda çok daha küçük olmasına izin verildiğinden, kılavuzlama için kolonlu kaide gereklidir.

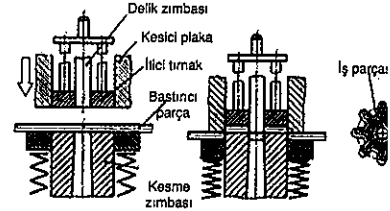
Esas kesme işlemine başlamadan ev-



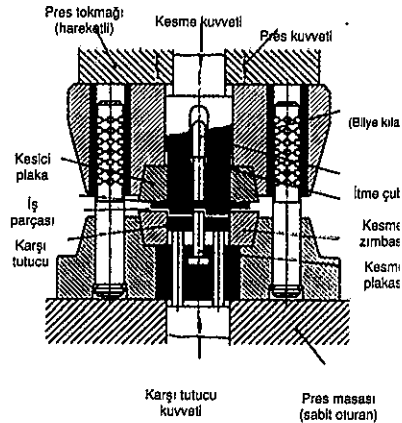
Şekil 1 : Tek İşlemlî Takım



Şekil 2 : Kademeli Kesme Kalıbı



Şekil 3 : Birleşik Kesme Kalıbı



Şekil 4 : Hassas Kesme Kalıbı

vel, kesim bandları hareketli pres plakası vasıtasıyla kesici plakanın üst yüzeyine sıkıca bastırılır. Kama şeklindeki bir bilezik saçığı bu esnada azar azar kesim bandının içine preslenir ve malzemeyi makaslama bölgesinin içinde tutar.

2.5.4 İlerlemenin Sınırlandırılması

Kesme için öngörülen sac şeridin (bandın) kesici kalıp vasıtasıyla belli bir adımda ilerletilmesi gerekir. Kademeli kalıplarda herşeyden evvel bundan dolayı her işlem periyodundan önce kesim bandının yüksek bir ilerleme hassasiyetine sahip olması gereklidir.

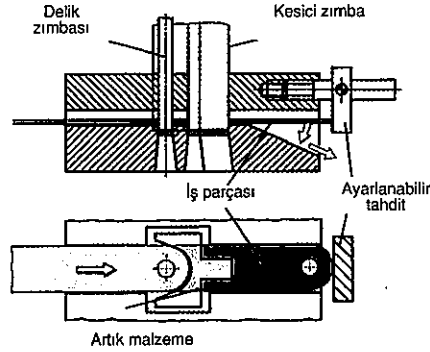
İlerleme hareketini sınırlama parçaları olarak, dayama pimleri, yoklama pimleri, yan kesici parçalar veya otomatik ilerletme tertibatları kullanılır.

Sabit ve Ayarlanabilir Sınırlama Parçaları, ekseriya kesme kalıplarında kullanılır (Şekil 1). Sınırlama parçasının ayarının değiştirilmesiyle, aynı kalıpla değişik adımlı parçalar kesilebilir.

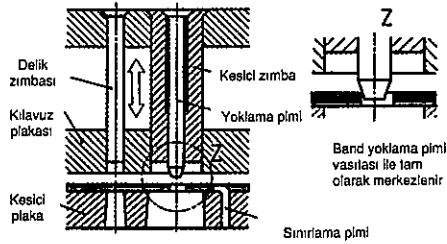
Kesici zimbaya tespit edilen **yoklama** (kılavuzlama) **pimleri** daha önceden delinmiş olan yoklama deliklerini kavrar ve kesilecek şeriti kesici zimbaya doğru konumlamasını sağlar (Şekil 2).

Yan kesici tertibatı, şerit malzemenin iyi bir şekilde kılavuzlanmasını ve ilerlemenin tam olarak sınırlandırılmasını sağlar (Şekil 3). Yan kesici zimbasi şerit üzerinde boydan a ölçüsünde bir oyuk (girinti) elde eder. Şerit bu durumda, yan kenar kesici tertibatının boş a alınmasıyla sertleştirilmiş olan sınırlama parçasına dayanıncaya kadar sürülür. Şerit ilerlemesi, yan kenar boyu a'ya eşit olur. Buna göre şeritler delik zimbasi ve kesici zimba tarafından kesilir ve aynı zamanda yeni bir işlem periyodu için yan kenar kesici tertibatı tarafından boş a alınır.

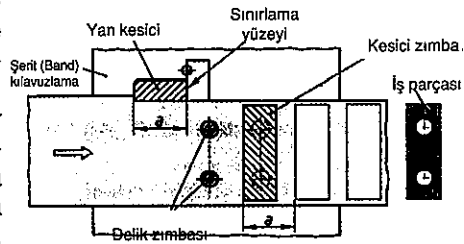
Otomatik İlerletme Tertibatları, makaraların üstünde sarılı olan sac şeridi tutar ve ilerletme merdaneleri üzerinden kalıba sürerler (Şekil 4).



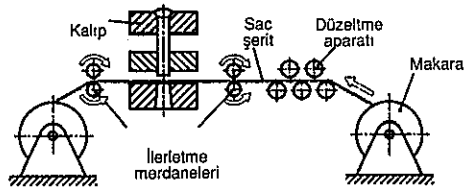
Şekil 1 : Ayarlanabilir sınırlı kesme kalıbı



Şekil 2 : Yoklama pimi



Şekil 3 : Yoklama pimi



Şekil 4 : Otomatik merdaneli ilerletme tertibatı

İnce saclarda şeritin buruşmasına (katlanmasına) engel olmak için kalıbın önüne ve arkasına ilerletme merdaneleri konulmuştur. Daha önceden şerit bir düzeltme aparatıyla düzeltilir.

İlerletme merdaneleri yerine zaman kumandalı ilerletme kısıkaç tertibatları da kullanılabilirler.

Tekrarlama Soruları

- 1 İmalat akışına göre kesme kalıpları nasıl gruplandırılır?
- 2 Birleşik kesme kalıpları ne zaman kullanılır?
- 3 Hassas kesmede bilezik saçağının işlevi nedir?
- 4 Şerit ilerlemesini sınırlandırmanın çeşitleri nelerdir?

2.6 Talaş Kaldırılarak Şekil Vermenin Esasları

Bütün talaş kaldırılarak şekil verme metodlarında, takımın kesici ağzında talaşın oluşumu, ayrıca kullanılan kesici malzemeler ve onların aşınmaya karşı mukavemetleri önemlidir.

2.6.1 Kesici Takım Ağzları (Kenarları)

Bütün kesici takım ağzları kama şeklindeki yapılmıştır (Şekil 1). Talaşlara etki eden kuvvetler kesici ağızda aşınmaya sebebiyet verirler. Bundan dolayı kesici takım ağız malzemesinin sert ve dayanıklı ve ayrıca yeteri kadar sıkı (diri) olması gerekir. Bu niteliklerini, talaş kaldırma esnasında meydana gelen sıcaklıklarda dahi muhafaza etmektedir.

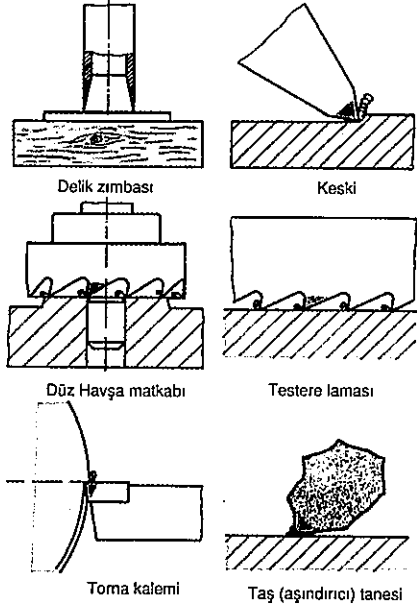
Kesici takım ağzları kama şeklinde, aşınmaya dayanıklı ve yeteri kadar sıkı (gevrek olmayan, özlü, diri) bir malzemeden yapılmış olmalıdır.

Kesici Kalem Üzerindeki Açılar ve Yüzeyler

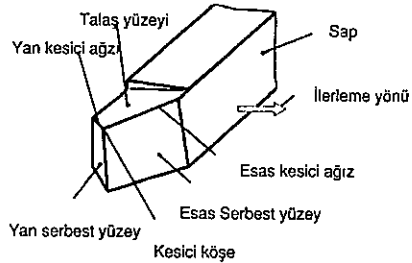
Kesici kama, talaş yüzeyi ve serbest yüzey vasıtasıyla oluşturulur. Takımların bir veya daha fazla kesici ağzları olabilir (Şekil 2).

Esas kesici ağzlar kesici kalem ilerleme yönünü gösterir ve asıl talaş kaldırma görevini yerine getirirler. İlerleme yönünü göstermeyen kesme ağzları yardımcı kesme ağzlardır. Kesme ağzlarına doğru açı veya kavis verilebilir. Esas ve yardımcı kesici ağzlar arasındaki geçişi, genel olarak yuvarlatılan kesici köşe teşkil eder.

Talaş yüzeyi, talaşın üstünden aktığı



Şekil 1: Takım kesici ağzlarının kama şekli



Şekil 2: Kesici kalem üzerindeki kesici ağzlar ve yüzeyler

kesici kalem üzerindeki yüzeydir. Kesici kalemin üzerinde meydana gelen iş parçası yüzeyinin karşısında bulunan yüzey, serbest yüzey adını alır.

Kesici Kalem Üzerindeki Açılar

Serbest yüzey ile işlenen yüzey arasındaki açı α serbest açı (Boşluk açısı) olarak ifade edilir (Şekil 1). Bu açı 0° olsaydı, serbest yüzey iş parçasının yüzeyine şiddetli olarak sürtünürdü. Serbest açının büyük olması, serbest yüzey aşınmasını azaltır, fakat kesici kenarların kırılmasını kolaylaştırır.

Serbest açı ancak kama açısının maliyeti bakımından büyütülebilir. Bundan dolayı serbest açı, takım yeter derecede serbest olarak kesecek kadar büyük seçilir.

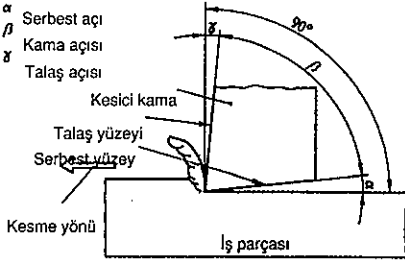
Kama açısı " β ", iş parçasının içine batan kesici kamanın açısıdır (Şekil 1).

Bir malzemenin kesici ağzının kama açısı ne kadar küçükse, malzemeye o kadar kolay batar. Diğer taraftan talaş kaldırılması gereken malzemenin mukavemeti ne kadar yüksek ise kesici ağzlarının o kadar stabil (sert-dayanıklı) olmalıdır. Büyük kama açılı kesici ağzlar, küçük kama açılı kesici ağzlara nazaran talaş kaldırma ısınsını daha iyi iletir.

İşlenmesi gereken malzeme ne kadar yumuşak olursa, kama açısı o kadar küçük seçilebilir.

Talaş Açısı (γ) talaş yüzeyi ile işlenen yüzeye dik olarak tasarlanan açıdır. (Şekil 1). Bu açı, herşeyden önce talaş oluşumuna tesir eder. Bununla beraber büyük talaş açısı ancak yumuşak malzemeler için seçilmelidir.

Yüksek kesme hızlarında, boşluklu kesmede, (Kesilen yüzeyde sürekliliği önleyen kanal gibi boşluklar olması halinde), sert gevrek malzemelerde küçük talaş açısı kullanılmalıdır (Şekil 2). Böylece kesici köşede kırılma tehlikesi azaltılabilir. Bundan dolayı seramik gibi, gevrek kesici malzemelerle genelde negatif talaş açısı ile çalışılır.



Şekil 1: Kesici kalem üzerindeki açılar

Örneğin Al ve Al- alaşımları gibi yumuşak malzemeler için	Örneğin çelik gibi orta sert ve sert malzemeler için	Sert döküm gibi sert ve gevrek malzemeler için
Daha büyük serbest açı Daha küçük kama açısı Daha büyük talaş açısı	Orta serbest açı Daha büyük kama açısı Orta Talaş açısı	Daha küçük serbest açı Çok daha büyük kama açısı Negatif talaş açısı
<p>Örnek :</p> <p>$\alpha = 12^\circ$ $\beta = 53^\circ$ $\gamma = 25^\circ$</p> <p>$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$ $12^\circ + 53^\circ + 25^\circ = 90^\circ$</p>	<p>Örnek :</p> <p>$\alpha = 10^\circ$ $\beta = 70^\circ$ $\gamma = 10^\circ$</p> <p>$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$ $10^\circ + 70^\circ + 10^\circ = 90^\circ$</p>	<p>Örnek :</p> <p>$\alpha = 8^\circ$ $\beta = 97^\circ$ $\gamma = -15^\circ$</p> <p>$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$ $8^\circ + 97^\circ + (-15^\circ) = 90^\circ$</p>

Örnek: $\alpha = 12^\circ$
(Diğerleri Orjinal)

Örnek: $\alpha = 10^\circ$
(Diğerleri Orjinalden)

Örnek:
(Diğerleri orijinalden aynen alınacak!)

Şekil 2: Farklı malzemeler için kesici kalem üzerindeki açılar

Malzeme ne kadar yumuşak olursa, talaş açısı o derece büyük seçilir.

Serbest açı, kama açısı ve talaş açısı birlikte her zaman 90° 'yi verir:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

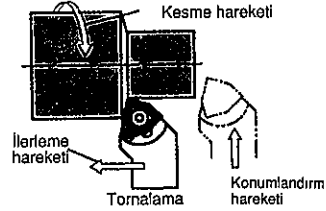
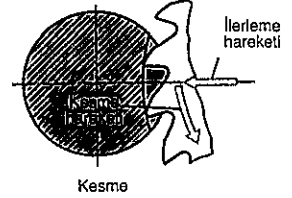
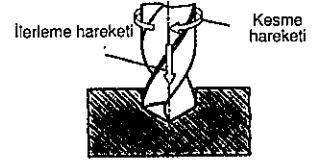
Kesici Takım Ağızları ile İş Parçası Arasındaki Hareketler

Talaş kaldırma işleminde takımın ve iş parçasının hareketleri genel olarak doğrusal veya dairesel şeklindedir (Şekil 1).

Kesme hareketi, bir dönme hareketi veya bir kurs hareketi esnasında ilerleme hareketi yapılmaksızın sadece bir anlık talaş almanın meydana geldiği takım kesici ağızları ve iş parçası arasındaki harekettir.

İlerleme hareketleri, kesme hareketi ile birlikte, daima bir talaş alma işlemini mümkün kılan, takım kesici ağzı ile iş parçası arasındaki harekettir. Takım kesici ağzının her devirde veya kursta veya her dişte iş parçasına nüfuz ettiği ölçü miktarı, "ilerleme L" adını alır.

Konumlandırma hareketi, her seferinde kaldırılması gereken malzeme tabakasını önceden belirleyen takım kesici ağzı ile iş parçası arasındaki harekettir. Takım kesici ağzının ilerleme yönüne dik yönde hareket ettirildiği ölçü, konumlandırma veya kesme derinliği "a" olarak ifade edilir.



Şekil 1 : Talaş kaldırmada hareketler

2.6.2 Talaş Oluşumu

İş parçasına nüfuz eden kesici kama vasıtasıyla malzeme ilk önce yığılır ve b nedenle mukavemet kazanır ve ondan sonra talaş olarak ayrılır. Ayrılan talaş, kesici kamanın talaş yüzeyi üzerinden kayarak akar.

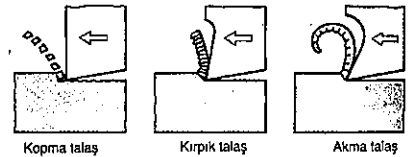
Talaş Cinsleri

Talaş cinsleri şu şekilde gruplara ayrılır (Şekil 2).

Kopma talaşlar, herşeyden önce gevrek malzemelerden talaş kaldırma esnasında, fakat büyük talaş (kesit) derinliği olduğu hallerde de, küçük kesme hızlarında ve küçük talaş açılarında meydana gelirler. Malzemeden kopan münferit talaş parçaları yüzünden, kaba bir malzeme yüzeyi meydana gelir.

Kırpık talaşlar orta mukavemetteki çelikte olduğu gibi gevrek olmayan malzemelerde, orta talaş açılarında ve düşük kesme hızlarında oluşurlar. Kabuk şeklinde ayrılan talaş parçacıkları kısmen tekrar birbirleriyle kaynaşırlar. Kırpık talaşlar genel olarak kısa talaş kıvrımlarını meydana getirirler.

Akma talaşlar, Yüksek kesme hızları ve büyük talaş açısı seçilirse, uzun talaş kaldırılan malzemelerde akma talaş meydana gelir. Akma talaşlarının oluşumu, böylelikle elde edilebilen yüzey kalitesinden dolayı istenmez. Uzun akma talaş mahzurludur, çünkü onlar iş akışını, örneğin otomat tezgahlarda aksatırlar ve talaşların ortadan kaldırılmasını güçleştirirler.



Şekil 2 : Talaş cinsleri

Talaş Şekilleri

Arzu edilen akma talaşlar muhtelif şekillerde meydana gelebilir (Şekil 1). Helisel talaşlar gibi uygun talaş şekillerine, talaş şekillendirme (kırıcı) formu olan (Şekil 2) veya üstüne bağlanan şekillendirici parçalı (Şekil 3) kesici plakalar vasıtasıyla erişilebilir. Talaş şekli ve talaş akış yönüne, talaş şekillendiricinin geometrisi vasıtasıyla etki edilebilir.

Tekrarlama Soruları

- 1 Talaş açısının talaş oluşumuna etkileri nelerdir?
- 2 Her kesici takım kesici ağzının neden bir serbest açığa sahip olması gerekir?
- 3 Kama açısının küçük olmasının avantajları ve dezavantajları nelerdir?
- 4 Talaş oluşum şekline nasıl etki edilebilir?

2.6.3 Kesici Malzemeler

2.6.3.1 Aranılan Özellikler

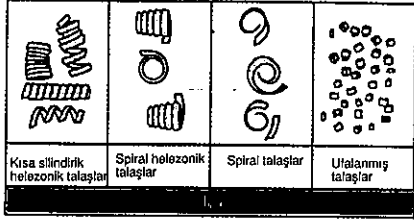
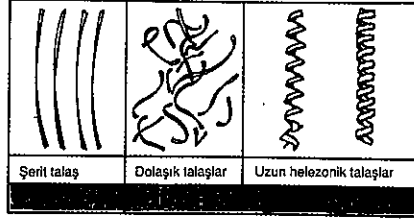
Talaş kaldırma esnasında kesici kamanın malzemesi kesici malzeme olarak ifade edilir. Bu kesici malzeme, aşağıda belirtilen sebeplerden dolayı yüksek yüklenmelere (zorlanmalara) maruz kalır.

- Devamlı ve darbeli tarzda kesme kuvvetleri
- Yüksek sıcaklıklar ve sıcaklık değişimleri
- Sürtünme ve aşınma

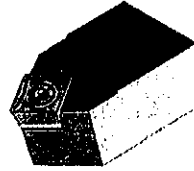
Kesici malzemeler yüklemeye dayanabilmek için aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:

• İyi Kesme Kabiliyeti

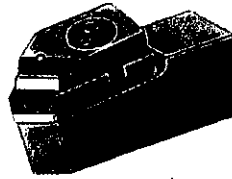
Kesici malzemelerin bu yüklenmeleri taşıyabilmesi için, onların aşağıda belirtilen niteliklere sahip olmaları gerekir: Kesici malzemenin sertliği, talaş kaldırılması gereken malzeme sertliğinin önemli ölçüde üzerinde olmak zorundadır. Bundan başka



Şeki 1 : Talaş Şekilleri



Şekil 2 : Döner kesici palakalı ve içi sinterlenmiş talaş şekillendirme formu olan torna kalemi



Şekil 3 : Bağlamalı talaş şekillendirici parçalı torna kalemi

kesici takım ağızlarının keskin olarak bilinenmiş olması zorunludur. Kesici malzemenin, yüksek sıcaklıklarda dahi yeterli derecede sertliğe sahip olması gerekir (Şekil 1).

• Yüksek Aşınma Mukavemeti

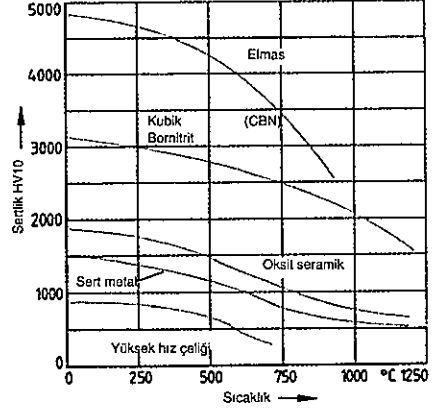
Yüksek aşınma mukavemetinden kesici malzemenin talaş kaldırılması gerekli olan malzeme vasıtasıyla, kesici malzeme parçacıklarının aşınmasına karşı direnci anlaşılır. Buna aşınma yerindeki sıcaklık önemli ölçüde etki edilir (Şekil 2).

• Eğilme kırılmasına karşı yüksek mukavemet ve sıklık (dirilik)

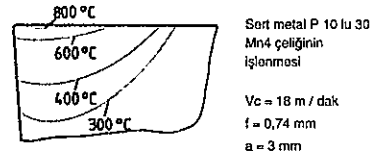
Kesici takım ağızı, kesici kenarların kırılmasına yol açabilen, değişken eğilme yüklemelerine maruz kalmaktadır.

• Sıcaklık Değişikliklerine İyi Dayanabilme

Bu suretle, şiddetli değişken çalışma sıcaklıklarında çatlak oluşumundan sakınılır.



Şekil 1: Kesici malzemelerin sıcaklığa bağlı sertlik değerleri



Şekil 2: Bir torna keski kaleminin kesici kamasındaki sıcaklık eğrileri

2.6.3.2 Takım Çelikleri

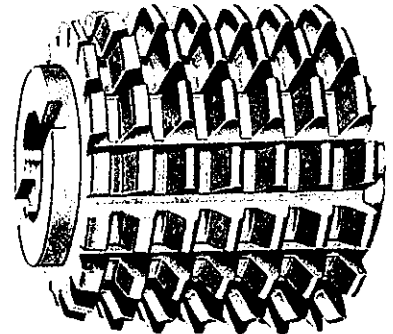
Alaşsız ve alaşımlı çelikler, %0,8 ile %1,5 arasında C- (karbon) muhtevasında alaşımı meydana getiren elemanların oranına göre, kesici ağızlarda ancak 400°C'ye kadar çıkmasına müsaade edilen bir çalışma sıcaklığına sahiptir. Bundan ötürü takım çelikleri herşeyden önce talaş kaldırma işlerinde kullanılır.

Yüksek alaşımlı takım çelikleri olarak **yüksek hız çelikleri**, kendi sıklık (dirilik) özelliğinden ve değişken kuvvetlere karşı az duyarlı oluşundan dolayı kendisini kabul ettirmiştir. Onun çalışma sıcaklıkları 600°C'ye kadar çıkar. Kendi şeklinden dolayı, döner kesici plakaların kullanılmasına imkan olmayan, matkap, oluk kalemi, havşa matkabi, freze çakısı ve rayba gibi takımlar için kullanılır (Şekil 3). Büyük açısının ve kesici ağız şeklinin serbest olarak oluşturulmasının gerekli olduğu termoplastiklerin ve hafif metallerin işlenmesine ait takım-lar için de kullanılır.

Yüksek hız çeliğinden yapılan takımlar, genel olarak titannitrit malzemesinden yapılan 2 µm ila 4 µm'lik sert bir kaplama malzemesi ile kaplanırlar. Altın sarısı renge sahip çok sert olan kaplama kullanma zamanını uzatır veya daha yüksek kesme hızlarında kullanılmasına müsaade eder, çünkü o aşınmaya çok dayanıklıdır.

2.6.3.3 Sert Metaller

Daha kısa imalat süreleri ve böylelikle daha yüksek kesme hızları elde etme yolundaki gayretler, daima yeni kesici malzemelerin bulunmasını gerektiriyordu (Şekil 1).



Şekil 3 : Yüksek hız çeliğinden yapılmış azdırma freze çakısı

Sert metaller, metalik sert malzemeden ve bir bağlayıcı maddeden meydana gelen sinter malzemelerdir. (Bak. Sayfa 292) Sert malzeme olarak, özellikle Wolfram-, Titan- ve Tantal karpit ve bağlayıcı madde olarak kobalt kullanılır. Bunlar yüksek aşınma mukavemetlerine sahiptirler, yaklaşık olarak 900°C'lik çalışma sıcaklığına çıkan takımlarda ve genel olarak döner kesici plakalar halinde kullanılırlar (Bak. Sayfa 82). Sert metallerin sertliklerine ve sıklıklarına, onların terkipleri vasıtasıyla etki edilebilir.

Wolfram - Cobalt'ın yanında Titan - Cobalt ve Tantal Cobalt'ın yüksek payları, aşınma mukavemetini ve sertliği çok fazla artırır. Artan kobalt oranı ile gevreklik bakımından mukavemeti artar (Şekil 2).

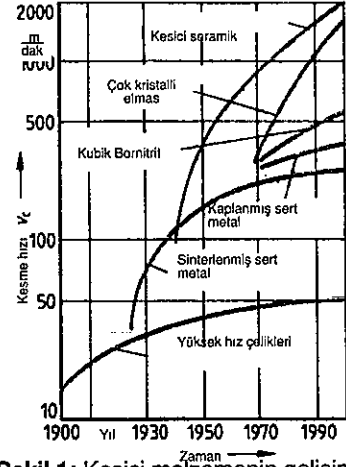
Sert metal kesicilere sahip olan takımlarla çelik ve dövme demirin yanında, sert döküm gibi sert malzemeler, yüksek kalitede krom nikel çelikleri, yüzeyleri sert malzeme ile kaplanmış iş parçaları, cam, granit ve porselen, ayrıca takviyeli duroplastikler ve sert lastik talaş kaldırarak işlenebilir. Kesici plakalar genel olarak vida ile tespit edilir, nadir hallerde lehimlenir.

Sert Metal Cinsleri

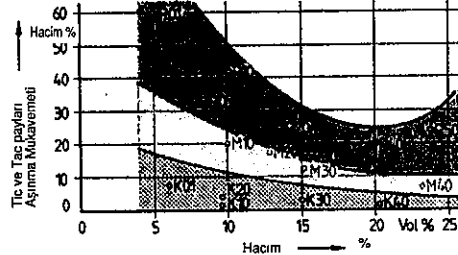
Talaş kaldırarak işleme için sert metaller, talaş kaldırma ana grupları ve talaş kaldırma uygulama grupları halinde kısımlara ayrılmıştır (Tablo-1)

P, M ve K Talaş Kaldırma Ana Grupları, belirli malzeme gruplarının sert metallerini düzenler. Uygulama gruplarında ek rakamlı sert metaller büyük bir bağlayıcı madde muhtevasına ve böylelikle yüksek bir sıklığa (diriliğe) sahiptir. Daha iyi bir sıklığa Wolfram Cobalt-TiC-TaC ihtiva eden karpit karışımı kristallerde erişilir.

Çelik ve döküm malzemelerin düzeltilmesi için ince taneli sert metaller ve herşeyden evvel Cermets elverişlidir. Cermets, wolfram karpitin yerine titan karpit ve titom nitritin kullandığı sert metaldir. Bu kesici malzeme alışlagelmiş olan sert metaller olarak



Şekil 1: Kesici malzemenin gelişimi



Gevreklik bakımından dayanıklılık (Dirilik) Kobalt payı

Şekil 2: Sert metallerin, terkipleri, aşınma mukavemeti, sertlik ve sıklığı (diriliği)

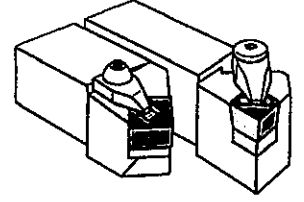
Tablo 1: Sert metallerin kısımlara ayrılması			
Nitelikleri	Talaş kaldırma Ana Grupları	Sembolü	Talaş Kaldırma Uygulama Grupları
Artan aşınma mukavemeti	Uzun talaş kaldırılan malzemeler için P tanıtıcı renk mavimsi	P 01	Çelik, çelik döküm uzun talaş kaldırılan temper döküm
		P 10	
		P 20	
		P 30	
		P 40	
Artan sıklık (dirilik)	Uzun ve kısa talaş kaldırılan malzemeler için tanıtıcı renk sarı	M 10	Çelik, sert çelik, dökme demir, demir olmayan (DO)- Metaller
		M 20	
		M 30	
		M 40	
Artan aşınma mukavemeti	Kısa talaş kaldırılan malzemeler için tanıtıcı renk kırmızı	K 01	Seri döküm, dökme demir, kısa talaş kaldırılan temper döküm, plastikler, sert kağıt
		K 10	
		K 20	
		K 30	
		K 40	

aşınmaya dayanıklı olup ve kesici seramik gibi kenarları dayanıklıdır. Kaplanmak suretiyle, sert metallerin aşınma dayanıklılığı artırılabilir. Bunun yanında sert metal plakalar vakum altında 1000 °C'lik bir sıcaklıkta titan nitrit, titan karpit ve alüminyum oksitten yapılmış olan çok katlı ve sert tabakalarla kaplanırlar.

Üzerleri kaplanmış sert metal plakalar, kaplanmamış sert plakalara nazaran daha uzun bir kullanma ömrüne sahiptir veya daha yüksek kesme hızlarında çalışmayı mümkün kılarlar. Talaş biçimlendirme formunun sinterlenme esnasında verilmesi gerekir.

Kesici Seramik

Kesici seramik, sert metallerden daha serttir. Bu kesici malzeme, yaklaşık 1200 °C'lik sıcaklıklara kadar kendi yüksek sertliğini ve aşınma mukavemetini korur. Kesici seramik gevrek ve şiddetli olarak değişen kesme mukavemetlerine karşı duyarlıdır. Bundan dolayı aynı ölçüdeki kesme şartlarında soğutma yapılmaksızın kullanılır. Kesme hızları, sert metale nazaran artırılabilir. Kesici seramik, demir malzemelerden talaş kaldırma esnasında çok hacim kaplayan talaşlar oluşturmaz, fakat alüminyum alaşımlarının işlenmesine elverişli değildir. Genel durumlarda, seramikten yapılmış olana kesici plakalar bir taşıyıcı sap gövdesi ile tespit edilmek suretiyle bağlanırlar (Şekil 1).



Şekil 1: Tespitleme elemanlı kesici seramik-döner kesici plakalı torna kalemleri

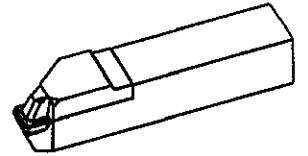
Oksit Seramik, saf alüminyum oksitten (Al_2O_3) oluşur ve metalik bir bağlayıcı maddesi yoktur. Demir malzemelerin talaş kaldırma işleminde yüksek bir aşınma mukavemetine sahiptir.

Karışık seramik, Al_2O_3 ve titan karpit veya titan karbonitrit gibi metalik sert maddelerden imal edilir. Bu kesici malzeme gri dökümün düzeltme tornalanmasında, çeliklerin frezeleme işleminde ve ayrıca sertleştirilmiş demir malzemelerin tornalama işleminde tercihen kullanılır.

Nitrit seramik, Silisyum nitrid (Si_3N_4) bazında okside olmamış bir seramik kesici malzemesidir. Yüksek ısı değişimine (termo şok) dayanıklılığı, talaş kaldırma esnasında büyük pasolara rağmen az kırılma rizikosunu doğurur. Sakıncası ise, çeliklerin talaş kaldırılarak işlenmesi sırasında aşınma oranının biraz yüksek oluşudur. Bundan dolayı kullanımı daha ziyade gri döküm ile sınırlanmıştır.

Mono Kristalli Elmas (MKE)

Elmas kendi kristalli yapısından dolayı bütün maddelerin en sert olanıdır. Darbeye karşı çok duyarlıdır, fakat talaş kaldırma esnasında yığılmalı kesme olayını oluşturmaz. Elmasla donatılan takımlar, demir olmayan (DO) Metallerin ve onların alaşımlarının ve ayrıca kır (gri) dökümün, elyafı ve dolgu maddesi ile takviye edilmiş plastiklerin sinterlenmiş sert metalin, cam ve seramiklerin işlenmesine çok elverişlidir (Şekil 2).



Şekil 2: Tabii elmas kesici ağızlı torna kalemi

Elmas, çelikten talaş kaldırma işlemleri için uygun değildir, çünkü elmas demire karbon atomları vermeye ve bu nedenle çok çabuk aşınmaya eğilim gösterir (Sayfa 83, difüzyon aşınması).

Çok Kristalli (Polikristalli) Kesici Malzemeler

Çok Kristalli (Poli kristalli) elmas (PKE). Münferit bir kristalden meydana gelen tabii elmasa nazaran, sert metalden yapılmış kesici plaka, yüklemeye yönünden bağımsız olarak daha büyük sıklığa (diriliğe) ve kenar mukavemetine sahiptir (Şekil 1). PKE ile kaplanmış kesici plakalar tornalama ve frezeleme işlemleri esnasında hassas işleme için uygundur. Bu kesici malzeme ile özellikle Al alaşımlarından diğer demir olmayan alaşımlardan yapılmış iş parçalarından talaş kaldırılır. Çelikler, PKE kesici plakaları ile işlenmemelidir.

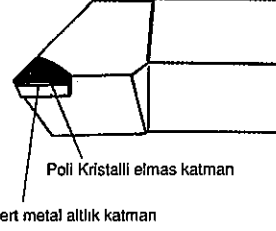
Polikristalli Bor nitrid (PKB), Rc->50 HRC'lik sertlik değerindeki çeliğin, sert dökümün ve ısıya dayanıklı özel alaşımların talaş kaldırılarak işlenmesine, elverişlidir. Bu kesici malzeme masif (som, yekpare) kesici plaka olarak imal edilebilir veya sert metal olarak sinterlenebilir.

2.6.4 Döner Kesici Plakalar

Sert metal veya kesici seramik'ten yapılmış döner kesici plakalar ¹⁾, bir çok kesici kenarlara sahiptir (Şekil 2). Bir kenarı körlendiği zaman, ucun diğer kenarı çevrilir takılır. Plakanın değişimi ne kadar basit ve çabuk olursa, hazırlık zamanları da o kadar kısalmış olur. Sert metalden yapılmış olan döner kesici plakalar (uçlar), talaş kaldırma esnasında kısa kırılmış talaşlar oluşturmak için, genelde talaş biçimlendirme formuna sahiptir. Bunlar imalat akışını aksatmazlar. Talaş kırılma diyagramı (Şekil 3) vasıtasıyla en uygun talaş kırılma sahası gösterilir.

Döner Kesici Plakaların Tespit Edilmesi

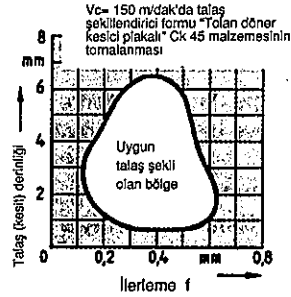
Döner kesici plakalar talaş kaldırma esnasında meydana gelen kuvvetler veya döndürme momentleri etkisiyle tutucu parçadan kurtulamayacak veya takım üzerinde kaymayacak şekilde tespit edilmelidir. Bunlar, ya tespitleme plakaları ile dışardan veya civatarla, kama veya kollu sıkma sistemi vasıtasıyla plakalarının deliğinden plaka oturma yüzeyindeki tespitleme tutucusu üstüne bastırılır. Pozisyonlama (konumlama) hassasiyeti, döner kesici plakanın tespitleme tarzına da bağlıdır.



Şekil 1 : PKE Kaplı bir kesici plakası olan torna kalem



Şekil 2 : Döner kesici plakalar































Şekil 3 : Talaş kırılma diyagramı

Döner Kesici Plakaların Sınıflandırılması

Döner kesici plakalar, kendi temel formlarına, köşe açısına, serbest açısına, tolerans sınıfına, talaş şekil verme formuna, kesici köşesine ayrıca tespitlemeye ve aralıklarına göre sınıflandırılır (Tablo -1).

Tablo 1: Döner Kesici Plakaların Sınıflandırılması

Örnek: Deliksiz, köşeleri yuvarlak olan sert metalden yapılmış döner kesici plaka
Kesici plaka (Standart Yaprağı) - T N G N 16 04 12 T - P 20
Standart

Köşe açısının temel şekli	Serbest Açı α	Tolerans sınıfı	Talaş formunu veren kısmın dağılışı	Plaka büyüklüğü	Talaş kaldırma - tabakal gruplarının sert metali P 20
H 120°  M 86° 	N 0°	A	N 	Plaka büyüklüğü olarak kenarları aynı olmayan plakalarda daha uzun kesici ağız, yuvarlak plakalarda çap belirtilir	Kesici ağızın yapısı
O 135°  Y 35° 	A 3°	F	F 	Plaka kalınlığı	
P 108°  W 80° 	B 5°	C	A 		Desimal basamakları olmayan plaka kalınlığı mm olarak
S 90°  L 90° 	C 7°	H	M 	Köşe Radyüsü	
T 60°  A 85° 	P 11°	E	G 		Karakteristik sayısı 0.1 faktörü ile çarpılır. re- köşe radyüsüne tekabül eder
C 80°  B 82° 	D 15°	J	W 	Köşe Radyüsü	
D 55°  K 55° 	E 20°	K	T 		Köşe Radyüsü
E 75°  R 	F 25°	L	Q 	Köşe Radyüsü	
	G 30°	M	U 		
		N	H 		
		U	C 		
			J 		
			X Tanımlı ifade		

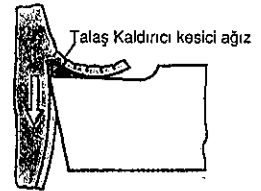
2.6.5 Aşınma ve Kullanma Zamanı

Talaş kaldırma esnasında takımın kesici ağız geometrileri, yüksek sıcaklıklarda sürtünme, kırılıp dökülme ve difüzyon nedeniyle değişir, iş parçasının yüzey kalitesi ve ölçüye uygunluk derecesi düşer.

Aşınma Sebepleri

Sürtünme nedeniyle aşınma, kesici kenarın altında talaş yüzeyinin ve serbest yüzeyin üzerinde meydana gelir. Bundan başka küçük malzeme parçacıkları, talaş yüzeyinin üstüne sıkı bir şekilde yapışarak kaynar ve yeni bir kesici ağız meydana getirirler (Şekil 1). Akan talaş parçacıkların yapıştığı yeni kesici ağızı daima tekrar çekip koparır. Bu esnada kesici malzemenin parçaları da birlikte kopar. Bu yüzden, talaş yüzeyleri ve serbest yüzeyler pürüzlü olur.

Şayet yüksek talaş kaldırma sıcaklığında kesici malzemenin molekülleri akan talaş haline dönerse, **difüzyon aşınması** meydana gelir. Örneğin talaş yüzeyinin üstündeki oyuk aşınmasına difüzyon sebep olur.



Şekil 1: Talaş Kaldırıcı kesici ağız

Aşınma Şekilleri

Aşınma belirtisi genişliği "VB" vasıtasıyla karakterize edilen serbest yüzey aşınması, ilk etapta talaş kaldırılan iş parçasının ölçü tamlığına ve yüzey kalitesine etki eder. Serbest yüzey aşınmasının büyüklüğü bundan dolayı genel olarak takımın kullanma zamanını belirler (Şekil 1).

Oyuk Aşınması, talaş yüzeyini çukurlaştırarak şekilde oyar. Buna sürtünme ve difüzyon sebebiyet verir ve kesici kamayı zayıflatır (Şekil 1).

Talaş yüzeyi aşınması kesici kenarlar üzerinden başlar ve serbest yüzey aşınmasında olduğu gibi benzer bir aşınma belirtisi gösterir. Talaş yüzeyi ve serbest yüzey aşınması birlikte kenar kırılmasına yol açarlar.

Kullanma Zamanı

Kesici ağızların tekrar bilinmesine kadar yani, kavram olarak normal talaş kaldırıcı olduğu zaman, kullanma zamanı olarak ifade edilir. Şayet artan aşınma belirtisi genişliği "VB" = AG talep edilen pürüz derinliğine ve müsaade edilen toleransa uymuyorsa kullanma zamanına erişilir. Kullanma zamanı T herşeyden önce kesme hızı V_c 'ye, bundan başka kesici malzemeye iş parçasının malzemesine, talaş kesitine ve soğutucu yağlamaya bağlıdır (Şekil 2). Bir kesici malzemenin kullanma zamanı, özellikle kesme hızına bağlıdır. Genel olarak, makina, takım ve işçilik hakkındaki masrafların birlikte en düşük değere erişildiği, en ucuz kullanma zamanı seçilir.

Tekrarlama Soruları

- 1 Kesici malzemelerin hangi niteliklere sahip olması gerekir?
- 2 Yüksek hız çelikleri başlıca nerelerde kullanılırlar?
- 3 Elmas talaş kaldırma teniğinde nerelerde kullanılır?
- 4 Aşınma sebepleri nelerdir?

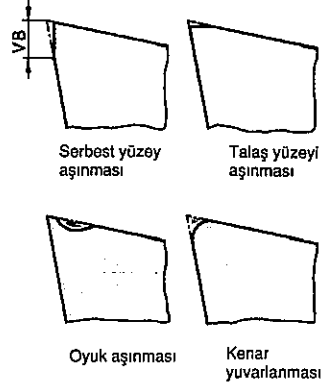
2.6.6 Soğutucu Yağlama Maddeleri

Soğutucu yağlama maddelerinin görevleri

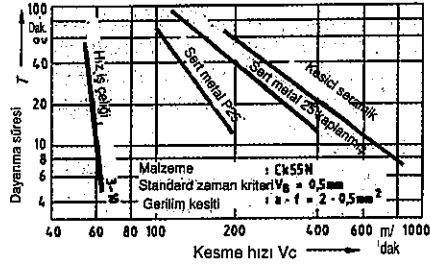
Soğutucu yağlama maddelerinin, malzemelerin ayrışması ve şekillendirilmesinde görevleri şunlardır:

- Yağlama sayesinde sürtünmenin azaltılması
- Soğutma suretiyle ısının iletilmesi
- Yıkama suretiyle yabancı maddelerin nakledilmesi ve böylelikle takımların kullanma (dayanma) zamanının artırılması (Sayfa 84, Şekil 1)
- İş parçalarının yüzeylerinin iyileştirilmesi
- Birim zamanda talaş kaldırma hacminin artırılması

Bu ana vazifelerin yanında, soğutucu yağlama maddeleri işlem gören yerlerin temizliğini yapar ve onları korozyondan korur.



Şekil 1 : Aşınma şekilleri



Şekil 2 : Kesme hızının dayanma süresi bakımından etkisi

Yağlama

Talaş kaldırılarak yapılan işlemler karışım sürtünmesi bölgesinde meydana gelir (Bak. Sayfa 120). Soğutucu yağlama maddeleri yağlama suretiyle işlem yerindeki sürtünmeyi azaltır ve böylelikle takımın aşınması ve iş parçasının ısınmasını ve ayrıca enerji ihtiyacını düşürür (Şekil 2). Yüksek ve en yüksek zorlamalar için soğutucu yağlama maddeleri, yüksek basınçlarda ve sıcaklıklarda işlenmesi gereken malzeme ile reaksiyona giren özel olarak etki eden maddeleri kapsar. Bu sayede iş parçasının ve takımın pürüz tepelerinin kaynamasına engel olunur. Bu gibi katkı maddeleri EP (EX trem pressur) katkı maddeleridir. Etkili olmak için, soğutucu yağlama maddelerinde en düşük sıcaklıklara ve en düşük basınçlara ihtiyaç vardır.

Bundan başka, takım ve iş parçasının yüzeylerinde tutucu bir film tabakası oluşturan, kayan yüzeylerin doğrudan doğruya temasına engel olan, AW-tesirli (Antiwear- katkı maddeleri) soğutucu yağlama maddesine katılır.

Soğutma

Soğutucu yağlama maddesinin, ısınan bölgeden mümkün olduğu kadar çabuk uzaklaştırılması gerekir, böylelikle takım ve iş parçası soğutulur. Bu sayede işleme hassasiyeti artar ve yüzey tabakasının içindeki bünye (metalurjik yapı) değişmez.

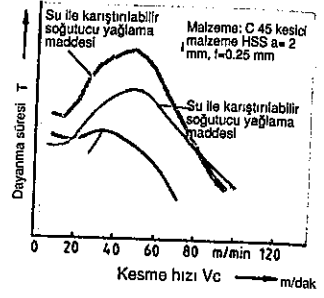
Soğutucu yağlama maddelerinin soğutma etkisi, akış hızına, soğutucu madde hüzmelerinin şekline ve yönüne, viskoziteye, soğutucu yağlama maddesinin cinsine ve sıcaklığına bağlıdır (Şekil 3).

Soğutucu yağlama maddesinin akış hacmi (debisi) ne kadar büyük olursa ve özgül ısı kapasitesi ne kadar yüksek olursa, soğutmada o kadar hızlı olur. Su ile karıştırılan soğutucu yağlama maddelerinde, suyun buharlaşması soğumaya yardım eder.

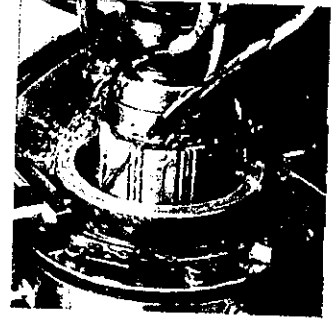
Yıkama ve Taşıma (Transport)

Soğutucu yağlama maddesi vasıtasıyla ayrıca, dökülen talaşlar ve diğer katı maddeler talaş kaldırılma yerinden çalkalanarak uzaklaştırılmaları ve nakledilmeleri icap eder.

Talaşların ve diğer katı maddelerin çalkalanma kabiliyeti her şeyden önce, soğutucu ve yağlama maddesinin viskozitesine, akış hacmine (debiye) ve basıncına bağlıdır. Soğutucu yağlama maddesinin taşıma kabiliyeti ve tortu bırakma özelliği, talaşların cinsine ve büyüklüğüne bağlıdır.



Şekil 1: Farklı soğutucu yağlama maddeleri ile dayanma süresi mukayesesi






Şekil 2 : Soğutucu yağlamalı honlama



Şekil 3 : Soğutucu yağlamalı frezeleme

Soğutucu yağlama maddelerinin cinsleri

D. Talaş kaldırılarak yapılan imalat metodu için su ile karışmayan ve su ile karışabilen soğutucu yağlama maddeleri kullanılır. Bunun seçimi, imalat metoduna, kesme hızına, talaş kaldırılması gereken malzemeye ve arzu edilen soğutma ve yağlama etkisine göre yapılır (Tablo 1).

İmalat Metodu	Kesme Hızı	Gerekli olan		Kullanma
		Soğutma Etkisi	Yağlama Etkisi	
Testere ile kesme Tornalama Frezleme Matkapla delme Otomatla çalışma Derin delme Dış açma Vida açma Boşaltma	Yüksek 	Yüksek 	Düşük 	Su ile karışabilen soğutucu yağlama maddeleri Kesmede yüksek ısı oluşturan hallerde (yüklenmelerinde), yüksek kesme hızlarında ve soğutma etkisi ihtiyacının artması hallerinde
	Düşük	Düşük	Yüksek	Su ile karışmayan soğutucu yağlama maddeleri Artan mekanik kesme zorlamalarında (yüklenmelerinde), düşük kesme hızlarında ve yağlama etkisi ihtiyacının artması hallerinde

Su ile Karışmayan Soğutucu Yağlama Maddeleri, katıksız veya kimyasal olarak etki eden ve yağ filmi oluşturan, katkı maddeleri bulunan madensel (mineral) yağlardır. Kimyasal olarak etki eden katkı maddeleri, kükürt ve fosfor ihtiva eden organik bileşiklerden meydana gelir. Yağ filmi oluşturan katkı maddeleri, tabii ve sentetik gres yağı asitleridir. Bu soğutucu yağlama maddeleri, genel olarak yağ sisi ve köpük oluşumunu, ayrıca korozyonu azaltan ilave katkı maddelerini ihtiva eder. Eğer iyi bir yağlama etkisi istenirse, bu gruba giren yağlar kullanılır.

Su ile Karışabilen Soğutucu Yağlama Maddeleri, kullanılmadan önce su ile karıştırılır. Bunlar; madensel yağ içeren su ile karıştırılmış soğutucu yağlama maddeleri ve madensel yağ içermeyen çözeltiler olarak gruplara ayrılır.

Madensel yağ içeren su ile karıştırılmış soğutucu yağlama maddeleri, süt beyazı renginde su içinde yağ emülsiyonlarıdır. Soğutucunun hazırlanması esnasında, suyun, soğutucu yağlama maddesinin içine değil tam tersine, soğutucu yağlama maddesinin su içine katılması mecburiyeti vardır. Eğer iyi bir soğutma ve az bir yağlama etkisi gerekli ise, bunlar kullanılabilir. Suyun içinde soda veya sodyum nitritin hemen hemen açık şeffaf olan çözeltileridir. Bunların kullanım alanı emülsiyonların kullanıldığı alanlardır.

Temizleme

Bütün soğutucu yağlama maddelerinin temiz kullanılması, ve kirlenmişse temizlenmesi gerekir. Çünkü bunların kullanılmaları esnasında sürtünme tozları, talaşlar ve yabancı yağlar (örneğin makina yağı, hidrolik veya korozyondan koruyucu yağlar) iş parçalarına, soğutucu yağlama devresinden ulaşabilir. Temiz soğutucu yağlama maddesi, iş parçalarında daha iyi bir yüzey kalitesi sağlarken, bozuk parça (iskarta) miktarını da düşürür. Temizleme işlemi, filtre, tortu kabı ve manyetik ayırıcı tertibatıyla sağlanır. İş parçalarının üstünde geriye kalan soğutucu yağlama maddesi artıkları sık sık işlemeye başlamadan evvel, galvanizleme veya boyama işlerinde olduğu gibi özellikle son olarak yapılacak bir yüzey işleminden önce yüzeyden uzaklaştırılmalıdır.

Ortalıktan Kaldırma (Yok etme)

Soğutucu yağlama maddelerinin bakımı esnasında; talaşlar, filtre tortuları, yağ çamurları ve yağ-su karışımı dışarı alınır. Bu maddeler işletmede hazırlanırken yağlardan veya sudan ayrışması sağlanmalıdır. Artıkları çöp yakma tesisine veya depoya vermeden evvel, terkihi (içinde ne olduğu) açıklanmalı ve yetkili makamın onayı alınmalıdır.

Tekrarlama Soruları

- 1 Soğutucu yağlama maddelerinin görevleri nelerdir?
- 2 Soğutucu yağlama maddesinin seçimi neye göre belirlenir?
- 3 Hangi tür soğutucu yağlama maddeleri vardır?
- 4 Yok etme esnasında nelere dikkat edilmelidir?

2.7 Elle Talaş Kaldırarak Şekil Verme

El ile talaş kaldırılarak şekil vermede iş parçaları, keski, ege ve testere gibi bas takımların yardımıyla işlenir. Bunun yanında, örneğin geçme yerlerinin ve iş parças kenarlarının markalama takımlarıyla markalanması gerekir.

2.7.1 Markalama Suretiyle Ön Hazırlık

Markalamak veya üzerinde işaretlemek suretiyle, işlemeye başlamadan önce re sim ölçüleri iş parçasının üstüne taşınır. Markalama yaparken aşağıdaki hususlar dikkat edilmelidir:

- Çizgilerin iyi görülebilecek şekilde çizilmesi
- Ölçülerin doğru olarak taşınması
- İş parçası yüzeylerine zarar verilmemesi

Markalama bugün münferit imalat bakımından sınırlıdır. CNC- kumandalı takım tezgahları sayesinde markalama geniş ölçüde devre dışı bırakılmıştır.

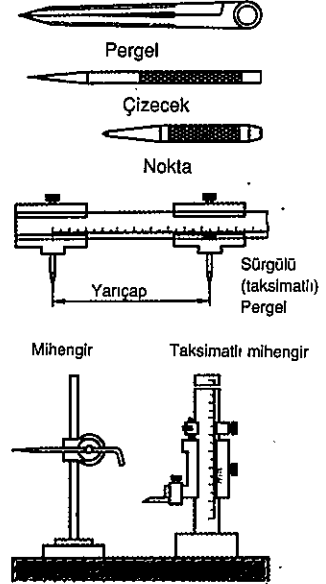
Markalama İçin Ön Çalışma

Çizgi hatlarının anlaşılır olarak görülebilecek bir şekilde çizilmesi için, iş parçası nın yüzeylerine örneğin tebeşir sürülür.

Hafif metal parçalar veya düz metal yüzeylerine renkli markalama boyası sürülür. Parlak çelik yüzeyler bakır sülfat (göztaşı) ile kaplanır.

Markalama İşlemi ve Markalama Takımları

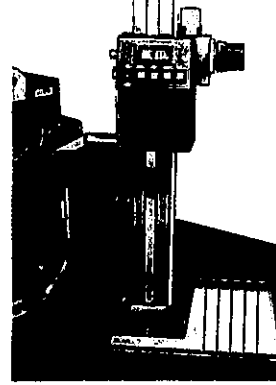
Markalama çalışmaları genel olarak, dökme demirden veya sert kütle (sahre)'den yapılmış düzgün bir markalama Pleyti (plakası) üstünde, sertleştirilmiş veya sert metal ile donatılmış bir çizcek ile yapılır. İnce cidarlı veya sertleştirilmiş iş parçaları ve çentik etkisine karşı duyarlı malzemeler bir pirinç çizcek ile, hafif metal saclar ise kurşun kalemle markalanır. Dairenin markalanması ve kısmi hatların taşınması için basit pergel veya taksimatlı pergel kullanılır. Delik merkezinin ve çizcek hattının belirtilmesi için nokta kullanılır. Noktanın sivri ucunun 60° lik bir açı halinde bilenmiş olması gerekir. Matkapla delinecek delik merkezleri delme başlangıcının kolaylaştırılması için kuvvetlice noktalanır. Çizgi hatları, özellikle yaylar kontrol noktaları vasıtasıyla daha iyi işaretlenir. İşlemeden sonra kontrol noktalarının yarısının görülebilir olmaları icap eder.



Şekil 1: Markalama takımları

Herhangi bir yükseklikteki çizgi hatları paralel çizerek (mihengir) veya taksimatlı mihengir ile markalama pleytinin düzlemine paralel olarak çizilebilir.

Dijital göstergeli mihengiri, artışı (inkremental) ölçme metoduna göre opto-elektronik olarak çalışır (Şekil 1). Dik bir kolon içine monte edilen cam ölçme çubuğu ölçü cetveli olarak görev yapar. Bir dokunucu uç ölçü taksimatını yoklayarak okur. Her ölçme aralığında gösterge, ilgili tuşa basmak suretiyle sıfıra ayar edilebilir, ölçüler toplanabilir veya çıkartılabilir. Bu cihazlar, yükseklik ölçü cihazı olarak da kullanılabilir.



Şekil 1: Rakam göstergeli yükseklik çizeceği (Mihengir)

Tekrarlama Soruları

1. Markalamanın amacı nedir ve markalama yaparken nelere dikkat edilmelidir?
2. Markalama takımları nelerdir ve hangi amaçlar için kullanılır?

2.7.2 Keski

Keski, hem talaş kaldırma işlemi hem de ayırma işlemi için kullanılır. Keski, kesici ağız, gövde ve baş kısmından meydana gelmiştir. Sertleştirilmiş keski ağızlarının esas şekli, kamadır (Şekil 2). Keski gövdesi, kural olarak dar olan yanından yuvarlatılır, böylece el içinde iyi tutulur. Keski başı daraltılmıştır ve ucunda yuvarlaklık vardır. Kenarlarına pah kırılmıştır.

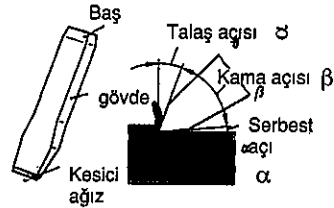
Keski ağızlarının kama açısı, alaşım ve alaşımız çelik gibi sert malzemeler için, 60°-70°, bronz ve pirinç gibi orta sertlikteki malzemeler için 50° ile 60° ve kurşun, çinko, bakır ve alüminyum gibi yumuşak malzemeler için 40° ile 50° dir.

Keski Çeşitleri:

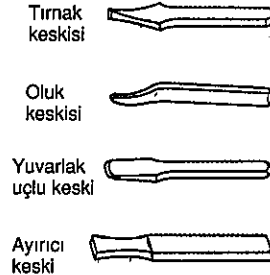
Keskinin şekli kendi kullanma amacına göre belirlenir (Şekil 3).

Düz keski, geniş düz bir ağıza sahiptir ve talaş kaldırma, ayırma döküm parçaların ve kaynak dikişlerin çapaklardan temizlenmesi için kullanılır (Sayfa 88, Şekil 1).

Kısa, keski gövdesi ve enine pozisyonda



Şekil 2: Düz keski ve kesici ağız



Şekil 3 : Keski çeşitleri

kesici ağız olan tırnak keski dar kanalların keski ile boşaltılması için elverişlidir. Oluk keski yağ kanallarının açılmasında kullanılır. Yuvarlak uçlu keski geniş ve kavis şeklinde bir kesici ağıza sahiptir ve sac parçalarının birbirinden ayrılmasında kullanılır. Ayırıcı keski dört düz keski ağıza sahiptir ve dört tarafından gövdeye doğru daralmaktadır. Bu keski delikler arasındaki kısımları boşaltmak için kullanılır (Şekil 2).

Keskilerle Çalışma

Gerekli olan kesme kuvveti, keskinin başına çekiç darbeleri vurulmak suretiyle elde edilir. Keski, iş parçası yüzeyine göre bir açı yapacak şekilde tutularak kullanılır.

Keskilerde talaş açısı ve serbest açısı, keskiyi tutuş şekline göre değişir. Keskinin düz tutulması serbest açının küçük olması sonucunu doğurur, talaş açısı o anda büyür ve keski bunun için eğik tutulur. Alışkanlık ve deneyimle her malzemeye göre doğru keski tutuluş tarzı seçilir. Uygulama şekline göre keski, iskarpela adını da alabilir.

Çalışma Kuralları

- Keski başında çapak bulunmamalıdır.
- Keskilmede (keski ile çalışmada) keski ağızına doğru bakılmalıdır.
- İş parçası kenarına yaklaştığı zaman keskilme yönü değiştirilmelidir.
- Birlikte çalışan işçilerin sıçrattığı talaşlardan korunmak için koruyucu perde ve her çalışma ortamında mutlaka koruyucu gözlük kullanılmalıdır.

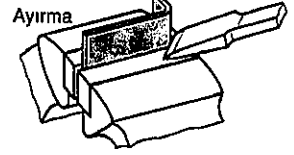
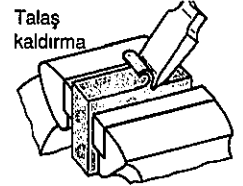
Tekrarlama Soruları

- 1 En önemli keski çeşitleri nelerdir?
- 2 Tırnak keski ne işe yarar?
- 3 Keskinin iş parçasına göre doğru eğimde olması neden önemlidir?

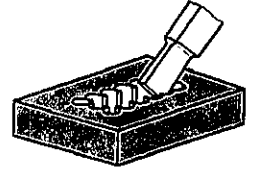
2.7.3 Testereleler

Testereleler, dairesel veya doğrusal kesme hareketi ile talaş kaldırmaya yarayan araçlardır. Testere, iş parçalarının kesilerek ayrılması, ayrıca kanalların ve yivlerin kesilmesi için kullanılır. Burada kesme işlemi takımın hareketiyle sağlanır.

Testere Lamaları

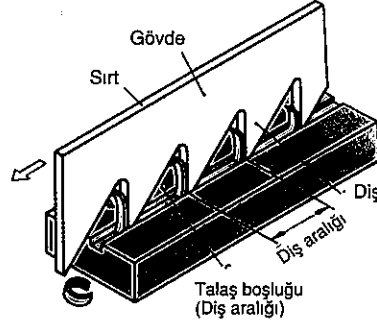


Şekil 1 : Düz keski ile yapılan çalışmalar



Şekil 2 : Ayırıcı, keski ile yapılan çalışma

El ve makina testere lamaları, az kesme genişliğinde çok sayıda arka arkaya sıralanmış olan dişlere sahiptir. Dişler kama şeklindedir ve sertleştirilmiştir. Talaş boşlukları (diş aralıkları) çıkan talaşları taşıır ve kesme aralığından dışarıya sevkeder (Şekil 1).



Şekil 1 : Bir testerenin kesme işlemi Dişten dişe olan ara mesafe diş adımı (diş taksimatı) olarak ifade edilir. Yumuşak olan iş parçaları için diş adımı, sert olan malzemeler için kullanılacak testere diş adımlarına nazaran daha büyüktür, çünkü burada her kesimde büyük bir talaş hacminin alınması söz konusudur. Sert malzemelerde talaş kaldırma hacmi her bir dişte daha azdır. Bundan dolayı hem verimli çalışmak, hem de diş başına düşecek talaş payını azaltmak için daha fazla diş aynı zamanda testereleme işlemini yapar (Tablo 1).

Diş Aralığı (Diş Taksimatı)

Dişten dişe olan ara mesafe diş adımı (diş taksimatı) olarak ifade edilir. Yumuşak olan iş parçaları için diş adımı, sert olan malzemeler için kullanılacak testere diş adımlarına nazaran daha büyüktür, çünkü burada her kesimde büyük bir talaş hacminin alınması söz konusudur. Sert malzemelerde talaş kaldırma hacmi her bir dişte daha azdır. Bundan dolayı hem verimli çalışmak, hem de diş başına düşecek talaş payını azaltmak için daha fazla diş aynı zamanda testereleme işlemini yapar (Tablo 1).

Testere elemanlarının seçimi için genel kural:

Kaba diş taksimatı: Yumuşak malzeme ve uzun kesme aralıkları için

İnce diş taksimatı: Sert malzeme ve kısa kesme aralıkları için

Diş Formu

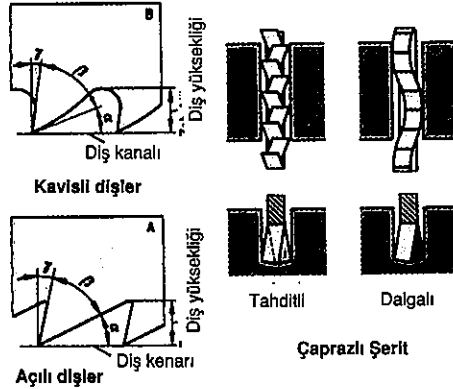
El testere lamaları, kural olarak açılı dişlere (Sembolü: A), makina testere lamaları genel olarak kavisli dişlere (Sembolü: B) sahiptir (Şekil 2). Kavisli dişlerin, kendi biçimleri sayesinde açılı dişlere nazaran direnç gösterme kabiliyeti daha fazladır. Genelde kama açısı yaklaşık olarak 50° , serbest açısı ve kama açısı birlikte hemen hemen 90° dir.

Testere Lamasının Serbest Kesmesi

Düz bir testere laması malzemenin derinliğine girdiğinde yan taraflardaki sürtünme artar. Lama sıcakta hareket etmiş ve sıkışmış olur. Lamanın serbestçe kesmesi için, şerit şeklindeki testere lamalarında ya dişler ya çap-razlı yapılır, yani bir sağa ve bir sola bükülür ya da dalgalı yapılır (Şekil 3). Dalgalı testere lamaları özellikle küçük adımlı diş olması

Tablo 1 : 25.4 mm (1 parmak)'lık testere laması boyundaki diş sayıları

Diş adımı	Kullanım Alanları
$\frac{18 \text{ Diş}}{1 \text{ parmak}} = \text{Kaba}$ 	Yapı çeliği, bakır, alüminyum, plastikler, 40 mm'lik kalınlığın üzerindeki yapı çeliğinden yapılmış yuvarlak ve dört köşeli çubuklar
$\frac{22 \text{ Diş}}{1 \text{ parmak}} = \text{Orta}$ 	Yüksek mukavemetli çelik, dökme demir, 40 mm'nin altındaki yapı çeliğinden yapılmış yuvarlak ve dört köşe çubuklar, piring
$\frac{32 \text{ Diş}}{1 \text{ parmak}} = \text{İnce}$ 	İnce cidarlı borular ve profil çubuklar, sert döküm saclar



Şekil 2: Diş Şekilleri

Şekil 3: Band şeklindeki testere lamalarında serbest kesme

halinde maksada uygun olur. Dişli dilimlerin kullanılması halinde kütük lama, çevresine segmentler perçinlenmiş olan ıslah çeliğinden meydana gelir (Şekil 1).

Testere Çeşitleri

El Testereleeri

Kollu testere, itme yönünde keser (Şekil 2). Testere lamasası dişlerinin, itme yönünde kesecek şekilde bağlanması gerekir. Lama 0.6 mm ila 1 mm'lik bir kalınlığa sahiptir ve genel olarak dalgali ağızlıdır. Kesme öncesi üç köşeli bir eğe ile, kesilecek yere eğelenerek iz yaptırılırsa, testere ile kesme kolaylaştırılabilir.

Kertme testeresi (Şekil 3), civataların veya pimlerin başlarına dar yiv açılması vb. için kullanılır.

Çalışma Kuralları

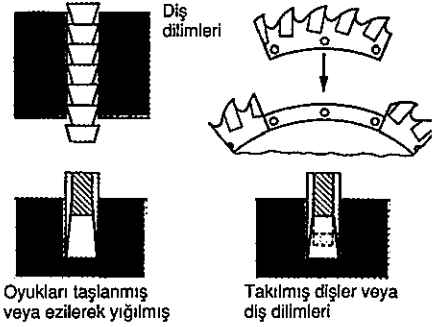
- Testere lamasının düzgün ve gergin olarak sıkılmış olması gerekir. Testere dişleri itme yönünü göstermelidir.
- İş parçasının kesim yerine yakın bağlanması gerekir.
- Testere ile çalışmada, bütün testere boyu kullanılmalıdır.

Makina Testereleeri

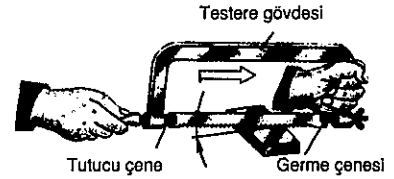
Kollu makina testereleerinde, ileri ve geri hareket eden testere lamasası, ya krank kasnağı üzerinden mekanik olarak veya hidrolik olarak tahrik edilir ve geri kurs esnasında iş parçasına sürtünmek için bir miktar yukarıya kaldırılır.

Metal şeritli testereleerde (Şekil 4) takım, sonsuz bir testere şerididir. 0.9 mm ila 1.2 mm olan testere şerit kalınlığından dolayı, kesme genişlikleri ve dolayısıyla malzeme kaybı azdır.

Ağır kesimler için metal daire testereleeri kullanılır. Daire testereleli makinalarda testere kızakları yatay veya talaş kaldırılan iş parçasına göre dikey olarak hareket ettirilir. Burada itme kuvveti kesme kuvvetine uyarlanır.



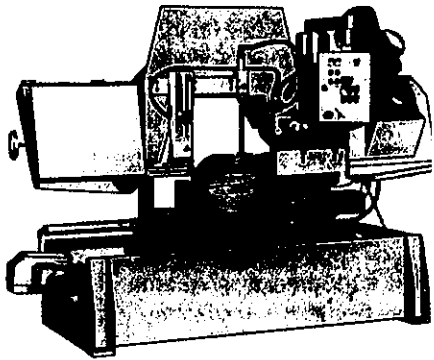
Şekil 1 : Daire testere lamalarında serbest kesme



Şekil 2 : Kollu testere



Şekil 3 : Kertme testeresi



Şekil 4 : Metal şeritli testere makinası

Tekrarlama Soruları

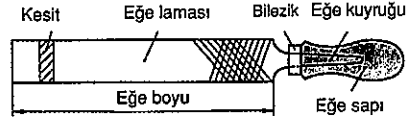
1. İnce cidarlı iş parçalarında hangi diş adımı (Diş taksimatı) kullanılır?
2. Testereelerde kesme boşluğu nasıl sağlanır?
3. Bir iş parçasının, kollu testere ile kesilmesinde nelere dikkat edilmelidir?

2.7.4 Eğeleme

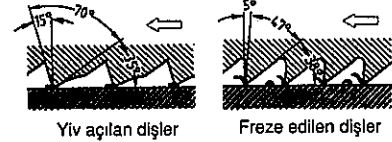
Eğeler; makina, takım, kalıp ve model yapımında, alıştırma çalışmaları ve testereelerin bilinmesi için ayrıca tamirat, temizleme ve çapak alma işlerinde kullanılır.

Eğenin Yapısı

Eğeler az miktardaki malzeme çapağının alınması için çok kesici ağızlı, talaş kaldıracı takımlardır (Şekil 1). Eğenin ham malzemesi alaşımli takım çeliğinden dövülür. Dişler, eğe lamasının yüzeylerine yiv açılarak veya freze edilerek yapılır. Daha sonra sertleştirilir. Eğenin kuyruğu yumuşak bir sapa tespit edilir. Ahşaptan veya plastikten yapılmış olan eğe sapının tespit edilmesi esnasında çatlamasına karşı bir bilezik ile emniyete alınır.



Şekil 1 : Düz (Yassı) Eğe



Şekil 2 : Yiv açılan ve freze edilen dişler



Şekil 3 : Eğe izi örnekleri

Dişlerin Şekilleri

Yiv açılmış eğe dişleri, eğe dişi kanallarının her adımına (taksimatına) göre -2° ila -15° lik değeri ihtiva eden negatif talaş açısına sahiptir (Şekil 2).

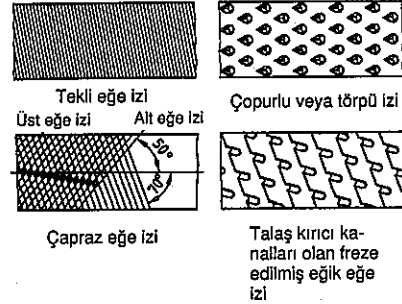
Freze edilen eğe dişleri, genel olarak büyük diş adımlı olup 16° 'ye kadar pozitif bir talaş açısına sahiptir (Şekil 2).

Eğe İzi (Diş Kanalı) Çeşitleri

Doğrusal hatlar şeklinde tanzim edilmiş dişler, eğe diş kanalı olarak ifade edilir. Eğeleme esnasında meydana gelen talaşları dışarıya akıtabilmek için, eğelerin diş kanalları eğe eksenine göre eğik veya kavis şeklindedir (Şekil 3).

Eğe diş kanallarına göre, tekli eğe diş kanalı, çapraz eğe diş kanalı ve törpü diş noktası şeklinde gruplara ayrılır (Şekil 4).

Tekli diş kanalı, kalay, çinko, kurşun, alüminyum gibi yumuşak malzemelerin işlenmesinde ve testereeler ve diğer takımların bilinmesinde uygulama alanı bulur.



Şekil 4 : Eğe izi çeşitleri

Çapraz Eğe Diş Kanalı, eğe lamasına iki yönlü yivler açmak suretiyle meydana gelir. İlk önce açılan yivler alt eğe diş kanalı ve bunu müteakiben açılan yivler üst eğe diş kanalı olarak açılır. Alt eğe diş kanalının adımı kural olarak üst eğe diş kanalı adımından daha büyüktür. Bu nedenle yanlarda arka arkaya tanzim edilmiş dişler meydana gelir. Bu zig zag sayesinde, eğeleme yapılırken çentik etkisi meydana gelmez. Çapraz eğe diş kanalı olarak yiv açılmış eğeler, çelik, kır (gri) döküm, pirinç ve plastikler gibi sert malzemelerin işlenmesine elverişlidir.

Törpü diş noktası şeklinde açılan dişler, ayrı ayrı ve birbirinden orana uygun uzaklıkta bulunmaktadır. Törpü dişli eğeler, törpü olarak da adlandırılır. Bunlar ahşap, meşin, mantar, lastik, plastikler ve taşın işlenmesine elverişlidir.

Freze ile diş açılmış eğeler, genel olarak daire kavisli - veya eğik dişli tek eğe izli ve eğe izine göre enlemesine giden talaş kırıcı kanallı olarak yapılmıştır. (Sayfa 91 Şekil 4). Freze ile kanal açılmış eğeler ahşap, meşin, lastik, mantar, plastikler ve taşın işlenmesinde kullanılır.

Eğe Diş Sayısı ve Eğe Dişlerinin Numaralandırılması

Her eğe, diş kanalı sayısına göre, yiv açılan eğeler ve törpüler 1 den 8'e kadar diş numaraları ile ifade edilir. Atelye eğeleri 1 den 4'e kadar, hassas eğeler, 5 den 8'e kadar ve törpülerde 1 den 3'e kadar diş numaralarında imal edilirler.

Bu sayılar, eğelerde eğenin boyu doğrultusunda her bir cm'deki eğe dişlerinin sayısı, törpülerde törpü yüzeyinin her bir cm² 'sine düşen nokta şeklindeki eğe dişlerinin sayısı olarak ölçülür.

Artan eğe diş sayısı ve azalan boyları ile yiv açılan eğelerde eğe diş sayısı büyür, yani eğe diş taksimatı küçülür. Eğe diş sayısı 3 olan kısa bir eğe, aynı diş sayısı olan daha uzun bir eğeye nazaran, daha ince bir eğe diş taksimatına sahiptir.

Freze edilen dişlerde kaba, orta ve ince dişler olarak 1, 2 ve 3 No'lu dişler şeklinde gruplara ayrılır.

Eğeler seçilmesine göre eğelerin seçilmesi için aşağıdaki kural geçerlidir:

Yumuşak malzemeler veya kaba işlemlerde: Kaba eğe diş kanalı, kaba eğe diş kanalı taksimatı ve küçük eğe diş sayısı.

Sert malzemeler veya ince işlemlerde: İnce eğe diş kanalı, ince eğe diş kanalı taksimatı ve büyük eğe diş sayısı.







Eğe Çeşitleri:

Atelye eğeleri ve hassas eğeler, el eğeleri olarak kullanılır. Eğeler boyuna, diş kanalına ve özellikle kesit şekillerine göre gruplara ayrılır (Tablo 1).

Makina eğelerinde dönen ve ileri geri çalışan eğeleme makineleri ve şeritli eğeler olarak gruplara ayrılır. Döner şaftlı eğeler, iç ve dış kavisli yüzeylere şekil verilmesinde kullanılır. İleri geri hareket eden kurslu eğeler kurslu eğeleme makinelerinde kullanılır. Şeritli eğeler, şeritli eğeleme makineleri için sonsuz şeritlerin üstüne tespit edilen eğeleme elemanlarıdır.

Eğeleme Çalışmaları

İş Parçalarından Talaş Alma: Eğelemek için, iş parçası genel olarak mengeneyle bağlanır. Hassas iş

Tablo 1 : Eğeler için kesit şekilleri	
Kesit	İsim
	Düz (tama) eğe
	Üç kenarlı (üçgen) eğe
	Dört kenarlı (kare) eğe
	Yarım yuvarlak (Balık sırtı) eğe
	Yuvarlak eğe
	Bıçak eğesi

parçaları için koruyucu çene ağızlıkları kullanılır, böylece iş parçası mengenenin yiv açılmış ve sertleştirilmiş çelik çenelerinden zarar görmemiş olur. Prizmatik çene ağızları, silindirik parçaların bağlanmasını kolaylaştırır.

Saclar bir sac tutucu mengenesinin içine ve iki açılı profil arasında mengeneyle bağlanır, sacın yaylanmasını ve titremesini önlemek için eğe sac malzemesiyle yatacağı açı yapacak şekilde tutularak eğelenir.

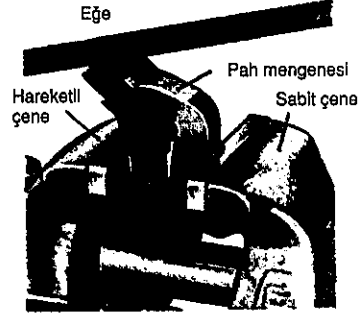
İş parçası kenarlarının eğik bağlanması icap ettiğinde, pah mengenesi kullanılır (Şekil 1). Pah mengenesinin eğik çeneleri vardır ve bir mengeneyle bağlanır.

Eğeleme Hareketi: Eğeleme işlemini yaparken, doğru kuvvet dağıtımı ve eğeleme hareketi yönü bakımından dikkat edilmesi gerekir. Hareket, eğenin ekseni doğrultusunda tatbik edilir. Bu münasebetle eğe yaklaşık yarım eğe genişliğinde sağa ve sola doğru sürülür. Sadece eğenin ileriye hareketi esnasında, üstüne basılması gerekir.

Eğelerin temizlenmesi: Kaba kanalları bulunan eğelerde dişlerin arasına sıkışan talaşlar bir eğe fırçası ile temizlenir. İnce diş kanallı olan eğelerde, bir bakır veya pirinç sac kullanılır.

Tekrarlama Soruları

1. Eğeler hangi gruplara ayrılır?
2. Eğelere neden çapraz eğe diş kanallı yivler açılır?
3. Yiv açılan eğeler ile freze ile diş kanallı açılan eğeler arasında hangi farklar vardır?



Şekil 1: Pah mengenesinde talaş alma

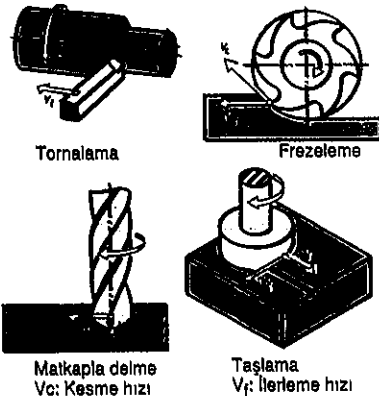
2.8 Takım Tezgaahlarında Talaş Kaldırarak Şekillendirme

2.8.1 Takım Tezgaahlarındaki Hareketler¹⁾

Talaş kaldırma işleminde iş parçası ile takım birbirine karşı hareket ederler. Talaş kaldırma esnasında, takım dalma hareket edecek ve iş parçası hareketsiz duracak şekilde düzenlenmiş olması tercih edilir. Takım hareketi, doğrusal, dairesel veya herhangi bir hat üstünde sağlanır ve kesme hareketi bu sırada gerçekleşir. Ortaklaşa kesme ve ilerleme hareketiyle talaşlar kaldırılır (Şekil 2).

Kesme hızı V_c ve ilerleme hızı V_f herşeyden önce talaş kaldırılması gereken malzemeye, takımın kesici ağız malzemesine ve istenen yüzey kalitesine göre belirlenir. Ön (kaba) çalışmalarda ilerleme ve kesme derinliği büyük, bitirme (tamamlama) çalışmalarında ise küçük seçilir.

İlerleme f , bir devir esnasında, takımın mm cinsinden aldığı yola karşılık gelir. Planya ve dik planya tezgaahlarında ilerleme, her çift kursta (strokta) bir defa verilir. Diş açılmış takımlarda, örneğin freze çakıllarında veya boşaltma frezelerinde diş ilerlemesi f_z verilebilir. Buda, çok ağızlı bir takımın tek bir dişine karşılık gelen ilerlemeyi ifade eder.



Şekil 2 : Kesme ve ilerleme hızı

Kesme (talaş) derinliği veya kesme (talaş) genişliği a_p , kavram olarak bir takımın kesme derinliği veya genişliğidir. Kesme derinliği boyuna ve alın tornalamada, alın frezelemede ve yan (kenar) taşlama işlerinde sözkonusu olmakla beraber; kesme (talaş) genişliği delik açmada, boşaltma işlerinde ve çevresel frezelemede kullanılan bir değer olarak ifade edilir (Şekil 1).

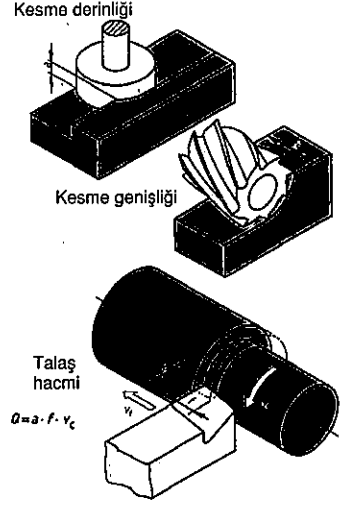
Kesme derinliği kalem ucunun dalma miktarı olarak ayar edilir.

Matkapla delmede a_p matkap yarıçapına karşılık gelir.

Bir takım tezgahının gücünün bulunmasında talaş hacmi Q 'ya ihtiyaç vardır. Örneğin tornalamada Q , kesme derinliği, ilerleme değerinden ve kesme hızından hesaplanır ve herbir dakikada kaldırılan, talaş hacmini ifade eder.

Örnek:

Bir milin torna edilmesinde talaş hacmi: $a = 5$ mm; $f = 1$ mm $V_c = 200$ m/dak
Çözümü $Q = a \cdot f \cdot V_c = 0.5$ cm. 0.1 cm. 20000 cm³/dak, $Q = 1000$ cm³/dak



Şekil 1 : Kesme derinliği, kesme genişliği, ilerleme ve talaş hacmi

2.8.2 Takım Tezgahlarında Bağlama Elemanları ve Tertibatlar

Takım tezgahlarındaki bağlama donatılarında aşağıdaki gereksinimler karşılanır:

- İş parçalarının rijit olarak bağlanması
 - Bağlama esnasında iş parçalarının şekil değiştirmemesi (deforme olmaması)
 - Bağlamada yüksek mertebede tekrarlama tamlığı
 - Basit çabuk ve emniyetli kullanma
 - Bağlama elemanlarının çok yönlü yeniden kullanılabilirliği
 - Bağlama elemanlarının kolay değişebilirliği
 - Bağlama maliyetinin düşük olması
- Bağlama için mekanik, manyetik, hidrolik ve pnömatik bağlama elemanları kullanılır.

2.8.2.1 Mekanik Bağlama Elemanları

Mekanik bağlama elemanlarının kuvvetleri, civatalar, mafsallı kollar, bağlama kamları ve bağlama malzemeleri vasıtasıyla iş parçalarına intikal ettirilir.

Avantajları

- Büyük bağlama kuvvetleri
- Sıkma elemanlarının kendi kendisini tutması

Dezavantajları

- Çok zaman alan bağlama
- Dengesiz bağlama kuvvetleri ile bağlantı tehlikesi

Bağlama Civataları, Bağlama Pabuçları ve Bağlama Altlıkları

Genel olarak iş parçaları T-kanal başlı civatalarla, bağlama somunları ve bağlama altlıkları ile takım tezgahı tablasına tespit edilir (Şekil 1). Bağlama pabucu ile sıkma kuvveti iş parçasına ve bağlama altlıklarına iletilir. Bağlama civataları ise, yüksek derecede yüklenmelerinden dolayı takriben 1.5 kat daha fazla vida çapına sahiptirler. Bağlama pabucu ve bağlama somunu arasında serbestleştirilmiş bir rondela konur. Bağlama pabucu ve iş parçası arasındaki eğik durumlar, küresel rondela ve takoz yatağı vasıtasıyla dengelenir. Bağlama altlıkları olarak, örneğin bir taraflı eğik diş açılmış olan büyük basamaklı altlıklar veya küçük basamaklı bağlama altlıkları kullanılır. Kademesiz yükseklik ayarı için vidalı altlıklar uygundur.

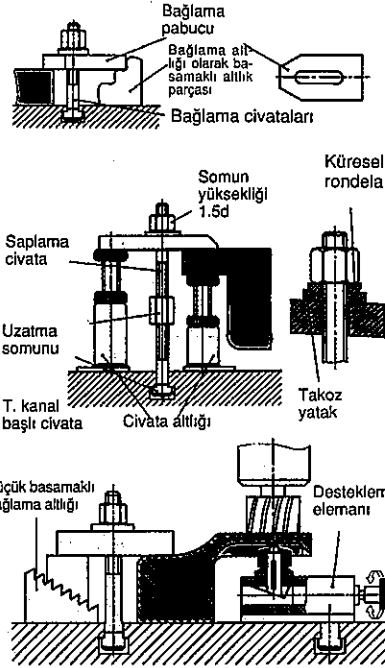
Konumlandırma ve destekleme elemanları; iş parçalarının konumlandırılması veya desteklenmesi için kullanılır. Ağır iş parçaları konumlandırma kamaları vasıtasıyla takımın kendi durumuna göre ayarlanabilir. İnce cidarlı iş parçalarının altına destekleme elemanları konulur. Böylece iş parçalarının eğilmeden işlenmesi sağlanır.

Sıkıştırarak Yassı Bağlama Parçaları

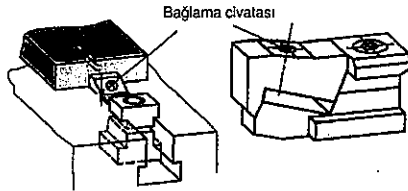
Sıkıştırarak bağlama parçaları veya derinlik bağlayıcı parçalar ile iş parçası, işleme esnasında takım hareketini engellemeyecek şekilde bağlanır (Şekil 2). Bağlama civatası düz bağlama parçaları bağlama altlıklarının kama tesiri sayesinde iş parçası, takım tezgahı tablasının (masasının) üstüne sıkı olarak bastırılır.

Hızlı Bağlama Düzeneği

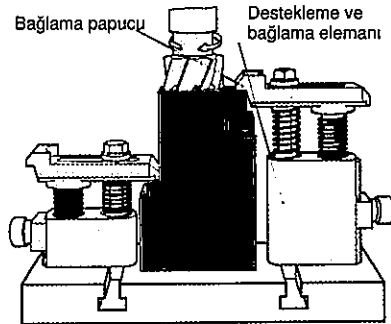
Hızlı bağlama düzeneğinde, bağlama pabuçları, bağlama civataları, somunlar ve bağlama altlıkları birlikte bir ünite teşkil eder. Bundan dolayı bunlar fazla yer kaplamayan el tutamakları ile gerekli iş parçası yüksekliklerine göre konumlanır (Şekil 3). Ayrıca bu elemanlar, münferit bağlama elemanlarında olduğu gibi yapım yüksekliklerinden dolayı çok yönlü kullanılmazlar.



Şekil 1: Bağlama civataları, bağlama pabucu ve bağlama altlıkları



Şekil 2 : Sıkıştırarak bağlama düzeneği



Şekil 3 : Hızlı bağlama düzeneği

Mafsallı Bağlama Aparatı, Eksantirik ve Kamlı Bağlama Aparatı

Mafsallı bağlama aparatı, ölü nokta konumunda en büyük sıkma (bağlama) kuvvetine erişir (Şekil 1). Ölü noktadan sonraki konumda dirsekli kol kendi kendine sıkıştırır. Aynı bir kolun düzenlenmesi mafsallı bağlama aparatında çok çeşitli olabilir.

Eksantirik bağlamada sıkma (bağlama) kuvveti, kendi kendine sıkışan eksantirik yardımıyla elde edilir (Şekil 2).

Buna karşılık **kamlı bağlama aparatı**, sıkma yönünde etki eden bir sıkma (bağlama) kamına sahiptir.

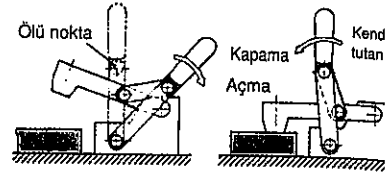
Mafsallı, eksantirikli ve kamlı bağlama elemanları genel olarak bağlama tertibatları ile birlikte kullanılır. Bunların nitelikleri aşağıdadır:

- Sıkma (bağlama) parçasının çabucak yanaşması ve geri çekilmesi.
- Kendi kendine sıkışması.
- Civatalı ve somunlu bağlama donanımlarına nazaran daha az sıkma kuvveti.

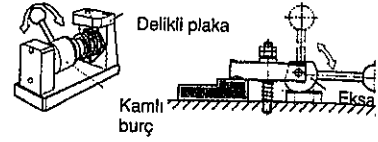
Tezgah Mengenesi

Tezgah mengeneri, münferit ve küçük, seri imalatta küçük ve orta büyüklükteki iş parçalarının bağlanmasında kullanılır. Ayarlama hareketi, mekanik olarak etki eden mekanizmalarda elle kumanda edilen bir kol ile, pnömatik veya hidrolik olarak kumanda edilen mengenerde ise silindriyle yapılır. Bağlama olayı, bağlama (sıkma) çeneleri iş parçasının üstüne geldiği zaman meydana gelir. O esnada sıkma kuvveti hidrolik ve ya mekanik olarak takviye edilir (Şekil 3).

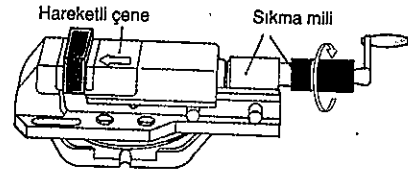
Mekanik sıkmada kuvvet takviyesi bir dirsekli kol sistemi vasıtasıyla sağlanır. Bir baskı mili, sıkma çeneleri iş parçasının üstüne rastladıktan sonra, bir uzatma pimini dirsekli kol mafsalına karşı sürer. Bu suretle baskı mili, iş parçasını artırılmış sıkma kuvveti ile öne doğru bastırır.



Şekil 1 : Mafsallı bağlama aparatı



Şekil 2 : Eksantirik ve kamlı bağlama aparatı



Şekil 3 : Tezgah mengenesi

CNC Kumandalı Tezgahlar İçin Mengeneler

CNC-kumandalı için tezgah mengeneler, rijit olarak imal edilmiş olup, her tarafı taşlanmış olan bir gövdeye sahiptir. Sıkma (bağlama) kuvvetleri bir ön seçme suretiyle iş parçasına uydurulabilir. İş parçası pozisyonunu tekrarlama tamlığı (her işin aynı konumda bağlanma ihtimali) çok büyüktür. Bağlama konumu ve bağlama çenelerinin değiştirilme imkanı sayesinde çok yönlü olarak kullanılabilir. CNC-kumandalı tezgahlar için mengeneler, bağlama tertibatı olarak kullanılabilir (Şekil 1).

Açısal Hareketli Bağlama Tablaları

Eğer bir iş parçasının işlenmesi gereken yüzeyi önceden mevcut bulunan bir yüzeyle belirli bir açı yapması gerekiyorsa, açısal hareketli bağlama tablaları kullanılır. Bu tablalar rijit açısal plakalı olarak veya eğim verebilir ve dönebilir yapıda imal edilirler (Şekil 2).

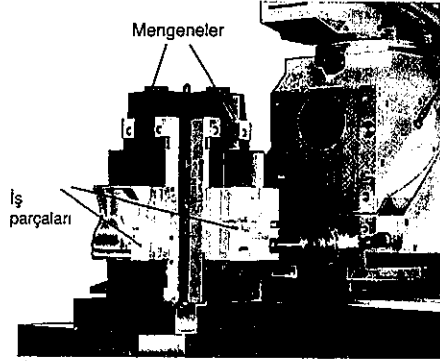
Yuvarlak Döner Tablalar

Yuvarlak döner tablarla açısal adımlı hareketler elde edilebilir. Bu tablarla, bir iş parçasının muhtelif yönlerden işlenmesi veya bölüm dairesi deliklerinin ya da silindirik iş parçalarının çevresel deliklerinin imalatı mümkün olur. Eğer iş parçalarının delme, çapağının alınması, vıda dişi açılması v.b. gibi çok kademeli olarak işlenmesi mecburiyeti varsa, bunların seri imalatında yuvarlak döner tabla kullanılır. Açısal adımlar, iki alın dişli ve içten birbirlerini ard arda kavrayan iki bilezik vasıtasıyla meydana getirilir (Şekil 3).

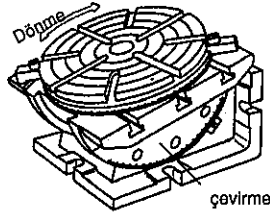
CNC-Kumandalı yuvarlak tablalar, CNC-Kumandası üzerinden kumanda edilebilen istenildiği kadar açısal adımlara sahip olabilir. Bunlar genel olarak bir takım tezgahının dördüncü eksenini olarak kullanılır.

2.8.2.2 Manyetik Bağlama Tertibatları

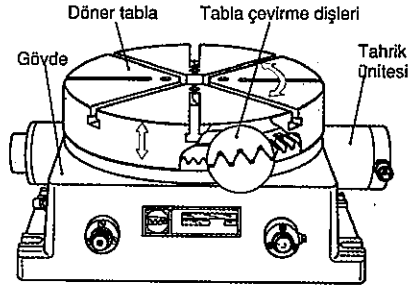
Bu bağlama metodu özellikle mıknatıslanabilen küçük iş parçalarının taşlanması için elverişlidir. Bağlama plakalarında, daimi mıknatısın devresi açılabilir ve kapatılabilir. Bağlama plakaları, işletmede kayıp ısıyı artıran elektromıknatıslara sahiptir (Şekil 4). Bu durum, iş parçalarının şekillerinin değişmesine (deformasyonlara) yol açabilir. Bundan dolayı, ısı artışını azaltmak ve bağlama yüzeyinin basit olan daimi mıknatıstakinden daha iyi kullanılabilmesi için genel olarak her iki magnet tarzı birlikte kombine edilmiştir.



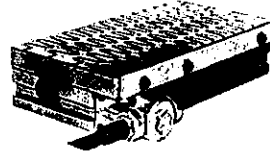
Şekil 1 : CNC- kumandalı makinalarda tezgah mengine takımı



Şekil 2: Açısal hareketli bağlama tablası



Şekil 3: Yuvarlak döner tabla



Şekil 4: Manyetik bağlama tablası

İşleme bittikten sonra, iş parçalarının üzerinde kalacak olan mıknaatıslılık özrinin giderilmesi gerekir. Bu işlem, devrenin kapatılması esnasında manyetik tekabül ettiği bir kumanda vasıtasıyla otomatik olarak yerine getirilir.

2.8.2.3 Hidrolik Bağlama Elemanları

Hidrolik bağlama tertibatları aşağıdaki avantajlara sahiptir:

- Az yer kullanarak yüksek sıkma (bağlama) kuvveti
- Çok yönlü kullanma
- Bağlama basıncının çok çabuk düşürülmesi
- Bağlama tertibatının yüksek rijitliği
- Otomatik kumandanın mümkün olması
- Bütün bağlama yerlerinde aynı büyüklükte bağlama kuvvetleri

Hidrolik bağlama sistemleri, basınç üretme ünitesi, kumanda ventilleri ve sıkma (bağlama) silindirlerinden meydana gelir. Basıncın elde edilmesinde el pompaları, havalı hidrolik basınç dönüştürücüler ve elektrohidrolik pompa üniteleri kullanılır.

El pompaları, montaj teknolojisinde basınçlı havanın bulunmadığı veya şebeke elektriğinin mevcut olmadığı hallerde kullanılır.

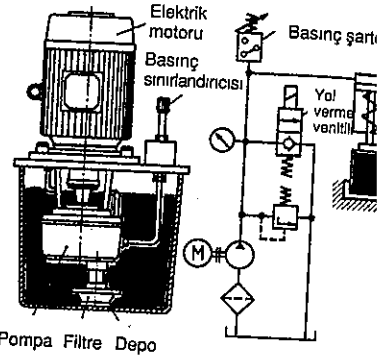
Havalı hidrolik basınç dönüştürücüler, bir basınçlı hava tesisatının düşük işletme basıncını, yüksek hidrolikli bir sıkma basıncına dönüştürür.

Takım tezgahlarındaki hidrolik bağlantı elemanları, genellikle elektrikli hidrolik pompa sistemi ile donatılmıştır (Şekil 1). Bunlar yağ deposu, hidrolik pompalı elektrik motoru, basınç sınırlandırma ventili, basınç şalteri, yollu ventili ve manometreden meydana gelir. İlk önce, devresi açılan pompa, devresi açılan sıkma silindiri içinde, basınç şalteri üzerinde seçilen sıkma basıncını üretir. Basınç elde edildiğinde basınç şalteri motoru durdurur. Yol verme ventili vasıtasıyla sıkma ventilleri tekrar geriye hareket ettirilir.

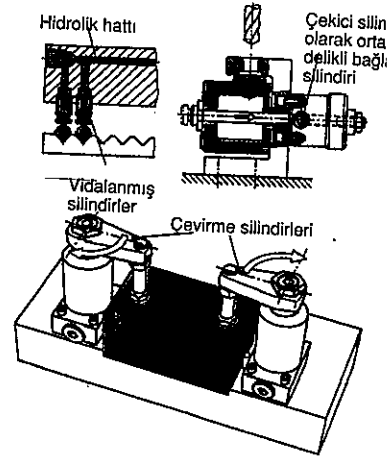
Hidrolik bağlama silindirleri, vidalı silindirler olarak tertibatın içine veya çekme silindiri olarak üstüne vidalanabilir (Şekil 2).

Çevrilebilir bağlama pabuçları olan sıkma silindirlerinde iş parçaları üst tarafta yerleştirilebilir (Şekil 2).

Çok kademeli bağlama tertibatları örneğin standart lamalarla bağlantılı olarak vidalı silindirlerden veya çevirmeli silindirlerden imal edilir. Bu bağlama tertibatları ilk aynı zamanda çok miktardaki ve aynı tarzdaki iş parçaları bağlanır ve işlenir.



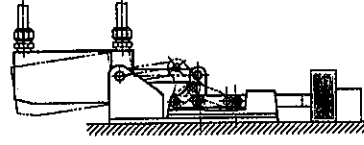
Şekil 1: Elektrohidrolik pompa agra



Şekil 2: Hidrolik bağlama silindiri

2.8.2.4 Pnömatik Bağlama Elemanları

Pnömatik silindirler, bağlama tertibatlarının hızlı açma ve kapama hareketleri için uygundur. Onlar, düşük, müsadde edilen işletme basıncından dolayı büyük sıkma kuvvetlerine sahip değildir. Havanın geriye yayılması (eşneme) tesirinden dolayı, aşırı yükte esnerler. Dolayısıyla, pnömatik silindirler genellikle kendi kendine sıkışan mafsallı bağlama aparatları ile birlikte kombine edilerek kullanılır (Şekil 1).



Şekil 1 : Pnömatik silindirli mafsallı bağlama aparatı

2.8.2.5 Bağlama Tertibatları

Tertibatlar, iş parçalarının çabuk ve tam olarak bağlanmasını sağlar. Bu sayede imalat zamanları kısaltılır ve tekrarlama tamlığı (hassasiyeti) iyileştirilir. Tertibatlar genel olarak bir temel plaka, iş parçasını konumlandırma ve tespit elemanlarından ve bağlama elemanları meydana gelir.

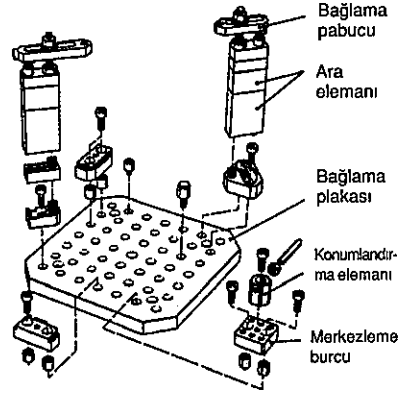
Genel tertibatlara, örnek olarak, açılabilir hareketli bağlama tablası, yuvarlak döner tabla (Bak. Sayfa 96) parça aparatları v.b. sayılabilir. Özel tertibatlar ise tamamen belirli bir iş parçası için elverişlidir.

Modüler Sistemli Bağlama Tertibatları

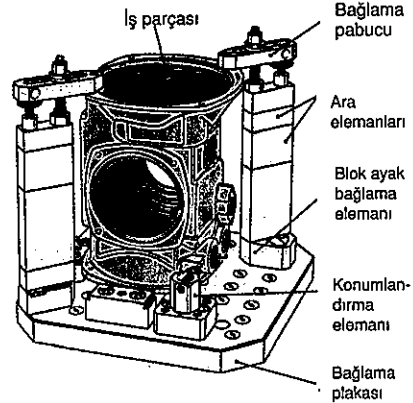
Modüler sistemli bağlama tertibatları, temel plakaları, açılı parçalar ve küpler, ayrıca montaj elemanları, konumlandırma elemanları ve bağlama elemanları gibi temel elemanlardan meydana gelir. Bu bağlama tertibatları ile farklı iş parçaları çabucak bağlanır. Tertibat kısımları istenildiği şekilde sık sık demonte (parçalara ayırma) edilebilir ve tekrar kullanılabilir. Alt alta konulan elemanların tespit tarzına göre ve temel plaka bakımından, delikli sistemler ve kanallı sistemler olarak gruplara ayrılır.

Borulu Sistemde, ayrı ayrı elemanlar alıştırma pimleri ve civatalar vasıtasıyla birbirleriyle bağlanır. Alıştırma delikleri vida dişli deliklerin yan kısmında veya üst kısmında bulunur. Delik mesafe parçasından dolayı, elemanların emin bir şekilde bağlanması gerçekleştirilmiştir fakat, istenildiği gibi pozisyonlama ancak ilave montaj elemanlarıyla mümkündür (Şekil 2).

Zorunlu olarak imal edilmesi gereken **Kanallı sistem**, T-Kanalları açılmış elemanlara sahiptir. Bunlarla bir bağlama elemanı istenildiği gibi konumlandırılabilir. Fakat, kanal doğrultusunda, fazla yüklenmeler (zorlamalar) esnasında kaymalar olabilir, bu ise anahtar kuvveti ile gerçekleştirilen bağlantının yol açtığı bir olumsuzluktur.



Şekil 2 : Modüler sistemli bir tertibatın elemanları



Şekil 3 : Bir bağlama tertibatı örneği

Bir bağlama Tertibatı örneği (Sayfa 99, Şekil 3)

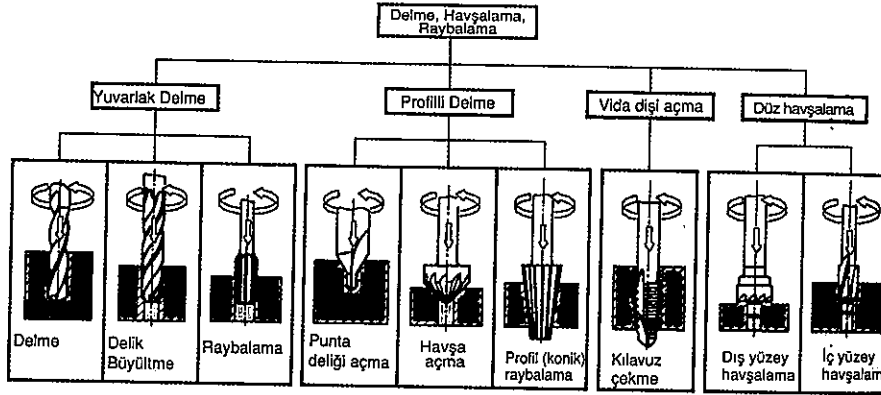
Bir döküm parçası, bir temel plakasının üstüne iki bağlama pabucu ve ara parçaları ile sıkıca bağlanmıştır. Konumun belirlenmesi için, konumlandırma ve tespit elemanları kullanılır. NC- Kontrollü işlem için sıfır noktasının belirlenmesinde, her iki yönde önceden bağlanan iki adet merkezleme burcu ve deliklerin içinde konumları sınırlama lamalarından yararlanır.

Tekrarlama Soruları

- 1 Mekanik bağlama elemanlarının avantaj ve dezavantajları nelerdir?
- 2 Yuvarlak döner tabla ne için kullanılır?
- 3 Hidrolik bağlama sistemlerinin hangi avantajları vardır?
- 4 Bir pnömatik silindir genel olarak, neden bir mafsallı bağlama aparatı ile kombine edilir (birleştirilir)?
- 5 Hangi elemanlardan modüler (yapı kasalı) sistemli tertibatlar meydana getirilir?

2.8.3 Delme, Havşa Açma, Raybalama

Delme, kılavuz çekme, havşa açma ve raybalama, genel olarak çok kesici ağı takımlarla ve benzer talaş kaldırma işlemi ile yapılan imalat metodlarıdır (Şekil 1).



Şekil 1: Delme, profil açma, raybalama imalat metodları

2.8.3.1 Delme

Delme Metodu

Delme metodu özellikle, dolu delme, delik büyültme ve profilli delme olarak gruplara ayrılır (Şekil 1).

Delme İşlemi

Delme esnasında takım, bir dairesel kesme hareketi ve aynı zamanda dönme eksenini doğrultusunda bir ilerleme hareketi yapar. Kesme hızı V_c , önemli ölçüde matkap ve kesici ağız malzemesine ve iş parçasının malzemesine bağlıdır.

Kesme hızı, genel olarak metrekilometre/dakika cinsinden ifade edilir. Her bir dönmedeki mm cinsinden ilerleme f, her şeyden önce matkapın çapına ve delme metoduna bağlıdır (Tablo 1). İki kesici ağızlı matkaplarda talaş kalınlığı yaklaşık olarak yarım ilerlemeye karşılık gelir. İlerleme kuvveti vasıtasıyla takımın kesici ağızları malzemenin içine nüfuz eder. Kesme kuvveti daire şeklindeki kesme hareketi sayesinde elde edilir (Şekil 1).

Delme işlemi esnasında, soğutma sıvısı, takım ve talaşlar vasıtasıyla dışarıya sevk edilen ısı meydana gelir.

Ayrıca soğutma sıvısı sürtünmeyi, dolayısıyla aşınmayı azaltır.

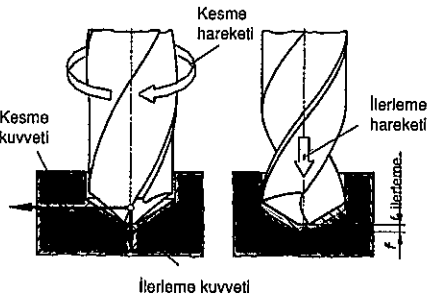
Delme Takımları

Helisel (Spiral) Matkaplar

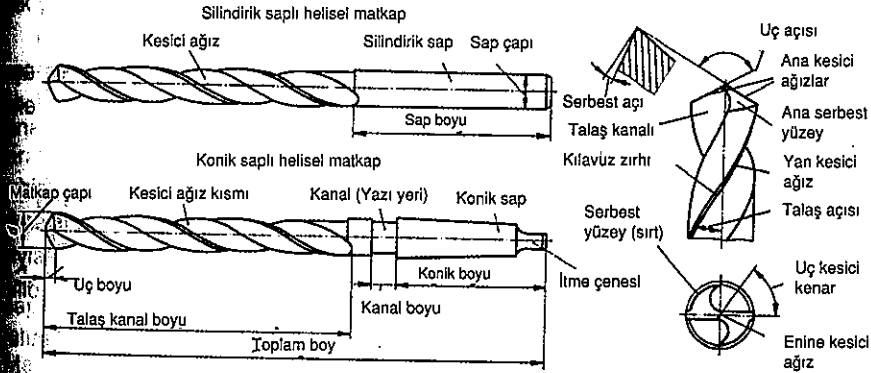
Helisel matkaplar, genel olarak delme için kullanılırlar (Şekil 2).

Tablo 1 : HSS'den imal edilmiş helisel matkaplar için kılavuz değerleri

Malzeme	Delme derinliği	Kesme hızı Yc m/bak	Her bir devirde f değerleri (mm)	
			d = 4 bis 10 mm	d = 12,5 bis 25 mm
Rm=700 N/mm ² 'ye kadar alaşımsız çelik	5.d'ye kadar	32	0,08...0,16	0,2 ...0,31
	5...10 · d	25	0,06...0,12	0,16...0,25
Rm=700 N/mm ² 'nin üzerinde alaşımsız çelik	5.d'ye kadar	20	0,08...0,16	0,2 ...0,31
	5...10 · d	16	0,06...0,12	0,16...0,25
Rm=100 N/mm ² 'nin üzerinde alaşımlı çelik	5.d'ye kadar	12	0,05...0,1	0,12...0,2
	5...10 · d	10	0,04...0,08	0,1 ...0,16
Rm=250 N/mm ² 'nin üzerinde dökme demir	5.d'ye kadar	16	0,1 ...0,2	0,25...0,4
	5...10 · d	12,5	0,08...0,16	0,2 ...0,31
Tamper, döküm ve küresel grafitli döküm	5.d'ye kadar	20	0,1 ...0,2	0,25...0,4
	5...10 · d	16	0,08...0,16	0,2 ...0,31
Al-yoğurma alaşımları	5.d'ye kadar	63	0,12...0,25	0,25...0,5
	5...10 · d	50	0,1 ...0,2	0,25...0,4



Şekil 1 : Delme esnasında kuvvetler ve hareketler



Şekil 2 : Helisel Matkap

Helisel Matkapın Avantajları

- Kesme ağızlarında uygun açı
- Bilindikten sonra hemen hemen aynı kalan çap
- İyi sıkma imkanı
- İş parçasında iyi kılavuzlama
- Delikten bağımsız talaş çıkışı
- Soğutma sıvısının iyi sevki

Helisel Matkapta Kesme Geometrisi

Matkabın kesici ağızlarının temel şekli kamadır. Birbirine göre karşılıklı bulunan, vida (helisel) şeklindeki iki talaş kanalının taşlanması, freze edilmesi veya haddelenmesi suretiyle matkap ucunda ana kesici ağızlar ve kesici ağız kısmında yan (yardımcı) kesici ağızlar meydana getirilir. Matkap deliğinin içinde matkabın kılavuzlanmasını destekler. Helisel matkabın geriye doğru çap incelmesi, 100 mm'lik talaş kanalı boyunca 0,02 mm ila 0,08 mm kadardır. Bu incelme deliğin içindeki sürtünmeyi azaltır. Döner şeklindeki kanal sayesinde talaş açısı meydana gelir. Helisel kanal açısı talaş açısının büyüklüğünü belirler.

Esas kenarlar arasındaki açı uç açısı olarak ifade edilir. Esas kesici kenarların sırt tarafından (arkasından) bilenmesi suretiyle, matkabın iş parçasının içine nüfuz etmesini (batmasını) mümkün kılan bir serbest açı (boşluk açısı) meydana gelir.

N,H ve W tiplerindeki helisel matkaplarda talaş açısı, her matkap çapına göre belirli bir büyüklüğe sahiptir. Matkap tipi ve açısı, işlenmesi gerekli olan malzemeye göre belirlenir (Şekil 1).

Isıl iletkenliği düşük olan, kısa talaş kaldırılan malzemelerde, küçük uç açılı matkap seçilir, böylece uzun esas kesici kenarlar malzeme üzerinden ısı iletimini mümkün kılarlar.

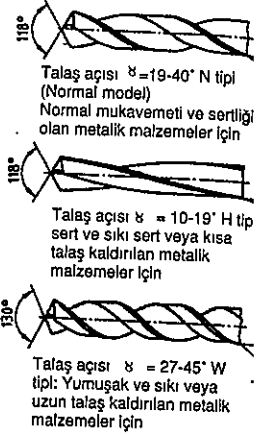
İyi ısı ileten ve özlü olan veya uzun talaş kaldırılan malzemelerde, büyük uç açılı matkaplar seçilir, çünkü bu sayede iyi bir talaş akışı ve daha az kesme kuvveti elde edilir.

Enine kesici kenar, her iki esas kesici kenarı matkap çekirdek çapında birbirine birleştirir. Enine kesici kenar, malzemeyi sadece ezdiğinden, talaş kaldırma işleri zorlaştırır. Çelik için 118°'lik bir uç açısı olan matkaplarda doğru sırt bilenmesi için enine kesici kenar, esas kesici kenarla 55°'lik bir açı oluşturulacak şekilde elde edilir.

Helisel matkaplar için malzeme olarak yüksek hız çelikleri ve sert metal kullanılır.

Yüksek Hız Çeliğinden yapılmış olan matkaplar, aşınmayı azaltan bir titanyum nitrit-tabakası (TiN) ile kaplanabilir. Bu tabaka aşınmaya karşı çok dayanıklıdır ve talaş alma ısı iletimini zorlaştırır. Kaplanmış olan matkaplar, aşındırıcı tesiri olan plastik dışındaki malzemeler için kullanılır. Kaplanmış matkaplarla deliklerde daha iyi yüzey elde edilir, çünkü talaş yönlendirilmesi iyileştirilir ve soğuk kaynak etkisinden korunulur.

İslah edilmiş ve sertleştirilmiş çelik, sert döküm, mangan çeliği, elyafla takviye edilmiş plastikler ve beton için, **semente edilmiş sert metal kesici ağızlı matkaplar veya tamamı sert metal-matkaplar** kullanılır.



Şekil 1 : Matkap tipleri

Helisel Matkabın Bilenmesi

Kaçınılamayan aşınmanın yanında, helisel matkaplarda çok yüksek kesme hızlarında kesici köşeler ve çok yüksek ilerlemede enine kesici kenarlar ilave olarak aşınabilir. Yanlış bilen matkaplarda aşınma özellikle yüksek olur (Şekil 1).

Matkabın, esas ve enine kesici kenarlarında ve ayrıca kılavuz zırhında aşınma yok edilinceye kadar serbest yüzeylerinden tekrar bilenmesi mecburiyeti vardır. Kılavuz zırhında aşınma yok edilmezse, matkap sıkışır.

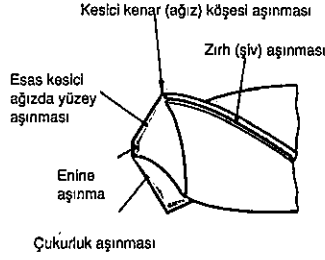
Enine kesici kenar bölgesinde ilerleme kuvvetinin azaltılması ve talaş akışının iyileştirilmesi için, esas ve enine kesici kenarlar çok defa özel olarak bilenirler (çakırdek çapı bilenecek küçültülür). Normal bilemede en basit değişiklik enine kesici kenarın dışarıya doğru sivriltilmesidir (Şekil 2). Matkap ucunun çok zayıf olmaması için, enine kesici kenarın çapı matkap çapının en az 1/10'u kadar olmalıdır. İlerleme kuvveti, enine kesici kenarın sivriltilmesi suretiyle yaklaşık olarak yarısı kadar azaltılabilir.

Bileme hataları, deliğin ölçü hassasiyetini ve matkabın ömrünü etkiler (Şekil 3). Bu hatalardan sakınmak için, matkap tina ile tekrar bilenmeli ve bileme mastarları ile kontrol edilmelidir.

Matkapların Bağlanması

Matkaplar, bağlanmaları için yaklaşık 12 mm çapa kadar olanlarda silindirik saplı, genelde daha büyük çaplı matkaplar ise konik saplıdır. (Sayfa 101, Şekil 2). Matkaplar, merkezi olarak bağlayan üç geneli mandrenler, sıkma pensleri veya tespitleme kovanlarına bağlanır. Matkabın delme işlemi esnasında, mandreninin içine kaymaması için, matkabın mandrenin bağlama zeminine kadar oturtulması gerekir.

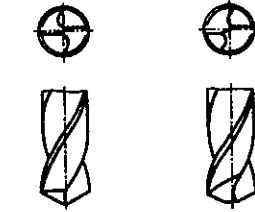
Eğer, seri imalatta farklı çaplarda deliklerin delinmesi mecburiyeti varsa, genel olarak hızlı bağlama mandrenleri kullanılır (Sayfa 104, Şekil 1).



Şekil 1 : Helisel matkaptaki aşınma

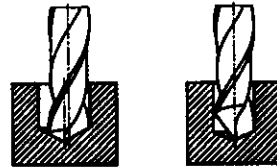


Şekil 2 : Dışarıya doğru sivriltilmiş helisel matkap



Serbest açı çok küçük: ilerleme kuvveti çok büyük, matkap kırılması

Serbest açı büyük: kesici ağızlar kırılır, matkap takılması



Kesici ağız farklı boyda: Delik çok büyük

Kesme açısı dengesiz: Sadece bir kesici ağız kesiyor, çabuk körlenir

Şekil 3 : Helisel matkaptaki bileme hataları

Bu mandrenler yüksek bağlama (sıkma) kuvvetine rağmen anahtar kullanılmadan kolaylıkla sıkılır ve açılır.

Daha büyük matkaplar kural olarak konik sapa sahiptir. Matkabı tezgah miline bağlamak için konik matkap sapı küçük ise, mors kovanlarının takılması suretiyle matkap milinin iç konisine uydurulabilir. Kuvvet nakli konik oturma yüzeyinin kuvvet kiliti vasıtasıyla sağlanır. Matkabın kuruşuz bir şekilde yerine takılmasını gerçekleştirmek için, konik sapın hasarsız durumda olması ve yerine takılmadan evvel temizlenmiş olması gerekir. Matkabın iş milinden veya kovandan sökülmesi için uygun bir itme lamasının (mors kaması) kullanılması uygun olur (Şekil 2). Matkap sapının ucundaki dil ve mors koniği arasındaki çıkartma kulağı koniyi mors kaması vasıtasıyla hasardan korur.

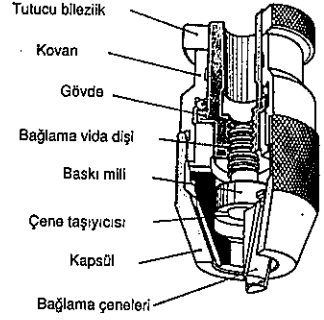
En küçük matkaplar, 0,05 mm ila 1,45 mm'lik çaplardaki deliklerin delinmesi için kullanılır. Bunlar helisel matkap, doğrusal kanallı matkap veya uç matkabı olarak imal edilirler. Esas matkap kısmı çok kısa olup, daha uzun, daha kalın olan bir sapa otururlar. En küçük çaplı matkap, herşeyden önce saat ve elektronik yapı elemanları sanayiinde, küçük deliklerin imalatında kullanılır.

Çok zırlı kademeli matkaplarla kademeli delikler ve profilli delikler bir işlemden tamamlanmış olarak imal edilebilir (Şekil 3).

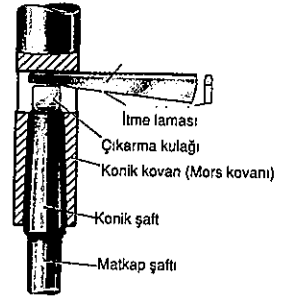
NC- Kılavuz Matkabı

NC-kumandalı tezgahlarda tam pozisyonda ve hızlı bir şekilde delme işlemi için, özellikle NC-matkapları kullanılır (Şekil 4). Bu matkap 90° veya 120°'lik bir uç açısı ve alışıla gelmiş helisel matkaplardan daha küçük bir talaş açısı ile imal edilir. Bu matkaplarla, daha sonra helisel matkaplarla delinecek delikler merkezlenir. NC-kılavuz matkapların kılavuz zırlı yoktur, çünkü kesici kenarlar vasıtasıyla sadece bir konik delik delinir. Bu matkaplar, derin deliklerin delinmesi için uygun değildir. Çekirdek kalınlığı ve böylelikle enine kesici kenarı oldukça küçüktür, bu sayede helisel matkap delme başlangıcında iyi merkezlenir. Boyları çok kısa olup, silindirik bir sapa sahiptir.

90°'lik bir uç açısı olan NC-matkabı ile, merkezleme ve aynı zamanda daha sonraki kılavuz çekme işlemi için bir fatura elde edilebilir.



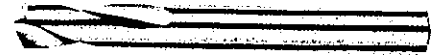
Şekil 1 : Hızlı bağlamalı matkap mandreni



Şekil 2 : Konik saplı ve itme lamalı matkap



Şekil 3 : Çok zırlı kademeli matkap



Şekil 4 : NC- Ön matkabı

Delik Çakısı

Yüksek hız çeliğinden veya sert metal-den yapılmış olan delik çakıları (kesici plakalar), değiştirilebilir tarzda bir tutucu içine tespit edilmişlerdir (Şekil 1). Delik çakısı, özellikle yüksek kesme hızlarında dolu (tam) olarak delinecek 20 mm'den daha büyük olan çaplardaki delikler için kullanılabilir. Bunun yanında delik çakıları kendi kendilerine merkezlenirler. İçleri taşlanmış talaş kırıcı ve talaş parçalayıcı kanalları kısa talaşları elde ederler. Kesici plakalı matkaplar yeteri kadar soğutulmalıdır. Bundan dolayı 1 x delik çapının üzerindeki delik boyları için matkap sapının içinden soğutma sıvısının sevk edilmesi gerekir. Delik çakısıyla, esas itibarıyla dolu delik delinmesi gereklidir.

Daha önceden dökülmüş veya önceden delinmiş deliklerde takımın kırılma tehlikesi meydana gelir.

Döner Plakalı Matkap

Dolu (kör) olarak delik delmek için, içinden soğutma sıvısının sevk edildiği döner plakalı matkap, delik çapının üç katına kadar ki delik boyları için kullanılır (Şekil 2 ve Sayfa 123 Şekil 1)). Bu matkaplar, matkap ve torna tezgahlarında ve ayrıca işleme merkezlerinde büyük talaş hacimlerinde yüksek kesme hızları ile kullanılabilir.

Punta (Merkezleme) Matkabı

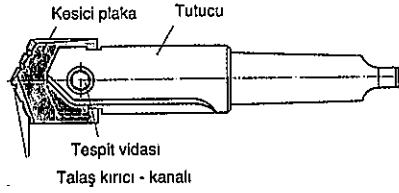
Punta matkapları ile bir işlem basamağında dolu olarak punta delikleri delinir (Şekil 3). Eğer iş parçası puntalar arasına bağlanıp torna edilecekse veya taşlanacaksa, punta deliklerine ihtiyaç vardır (Sayfa 123).

Derinlik Matkabı

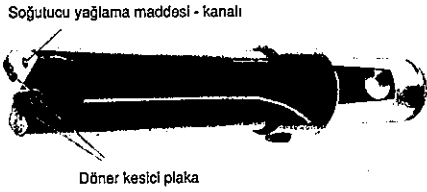
Matkap çapının 200 katına kadar olan bir boydaki derinlik matkaplarıyla delik delmede, muhtelif derinlik delme metodları uygulanır. Bu metodla aynı zamanda yüksek yüzey kalitesindeki (H8'e kadar) delik toleranslarına erişilebildiğinden, bu matkaplar kısa deliklerde de kullanılabilir.

Tek ağızlı-delme metodunda, bir kesici ağıza ve genel olarak 2 kılavuzlama lamasına sahip olan bir sert metal delme başlığı ile dolu kör delik delinir (Şekil 4).

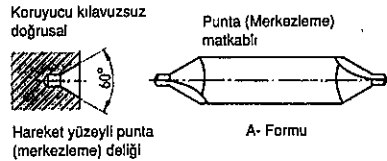
Delme başlığı içine talaş atma kanalının açıldığı bir boru sapının üstüne otu-



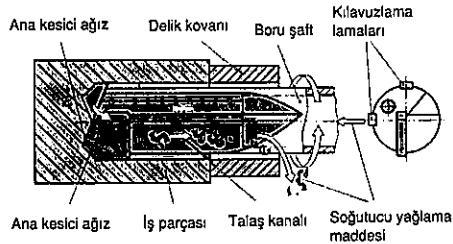
Şekil 1 : Delik çakısı



Şekil 2 : Döner kesici plakalı matkap

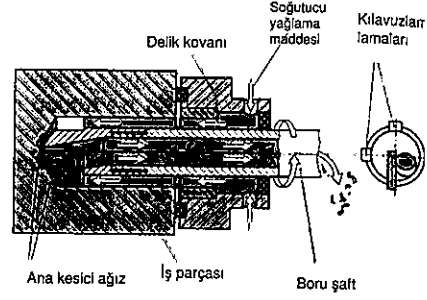


Şekil 3 : Punta (merkezleme) matkabı ile punta (merkezleme) deliği



Şekil 4 : Tek ağızlı-derinlik matkabıyla derin delik delme

rur. İş parçasının delme başlangıcında, derinlik matkabı kılavuzlama lamaları vasıtasıyla sapın üzerinde beraber döndüğü matkap kovani ile birlikte merkezlenir. Daha sonra kendi kendine deliğin içine merkezlenir. Soğutma sıvısı yüksek bir basınçla matkap sapına (miline) gönderilir. Sıvı matkap ucundan çıkarken talaşları da sapın talaş kanalı üzerindeki deliğinden dışarıya atar. Diğer bir metotta, (BTA=Boring and Trepaning Association), soğutma sıvısı dolu olarak delme esnasında boru sapı boyunca dışarıya sevk edilir ve talaşlar boru oluğunun içinde dışarıya atılır (Şekil 1). Derinlik matkapları, sadece özel derinlik açma tezgahlarında kullanılabilir.



Şekil 1 : BTA - derinlik matkabı ile derin delik delme



Şekil 2 : Delik iyileştirme matkap

Delik İyileştirme Matkabı (Helisel Rayba)

Delik iyileştirme matkapları üç veya dört kesici ağızlı takımlardır (Şekil 2).

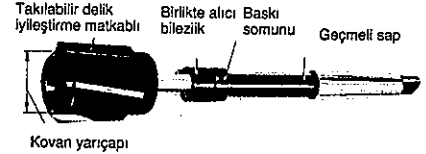
Delik iyileştirme matkabı daha önceden delinen ve dökülen ve daha sonra rayba çukülecek olan deliklerin büyütülmesinde kullanılır.

Takım kesici kenarlar vasıtasıyla iyi bir kılavuzlama sağlar. Bu suretle önceden delinmiş olan deliğin doğrultusu ve yuvarlaklığı iyileştirilmiş olur.

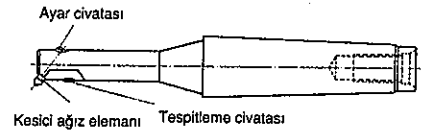
120°'lik uç açılı kesici kenarları olan kovani çapının, iyileştirilmesi gerekli olan delik çapından daha küçük olması gereklidir.

İyileştirme matkapları silindirik şaftlı veya takım koniği şeklinde, büyük ve derin delikler için geçmeli matkap olarak imal edilir (Şekil 3).

İyileştirme matkap takımları deliklerin ölçü, şekil (biçim) ve konum hassasiyetini düzeltirler.



Şekil 3 : Kulplu - Takılabilir delik iyileştirme matkabı



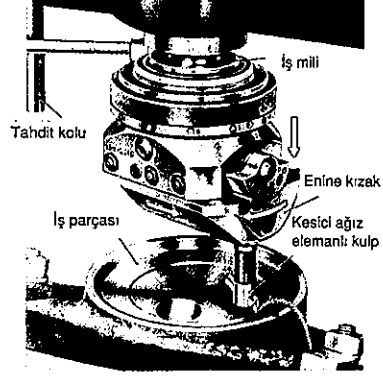
Şekil 4 : Delme malafası

Delme Malafaları

Delme malafaları, önceden delinmiş olan deliklerin (Şekil 4) veya tornada açılan deliklerin ince işlenmesinde kullanılır. Bunlar tam olarak ayar edilebilir, genel olarak sert metalden yapılmış olan döner kesici plakalarla veya oksid seramik ile donatılmış

ir olmanlarına sahiptir (Sayfa
delme malafaları seyyar olarak
Uzun delme malafalarının, iş
iki tarafının üstünden yatak-

malafaları, tercihen radyal matkap
kullanılır. Fakat bunlar yatay
çerçeve (bohrwerklerde) ve freze
da kullanılabilirler (Şekil 1).
malafalar, hassas delme, düz ve
ve iş tomalama işlerinde kulla-



Şekil 1 : Düz ve döner takım

Kuralları

delme işleri için amaca uygun matkabın kullanılması gerekir.

matkapların bilenmesinde kesici kenarlar aynı uzunlukta ve kesici
açıda bilenmelidir.

matkap takılma konisi, mors kovana ve matkap sapı iyice
emelidir.

çoksen sapmasından sakınmak için, büyük delikler önceden daha
büyük bir matkapla delinmelidir.

matkabi ile delik delme esnasında, normal matkapla delmeye göre,
daha büyük ve kesme hızı daha küçük olmalıdır.

loniyle uğraşanların dar iş elbisesi giymesi tavsiye edilir.

lonil esnasında eldiven giyilmesine izin verilmez.

emniyetli bir şekilde bağlanma ve ani fırlamaya karşı emniyette

Örnek Soruları

1. Düz delici takımlar (matkaplar) vardır?

2. Matkapların avantajları nelerdir?

3. Helisel matkaptaki uç açısı ne olmalıdır?

4. Çok sıkı malzemeler için helisel matkaptaki uç açısı ne olmalıdır?

5. Helisel bir matkapta, enine kesici kenarın esas kenarla ne kadarlık
açı oluşturması gerekir?

6. Büyük matkapların uçları dışarıya doğru sivriltilir?

7. Delik delme metodları vardır ve farkları nelerdir?

8. Düz delme takımları, örneğin helisel rayba gibi takımlar ne için
kullanılır?

2.8.3.2 Kılavuz Çekme (Vida Dişi Açma)

İç vida dişleri kılavuz vasıtasıyla elle veya makinele açılabilir. Üretilecek parça miktarına, istenen hassasiyete ve yüzey kalitesine göre, çeşitli imalat metodları uygulanabilir.

Talaş kaldırma işlemi

İç vidaların açılması için ilk önce, çekirdek deliklerinin delinmesi gerekir. Metrik ISO-vida dişi için çekirdek deliğinin çapı (matkap çapı), vida dişi çapından dış adımının çıkarılmasıyla elde edilen değere karşılık eder (Tablo 1). Kılavuz, kesme ve ilerleme hareketini yapar. İlerlemenin değeri kullanılan kılavuzun dış adımı ile belirlenir. Kılavuz, dış dişi deliğinin içine vidalanır. Kılavuzla malzemeye dış açılması esnasında, delik küçülecek şekilde malzemeyi içeriye doğru biraz bastırır ("Traş etme").

Dış dişi deliğine 90°'lik bir konik havşa matkabı ile havşa açılarak, kılavuzun daha iyi ağızlayarak kesmesi sağlanır ve dış vida dişlerinin dışarıya çıkması önlenir (Şekil 1). Gerekli olan vida boyu "a"nın üzerinden geçen dış dişi deliği serbestçe delinebilir.

Temel delikler olarak delinmesi gereken çekirdek delikleri faydalanılabilen, vida boyundan daha derin delinir. Çünkü vida dişleri deliğin dibine kadar açılmaz (Şekil 2).

Dış dişi deliklerinin müsadde edilen büyüklükte delinmesi icap eder. Bu, kılavuz çekilmesini kolaylaştırır ve kılavuzun kırılmasını önler.

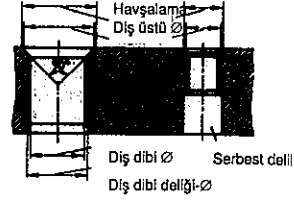
Elle Kılavuz Çekme

Kılavuzun tam eksenel yönde ağızlaması ve ilerlemesi gerekir. Kılavuzun kendi eksenini etrafında yaklaşık olarak dörtte bir devirle tekrarlanan geri çevirme işlemi sayesinde talaşlar kırılırlar ve taze yağlama yağı tekrar kesici kenarların üzerine ulaşır.

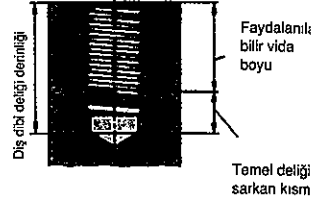
Makinada (Tezgahta) Kılavuz Çekme

Tornada, matkapta ve vida dişi açma makinalarında kılavuz çekilmesi esnasında, eksenini tam vida deliği ekseninde bulunan vida dişleri açılır. Orana uygun yüksek kesme hızları sayesinde, makinada kılavuz çekme, elle kılavuz çekmeye göre zamanı önemli ölçüde kısaltır.

Matkap tezgahına bağlanan kılavuz çekme aparatında, müsadeli dönme momenti, vida dişinin büyüklüğüne ve malzemeye bağlı olarak ayarlanabilir (Şekil 3). Ayar edilen vida dişi derinliğine erişildiğinde, aparat devir sayısı artırılan geri dönüş hareketine kendiliğinden otomatik olarak geçer.



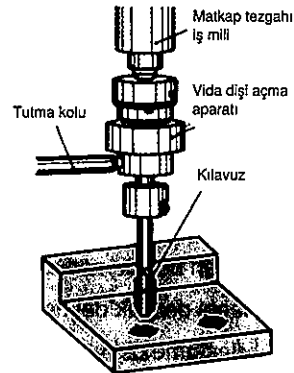
Şekil 1 : Havşa açılmış vida dişi



Şekil 2 : Temel delik içindeki vida dişi

Tablo 1 : Metrik ISO - Vida dişleri için mm cinsinden delik çapı

Vida dişi	Dış dişi delik çapı	Vida dişi	Dış dişi delik çapı
M3	2,5	M10	8,5
M4	3,3	M12	10,2
M5	4,2	M16	14,0
M6	5,0	M20	17,5
M8	6,8	M24	21,0



Şekil 3 : Vida dişi açma (kılavuz çekme) aparatı

Çalışma Kuralları

- Diş dibi deliğini gerekli büyüklükte deliniz.
- Diş dibi deliğine havşa açınız.
- Gerçek çevirmek suretiyle talaşları sık sık kırınız.

Kılavuz Çeşitleri

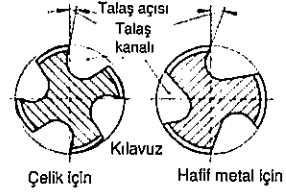
Vida boyuna, derinliğine, vida delik cinsine ve malzemeye göre kılavuz takımları, vida dişli matkaplar, makina kılavuzları veya talaşsız vida dişli kalıpları (ezme kalıpları) kullanılır. Hafif metal veya bakır alaşımları gibi yumuşak ve uzun talaş çıkarılan malzemeler için kılavuzlar, çelik, dökme demir veya pirinç için kullanılan kılavuzlara göre daha büyük talaş açısına ve talaş kanalına sahiptir (Şekil 1).

3- Parçalı el kılavuz takımı ile kör deliklerde ve tam deliklerde (boydan boyca) vida dişli açılır (Şekil 2). Bu kılavuz takımı Ön, Orta ve Bitirme kılavuzlarından meydana gelmiştir. Temiz, ölçüsünde bir vida dişli elde etmek ve herbir vida dişinin aşırı talaş yüklenerek zorlanmasından sakınmak için, talaş kaldırma işi bir takımın 3 kılavuzuna taksim edilmiştir (Şekil 3). Kılavuzun iyi bir şekilde ağızlayıp kesmesini sağlamak için, ucu konik yapılır. Bu koniklik, ön kılavuzda, yaklaşık olarak 5, orta kılavuzda 3,5 ve tamamlama kılavuzunda 2 vida dişli boyundadır. Kılavuzlar doğru sıra (ön, orta bitirme) takip edilerek kullanılmalıdır. Ancak bitirme kılavuzu, tam olarak açılmış vida dişini elde eder.

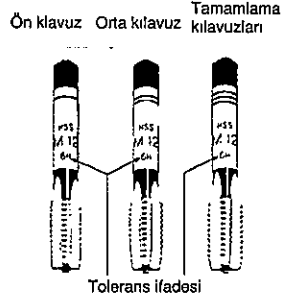
2 parçalı el kılavuz takımı, sadece ön ve bitirme kılavuzundan meydana gelir. Bunlar ince dişli vida ve Whitworth boru vida dişli için kullanılır. Bu vida dişleri, normal vida dişine göre daha az vida dişli derinliğine sahiptir.

Yiv ağızlı doğrusal olarak kanal açılmış saclarda ve ince malzemelerdeki vida dişlerini açmak için en uygun olanıdır. İlave yivli ağız sayesinde daha az bir konik boyu gerektirir.

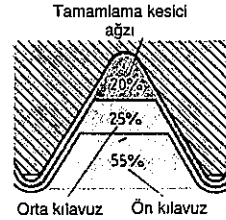
Doğrusal veya helisel olarak kanal açılmış olan makine kılavuzları, bir kesimde vida dişlerini tam ölçüsünde açar (Şekil 4). İlave yivli kenar vasıtasıyla yüksek bir talaş kapasitesi elde edilir. Geçişli delikler için, meydana gelen talaşları kendisinden önce matkap deliğinden dışarıya süren, sol helisli kılavuzlar kullanılabilir.



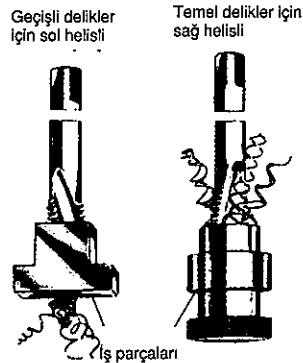
Şekil 1 : Kılavuzda talaş kanalları



Şekil 2 : 3 parçalı kılavuz takımı



Şekil 3 : 3 parçalı bir el kılavuz takımının talaş hacim payları



Şekil 4 : Makina kılavuzları

Talaşsız vida dişi açma kalıplarının talaş kanalları yoktur, bilakis yuvarlak ol-
mayan bir kesite sahiptir. Vida dişi kalıpları arasından vida açılacak parça geçirilir ve
bir sac içinde talaşsız olarak şekillendirilir. Bu suretle malzeme sıkışır ve vida dişini
yüklenilme kabiliyeti artırılır. Bununla beraber onlar, çekme mukavemetinin 70
N/mm²'yi aşmadığı malzemeler için uygundur.

Tekrarlama Soruları

- 1 Vida dişi açılacak deliklere neden havşa açılması gerekir ?
- 2 "Traş etme"den ne anlaşılır?
- 3 Kör deliklere vida dişlerinin açılması esnasında nelere dikkat etmek gerekir?
- 4 Kılavuz çeşitleri nelerdir?
- 5 Hangi vida dişleri için 2 parçalı kılavuz takımı kullanılır?

2.8.3.3 Havşa Açmak

Havşa açma, daha önceden delinen veya zımbalanan deliklerin dönme eksenine
dik konumda bulunan profilli veya konik yüzeylerinin elde edilmesi metodudur. Şu ş
kilde gruplara ayrılır:

- Düzlem Havşa Açma:** Örneğin, altı köşeli bir civata başı oturma yüzeyi
veya çıkıntılı bir düz yüzeyin imal edilmesi için.
- Düz Delerek Havşa Açma:** Örneğin, silindirik başlı bir civata başı için silindirik
bir iç havşa veya derinleştirilmiş düz bir yüzeyin
imal edilmesi için.
- Profilli Delerek Havşa Açma:** Örneğin, havşa başlı civatalar için konik bir
havşalama, konik veya profillendirilmiş bir
havşanın açılması için.

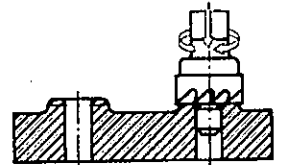
Havşa Takımları

Havşa takımları, matkaplarla mukayese edildiğinde, daha küçük bir serbest açıya
ve daha büyük bir serbest yüzeye sahiptir. Bu suretle havşa kesici ağızları delik
üstünde dayanır ve sarsıntı izi olmayan bir yüzey elde edilir. Kesme hızı, matkapla
delme işlemine göre daha küçük seçilmesi gerekir, ilerleme daha büyük seçilebilir.

Havşalar yüksek hız çeliklerinden yapılır ayrıca, sert metal kesici plakalarla (uç-
larla) veya sert metal-döner kesici plakalarla donatılmışlardır. Büyük havşalar delik
ağız genişletme takımı olarakta kullanılır. Örneğin bakır veya alüminyum alaşımlar
gibi, uzun talaş çıkarılan malzemelerin işlenmesi için, takımlar daha büyük talaş
açısı, daha küçük kama açısı ve dolayısıyla daha büyük talaş kaldırma hacmine sa-
hıptir.

Düz havşalar, örneğin civatalar ve somunlar için
dayanma yüzeyleri ve oturma yüzeylerinin imalatı iç-
in, düzlem havşasının açılmasında kullanılır (Şekil 1).

Sökülüp-Takılabilir Düz Havşa, iş parçasının iç
tarafındaki zorlukla erişilen yerlerine düzlem olarak
havşa açabilmek için, hareket eden tutucu mil üstüne
kesici başlığın takılması ile kesme yapan havşalardır
(Sayfa 111, Şekil 1).



Şekil 1: İç yüzey havşalama

Kılavuz muylusu olan havşa matkapları, civata başı havşalarının (yuvalarının) düz veya profilli olarak havşalanmasında kullanılır. Sabit ve değiştirilebilir kılavuz muylusu olan, düz ve konik havşalar vardır (Şekil 2). Kılavuz muylusu, daha önceden delinmiş bir deliğin içinde kılavuzluk yapar. Değiştirilebilen muylular havşanın tekrar düzeltilmesini kolaylaştırır ve değişik delik çaplarında kullanılmasını mümkün kılar.

Konik havşalar, konik civata ve perçin havşalarının açılmasında ve delik çapaklarının alınmasında kullanılır (Şekil 3). Uç açıları standartlaştırılmıştır. Çapak almada 60°, perçin başları için 75°, havşa başlı civatalar için 90° ve sac perçinleri için 120° dir.

Form B konik havşalar çapak almakta tercih edilmekle beraber Form C üç kesici ağızlı konik havşa matkapları derin havşalarda daha iyi ve titreşimsiz çalışır. Çünkü talaşlar, kanal sayesinde helisel olarak sevk edilir.

Helisel (Spiral) Havşa Matkapları, daha derin deliklerin delinmesinde kullanılan matkaplardır (Sayfa 105).

2.8.3.4 Raybalama

Raybalama, yüksek kalite ve uygun hassasiyette deliklerin imal edilmesi için, çok az talaş kaldırılarak yapılan delik iyileştirme işlemidir. Şu gruplara ayrılır:

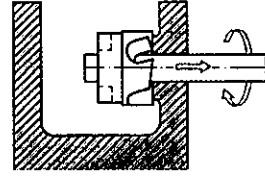
Silindirik Raybalama: Ölçü ve şekil tamlığı istenen silindirik deliklerin elde edilmesi için kullanılır.

Profil Raybalama: Konik veya profilli deliklerin düzeltilmesi için kullanılır.

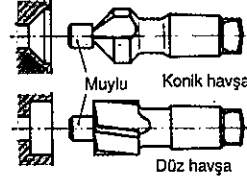
Raybalama İşlemi:

Delme ve havşalamada olduğu gibi, talaş kaldırma işi esas itibarıyla raybanın kesici kenarları tarafından yerine getirilir (Şekil 4). 0.1 mm ila 0.3 mm'lik silindirik taşlanmış kesici ağızlar talaş kaldırarak deliğin yüzeylerini düzeltir; yüzey kalitesi ve ölçü tamlığı için rol oynar. Raybalamada işleme payı, her delik çapına göre doğrusal (düz) ve helisel oluk açılmış raybalarda 0.1 mm ila 0.5 mm, uzun talaş kaldırılan malzemeler için helisel raybalarda 0.8 mm'ye kadar seçilebilir (Şekil 5).

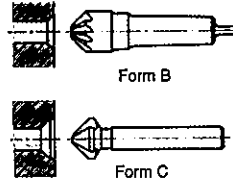
Raybaların kullanım süresi (ömürü) mümkün olduğu kadar uzun olmalıdır. Çünkü, onların tekrar bilenmeleri zordur. Bundan dolayı 3 m/dak ilâ 20 m/dak'lık kesme hızı ile raybalama yapılır, bu değerler ise delme işlemine göre daha azdır. Herbir devide 0,1 mm ila 1 mm'lik ilerleme, malzemeye, delik çapına ve istenen yüzey kalitesine göre belirlenir. Raybaların mümkün olduğunca uzun ömürlü olmasını sağlamak için, istenen yüzey kalitesinin müsaade ettiği nisbette, büyük ilerleme ile raybalama işleminin yapılması gerekir.



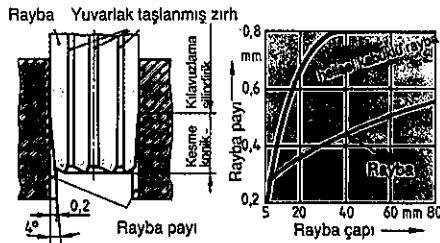
Şekil 1: Düzlem havşalama için saplamalı düz havşa matkabı



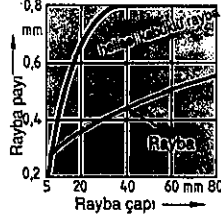
Şekil 2: Kılavuz muylulu havşa matkabı



Şekil 3: Profilli havşa açmak için konik havşa matkabı

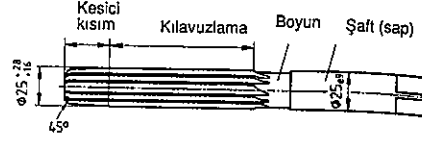


Şekil 4: Bir raybanın kesiti



Şekil 5: Metallerde raybalama payı

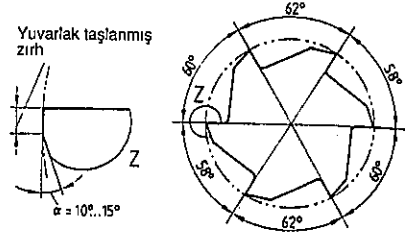
Çelikte genellikle soğutma sıvısı olarak %10 ilâ %20'lik bir emülsiyon kullanılır. Kır (gri) dökümde ve plastiklerde raybalama işlemi kuru olarak yapılır.



Şekil 1 : 25 H 8'lik el raybası

Rayba Takımları

Raybalar kesici ağız gövde, boyun ve sap kısımlarından meydana gelmiştir (Şekil 1). Raybalar yüksek hız çeliklerinden imal edilir, ayrıca, sert metal parça ağızlı olarak yapılır. Çapın kolaylıkla ölçülebilmesi için, raybalar kural olarak doğrusal dişli (düz kanallı) yapılırlar. Eşit olmayan diş bölüntüsü sayesinde titreşimlerden, titreme izlelerinden ve dairesel şekil hatalarından sakınılır (Şekil 2).



Şekil 2 : Bir raybanın eşit olmayan diş taksimatı

Kesme Yönü

Raybaların kesici ağızları ya doğrusal kanallıdır ya da 7° veya 45°'lik açı altında helisel kanallıdır (Tablo 1).

Doğrusal olarak kanal açılmış raybalar kesintisi olmayan delikler için elverişlidir. Sert ve gevrek malzemeler, örneğin 700 N/mm²'lik mukavemetin üzerindeki çelikler, dökme demir, pirinç veya gevrek AL-alaşımlarında, doğrusal kanal açılmış raybalarla daha iyi talaş kaldırılır.

Tabana kadar raybalanması gerekli olan kör delik için sadece doğrusal kanal açılmış raybalar kullanılır.

Sol yönlü helisel kanal açılmış raybalar, talaşları ilerleme yönünde atar ve sadece geçişli (boydan boya) deliklerde kullanılabilirler. Örneğin düz kanallı bir rayba raybalanan deliklerde, boylamasına bir duraklama izi kalırken sol yönlü helisel kanallı olan raybalarda duraklama izine rastlanmaz.

Uzun talaş kaldırılan ve yumuşak malzemelerde, örneğin Al ve Cu alaşımlarında ya da 700 N/mm²'lik mukavemetin altındaki çeliklerde doğrusal olarak kanal açılmış raybalar kullanılır.

El ve Makina Raybaları

Raybalar, el ve makina raybaları olarak imal edilir.

El raybaları, daha iyi bir kılavuzlama için, uzun bir kesici ağıza ve uzun bir gövde kısmına sahiptir. Sapın uç kısmında çevirme kolunun takılması için, dört kenarlı anahtar ağızı vardır.

Tablo 1 : Raybaların kullanılması

Tablo 1 : Raybaların kullanılması	
Doğrusal olarak kanal açılmış	Sert ve gevrek malzemeler için geçişli ve zeminli (kör) delikler
Sol helisel 7°	Yumuşak ve uzun talaş çıkarıcı malzemeler için geçişli delikler, kanallı delikler
Helisel kabuklu rayba sol helisel 45°	

2.8.3.5 Matkap Tezgahları

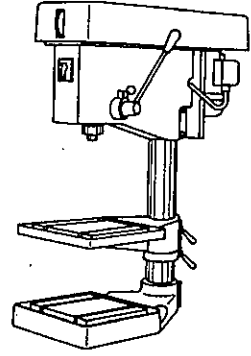
Matkap tezgahları kendi yapı biçimine ve kullanılmasına göre bölümlere ayrılır.

El Matkap Makinaları (El Breyzleri) elektrikli ve pnömatik yolla tahrik edilebilir. Tahrik devir sayısı genellikle kademesiz olarak ayarlanabilir. İlerleme kuvveti el baskısı ile verildiğinden ve matkap makinası el ile tutulduğundan, alışık olmayan kişiler kullandığında matkap delikten dışarıya çıkarılırken kırılabilir. Bu nedenle kazalar meydana gelebilir.

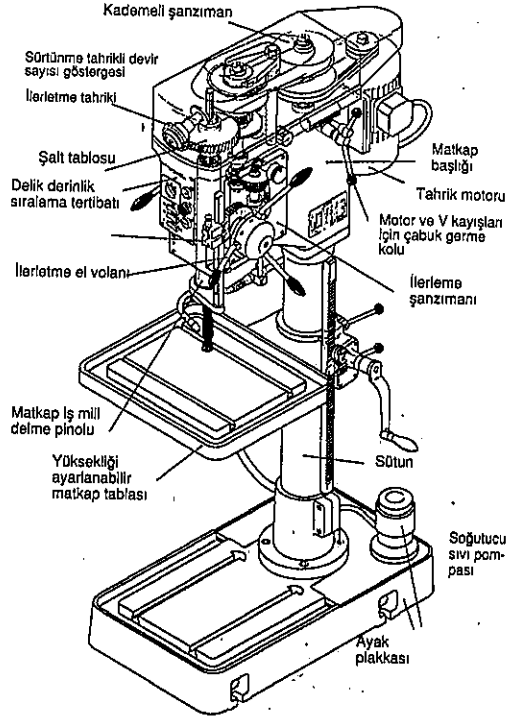
Masa tipi matkap tezgahları 10 mm'ye kadar olan delikler için kullanılır, normal veya hızlı devirli olarak imal edilebilir (Şekil 1). İlerleme hareketi el ile sağlanır.

Sütunlu matkap tezgahları, farklı yüksekliklerde küçük ve orta büyüklükteki iş parçalarının delme işleri için uygundur (Şekil 2). Bu tezgahlar, devir sayısı genellikle kademesiz olarak ayar edilebilen matkap iş mili, sütun, ayak, ayrıca sağa sola çevrilebilen ve yüksekliği ayar edilebilen matkap tablasından meydana gelir. İlerleme, matkap milinden bağımsız olarak çalışan bir dişli tertibatı üzerinden elde edilir.

İşlem Sıralı (Seri) Matkap tezgahları, müşterek tablalı, yan-yana, monte edilmiş sağa-sola döndürülebilen ve yüksekliği ayarlanabilen sütunlu matkap tezgahlarından meydana gelir. Bu tezgahlarla, arka arkaya bağlantılı olarak bir iş parçasının üzerine örneğin delme, havşa açma ve kılavuz çekme gibi muhtelif işleme metodları uygulanabilir. Seri matkap tezgahları parti (kitle) halindeki seri imalatta kullanılır.



Şekil 1 : Masa matkabı



Şekil 2 : Sütunlu matkap tezgahı

Yatay Delme ve Freze Tezgahları, genellikle büyük iş parçalarının işlenmesinde kullanılır. Bir bağlamada, iş parçasının üzerinde delme, tornalama ve frezeleme işlemleri yapılabilir.

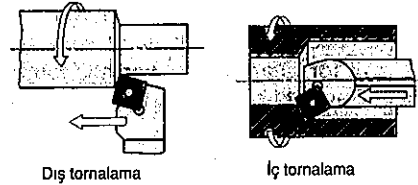
Mastarlı Bohrwerkler, En yüksek hassasiyetteki deliklerin ve freze işlerinin imalatında kullanılır. Bu tezgahlar genel olarak NC- ile donatılmışlardır. 0,002 mm'lik bir hassasiyetle işleme yapabilir. Kızaklar ve yataklar özel bir itina ile imal edilir ve bütün taşıyıcı yapı elemanları özellikle rijit (esnemez) olarak yapılmışlardır. Tezgahlar klimatize edilmiş (iklimlendirilmiş) ortamlara monte edilerek kullanılmalıdır.

Tekrarlama Soruları

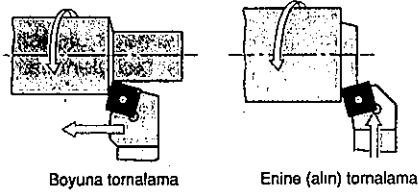
- 1 Seri (işlem sıralı) matkap tezgahları hangi amaçlar için kullanılır?
- 2 Mastarlı bohrwerklerde, hangi tipik yapısal belirtiler vardır?

2.8.4 Tornalama

Tornalama, belirli geometrik yapıda kesici kenarları olan takımlarla (kalemlerle) dönen iş parçasından dairesel olarak talaş kaldırma işlemidir. Genel olarak iş parçasına dönme hareketi uygulanır. Kesici takım sıkı olarak bağlanır ve işlenmesi gereken yüzey boyunca kesici takıma kumanda edilir. Özel durumlarda, kesici takıma da dönme hareketi yaptırılabilir (Alın ve iç yüzey torna kalemı Sayfa 106, vida dişi açma kalemı Sayfa 132).



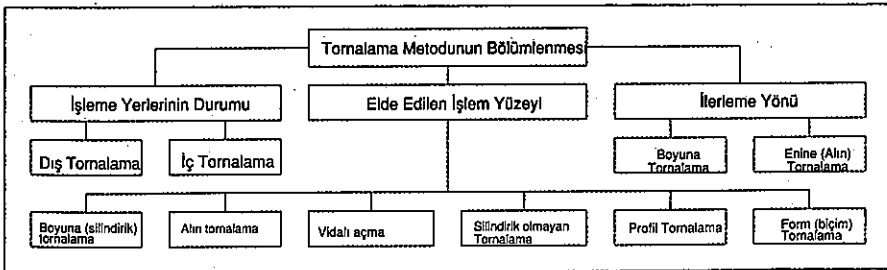
Şekil 1: Tornalamada işlem yerlerinin durumu



Şekil 2: Tornalamada ilerleme yönü

2.8.4.1 Tornalama Metodu¹⁾

İş parçasının üzerindeki işlem yerlerinin durumuna göre, tornalama metodu, dış ve iç tornalama olarak iki metoda ayrılır (Şekil 1). İlerleme yönüne göre boyuna ve enine (alın) tornalama olarak iki şekilde yapılır (Şekil 2). Elde edilen iş yüzeylerine göre tornalama metodları; silindirik (boyuna) tornalama, alın tornalama, tornada vida açma, silindirik olmayan tornalama, profil tornalama ve biçimlendirme tornalaması olarak bölümlere ayrılabilir (Şekil 3 ve Sayfa 116 Şekil 1).



Şekil 3: Tornalama metodunun bölümlere ayrılması

Tornalama Metodlarının Sınıflandırılması

Silindirik tornalama esnasında, silindirik bir yüzey elde edilir (Sayfa 116, Şekil 1). İlerleme hareketi, dönme eksenine doğrultusunda (boyuna silindirik tornalama) veya dönme eksenine dik yönde (enine-silindirik tornalama) şeklinde yapılabilir. En çok kullanılan silindirik tornalama metodları, büyük ilerleme ve küçük ayar açısı ile yapılan, kaba tornalama ve küçük ilerleme ve büyük ayar açısı ile yapılan ince tornalama işlemleridir (Sayfa 117, Şekil 1).

Alın (düz) tornalamada, dönme eksenine dik durumda bulunan düz yüzey elde edilir. Bunun yanında ilerleme dönme eksenine dik veya paralel olarak sağlanabilir (117. Sayfa, Şekil 1). Enine alın tornalama, enine kesme tornalaması ve boyuna alın tornalama olarak gruplara ayrılır.

Vida tornalama istenen vida profilli torna kalemli ile vidalı yüzeylerin elde edilmesi için yapılan bir tornalama işlemidir. Burada, herbir devirdeki ilerleme vidanın adınına eşittir (Sayfa 117, Şekil 1).

Silindirik olmayan tornalamada, iş parçasının bir dönüşünde imal edilmesi gerekli olan kesite karşılık gelen ilerleme hareketine kumanda edilir.

Profil tornalama profil verilmiş torna kaleminin şekli iş parçasının üstünde oluşturulur (Sayfa 117, Şekil 1). Bu sırada ilerleme dönme eksenine paralel veya dik yönde verilebilir.

Form (biçim) tornalama, ilerleme hareketlerine kumanda edilmek suretiyle, iş parçasının formunun elde edildiği (biçimlendirildiği) bir metoddur (Sayfa 116, Şekil 1), el ile, boyuna ve enine, ilerleme hareketi birlikte verilerek kolaylıkla kumanda edilebilir.

Kopya form tornalama, ilerleme hareketinin bir örnek şablonu tarafından kumanda edildiği bir tornalamadır. İlerleme hareketleri nümerik kontrol vasıtasıyla kumanda edilerek iş parçası biçimlendirilir.

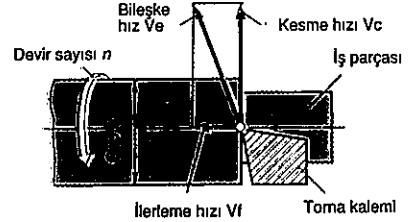
2.8.4.2 Tornada Bağlama İşlemi

Tornalama çalışmalarının planlanması ve tatbikat için torna tezgahındaki talaş kaldırma olaylarının mutlaka iyi bilinmesi gereklidir.

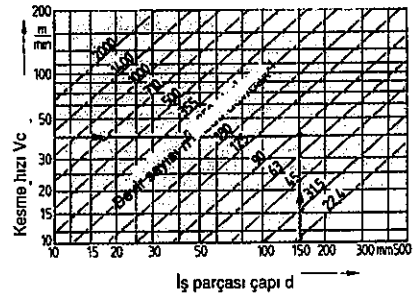
Kesme hızı ve devir sayısı

Kesme hareketi iş parçasının dönmesi suretiyle elde edilir. Kesme hareketinin hızı, kesme hızı V_c olarak ifade edilir (Şekil 1). Kesme hızı tornalama işlemi için metre/dakika cinsinden ifade edilir. Kesme hızının seçimi iş malzemesine, kesici takım malzemesine, soğutma sıvısına, istenen yüzey kalitesine ve takım tezgahının gücüne bağlıdır. Kesme hızı için kullanılacak değerler tablodan alınır. Torna tezgahı üzerinde ayar edilmesi gereken devir sayısı n , tezgahın üzerine yapıştırılan devir sayısı abağından okunabilir, tablodan alınabilir veya hesaplanabilir. Şekil 2'de, örneğin 40 m/dak'lık bir kesme hızı ve 150 mm'lik bir çap için 90 dev/dak'lık bir devir sayısı

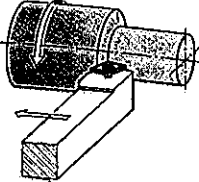
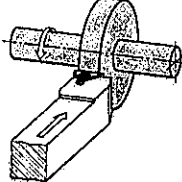
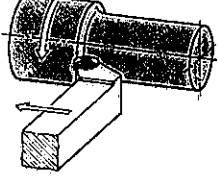
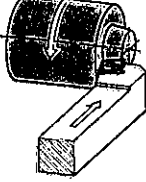
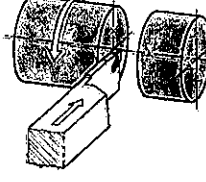
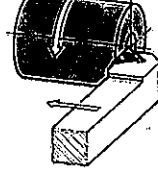
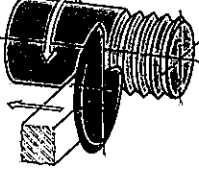
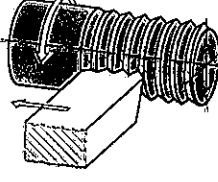
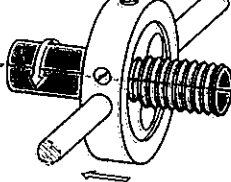
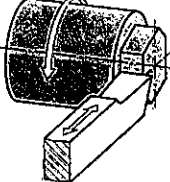
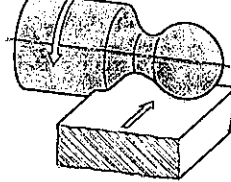
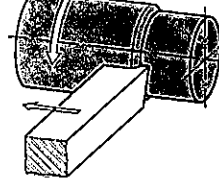
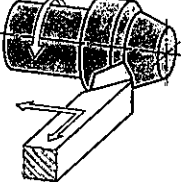
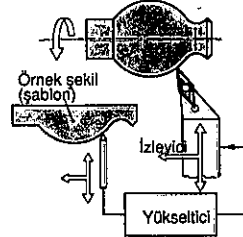
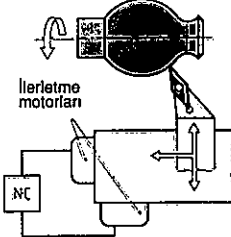
$$n = \frac{V_c}{\pi \cdot d}$$
 den bulunabilir.



Şekil 1 : Tornalama esnasında hareketler



Şekil 2 : Bir torna tezgahının devir sayısı diyagramı (abağı)

 <p>Boyuna silindirik tornalama</p>	 <p>Enine silindirik tornalama</p>	 <p>Pasolu tornalama</p>
 <p>Enine alın torna lama</p>	 <p>Enine kesme tornalaması</p>	 <p>Boyuna alın (düz) torna lama</p>
 <p>Vida dişi açma</p>	 <p>Vida kalem i ile vida açma</p>	 <p>Pafta ile vida açma</p>
 <p>Enine silindirik olmayan torna lama</p>	 <p>Enine profil torna lama</p>	 <p>Boyuna profil torna lama</p>
 <p>Konik torna lama</p>	 <p>Örnek şekil (sablon) İzleyici Yükseltici</p> <p>Kopya torna lama</p>	 <p>İletme motorları NC</p> <p>NC - Form torna lama</p>

Şekil 1: Tornalama Metodlarının Sınıflandırılması

İlerleme

İlerleme mm cinsinden (herbir devirde mm), tezgahın gücüne ve istenen yüzey kalitesine göre seçilir. mm/dakika cinsinden ilerleme hızı V_f , ilerleme ile devir sayısı çarpılarak hesaplanır. Kesme hızı ve ilerleme hızı, bileşke hız V_e 'yi belirler (Sayfa 117, Şekil 1).

$$V_f = n \cdot f$$

Talaş Kesiti A'nın Büyüklüğü ve Şekli

Talaş derinliği a (talaş genişliği) silindirik ve alın tornalamada torna kaleminin yaklaşımından, kesme tornalamada torna kalemi kesici ağız genişliğinden belirlenir (Şekil 1). Kesme derinliği ve ilerlemenin çarpımıyla bulunan değer talaş kesiti (A) yı verir (Şekil 2).

$$A = a \cdot f$$

Ayar açısı (χ) (kappa), torna kaleminin esas kesici kenarı (ağız) ile ilerleme yönü arasındaki açıdır. Ayar açısı **talaş kesiti-nin biçimini** belirler (Şekil 2).

Talaş genişliği b ve **talaş kalınlığı h**, kesme derinliğine, ilerlemeye ve ayar açısına bağlıdır (Şekil 2).

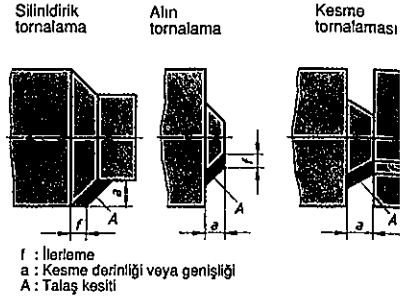
$$h = f \cdot \sin \chi$$

$$b = \frac{a}{\sin \chi}$$

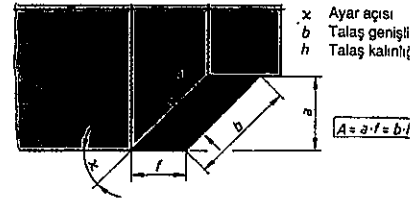
Tornalamada Kuvvet ve Güç 1)

Kesme kuvveti F_c , iş parçasının dönme hareketinden dolayı meydana gelir (Şekil 3). İlerleme yönüne karşı yönlendirilen **ilerleme kuvveti** F_f torna kalemine yan taraftan yükleme etkisi yapar; onun karşı kuvveti iş parçasını etkiler (Şekil 3). Kesme kuvveti ve ilerleme kuvveti birlikte **aktif kuvvet** F_a 'nın büyüklüğü ve yönünü tayin eder (Şekil 4). Aktif kuvvet, özgül kesme kuvveti ile beraber, torna tezgahı tarafından sağlanması gereken güç için, belirleyici olur.

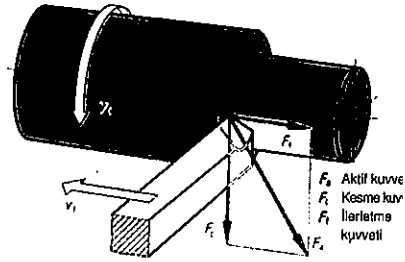
Pasif kuvvet F_p , torna kaleminin, talaşın kaldırıldığı yer tarafından zorlayıcı etkisini doğurur. Onun karşı kuvveti (tepkisi) ilerleme yönüne dik olarak etki eder. Aktif kuvvet ve pasif kuvvet beraber, talaş kaldırma kuvveti F 'nin büyüklüğünü ve yönünü tayin eder (Şekil 4).



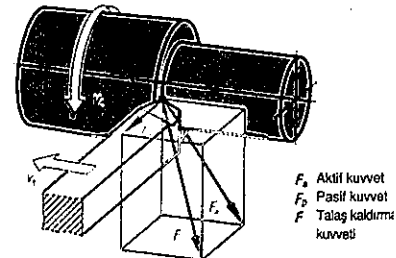
Şekil 1 : Kesme genişliği ve kesme derinliği



Şekil 2 : Talaş kesitinin büyüklüğü ve şekli



Şekil 3 : Tornalamada aktif kuvvet



Şekil 4 : Tornalamada talaş kaldırma kuvveti

Tornalamada meydana gelen kesme kuvveti F_c , özgül kesme kuvveti K_c 'den ve talaş kesiti A 'dan hesaplanır.

$$F_c = K_c \cdot A$$

Özgül kesme kuvveti, bir malzemeden $A=1 \text{ mm}^2$ 'lik talaş kaldırılması için gerekli olan kuvettir. Bu kuvvet, malzemenin talaş kaldırılabilme özelliğine, talaş kalınlığı h 'ye, ayar açısı, χ 'e, kesme hızı V_c 'ye ve torna kaleminin kesme geometrisine bağlıdır.

Özgül kesme kuvveti tablodan alınabilir. Kesme kuvvetinden, kesme hızından ve verimden en sonunda torna tezgahının gerekli tahrik gücü Pe tayin edilir.

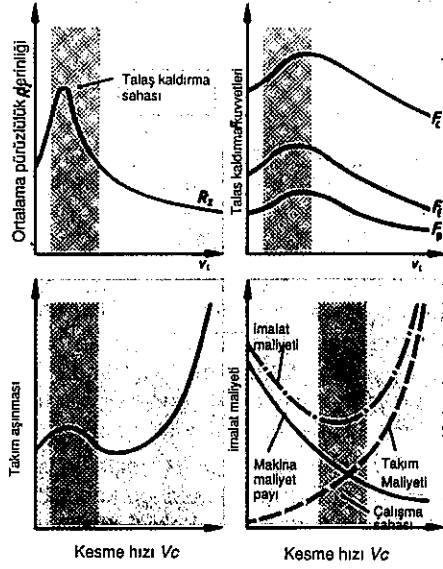
$$Pe = \frac{F_c \cdot V_c}{\eta}$$

Talaş Büyüklüğünün Bağlantısı

Torna tezgahında seçilebilen ayar değerleri (giriş büyüklükleri) için sonucunu tayin eder (çıkış büyüklükleri).

Örnek: Şekil 1'deki diyagramlardan kesme hızının artışının etkisi okunabilir:

- 1. Diyagram:** Ortalama pürüzlülük derinliği R_z , düşük hızlarda en büyük değerdedir. Daha iyi yüzey kalitesi için, kesme hızının en düşük değerinin aşılmış olması gerekmektedir.
- 2. Diyagram:** F_c , F_f ve F_D kuvvetleri ilk önce yükselir, daha sonra geriye düşmeye başlar. Yüksek kesme hızlarında tezgahın gücünden daha iyi yararlanılabilir. Şekil ve ölçü hataları azalır.
- 3. Diyagram:** Takım (torna kalemi) aşınması, yüksek kesme hızlarında oldukça artar.
- 4. Diyagram:** Tezgahın çalışma maliyeti ve takım maliyeti mümkün olduğu kadar düşük olursa, kesme maliyeti de düşük olur.



Şekil 1 : Kesme hızının etkisi

2.8.4.3 Tornalamada Talaş Kesitinin Seçimi

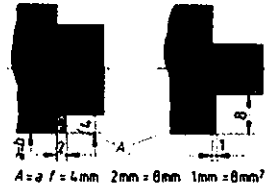
Talaş Kesitinin Şekli (Biçimi)

Talaş derinliğinin, ilerlemenin ve ayar açısının uygun bir değerde seçilmesi suretiyle, torna tezgahında talaş oluşumuna ve bununla beraber kullanım zamanına ve yüzey kalitesine etki edilebilir.

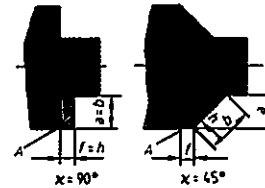
Talaş Derinliği ve İlerleme, örneğin talaş derinliği $a = 4 \text{ mm}$ ve ilerleme $f = 2 \text{ mm}$ seçildiğinde, $a = 8 \text{ mm}$ ve $f = 1 \text{ mm}$ 'de olduğu gibi aynı talaş kesiti sonucu elde edilir (Şekil 2). Eğer bununla beraber talaş derinliği a ve ilerleme f 4:1 ila 10:1 oranlarında olursa, daha uygun bir talaş oluşumu elde edilir.

$$a : f = 4 : 1 \dots 10 : 1$$

Ayar açısı, Ayar açısı χ , örneğin 90° 'den 45° -ye düşürüldüğünde, talaş kalınlığı h küçülür ve talaş genişliği b büyür (Şekil 3). Fakat aynı za-



Şekil 2: Kesme derinliği ve ilerleme



Şekil 3 : Ayar açısının talaş büyüklüğüne etkisi

manda pasif kuvvet F_p artar (Şekil 1). Yeteri kadar stabil (dengeli) olan torna edilecek parçalarda $\chi=45^\circ$ 'lik ayar açıları ile çalışılır. İnce millerde ve NC-kumandalı torna tezgahlarında 75° ila 105° 'lik ayar açısı yaygın olarak kullanılır. İyi talaş kaldırırlan, stabil torna parçalarında ve küçük talaş alma hallerinde, çok küçük ayar açıları ile çalışılabilir (Şekil 2).

Talaş Kesitinin Büyüklüğü

En düşük imalat zamanı, büyük talaş kesiti ve yüksek kesme hızında elde edilir. Her iki değer tezgahın gücü ve takımın kullanma ömrü ile sınırlanmıştır (Sayfa 119, Şekil 1). Bundan dolayı daha büyük talaş alınmasında genel olarak bir çok pasolar halinde talaş kaldırılarak imalat yapılır.

Kaba işleme, Kaba işlemenin veya ön tornalamanın hedefi, mümkün olduğu kadar büyük bir talaş hacmine erişmektir (Şekil 3, Çalışma kademesi I ön tornalama). Gereklili olan ölçü ve şekil hassasiyeti ve ayrıca yüzey kalitesi, son paso işlemi sayesinde elde edilir. Kaba tornalama için, tezgahın gücüne, aktarılabilen dönme momentine ve iş parçasından talaş kaldırmada meydana gelen merkezkaç kuvvetine ve ayrıca torna kaleminin yüklenilme kabiliyetine bağlı olarak büyük bir ilerleme, uygun bir kesme derinliği ve kesme hızı seçilir (Tablo değerleri).

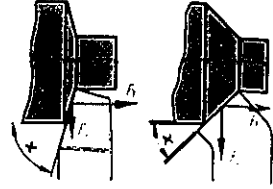
Son paso verme, son paso verme veya bitirme tornalama işlemi sayesinde, istenen ölçü ve şekil hassasiyetine ve ayrıca gerekli yüzey kalitesine erişilmesi hedeflenir. Çok defa, küçük profiller, örneğin serbest batırma (saplama), yuvarlatma ve pafl kırma gibi işlemler genellikle son pasoda şekillendirilir. Son paso tornalamada küçük ilerleme ve yüksek kesme hızı ile, iş parçası öngörülen ölçüye getirilir (Şekil 3, II Bitirme tornalama işlemi). İlerlemenin işin bir devrinde $0,05 \text{ mm}$ 'nin altına düşürülmesine izin verilmez, aksi takdirde takım sıkışır ve aşınma şiddetli olarak artar.

Tezgahın gücüne bağlı olarak mümkün olduğu kadar büyük ilerleme, uygun kesme derinliği ve relatif (bağıl) olarak düşük kesme hızı ile kaba tornalama işlemi yapılır.

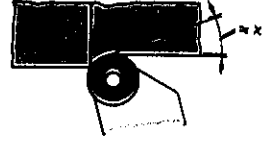
Küçük talaş kesiti ile ve yüksek kesme hızı ile son paso (ince tornalama) işlem gerçekleştirilir.

2.8.4.4 Torna Kalemleri (Takımları)

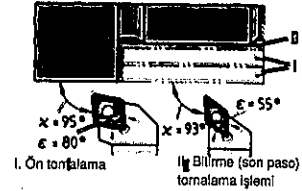
Torna kalemleri için kesici ağızlar olarak kaplama yapılmış sert metaller ve kesic seramikler tercih edilir (Sayfa 79 ve 80). Bunlar genel olarak döner kesici plakalar şeklinde tespitleme tutucularının içine yerleştirilirler. Profilli döner kalem kamaları ve küçük iç torna kalem kamaları, yüksek hız çeliğinden yapılmış olan çok kademeli kesici ağızlara sahiptir. Demir olmayan malzemelerin ve dolgu maddesi plastiklerin ince tornalama işlemi için, polikristalli (çok kristalli) elmas da kullanılabilir. Örneğin sert döküm ve sertleştirilmiş çelik gibi malzemeler için bornitrit, dökme demir için silisyum nitrit kullanılabilir.



Şekil 1 : Ayar açısının pasif kuvvete etkisi



Şekil 2 : Geniş son işlem tornalama



Şekil 3 : Tornalamada iş takibi

Torna Kalemlerinde Kesici Ağız Geometrisi

Kesici Ağız Kısmı, Torna kaleminin esas şekli (biçimi), serbest açı α , kama açısı β ve talaş açısı δ olan bir kamadır (Şekil 1). Talaş biçimlendirme oluşu (yivi) ile, kısa kırılmış talaşlar ve talaşların uygun bir yönde akışı sağlanmış olur. Torna edilebilirlik için en uygun açı malzemeye, kesici ağız malzemesine ve çalışma metoduna göre tayin edilir. Kullanılacak yönlendirme değerleri tablodan alınabilir.

Esas ve Yardımcı Kesici Kenarlar (Ağızlar) Kesici kama, ilerleme yönünü gösteren esas kesici kenardan ve yardımcı kesici kenardan meydana gelir (Şekil 2). Yardımcı kesici kenar, esas kesici kenar gibi bir serbest açığa, bir serbest yüzeye ve bir ayar açısına sahiptir (Şekil 2). Esas ve yardımcı kesici kenarlar arasındaki sınır, ayar açısı $\chi = 0^\circ$ olduğu yerde bulunur (Şekil 3). Esas kesici kenar, esas talaş kaldırma görevini üzerine alır.

Köşe Açısı, Esas ve yardımcı kesici kenarlar, köşe açısı ϵ 'nu meydana getirir (Şekil 3). Torna kalemi için döner kesici plakaların köşe açısı 35° ilâ 90° arasındadır. Sert metal kalemlerin köşe açısı ne kadar büyük olursa, kırılma tehlikesi o kadar az olur.

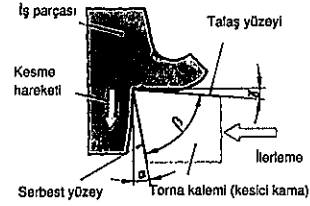
Kesici Kenar Köşesi ve Uç Radyüsü (Yarıçapı): Esas ve yardımcı kesici kenarlar, kesici kenar köşesinde birleşirler (Şekil 2). Bu kesici köşe yuvarlatılır (Şekil 3). 0,4 mm ilâ 2,4 mm'lik uç radyüsleri standartlaştırılmışlardır. Uç radyüsü r 'nin ve ilerleme f 'nin büyüklüğü, tornalama işlemi esnasında iş parçasının üzerinde bırakılan izlerin (yivlerin) derinliğine ve böylelikle yüzey kalitesine doğrudan doğruya etki ederler (Şekil 4). Meydana gelen teorik pürüzlülük derinliği R_t şu formülle hesaplanır:

$$R_t \sim \frac{f^2}{8.r}$$

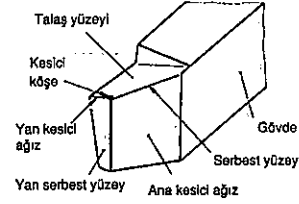
Eğim Açısı, Eğim açısı λ (Lamda)'dan, esas kesici kenar ile kesme yönüne dik olan bir eksen arasındaki açı anlaşılır (Şekil 5). Eğer kesici kenar ucu öne doğru yükseliyorsa, eğim açısı pozitif; eğer aşağıya doğru düşüyorsa, negatif olur.

Eğim açısı negatif olduğu zaman, kalemin (kamanın) kesitindeki kesici kenar köşesinin yükü azalır ve bu sayede kırılma tehlikeside azalır. Bundan dolayı kaba tornalama işlemi için ve kesintili (aralıklı) kesme işlerinde, negatif eğim açısı seçilir.

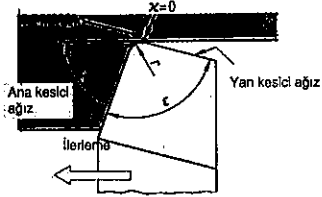
Pozitif bir eğim açısı, işleme yapılan yerden çıkan talaşa yön verecek şekilde yapılır. Son işlem esnasında tornalanan iş yüzeylerinin korunması avantaj sağlar. Talaş biçimlendirici oluk kademesi bulunan döner kesici plakalarda talaş akışı, oluk şekli ve pürüz durumuna göre tayin edilir.



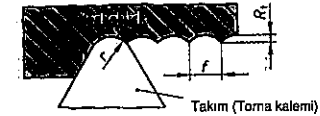
Şekil 1 : Torna kalemi (kesici kama) üzerindeki açılar



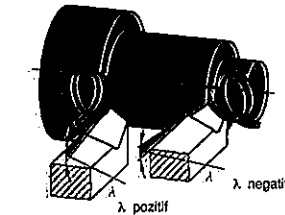
Şekil 2 : Torna kalemi (kesici kama) üzerindeki kesici ağızlar



Şekil 3 : Kesici uç



Şekil 4 : Yuvarlatılmış ucun etkisi

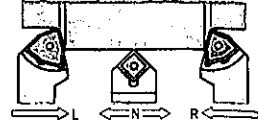


Şekil 5 : Eğim açısı ve talaş akışı

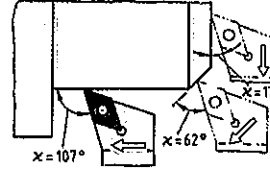
Torna Kalemlerinin Biçimleri

Kesme Yönü, Esas kesici kenarın sapa nazaran konumu kesme yönünü tayin eder (Şekil 1). Kesme yönü, R Modeli (sağ yönde kesen), L Modeli (sol yönde kesen) ve N Modeli (nötr) olmak üzere gruplara ayrılır.

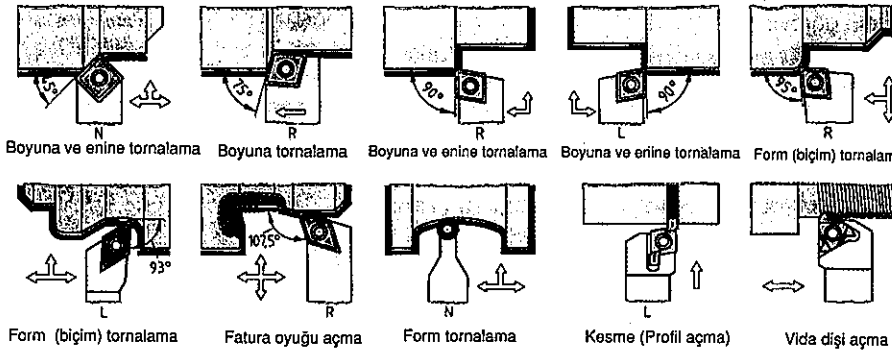
Dış ve İç (delik) Torna Kalemeleri, Talaş kaldırılan yerin durumuna göre torna kalemeleri, dış ve iç torna kalemeleri olarak gruplara ayrılır. Kesici kenar plakasının ayar açısı ve ayrıca şekli, büyüklüğü ve yapı tarzı (modeli), imal edilmesi gereken iş parçasının şekline, ilerleme yönüne talaş kesitine ve malzeme cinsine göre seçilir (Şekil 3 ve Şekil 4). Silindirik ve eğik yerlerin işlenmesinde ayar açısı ilerleme yönü ile değiştirilir (Şekil 2). İş planlaması ve programlanması esnasında, özellikle talaş kalınlığı h'nin küçük olmamasına dikkat edilmelidir, zira gerekli talaş kırılması ince talaşlarda kolay gerçekleşmez ve bu nedenle arızalar meydana gelebilir.



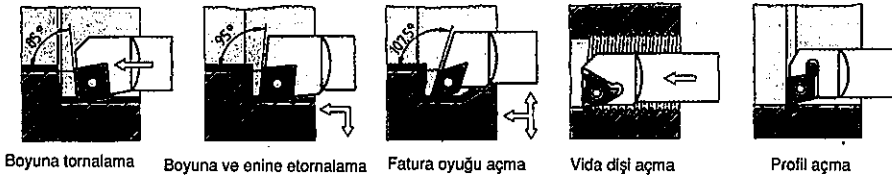
Şekil 1 : Kesme yönü



Şekil 2 : Ayar açısı ve ilerleme yönü



Şekil 3 : Dış torna kalemelerinin kullanılması

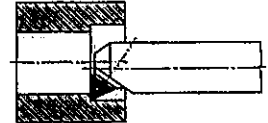


Şekil 4 : İç torna kalemelerinin kullanılması

Delik Kalemeleri (Takımları), Torna tezgahlarında delme, havşa açma ve raybalama işleri için, matkap tezgahlarında olduğu gibi aynı takımlar, örneğin helisel matkap, delik büyültme matkabı, raybalar kullanılabilir. Bunun yanında iş parçası kesme hareketini, takım ilerleme hareketini tayin eder. Bu takımlarda, takım eksenini ile dönme ekseninin aynı olması mecburiyeti vardır.

Delik Katerleri, iç çap tormalama kalemeleri özellikle stabil (sağlam) ve silindirik saplıdır (Şekil 5). Bunlarla daha önceden delinmiş olan veya dökümden boş bırakılmış olan delikler büyütülür.

Döner Kesici Plakalı Delik Kalemeleri, bir veya iki kesici plakalı olarak donatılmışlardır (Şekil 1). Bunlar merkezden kaçık olarak da ayar edilebilir. Bundan dolayı



Şekil 5: Kater (Delme sapları)

özellikle nümerik kontrollü (sayısal denetimli) torna tezgahları için kullanımı elverişlidir. Bunun yanında aşağıda belirtilen çalışmaların yapılması mümkündür.

Dolu Malzemeyi Delme : Delik çapı = Matkap çapı

Dolu Malzemeyi Delme: Delik çapı > Matkap çapı

30 mm çapında olan bir matkapla kesici plakayı yanlamasına konum değiştirmek suretiyle, 30,1.....37 mm'lik bir delik çapı elde edilebilir (Şekil 1).

İç Boy Tornalama, Alın Tornalama, Konik Tornalama: Delik kalemi, iç torna kalemi olarak da kullanılır (Şekil 1).

Kalem (takım) sistemleri, bir temel tutucu sap (kater) üstünde kesici elemanların değiştirilmesini mümkün kılar. Bu durum özellikle takım dolabı olan torna tezgahları için uygundur (Şekil 2).

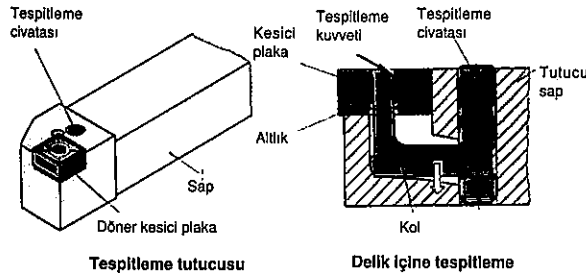
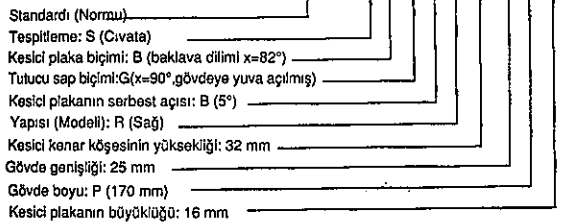
Döner Kesici Plakaların Tespit Edilmesi

Döner kesici plakalar, tespitleme tutucularının içine tespit edilir (Şekil 4). Deliksiz kesici plakalar üst taraftan yapıştırılır. Bu plakalar özellikle kırılmaya karşı emniyetlidir. Bununla beraber tespitleme tertibatı genel olarak talaşın akışına mani olur. Delikli döner kesici plakalar, bir deliğin üzerinden tespit edilirler (Şekil 4). Talaş akışı engellenmemiştir. Tespitlemenin tarzı matba harfleri ile belirlenir.

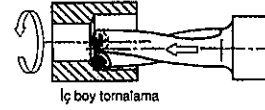
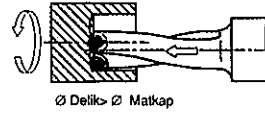
Torna Kalemlerinin İşaretlenmesi

Torna kalemlerinin işaretlenmesi, yapısının (modelinin) tarzı ve torna kaleminin ve kesici plakanın büyüklüğü hakkındaki verileri ihtiva eder. Lehimlenmiş sert metal kesici plakalı torna kalemleri üzerlerine yazılmak ve renkli boya ile boyamak suretiyle (Şekil 3)¹⁾, döner kesici plakalı torna kalemleri ise kısa işaretleme (sembol)²⁾ vasıtasıyla ifade edilirler.

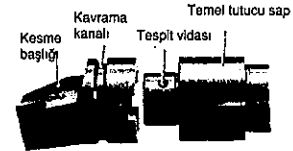
İşaretleme Örneği: Tutucu Sap (Norm Yaprağı) S B G B R 32 25 P 16



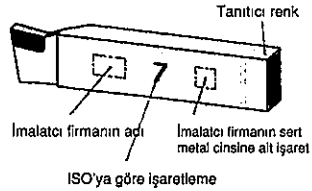
Delik içine tespitleme



Şekil 1: Döner kesici plaka ile yapılan torna işleri

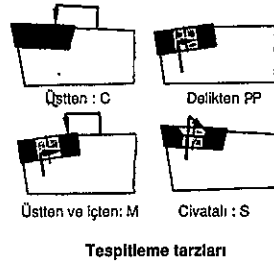


Şekil 2: Takım sistemi



ISO'ya göre işaretleme

Şekil 3: Bir torna kaleminin işaretlenmesi



Tespitleme tarzları

Şekil 4 : Döner kesici plakaların tespitlenmesi

Bağlama Tarzı, Kesme kuvveti, ilerleme kuvveti ve pasif kuvvet, torna kalem baskı yaparak zorlar. Bundan dolayı, torna kaleminin mümkün olduğu kadar kıs sağlam bir şekilde bağlanması gerekir.

Yükseklik Durumu, Kesici köşenin yükseklik durumu, normal olarak iş parçasının eksen yüksekliğinde olacak şekilde ayar edilir. Bu ayarlama, serbest (boş) ve talaş açılarını kendi normal değerlerine sahiptir (Şekil 1).

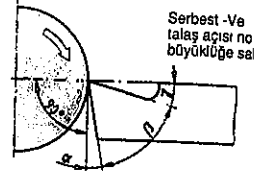
Serbest ve talaş açısı normal büyüklüğe sahiptir. Eksendeki torna kalem dış torna kaleminin ayar edilmesi nedeniyle serbest açı küçülür ve talaş açısı büyür (Şekil 2). Serbest açının küçülmesi, serbest yüzeyde daha büyük bir sürtünme ve böylece döner kısımda kötü bir yüzey meydana getirir. Küçük serbest açılarda ve küçük iş parçası çaplarında torna kalem sıkışır, talaş almak artık mümkün olmaz. Büyütülen talaş açısı sayesinde talaşlar kolaylıkla akar. Böylelikle, tormalacak büyük parçalardan daha büyük kesitteki talaşların kaldırılması mümkün olur.

Torna kaleminin iş parçasına göre ayar edilmesi esnasında 1 mm'lik bir talaş derinliği 2 mm'lik bir çap değişikliğine karşılık gelir. Eksen üstüne gelen bir ayarlama, özellikle küçük iş parçası çaplarında çap değişikliği çift yaklaşma değerinden daha azdır (Şekil 3). Küçük çaplarda özellikle büyük hatalar meydana gelir. Bundan dolayı son paso verilmesi esnasında ve ayrıca bütün biçim (form), profil ve alın tornalama çalışmalarında, torna kaleminin eksen ayarı iş parçası eksenine aynı hızda olmalıdır.

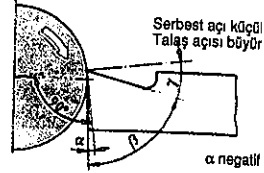
Torna kalemlerinin kısa sağlam ve iş parçasının ekseninde bağlanmış olması önemli bir kuraldır.

Yükseklik durumunun ayar edilmesi için altlık parçaları veya ayar civataları kullanılır (Şekil 4). Yükseklik ayarının doğruluğu, gezer puntadaki (Sayfa 136) merkezleme puntası bir ayar mastarı veya bir alın tornalama deneyi yardımıyla kontrol edilebilir.

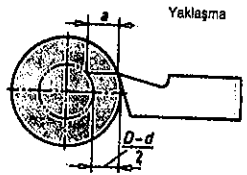
Çok kademeli şalt tertibatı (şalter) (Sayfa 138), çabuk değiştirilebilir tutucular (Şekil 4) veya takım sistemleri, çabuk takım değişimine imkan sağlarlar. Kesici köşe darıma, değişmeden evvelki aynı konuma tekrar gelmelidir (Tekrarlama tamlığı = hassasiyeti). Bu suretle yükseklik ayarına ve iş parçasının ölçülerine riayet edilerek, yarım bırakılan yerden işleme devam edilir.



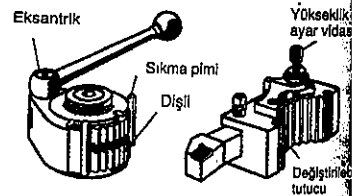
Şekil 1: Eksendeki torna kalem



Şekil 2: Eksenin üzerindeki torna kalem



Şekil 3: Yaklaşma ve çap değişikliği



Şekil 4 : Hızlı değiştirilebilir tutucular

Tekrarlama Soruları

- 1 İlerleme yönüne göre hangi tornalama metodları farklıdır?
- 2 İmal edilen iş parçalarının biçimine göre tornalama metodları nasıl gruplandırılır?
- 3 Talaş genişliği ve talaş kalınlığı ayar açısıyla nasıl değiştirilir?
- 4 Talaş kasiti A, nasıl hesaplanır?
- 5 Kesme hızı artışının takım maliyetine ne gibi etkileri vardır?
- 6 Bitirme (son paso) tornalama esnasında niçin yüksek bir kesme hızı gereklidir?
- 7 Tornalamada talaş derinliği ve ilerleme hangi oranda olmalıdır?
- 8 Kesici uç radyüsünün büyüülmesi tornalanmış parçalara pürüzlülük derinliği bakımından nasıl etki eder?
- 9 Neden son ince paso tornalama işleminde küçük bir ilerleme ve yüksek bir kesme hızı gereklidir?
- 10 Tornalama için hangi kesici uç malzemeleri kullanılır?
- 11 Döner kesici kenar plakaları nasıl tespit edilebilir?
- 12 Delme sapları (çubukları) ne için kullanılır?
- 13 Torna kalemlerinin bağlanması için hangi kurallar geçerlidir?
- 14 Biçim (Form) tornalama işleminde kesici kenar köşesinin tam eksen konumunda olması neden önemlidir?

2.8.4.5 İş Parçalarının Bağlanması

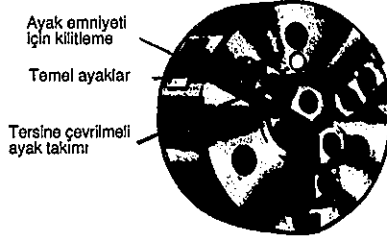
İş parçalarının emniyetli, çabuk, mümkün olduğu kadar küçük salgı ve alın hareket hatası ve daha az iş parçası deformasyonu ile bağlanmalıdır. Bunun için, torna aynası, bağlama (sıkma) penisi veya fırdöndü gibi muhtelif bağlama araçları kullanılır.

Üç Ayaklı Torna Aynası İle Bağlama

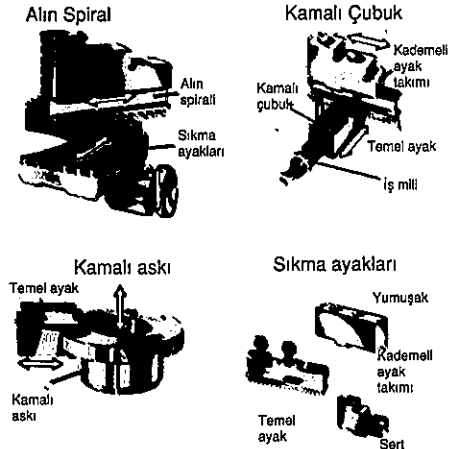
Üç ayaklı torna aynası, farklı şekildedeki iş parçalarının çabuk emniyetli ve merkezinde bağlanmasını sağlar. Ünlversal torna tezgahlarında genel olarak üç ayaklı aynalar kullanılır (Şekil 1).

Bağlama Ayaklarının Şekli ve Hareketi

Aynanın bağlama ayakları, genel olarak sertleştirilmiş, kademeli olarak yapılmış ve değiştirilebilir durumdadır. Bunlar kısmen bir temel ayaktan ve değiştirilebilen ayak takımından meydana gelmiştir (Şekil 2). Böylelikle tornalanacak parçalar dış tarafından veya delik içinden bağlanabilirler. Gereklî çapa torna edilen sertleştirilmemiş ayak takımı ile yüksek bir dönme hassasiyeti, (salgisızlık) iş parçalarının zedelenmemesi ve torna elemanlarının bağlama kuvveti nedeniyle deformasyonun azaltılması sağlanır (Sayfa 128). Bağlama ayaklarının



Şekil 1: Üç ayaklı ayna



Şekil 2: Bağlama ayaklarının hareketi

aynadan dışına çok fazla çıkmasına izin verilmez, aksi takdirde ayaklar yeteri kadar kılavuzlanmadığı için sıkma kuvveti azalır. Öne çıkık bağlama ayakları kaza tehlikesini artırır.

Alın spiralli ayna (Sayfa 125, Şekil 2), daha küçük sıkma kuvveti için elverişlidir. Ayakların değiştirilmesinde tamamiyle dışarıya çıkarılması ve diğer bir takım ile karşılıklı olarak değiştirilmelidir.

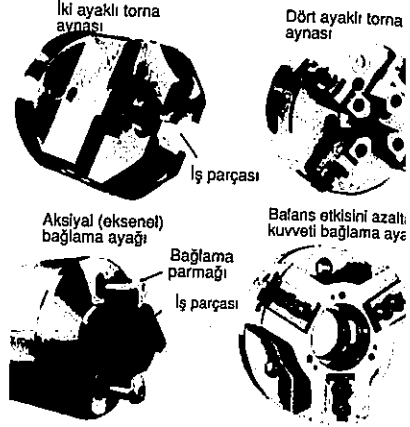
Kama çubuklu aynalar (Sayfa 125, Şekil 2) alın spiralli sıkma aynası olarak daha yüksek sıkma kuvveti ve daha iyi bir dönme hassasiyeti temin eder. Ayaklar radyal yönde çeşitli bağlamalar için çabucak ayar edilebilir ve tersine hareket ettirilebilir. Ayakların dışarıya savrulmasına (fırlamasına) karşı emniyete alınmış olması gerekir (Sayfa 125, Şekil 2). Bir çekme çubuğunun boylamasına hareketi sayesinde pnömatrik, hidrolik veya elektrikli olarak çalıştırılabilir.

Torna Tezgahı Aynası yapı şekilleri: Üç ayaklı aynada (Sayfa 125, Şekil 1), silindirik veya kurallara uygun olan iş parçaları 3 ve 6 kenarlı bağlanırlar. **Dört ayak ayna** (Şekil 1) silindirik ve ayrıca 4 ve 8 kenarlı iş parçalarının bağlanmasına yarar. İki ayaklı aynalar ve aksiyal (eksenel) bağlama aynaları (Şekil 1) seri imalatta zor şekillendirilmiş parçaların bağlanması için kullanılırlar.

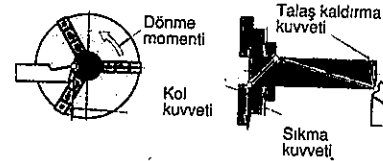
Torna Aynasının Sıkma Kuvveti

Talaş kaldırma kuvvetinin moment etkisine karşı koymak için torna aynasının sıkma kuvvetinin yeteri kadar büyük olması gerekir (Şekil 2). Tornalanacak uzun ve büyük kesitli parçalarda, gezer punta vasıtasıyla destek sağlanmalıdır.

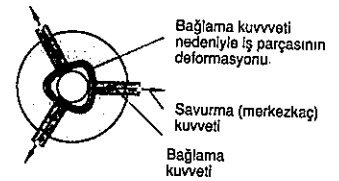
Büyük sıkma kuvvetleri, sertleştirilmiş sıkma ayakları vasıtasıyla iş parçasının yüzeylerinin hasar görmesine yol açar ve parçada bağlama izi meydana getirir (Şekil 3). Sıkma kuvveti, iş parçasının şekline, dayanımına ve kesme kuvvetinin büyüklüğüne göre uygun seçilmelidir. Bağlama aynası, örneğin hidrolik devrede basınç üzerinden olduğu gibi, sıkma kuvvetinin ayar ve kontrol imkanına sahiptir. Torna aynasının hızlı dönmesi ayakların sıkma kuvvetinin azalmasına sebep olur (Şekil 3). Bundan dolayı yüksek devir sayılarına göre yapılmış olan aynalar, bir merkezkaç kuvveti dengeleyicisine sahiptir.



Şekil 1 : Torna tezgahı aynası yapı (model) şekilleri



Şekil 2 : Bağlama (Sıkma) kuvveti ve kol kuvveti



Şekil 3 : Sıkma ve merkezkaç kuvveti

Punta Arasına (Ayna-punta veya iki punta) Bağlama Uzun iş parçaları ve ayrıca bağlandıktan sonra tamamen işlenmek mecburiyetinde olan parçalar, iki punta arasına bağlanır. Parçaların dönme hareketi bir firdöndü vasıtasıyla sağlanır.

Punta açma (Merkezleme), iş parçasının kılavuzlanması için, punta deliklerinden faydalanılır. Punta deliği bir silindirik delikten ve genel olarak 60°'lik konik bir havşadan meydana gelir (Şekil 1). Eğer punta deliklerinin hasar görmesine karşı korunması gerekiyorsa veya alın tornalama işlemi yapılması gerekiyorsa, punta deliklerine ayrıca koruyucu havşa açılır.

Punta deliği, yüksek devir sayısı, küçük ilerleme ve yeteri kadar soğutucu sıvı kullanılarak açılır.

Punta Uçları, Tormalanacak parçaların kılavuzlanması, punta delikleri ile sağlanır. Gezer punta gövdesinde sabit punta kullanılırsa, punta ucunda mutlaka yeterli yağlamaya dikkat edilmesi gerekir. Yüksek devir sayılarında, parça ile birlikte dönen punta uçları (Döner puntalar) tavsiye edilmelidir (Şekil 2).

Punta uçlarının ve onların mors kovanlarının kullanılmadan (yerine takılmadan) önce itina ile temizlenmesi önemli bir çalışmaktır.

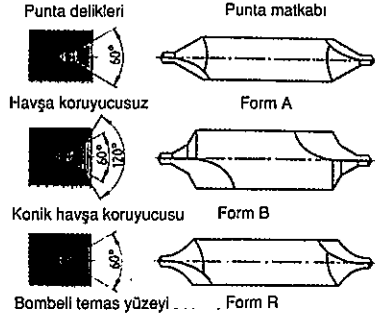
Firdöndü

Dönme momentini iş parçasına aktarma, tormalanacak iş parçasının üstüne tespit edilen firdöndü veya kavramalı punta vasıtasıyla sağlanır (Şekil 3). Kavramalı punta düşük merkezkaç kuvvet oluşturmasından ve bir bağlamada iş parçasını baştan sonra işleme imkanı sağlamasından dolayı, özellikle yüksek devirli tezgahlarda ve otomatik işleme gerektiren imalatlarda uygundur.

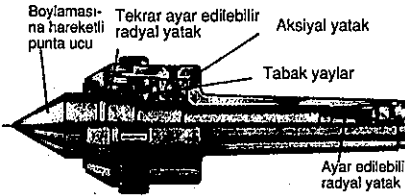
Torna Tezgahı İçin Diğer Bağlama Donanımları

Mengeneli ayna, büyük ve gelişmiş şekildeki iş parçalarının bağlanmasında kullanılır. Bu aynalar 4 adet ayrı ayrı ayar edilebilen ayakların yanında alışılmadık bağlama elemanları ile parçayı tespit etmek için boyuna deliklere ve T-kanallarına sahiptir. Dengesiz (balanssız) bağlama durumuna karşı ağırlıklarla dengelenmesi gerekir. Düz ayna gövdesinin büyük merkezkaç kuvvetinden dolayı, yüksek devir sayılarında çalışılması uygun değildir.

Alın Zimbaları ve Bağlama Zimbaları, dış yüzeyleri son (bitmiş şekilde) işlenmiş olarak tam daire şeklinde dönmesi mecburiyeti olan iş parçalarının bağlanmasına yarar. Alın zimbası hafif koniktir (C = 1: 2000) ve deliği içine pres edilmiştir. Buna karşılık sıkma zimbası bir konik vasıtasıyla desteklenir.



Şekil 1 : Punta şekilleri ve punta matkabı



Şekil 2 : Birlikte hareket eden punta ucu



Şekil 3 : Kavramalı punta

Sıkma Pensleri, temiz yüzeyli veya işlenmiş silindirik parçaları, çok sıkı ve tam merkezlenmiş olarak bağlar (Şekil 1). Pens takımının kütlesi çok küçüktür, bundan dolayı sıkma pensleri daha yüksek devir sayıları için kullanılabilir.

Sabit Yatak

Torna edilecek temiz yüzeyli silindirik parçaların yataklanarak talaş kaldırma esnasında parçanın desteklenmesi için kullanılır (Şekil 2). Sabit yatağın kayar veya makaralı ayakları, iş parçasına kılavuzluk eder. Sabit yatak gövdesi, torna tezgahının kızakları üstüne tespit edilir. Bu gövde uzun millerin yataklanmasına ve uzun tornalanacak parçaların alından talaş kaldırılmasına, delinmesine ve iç çap tornalama işlemlerinin yapılmasına imkan sağlar (Şekil 2).

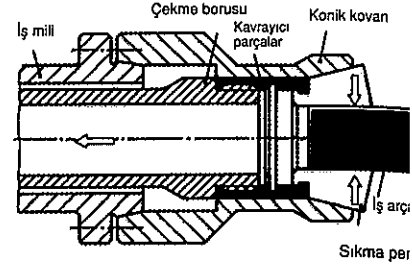
Gezer Yatak, torna tezgahının arabası üstüne tespit edilir ve araba ile birlikte hareket eder (Şekil 2). Bu yataktan, uzun boyuna tornalama işlemlerinde ve tornada kesip koparma işleminde, uzun ince millerin yataklanmasında (desteklenmesinde) faydalanılır.

Çalışma Kuralları

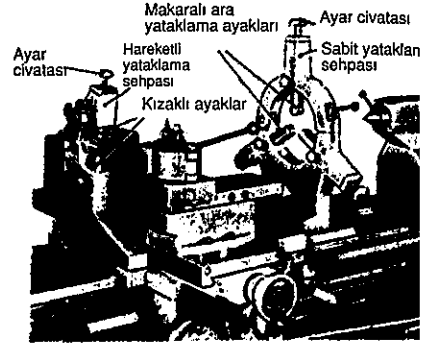
- Sıkma ayaklarının ayna çapından fazla çıkmasına izin verilmemelidir.
- Torna aynasının sıkma anahtarı asla ayna üzerinde bırakılmamalıdır.
- Sıkma kuvvetinin iş parçasının şekline ve talaş kaldırma kuvvetinin büyüklüğüne uygun olması gerekir.
- Uzun parçalardan büyük miktarda talaş alınması halinde ve 90°'nin altındaki açı açılarında, parçanın gezer punta ile desteklenmesi gerekir.
- Tırnaklı alın firdöndüsünün kullanılması halinde, gezer puntanın (kızaklı puntanın) baskı kuvvetinin yeterli olmasına dikkat edilmelidir.
- Gezer punta gövdesinde sabit punta kullanılması halinde, punta deliği yeteri kadar yağlanmalı ve puntanın yuvaya kusursuz bir şekilde oturup oturmadığı kontrol edilmelidir.
- Uzun iş parçaları, tornalama işleminde gezer yatak donanımı ile desteklenmelidir.

Tekrarlama Soruları

- 1 Hangi iş parçaları, üç ayaklı aynaya bağlanır?
- 2 Yumuşak torna ayağı takımı ne için kullanılır?
- 3 Torna aynasına iş bağlamada kazalara karşı hangi önlemler alınmalıdır?
- 4 Punta deliği açmada nelere dikkat etmek gerekir?
- 5 Puntalar kullanılırken dikkat edilmesi gereken kurallar nelerdir?
- 6 Hangi bağlama metodu, özellikle çok yüksek devir sayıları için uygundur?
- 7 Alın disklerine ne tür tornalanacak parçalar bağlanır?
- 8 İki taraftan da işlenmesi gerekli olan bir milde, yüksek dairesellik tamlığı elde etmek için hangi bağlama metodu seçilir?



Şekil 1 : Sıkma pens



Şekil 2: Sabit ve hareketli ara yatakların sehpa üzerindeki montajı

2.8.4.6 Tornalama İşleri

Silindirik Tornalama

Silindirik tornalama için ayar açısı 45° ile 107.5° arasında değişen torna kesici takımları kullanılır (Şekil 1). Kaba tornalamada 45° ila 90° ayar açısı ve mümkün olduğu kadar büyük uç açısı ile kullanılmalıdır. 95° lik ayar açısı, daha sağlıklı bağlı iş parçalarında ve 90° köşeli tornalama işlerinde uygulanır. Uç açıları 60° ile 35° olan kesici uçlar, örneğin ince pasolarda profil tornalama ve kanal açmada kullanılır (Şekil 1). Özellikle üç doğrultuda da talaş kaldıracı olan uçlar, parçaların son ince talaş kaldırma işleminde nümerik kontrollü torna tezgahlarında kullanılır. İş parçalarının ilerleme kuvveti nedeni ile bağlama ayaklarından dışarıya fırlaması için, dışçap tornalama işlerinde ilerleme oranına ve mümkün olduğu kadar iş parçasının sağlıklı bağlanmasına dikkat edilmelidir. Kesici takımlarının mümkün olduğu kadar rijit bir sapa sahip olması gerekir. Takım çalışma anında mümkün olduğu kadar kısa bağlanmalıdır.

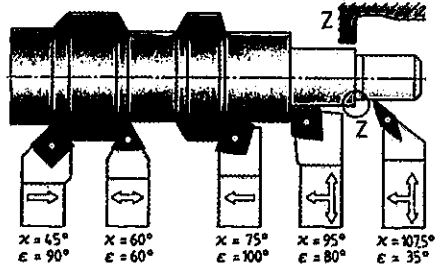
İç tornalamaya kesici uç, tam olarak iş parçasının eksenine göre ayar edilmiş olmalıdır. Çünkü az miktardaki eksenden sapmalar, talaş kaldırmada etkili olan talaş ve boşluk açılarını fazla miktarda değiştirir. Delik delme işleri için, gerekli takımlar (Matkap, rayba vb.) gezer puntaya takılır. Delik işleme takımları ise torna arabasına (takım taşıyıcısına) bağlanır (Şekil 2). İç çap torna kaleminin dayanıklı olması; kısa ve ayrıca tam ekseninde (uzun takımlar bir miktar eksenden yukarı) bağlanmış olması gerekir.

Alın Tornalama: Alın tornalamada, dönme eksenine göre dik açılı yüzeyler elde edilir (Şekil 3). Alın tornalama işleminde, torna takımı kesici ucunun iş parçasının eksenine göre tam olarak ayar edilmemesi kesmenin verimliliğini de etkiler (Şekil 4).

Alın tornalamada kalem kesici ucu iş parçasının tam ortasında olmalıdır.

Kesip Koparma ve Kanal Açma

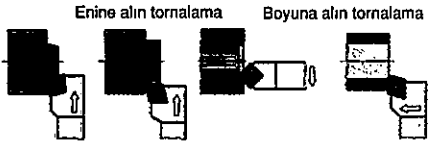
Parça eksenine doğru kesme ile, bir kanalın açılması gerçekleştirilir. Belirli bir boyda kesme ile, iş parçası örneğin bir çubuk malzeme uygun bir torna kalemi ile kesilip ayrılır (Şekil 5). Bu işlemlerde, torna takımının ucu yuvarlatılmaz, çünkü kesici uçtan çıkan talaşlar rastgele akar.



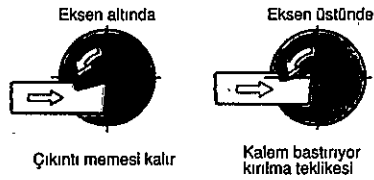
Şekil 1 : Silindirik dış çap tornalama için kesici takımlar



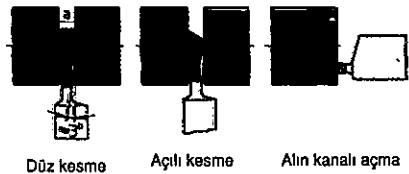
Şekil 2: Takım taşıyıcısında matkap



Şekil 3 : Alın tornalamada kalemler ve ilerleme yönleri



Şekil 4 : Alın tornalamada yanlıs takım ayarının etkileri



Şekil 5 : Tornada kesme ve kanal açma

Bu kesici takımlar titreşime eğilim gösterir, bu yüzden kesme hızı ve talaş kesiti alın ve boyuna tornalamaya göre daha küçük seçilmelidir. Kesici takımlar, yaklaşık dikdörtgen ağızlıdır ve tam dönme ekseninde mümkün olduğu kadar kısa bağlanırlar.

Konik Tornalama

Tornalamada profil vermenin en sık uygulaması, konik ve son paso şekil verme tornalamadır. Konik, üniversal torna tezgahlarında sportun (Siperin) çevrilmesi, konik açma tertibatı ve punta kaydırma metodlarıyla imal edilebilir. CNC-Kumandalı torna tezgahları ve kopya tertibatlı kumanda ile gerek konik ve gerekse diğer çeşitli profiller oldukça basit olarak yapılabilir. Çünkü tezgahın donanımını değiştirmek gerekmez.

Sportun ayar edilmesi metoduyla konik tornalamada, sport dereceli bölüntüsü ile koniğin ayar açısına kadar döndürülür (Şekil 1). İlerleme el ile verilir. Bu metod sadece kısa konikler için uygulanabilir, zira sportun mümkün olan hareket miktarı sınırlıdır.

Konik tertibatının (kızak-kayıt) kaydırılmasıyla 20°'lik bir ayar açısına kadar konik torna edilebilir (Şekil 2). Torna arabasının boyuna ilerlemesi, talaş milinden alınan hareket ile sağlanır ve sportun enine hareketine tertibat tarafından kumanda edilir.

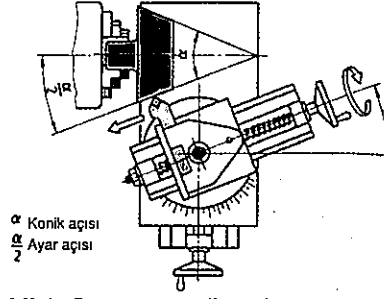
Punta kaydırma metodunda, puntalar arasında uzun konik torna edilebilir. Gezer punta, bunun için ana dönme eksenine göre iş parçası boyunun en fazla %2 veya 1/50 oranı kadar kaydırılabilir.

Eksen üzerinde torna kesicinin ucu ayar edilirse, küçük çaplarda daha etkili olan ölçü ve şekil hataları meydana gelir.

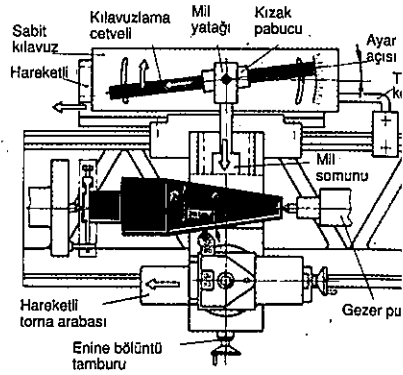
Bütün konik tornalama tertibatlarında, torna kalemi ucunun tam eksene göre ayar edilmesi gerekir.

Profil Tornalama

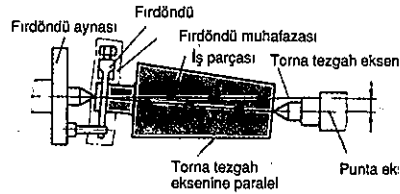
Zorunlu olarak imal edilecek küçük şekilli tornalanacak parçalar için, parça profili tam parça olarak imal edilecek şekilde, profilli torna kalemleri kullanılır (Şekil 4). Profilli torna kalemleri ile imal edilebilen parçaların uzunluğu, talaş kesitinin büyüklüğünden meydana gelen büyük kesme kuvvetlerinden dolayı sınırlıdır.



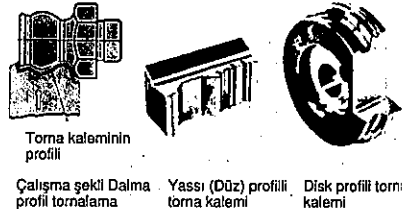
Şekil 1: Sportun çevrilmesi metoduyla konik tornalama



Şekil 2: Konik tertibatı (kızak kayı) yardımı ile konik tornalama



Şekil 3: Punta kaydırmayla konik tornalama



Şekil 4: Profil torna kalemleri

Şekil ve ölçü hatalarından sakınmak için, profilli torna kalemlerinde, bütün profil kenarlarının iş parçasının ekseninde olması gerekir (Sayfa 115). Bu da ancak 0°'lik bir talaş açısıyla mümkündür. İşlenmesi gereken malzemeden dolayı pozitif bir talaş açısı kullanılırsa, profilin uygun bir şekilde düzeltilmesi gerekir. Bilemenin, sadece talaş yüzeyinden ve tespit edilen talaş açısına uygun olarak yapılmasına izin verilir.

Profilli torna kaleminin tam iş parçası ekseninde ayar edilmesi zorunludur.

Torna Tezgahında Vida Açma

Vida dişi açmada kullanılan takımlar olarak kılavuzlardan (Sayfa 108) paftalardan (Şekil 1) ve vida dişi açma aparatlarından faydalanılır. Bunlar, parça üzerinde ölçüye uygun vida dişi açar. Açık paftalar ve vida dişi açma aparatları, vida çapında bir ölçü değişikliğine imkan sağlayarak daha sonra örneğin, galvanizle kaplama gibi kullanma maksadına uygun vida elde edilebilir. Vida dişi açma aparatları, ayar edilen vida boyuna erişildiğinde otomatik olarak açılan ve dönüş yönünü tersine çevirmeden takımın geri çekilmesine izin veren, değiştirilebilir vida açıcı ağız takımına sahiptir.

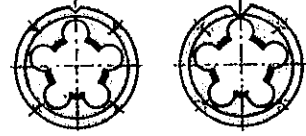
Vida açıcı takımın eksen doğrultusunda kılavuzlanması için, üniversal tornalarda gezer punta kullanılır. Vidanın ilk dişinin açılması esnasında, punta gövdesi kılavuzluğunda, pafta gezer punta silindirinin alın yüzeyi ile iş parçasına bastırılır. Tutucu kol yardımı ile vida dişi açma takımının kılavuzlanması oldukça kolaylaştırılabilir (Şekil 2).

Vida dişlerinin açılmasında normal çalışmadakinden küçük kesme hızı seçilmeli ve yeteri kadar soğutucu sıvı kullanılmalıdır.

Vida Çekmek (Vida Açmak)

Vida kalemi, tornada açılması gereken vida dişinin aynı biçimindeki bir profile sahip torna kalemidir. İş parçasının eksenine göre ayar edilmesinin yanında profilin dönme eksenine göre dik açıda olmasına da dikkat edilmesi gerekir.

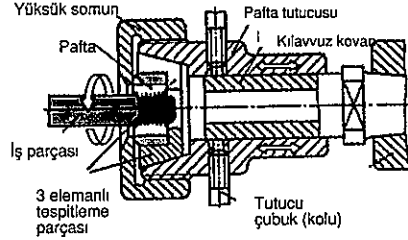
Vida kaleminin ilerlemesi ana mili ve bu mile hareket aktaran dişlerin sıralandığı makas (paraçol) üzerinden sağlanır (Sayfa 135). Ayrıca burda ilerleme vida adımına uygun olmalıdır. Vida açıldığı zaman bu paraçoldaki dişler birbiri ile kavratılmalıdır. Gerekli helis yönü (sağ veya sol vida) dişli kutusuna girişteki dişlinin yönü değiştirilerek tayin edilir (Sayfa 134). Vida dişi adımı ilerleme dişli kutusu ile elde edilemediğinde, fener mili ile ana mili veya hız kutusu giriş mili arasındaki aktarma organı dişli çarklarının hareket iletme oranının değiştirilmesi gerekir (Şekil 3). Tornada vida dişi-



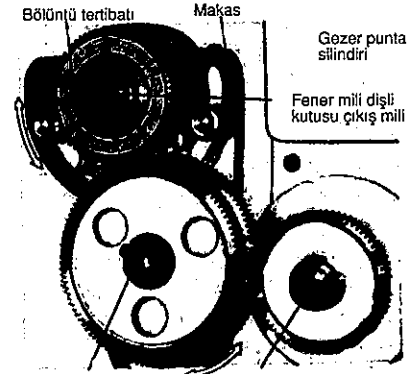
Kapalı pafta

Açık pafta

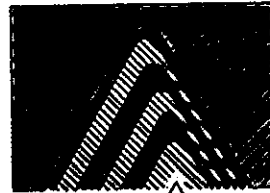
Şekil 1 : Kapalı ve açık paftalar



Şekil 2 : Gezer punta silindirine takılmış pafta



Şekil 3 : Dişli değiştirme donanımı



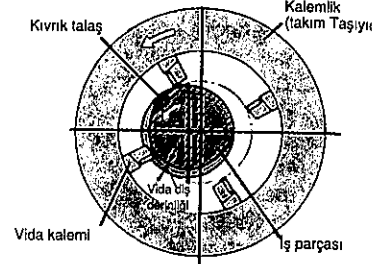
Şekil 4 : Vida kaleminin yaklaştırılması

nin açılması esnasında takımın iş parçasına göre bağıl hareketinin korunması için, çok sayıda talaş kaldırmalar arasında makaslı somunun açılmasına izin verilmez.

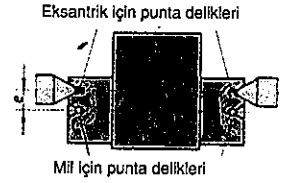
Tornada vida dişinin açılmasında ilerleme; değişebilen çarklar, ana mili ve makaslı somun üzerinde sağlanır.

Vida kaleminin dalması, ilerleme yönünde bulunan ana kesici ağızları genel olarak malzemeye yaklaşacak şekilde olmalıdır. Bu dalma, sporttan (uç açısının yarısı kadar gönderilen) veya enine kızaktan kesici yaklaştırılarak sağlanabilir (Sayfa 131, Şekil 4). Nümerik kontrollü torna tezgahlarında dalma, özel bir diş açma çevrimi ile gerçekleştirilir.

İlk dişli çark üzerindeki bir bölüntü (taksimat) donanımı çok ağızlı vida dişlerinin açılmasını mümkün kılar (131. Sayfa, Şekil 3). Az eğim açılı vida dişleri için çok ağızlı vida diş kalemi, kullanılabilir.



Şekil 1 : Vida açma başlığı



Şekil 2 : Dış eksantrik tornalama

Tornada Vida Dişi Açılması (Vida Açma Başlığı)

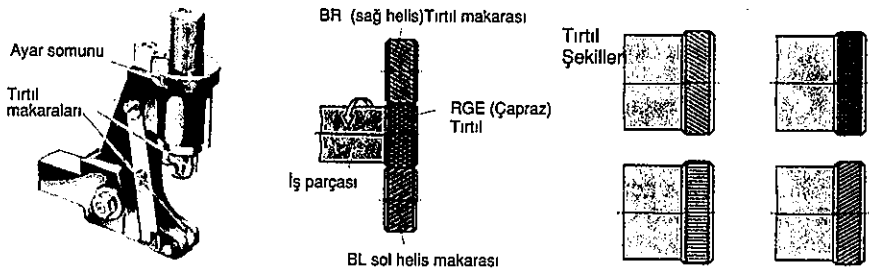
Vida açma başlığında tek bir vida kalemi yerine, tahrik edilen birden fazla kesicinin yer aldığı takım taşıyıcısı kullanılır (Şekil1). İlerleme, tornada vida açma işleminde olduğu gibi ana mili ve makaslı somun üzerinden sağlanır. Vida açma başlığı sayesinde büyük talaş hacmi, iyi yüzey kalitesi ve yüksek ölçü ve şekil hassasiyeti elde edilir. Bundan dolayı bu metod örneğin, bilyalı vida mekanizmasında olduğu gibi uzun vidalı millerin imalatında kullanılır.

Eksantrik Tornalama

Delikte veya milde yer alan eksenden kaçık kısımların işlenmesi için iş parçasının torna tezgahının fener mili eksenine göre kaçık olacak şekilde bağlanması gerekir. Bu işlem, puntalar arasında (Şekil 2), alın diskinde veya ayar edilebilen aynaları gerçekleştirilebilir.

Tirtil Çekmek

Kavrama kolaylığı istenen yüzeylere sahip parçalara tornada tirtil açılabilir (Şekil 3). Tirtiller, tirtil yönüne, derinliklerinin şekline ve adımlarına göre gruplara ayrılır (Şekil 3). Tirtillerin imalatı, bir tirtil takımının içine dönebilecek şekilde yataklana tirtil çekme çarkları yapılır. Tirtil çekme işleminde çevresel hız yaklaşık 25 m/dal olmalı ve ilerleme 1/2 tirtil adımı değerinde ayarlanmalıdır. Bol soğutma yağı / sıvısı kullanılmalı ve tirtil çekme makaraları tel fırça ile sık sık temizlenmelidir.



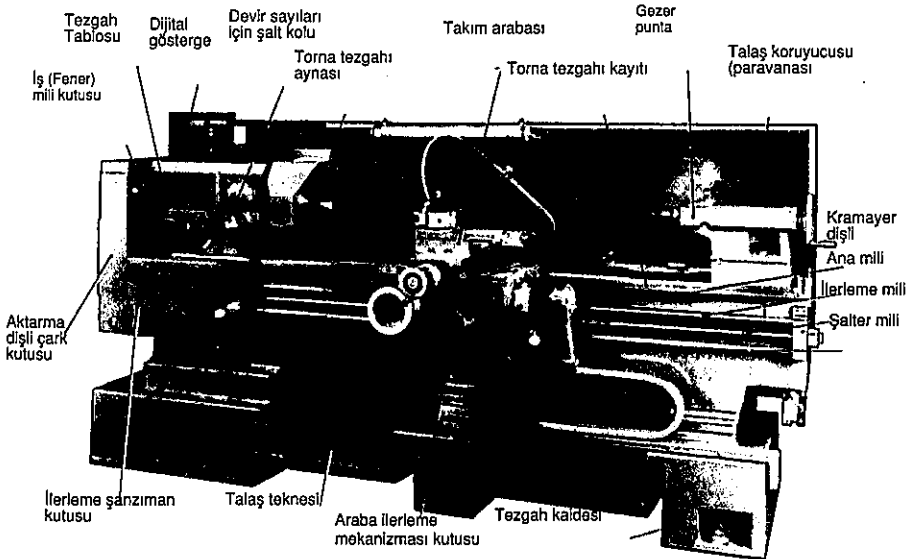
Şekil 3 : Tirtil takımı ve tirtil şekilleri

Tekrarlama Soruları

- 1 Boyuna tornalamada ilerleme kuvveti hangi yönde etki etmelidir?
- 2 İççap torna kesici takımlarının bağlanmasında hangi kurallar geçerlidir?
- 3 Alın tornalama takımlar nasıl bağlanmalıdır?
- 4 Torna kesici takımının ucu nasıl bağlanmalıdır?
- 5 Torna kaleminin şekil (biçim) verme tornalama işinde tam eksene göre bağlanmış olması neden gereklidir?
- 6 Üniversal torna tezgahlarında hangi konik tornalama metodları vardır?
- 7 Profilli torna kalemlerinin bağlanmasında hangi kurallar geçerlidir?
- 8 Torna tezgahında vida dişi açılmasında pafta nasıl kullanılır?
- 9 Tornada vida kalemi nasıl bağlanmalıdır?
- 10 Tornada vida dişi açılmasında ilerleme ne ile elde edilir?
- 11 Tornada vida kalemi iş parçasına nasıl yaklaştırılır?
- 12 Vida açma başlığı hangi avantajları sağlar?
- 13 Tırtıl çekilmesi esnasında hangi kurala uymak gerekir?

2.8.4.7 Üniversal torna tezgahları

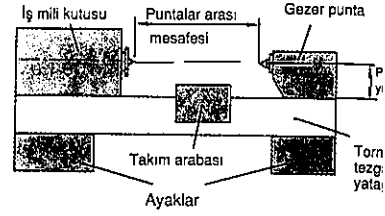
Üniversal torna tezgahlarında hemen hemen bütün mevcut torna çalışmaları yapılabilir. İş parçalarının puntalar arasına bağlanma imkanından dolayı bunlar, **puntalı torna tezgahı** olarak da adlandırılır. Üniversal torna tezgahları genel olarak ilerleme hareketi için bir mekanizmalı tahrik ünitesi ile donatılmışlardır ve bunlar aktarma organlı iş milleri torna tezgahları olarak da ifade edilir (Şekil 1).



Şekil 1 : Üniversal torna tezgahı

Üniversal Torna Tezgahlarının Genel Yapısı

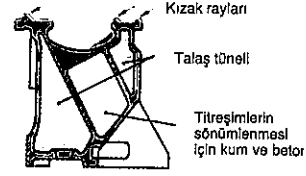
Kızak rayları olan torna tezgahı yatağı ayaklar üstüne oturur (Şekil 1). Tezgah yatağı gövdesi fener mili kutusunu, takım arabasını ve gezer puntayı taşır. Tezgahın yapısal büyüklüğü punta yüksekliği (h) ve tornalama boyu (l) vasıtasıyla belirlenir. Örneğin: 250 mm x 1500 mm. En büyük tornalama çapı yaklaşık olarak punta yüksekliğinin yarısını gösterir.



Şekil 1: Üniversal torna tezgahlarının genel yapısı

Torna Tezgahı Yatağı

Torna tezgahı yatağının özellikle rijit ve titreşimleri emici olması mecburiyeti vardır. Bundan dolayı yatak kuvvetli kirişlerle ve kaburgalarla ayaklara vidalıdır veya bir parça halinde dökme demirden yapılmıştır (Şekil 2). Boşluklu hacimler için genel olarak kum veya suni reçine bağlantılı granit (polimer beton) ile doldurulur.

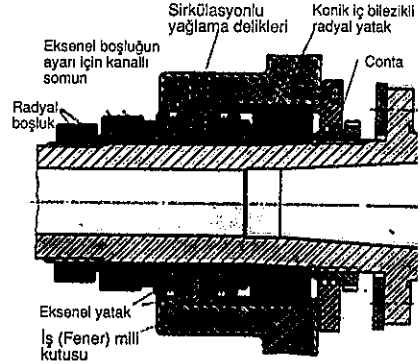


Şekil 2 : Torna tezgah yatağı

Kızak yataklarının yüzeyleri, ince kabuk halinde sertleştirilmiş ve torna tezgahı ayakları üzerinde bağlanmıştır. Bu yataklar fener mili kutusunu üzerinde taşıma takım arabası ile gezer puntaya kılavuzluk yapma görevini yerine getirir.

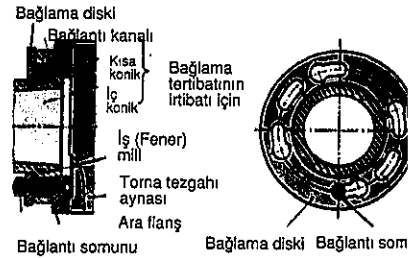
Fener Mili Kutusu ve Fener Mili

Yataklama Fener mili; gövdesi içerisinde dayanıklı, hassas rulmanlı yataklar içinde yerleştirilmiştir (Şekil 3). Tornalamanın kalitesi, iş milinin yataklanmasına ve rijitliğine bağlıdır. Çok büyük boşluğu veya yeterli olmayan dönme hareketi, tornalanacak parçalar üzerinde yüzey ve şekil hatalarına, (titreşim boşlukları, silindiriklik hatası) yol açar. Eksenel ve radyal kuvvetlerin karşılanması için, daha önceden ön gerilme verilen silindirik makaralı rulmanlar kullanılır. Rulmanların kurallara uygun olarak ön gerilme miktarının doğru ayar edilip edilmediğinin kontrol edilmesi gerekir. Bu yatakların yağlanması genel olarak merkezi basınçlı yağlama sistemi ile yapılır.



Şekil 3 : İş (Fener mili) millinin gövde ön yatağı

Bağlama Donanımlarının Takılması, Bir torna tezgahı aynasının veya bir alın diskinin (plakasının) takılması için **bağlama disk tespitli bir kısa konik parça** kullanılır (Şekil 4). Merkezleme puntaları, alın firdöndüleri ve sıkma pensleri fener milindeki mors koniğinin içine yerleştirilir (Şekil 4). Fener milinin içi boydan boya deliktir. Bu, kütleden doğan merkezkaç kuvvetini



Şekil 4 : Bağlama donanımının tespiti

azaltır, çubuk malzemelerin boydan boya geçmesini mümkün kılmak bağlama ve işleme rijitliğinin artmasını sağlar. Böylece kuvvetli bağlama donanımları ve çubuk malzeme taşıma aparatları üzerine takılabilir.

Fener Milinin Tahrik Edilmesi

Üniversal torna tezgahlarında tahrik ünitesi olarak bir alternatif elektrik akım motoru kullanılır. Bu motordan alınan hareket ve güç dişli çark donanımları üzerinden fener miline aktarılır. Hızlar genel olarak 24 ila 36 değişik devir sayıları arasında geometrik basamaklı olarak ayarlanabilir.

İlerleme Tahriki

İlerleme hareketi fener milinden alınır (Şekil 1). İlerleme miktarı mm/dv (bir devirde mm olarak alınan yol) cinsinden ifade edilir. Genel olarak bir kavrama dişlisi olan, çevirme dişli donanımı ile ilerleme yönü (örneğin tornada vida dişi açılması esnasında sağ veya sol vida helisi için) değiştirilebilir. Değişik dişli çarklar veya kavrama donanımları ile ilerleme hız kutusuna hareket taşınır. Buradan ilerleme miktarı, talaş veya ana miline kavrama ile aktarılır (Şekil 1).

Araba ve elemanları, torna takımlarının (kalemlerinin) taşınmasına ve hareket ettirilmesini sağlar. Araba, hareket aktarma kutusu, boyuna kızaklar, enine kızaklar ve takım bağlama donanımı ve sport kızaklarından meydana gelir. Torna takımlarının; uzunlamasına hareketi boyuna kızaklar, bu yöne dik enine hareketi enine kızaklar ve değişik açıda doğrusal hareketi çevrilebilir üst kızak (sport kızığı) ile sağlanır (Şekil 2).

Araba Hareket Kutusu, muhtelif hareketleri ve ana kavrama için hareket elemanlarını içinde bulundurur. Talaş mili olarak, boydan boya kanallı düz bir mil veya altı köşeli bir profilli mil kullanılır. Bu mil, uzunlamasına ve enine ilerleme hareketlerini arabaya aktarır (Şekil 2).

Ana mili, trapez vida dişli bir mil olup, sadece tornada vida dişi açmaya yarar. Çalıştırma mili yardımıyla makinanın ana kavraması çalıştırılır (Şekil 2).

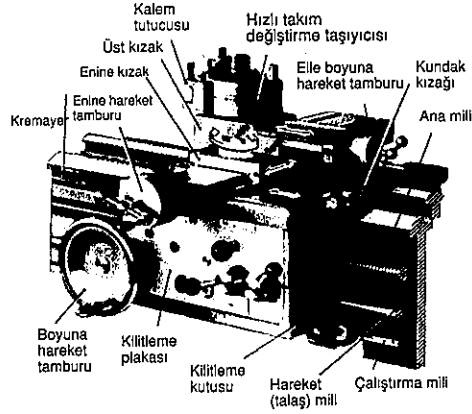
Kayar kavrama, çarpmalarda veya aşırı zorlanmalarda atarak (kendini boşaltarak) aşırı yüklemeye karşı ilerleme donanımını emniyete alır (Şekil 3).

Ayar edilen en yüksek kuvvetin aşılması halinde, sonsuz vida sonsuz vida dişlisi üstünden otomatik olarak ayrılır ve böylelikle ilerleme hareketi durur.

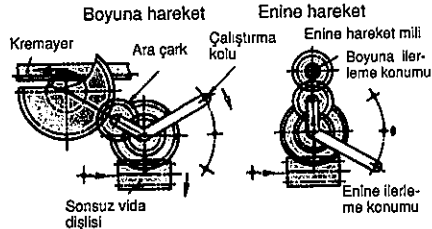
Boyuna ve enine kuvvet akışı ilk önce talaş mili tarafından sonsuz vida ve sonsuz vida çarkı üzerinden, ilerleme doğrultusunu değiştiren bir ara dişli çark grubuna doğru sağlanır (Şekil 3). Boyuna ilerleme hareketi esnasında araba, gövde kızakları üzerinde, tezgah kızığının alt tarafına tespit edilmiş bulunan bir kramayer dişli yardımıyla hareket ettirilir (Şekil 3).



Şekil 1 : İlerleme tahriki blok şeması



Şekil 2 : Araba ve elemanlar



Şekil 3 : Arabada hareket aktarımı

Enine hareket, bir ara çark üzerinden, enine kızaklardaki ileri geri hareketi sağlayan bir somun içinde hareket eden vida dişli hareket mili tahrik edilir (Sayfa 136, Şekil 3). Tornada vida dişi açmak için, ana milinden hareket alınmasını sağlayan dişli çark değiştirme kolu bulunur. Ana milinden hareket alma kolu çevrilince **Kilitleme somunu** ilerleme donanımını devreden çıkarır. Vida açmada, ilerlemede olduğu gibi, sonsuz vida dişli şanzımanı vasıtasıyla aşırı yükten korunma mümkün olmaz. Bütün kızak hareketleri el çevirme tamburları üzerinden de sağlanabilir.

Ana mili sadece tornada vida dişi açılmasında kullanılır.

Enine araba kızağı, torna tezgahının arabası üzerine oturtulur ve enine tornalama için tespit edilebilir. Enine kızaklar, dönme eksenine dik yöndeki tekrar ayar edilebilen kılavuz parçalar halinde hareketli durumdadır. Talaş mili bir teleskopik kavrama içinde aksenal yönde kaydırılabilir (Sayfa 130). Torna takımları (kalemle için bağlama donanımını taşır ve 360° çevrilebilir. Sportun hareketi elle yapılır. Çeş kızaklardaki hareket miktarı, el tamburlarındaki bölüntüye göre sağlanır (Şekil 1). Sayıl göstergesi olan bir mesafe ölçme sistemi üzerinde, serbest olarak seçilebilen bir sıfır noktasından itibaren kızak hareket mesafesi ve/veya çap ölçüsü değişikli doğrudan okunabilir .

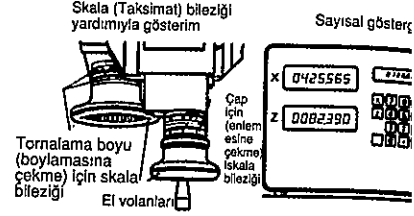
Gezer Punta

Gezer punta, uzun iş parçalarının merkezlenmesine ve ayrıca delik delme takımlarının taşınmasına yarar. Gezer puntanın mors kovanına sahip silindiri tespit edilebilir ve vidalı bir hareket mili üzerinden el volanı ile ileri geri hareket ettirilebilir (Şekil 2)

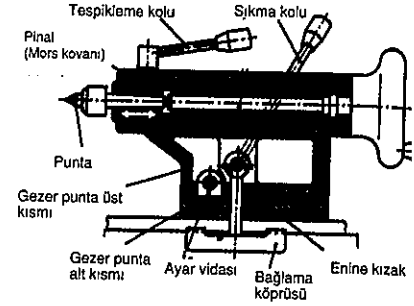
Konik tornalamada, gezer punta üst gövdesi alt gövde üzerinde dönme eksenine göre enine kama kılavuzluğunda kaydırılabilir.

Tekrarlama Soruları

- 1 Bir universal torna tezgahının ana yapı grupları hangileridir?
- 2 Fener milinin nasıl yataklanması gerekir?
- 3 Torna arabası, hangi yapı gruplarından meydana gelmiştir?
- 4 İlerleme hareketinin tahriki nasıl sağlanır?
- 5 Talaş mili ve ana mili arasındaki fark nedir?
- 6 Universal torna tezgahında arabadaki sonsuz vida dişlisinin hangi görevleri vardır?
- 7 Gezer puntanın görevleri nelerdir?



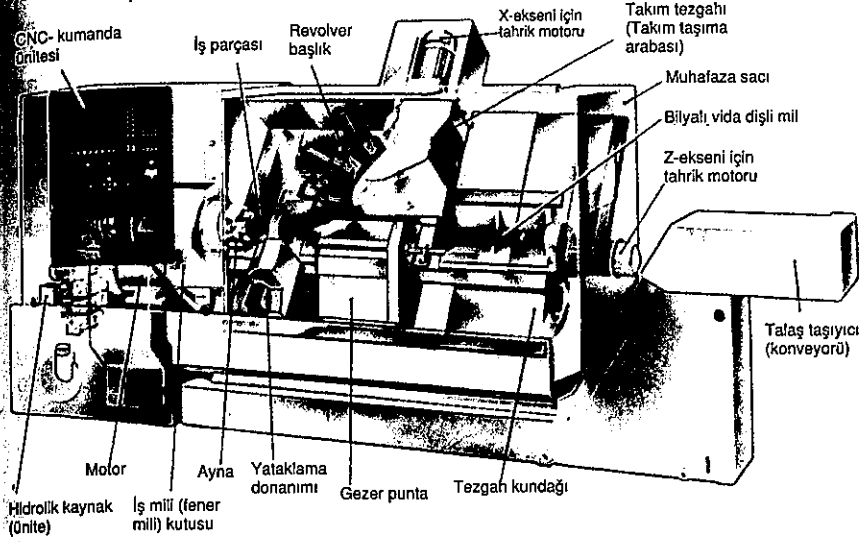
Şekil 1 : Kızak hareketinin gösterimi



Şekil 2 : Gezer punta

2.8.4.8 Nümerik kontrollu torna tezgahları

Nümerik kontrol birimlerinin (CNC Kumandaları 416. Sayfa) kullanılması, torna tezgahlarının bütün görevlerinde önemli bir verimlilik artışı sağlar. Silindirik olmayan biçimlerdeki, örneğin konik ve kavisli parçalar, makinada donanım değişikliği yapılmadan ve torna profil kalemi kullanılmadan kolayca imal edilebilir. Bundan dolayı CNC Kumandalı torna tezgahlarının kullanılması seri olmayan parça imalatında genelde ekonomiktir.



Şekil 1 : CNC Kumandalı torna tezgahı

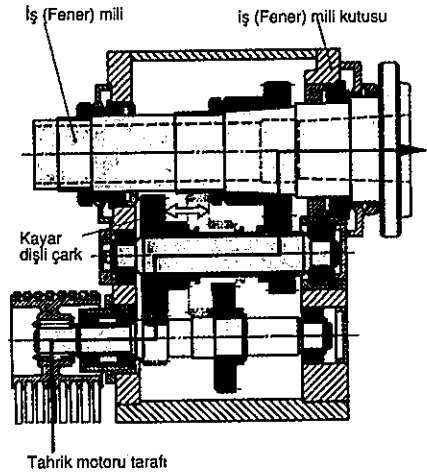
Nümerik Kontrollü Torna Tezgahlarının Yapısı

Yüksek tahrik gücü, kesme hızları ve iş parçalarının ölçü hassasiyeti, CNC-Kumandalı torna tezgahlarının özel bir konstrüksiyona sahip olmasını gerektirir (Şekil 1).

Talaşlardan ve kesme sıvısından ve ayrıca talaş kaldırma esnasında muhtemelen dışarıya fırlayan parçacıklardan korunmak için, tezgahın (makinanın) çalışma ortamının tamamen kapatılması gerekir.

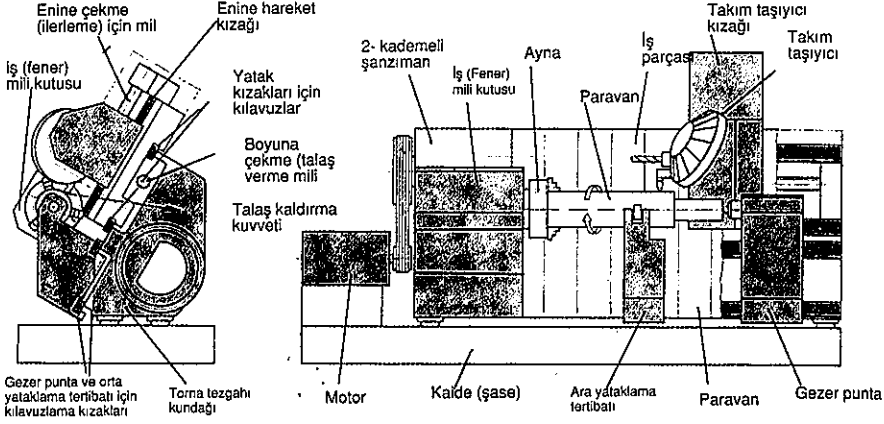
Hidrolik sistem; iş parçasını sıkma aparatının, takım değiştirme tertibatının (revolver başlığın), gezer punta silindirin (mors kovanlı) ve kendi kendine merkezleme yapan yataklama donanımının çalıştırılması için gerekli olan basıncı üretir ve dağıtır.

Fener milinin tahrik edilmesi için doğru akım motoru veya frekans kumandalı bir alternatif akım motoru kullanılır. Motorun yüksek gücü, V-Kayışları üzerinden veya doğrudan doğruya 2 ila 4 kademeli bir hız kutusu üzerinden fener miline aktarılır. Bu tahriklerle devir sayısı değişik tormalama çaplarında, sabit kesme hızında kesme sürekliliği sağlanacak şekilde regüle edilir (Yol şartı G96).



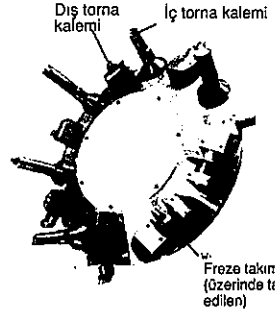
Şekil 2 : İş (fener) milinin tahriki

Torna tezgahı yatağının özellikle rijit ve titreşimleri sonümleyici (absorbe edilebilir) özellikte olması gerekir. Aynı zamanda, talaşların iyi bir şekilde akması ve kızakları korunması sağlanmalıdır. Bundan dolayı yüksek kapasiteli tezgahlarda üzerleri teleskopik muhafazalı kızakları olan eğik bir yatak kullanılır (Şekil 1). Gezer punta takım taşıyıcı arabaya ait ayrı ayrı kılavuz yataklar vasıtasıyla, her ikisinin birbirini çarpışmasından kaçınılmış olur.



Şekil 1 : Eğik kundaklı bir CNC- kumandalı torna tezgahının şematik yapısı

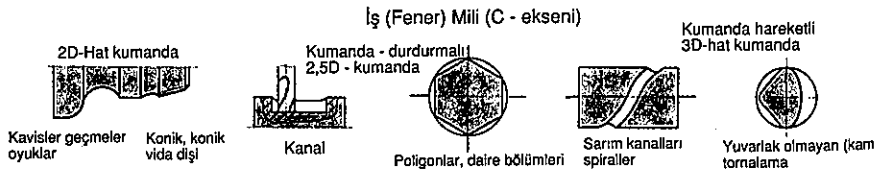
Eğik yataklı tezgahlarda takımlar dönme eksenin arkasında yer almıştır. Takım taşıyıcısı olarak CNC Kumandalı torna tezgahlarında çok takım tutucu, örneğin bir revolver başlık kullanılır (Şekil 2). Takım taşıyıcısına, örneğin matkap, freze çakıları veya iş parçaları için sıkma penci, sıkma aparatları gibi üzerinde tahrik edilen takımlarda kısmen yerleştirilebilir (Şekil 2).



CNC Kumandalı Torna Tezgahlarında İşleme Çeşitliliği

CNC kumandalı torna tezgahları ile donatım değişikliği yapılmaksızın imal edilen iş parçaları şekilleri, numerik kontrollü olmayan (üç eksenli) tezgahlara göre çok daha kapsamlıdır (Şekil 3). İki eksen kumandalı birim, normal olarak konik profilli veya küresel parça imalatını mümkün kılar. Ferminin (C-ekseni) ve hareketli bir takımın kumandalı hareketi ile, iş parçaları bu halde iken kanallar, enine delikler, iç çap ve freze kanalları açılabilir. Üç eksenli kumanda ve revolver başlığındaki bir iş parçası tutucu aparatı, iş parçalarının sökülmeden komple olarak işlenmesini sağlar. (CNC Kumandalı torna tezgahları için programlama, Sayfa 478).

Şekil 2 : Revolver başlık

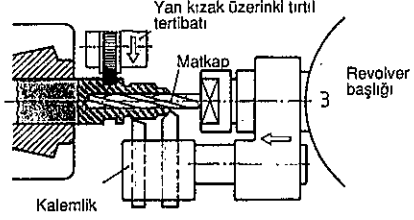


Şekil 3 : CNC Kumandalı torna tezgahı ile imal edilen değişik şekilli iş parçası örnekleri

Diğer Torna Tezgaahları

Otomatik Torna Tezgaahı

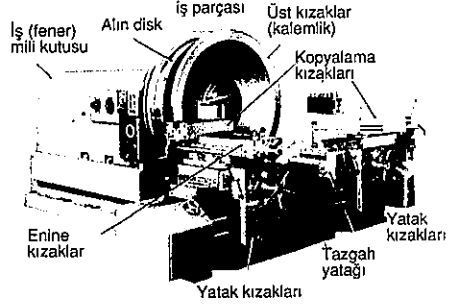
otomatik tornalar kendi kendine hareket etme akışına göre çalışır. Bir takım kullanılarak (Şekil 1) ve çok millilerle çalışarak çok sayıda iş yapılabilir. Otomatik tornalarla, çok sayıda parçanın işleme yapılabilir ve bu işlemlerin fazlasıyla yapılabilir. Ayrıca, iş parçasının aynı anda birkaç kademenin işlenmesi imkanı verir. Kullandıkları mekanik, hidrolik veya numerik olabilir.



Şekil 1 : Bir otomatik tornadaki takım kullanımı

Alın Torna Tezgaahları

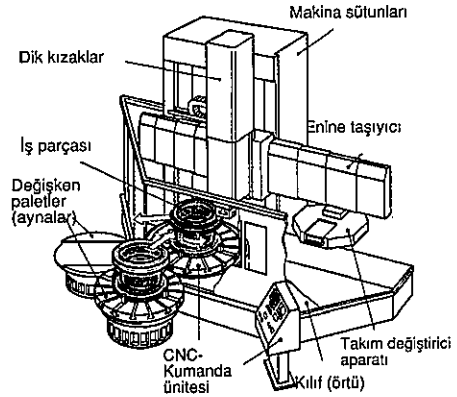
Alın tornaların kısa olmasından dolayı çalışmaya desteği gerektirmeyen örneklerdir. Kampanaları, dengeleme valfleri, kasnaklar gibi iş parçalarının işlenmesi için alın torna tezgahları kullanılır. Alın tornaların karşı tarafındaki kaldırma elemanları tanzim edilebilir. İşleme akışı daha iyi olur. Büyük alın torna tezgahlarında, iş parçası fener mili dönme ekseninde durur (Şekil 2).



Şekil 2 : Alın (cephe) torna tezgahı

Değişebilir Aynalı Torna Tezgaahları

Değişebilir aynalı torna tezgahları dik konumda çalışır. İş miline sahiptir. Ağır ve büyük parçaların işlenmesi gereken iş parçalarında bu metotta basit olarak kullanılabilir ve bağlanır. Değişebilir aynalı torna tezgahı, çapı 25 m'ye kadar çalışır. Bir alın diski olan ve parçanın işlenmesi için kullanılan torna tezgahıdır (Şekil 3). Aynı zamanda çeşitli takımlarla aynı anda çalıştırılabilir.



Şekil 3: Değişebilir aynalı torna tezgahları

Mekanik Olmayan Parçalar İçin Tezgaahlar

Mekanik olmayan tornalama işinde torna kalemine, fener milinin açılma hareketiyle çalışarak kumanda edilir. Bu mekanik veya numerik olmayan tornalama işlemi, örneğin çeşitli kamlar ve ayrıca profil freze takımları imal edilir.

Tekrarlama Soruları

- 1 Hangi torna parçaları özellikle nümerik kontrollü torna tezgahlarında avantajlara sahiptir?
- 2 CNC kumandalı torna tezgahlarının çalışma hacmi nasıl oluşturulmalıdır?
- 3 CNC kumandalı torna tezgahlarında hidrolik ünite neden kullanılır?
- 4 CNC kumandalı torna tezgahlarının ana mili nasıl tahrik edilir?
- 5 Eğik yataklı tezgahların avantajları nelerdir?
- 6 CNC kumandalı torna tezgahlarında, ayrı motorlu takımların kullanılması suretiyle hangi işleme imkanları doğar?
- 7 Otomat tornalar nasıl kumanda edilebilir?
- 8 Alın torna tezgahı denildiğinde ne anlıyorsunuz?
- 9 Değişebilir aynalı torna tezgahlarının görevleri nelerdir?

2.8.5 Frezeleme

Frezeleme düz ve kavisli yüzeylerin, kanalların, helisel kanalların, dişlilerin ve vida dişlerinin imal edilmesi için belirli geometrik kesici takımlarla talaş kaldırma işlemidir.

2.8.5.1 Frezeleme işlemi¹⁾

Frezeleme işleminde, çok ağızlı freze çakısı dairesel şeklindeki kesme hareketini uygular. İlerleme hareketi genel olarak iş parçası tarafından yerine getirilir, fakat çaki tarafından da yapılabilir. Kırılan kesici ağız frezeleme işleminde kendine özgüdür (karakteristiktir).

Frezeleme, takım eksenine göre frezelenen yüzey konumuna göre, yatay frezeleme ve dikey frezeleme olmak üzere gruplara ayrılır (Şekil 1 ve Şekil 2).

Kesme Hareketi: Kesme Hızı,

$$V_c = .d.n$$

Kesicinin malzemesine, iş parçasının malzemesine, işleme metoduna (örneğin kaba veya ince işleme) ve tezgah ve iş parçasının rijitliğine bağlıdır.

Kesme yönü ve talaş kalınlığı (Şekil 1) ve bunlarla beraber kesme kuvveti talaş kaldırma esnasında devamlı değişir.

İlerleme Hareketi: İlerleme f , freze çakısının her dönüşündeki ilerleme yoludur. Bu, **diş ilerlemesi** f_z (mm cinsinden tablo değeri) ile kesici ağızların sayısı z çarpımıdır, yani $f=f_z.z$

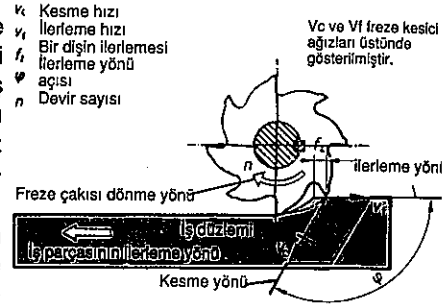
Böylelikle **ilerleme hızı,**

$$V_f = f.n = f_z.z.n \text{ olur.}$$

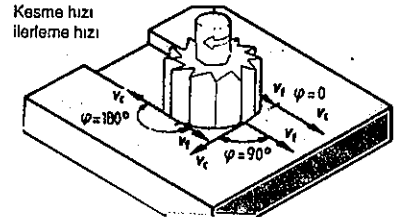
Yatay frezelemede kaba işleme için büyük diş ilerlemeleri ve küçük kesme hızları tavsiye edilir.

Kesme hızı ve ilerleme hızı doğrultuları ilerleme yönü açısını (φ) oluşturur (Şekil 2).

Kesme derinliği ve Kesme genişliği. Kesme genişliği w veya kesme derinliği



Şekil 1 : Yatay frezeleme



Şekil 2 : Dikey (alın) frezeleme

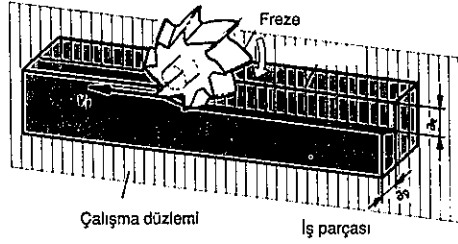
a_p , freze çakısının iş parçasını kapladığı genişlik ve/veya derinliktir. Yatay frezelemede kesme genişliği, dikey frezelemede kesme derinliği olarak dikkate alınır (Şekil 1 ve Şekil 2). Bu değer çalışma düzlemine dik doğrultuda ölçülür.

Çalışma düzlemi, frezenin dönme düzlemine paralel olan ve bu düzleme dik talaş kaldırma düzlemine oturtulan hayali bir düzlemdir.

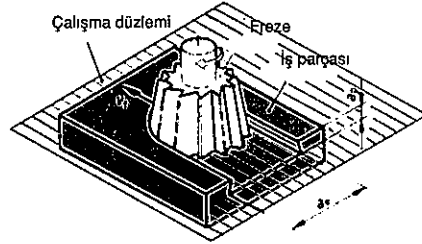
Çalışma alanı a_e , iş parçasının çalışma düzlemi içinde ilerleme yönüne dik olarak ölçülür. Alın frezelemede genişlik, yatay frezelemede derinlik olur (Şekil 2).

2.8.5.2 Frezeleme metodu¹⁾

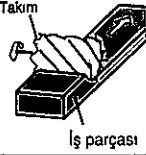
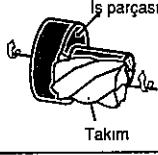
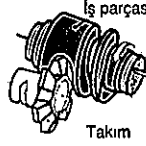
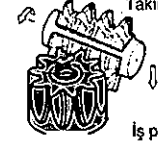
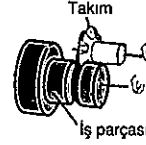
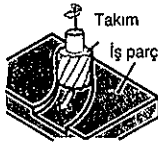
İlerleme hareketinin tarzına ve imal edilen yüzeyin durumuna göre frezeleme metodu; düzlem, yuvarlak, helisel, azdırma, profil ve form (biçim) frezeleme olmak üzere değişik metodlara ayrılır (Tablo 1).



Şekil 1 : Yatay frezelemede kesme genişliği a_p ve talaş derinliği a_e



Şekil 2 : Dikey frezelemede talaş derinliği a_p ve talaş derinliği a_e

Tablo 1 : Frezeleme Metodu			
Adlandırma / Örnek	Vasif / Yöntem	Adlandırma / örnek	Vasif / Yöntem
Düzlem Frezeleme 	Doğrusal ilerleme hareketi ile düzlem yüzeyler elde edilir: Dairesel-düzlem frezeleme (Şekil), alın düzlem frezeleme ve alın-dairesel-düzlem frezeleme	Yuvarlak Frezeleme 	Daire şeklindeki ilerleme hareketi ile dairesel silindirik yüzeyler elde edilir: Dış yuvarlak frezeleme (Şekil) ve iç yuvarlak frezeleme
Helisel Frezeleme 	Helisel şeklindeki ilerleme hareketi ile helisel şekilde yüzeyler elde edilir: Vida dişi frezeleme, silindirik helisel frezeleme (Şekil).	Azdırma Frezeleme 	Profilli freze takımı ilerleme hareketi ile aynı zamanda bir azdırma hareketi uygular: Dişli çarkların frezelenmesi, kamalı milt freze açılması (Şekil)
Profil Frezeleme 	Freze çakısının profili, iş parçasının üstünde oluşturulur: Boyuna profil frezeleme ve yuvarlak profil frezeleme (Şekil)	Form Frezeleme 	Kumanda edilen ilerleme hareketleri sayesinde istenildiği gibi yüzeyler veya oyuklu yüzeyler imal edilir: Serbest biçimlendirme frezeler, (gravür), tekrar form frezeleri, NC-kontrolü şekil verme frezeleri (Şekil)

Düzlem Frezeleme

Bir düzlem yüzeyin elde edildiği frezeleme, en sık uygulanan frezeleme metodudur. Yatay düzlem frezeleme, dikey düzlem frezeleme ve kademeli yatay ve dikey düzlem frezeleme olmak üzere gruplara ayrılır (Şekil 1).

Çevresel, düzlem frezeleme. Yatay düzlem frezelemede, freze çakısı eksenini imal edilen yüzeye göre paralel konumda bulunur. Freze çakısının çevresindeki ana kesici ağızlar iş parçasının yüzeyini işler, meydana gelen talaş kıvrık ve iğne tipi şeklindedir.

Alın düzlem frezeleme. Dikey düzlem frezelemede, freze eksenini imal edilen yüzeye göre dik konumdadır. Alın kesici ağızları (yardımcı kesici ağızları) iş parçasının yüzeyinden sadece ince talaş alır ke freze çakısı esas itibarıyla çevresel kesici ağızları ile talaş kaldırır. Alın frezeleme daima birçok dişler malzeme tarafından kavrandığından, talaş kesiti az değiştiğinden ve freze çakısı kısa talaş alma nedeniyle çok yüklenebileceğinden, büyük ilerleme hızları yüksek bir talaş hacmine ve tezgahın ani yüklenmesine neden olur.

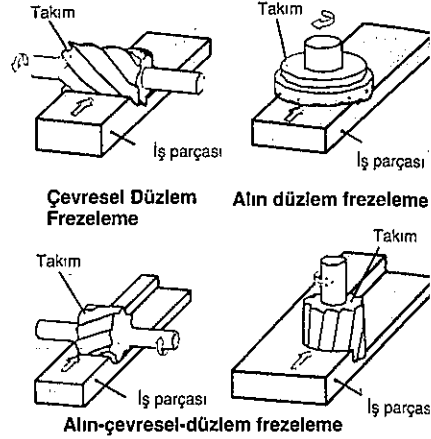
Kademeli (Dikey ve Yatay) Frezelemede, hem alın hem de yan kesici ağızla aynı anda yüzeylerden talaş kaldırır.

Zıt (Karşı) Yönlü ve Aynı Yönlü Frezeleme

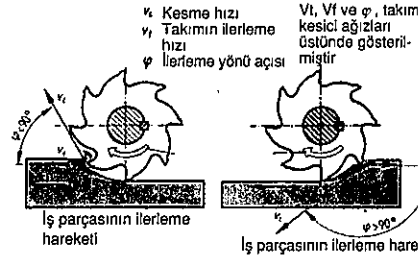
İlerleme yönünün kesme hareketinin yönüne göre ilişkisi, dairesel ve alın frezelemede, zıt yönlü frezeleme ve aynı yönlü frezeleme olarak gruplara ayrılır.

Zıt yönlü frezeleme, zıt yönlü frezelemede, freze çakısının kesme yönü iş parçasının ilerleme yönüne karşı yönlendirilmiştir (Şekil 2). Talaş meydana gelmeden önce, kayar ve kesici ağız iş parçasının yüzeyinde kazıma yapar. Bundan dolayı freze çakısının kesici ağızlarının serbest yüzey aşınması tipik bir aşınma şeklidir. Kesici ağızların malzemeyi kavrama yolu üzerinde talaşın kalınlığı ve kesme kuvveti büyür. Virgöl şeklinde bir talaş meydana gelir. Eğer, kum kalıntıları veya kaynak dikişleri gibi aşındırıcı tesirli yüzey bölgesi bulunan iş parçalarının işlenmesi gerekiyorsa, zıt yönlü frezeleme işlemi tatbik edilmelidir (Şekil 3).

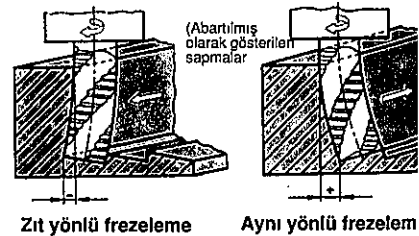
Aynı yönlü frezeleme: Aynı yönlü frezelemede, freze çakısının kesme yönü ve iş parçasının ilerleme yönü aynı yöndedir (Şekil 2). Freze çakısının iş parçasına batması esnasında, talaş kalınlığı en yüksektir. Bunun yanında, freze kesici ağızları bir



Şekil 1 : Düzlem frezeleme metodları



Şekil 2 : Düzlem frezeleme metodları



Şekil 3 : Zıt yönlü ve aynı yönlü frezelemede şekil hataları

darbeli zorlamada tam kesme yapamaz. Virgül şeklinde talaşın meydana gelmesi esnasında talaş kalınlığı ile beraber kesme kuvveti de azalır. Bu nedenle, son şekil verme frezeleme işleminde saplı freze çakıları ile iyi bir yüzey elde edilir. Aynı yönlü frezeleme işlemi avantajlıdır ve zıt yönlü frezelemeye göre daha ekonomiktir; fakat aynı yönlü frezeleme yapabilmek için, freze tezgahlarının boşluğu olmayan tabla miline sahip olması gerekir.

Takımların ve sıkma aparatlarının (örneğin çıkıntısı olan saplı frezelerin) elastikiyetleri kaba ve ince talaş kaldırma esnasında zıt yönlü ve aynı yönlü farkı şekil hataları meydana getirir (Sayfa 142, Şekil 3). Pozitif talaş açısından dolayı kesme kuvvetlerinin azaltılması ve rijit bir takım sıkma sisteminin uygulanması bu hataları azaltabilir.

2.8.5.3 Freze takımları

Yüksek hız çeliğinden yapılmış freze çakıları, talaş kaldırılması gereken malzemenin cinsine göre, yumuşak, uzun talaş kaldırılan malzemeler (hafif metaller) için W tipi 1000 N/mm²'ye kadar çekme mukavemeti olan malzemeler için N tipi ve yüksek mukavemete sahip ve kısa talaş kaldırılan malzemeler için H tipi olmak üzere gruplara ayrılır (Şekil 1).

Freze çakısı kesici ağız açısının değeri; kesici ağız malzemesi, iş parçasının malzemesi ve frezeleme metoduna göre belirlenir (Şekil 2).

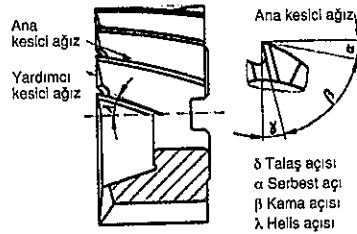
Freze Çakısı Çeşitleri

Freze çakıları, sıkma biçimlerine göre (malafa delikli, kendinden saplı freze çakıları), **freze çakısı** şekline göre (örneğin vals freze çakısı, prizmatik freze çakısı, yarım yuvarlak freze çakısı veya T-Kanallı freze çakısı), diş şekline göre ve diş yönüne göre gruplara ayrılır (Sayfa 144, Tablo 1).

Freze çakıları diş şekillerine göre, **sivri dış açılmış** veya freze edilmiş ve **arka tarafı torna edilmiş** veya sırt (arka) tarafından bilenen tip olmak üzere gruplara ayrılır. Sivri dış açılmış freze çakıları serbest yüzeylerden (sırtlarından) ve kısmen dış alından bilenebilirler. Arka tarafı torna edilmiş frezeler, profilli kısımların, dişli çarkların ve vida dişlerinin açılması içindir. Bileme işlemi talaş yüzeyinden (alın kısmından) yapılır, böylece talaş açısı ve ayrıca kesici ağız profilinin biçimi muhafaza edilir.



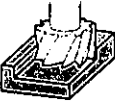
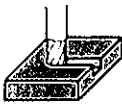

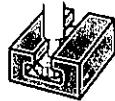
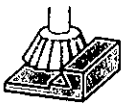
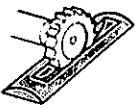
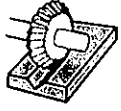
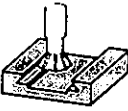

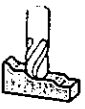
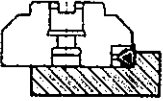
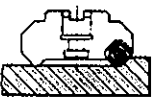
Takım Tipi	Typ W	Typ N	Typ H
Dış sayısı	6	12	16
Talaş Açısı	20°	12°	8°
Serbest Açı	8°-10°	6°-8°	4°-6°
Kama Açısı	ca. 60°	ca. 70°	ca. 75°

Şekil 1: HSS- Freze çakılarında takım tipleri



Şekil 2 : Bir alın frezesinin kesici ağız açıları

Tablo 1 : Freze Çakıları

	Malafa delikli freze çakıları	Saplı freze çakıları
Sivri diş açılmış	 <p>Düz yüzeylerin frezelenmesi için vals (silindirik) frezesi</p>	 <p>Küçük kanallar ve cep kısımları için uzun delik freze çakısı (2 veya 3 kesici ağızlı)</p>
	 <p>Köşelerin ve düz yüzeylerin frezelenmesi için alın frezesi</p>	 <p>Derin kanallar için parmak freze</p>
	 <p>Kanalların frezelenmesi için kanal frezesi</p>	 <p>T- Kanalların frezelenmesi için T- Kanal frezesi</p>
	 <p>Açısal kızaklı kanalların frezelenmesi için açılı alın freze çakısı</p>	 <p>Dairesel profilili kama yuvalarının açılması için kama kanalı frezesi</p>
	 <p>Prizmatik kanalların frezelenmesi için freze açılı</p>	 <p>Açısal kızaklı kanalların açılması için açılı freze çakısı</p>
	 <p>Yarım yuvarlak kanalların frezelenmesi için yarım yuvarlak profilili biçim frezesi</p>	 <p>Kopyalama, hat ve taslak frezeleme için küresel uçlu freze</p>
Akna taraflı torna edilmiş	Takma uçlu kesici palakalı	Freze çakıları
	 <p>Köşe frezeleme başlığı</p>	 <p>Düz frezeleme başlığı</p>

Kesici ağızların, çakı dönme eksenine göre yaptığı açıya göre düzdişli, çapraz dişli ve helisel dişli freze çakıları olmak üzere gruplara ayrılır (Sayfa 145, Şekil 1).

Kesici kenarlarının **helis yönü**, helisel diş açılmış freze çakılarında eksene göre tespit edilir. Sağ helisel kesici ve/veya sol helisel kesici helis vasıtasıyla, iş miline yönlendirilmesi gereken kesme kuvvetinin aksel bileşeni meydana gelir.

Sol helisel freze çakıları sağ yönde kesici, sağ helisel freze çakıları ise sol yönde kesicidir.

Karşılıklı helisel kanal açılmış (çift silindirik freze) silindirik freze çakısı vasıtasıyla aksel kuvvet ortadan kaldırılabilir.

Helisel diş ve çapraz diş açılmış freze çakıları, düz dişli freze çakılarına göre daha sessiz çalışırlar, zira kesme esnasında dişler tedrici olarak nüfuz ederek çekici bir kuvvet meydana getirirler. Kesme kuvveti bu sayede aynı şekilde etki eder, tez-

Çalışma hızı daha sakın çalışır ve talaşlar yanlar-
dan dışarıya akar. Talaşkırmacı kanalları,
talaşların çok geniş olmasına mani olur.

Kesici Ağız Malzemeleri

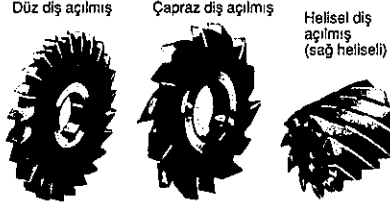
Kesici ağızların kırılmasını önlemek için kesici ağız malzemesinden, büyük çaplı özellikleri yanında, özlülük ve sıcaklık değişimine karşı dayanıklı olması istenmektedir. Kesici ağız malzemeleri olarak yüksek hız çeliği, sert metal, kesici ağız seramiği ve poli kristalli elmas kullanılır.

Yüksek hız çeliklerinden, özellikle çelikli profillerin işlenmesi için şekil verilen freze çakıları imal edilir (örneğin profilli frezeler). Yüksek hız çeliği, sert metal malzemeye göre daha yüksek bir sıklığa ve kenar mukavemetine sahiptir. Kaba talaş almak için helisel kesici ağızlara, şaşırımlı olarak ve/veya bir sonraki diş sırasına göre dişler boşluklu hizaya gelecek şekilde profil verilir (Şekil 2). Bu durumda kısa ve kalın talaşlar meydana gelir.

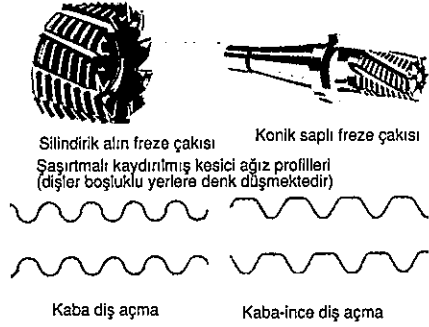
Sert Metalden Yapılmış Olan Kesici Plakalar ya freze çakılarının üstüne lehimlenir veya değişebilir kesici plakalar olarak vidalanır ve kenardan tespit edilirler (Şekil 3). Parça maliyetini düşürmek için, kesicilerde imkânlar nispetinde sert metal döner kesici plakalar kullanmak gerekir.

Yuvalara monte edilen **seramik döner kesici plakaları** frezeleme işlerinde ve sertleştirilmiş parçaların işlenmesinde, özellikle yüksek kesme hızlarıyla kullanılır (Şekil 4).

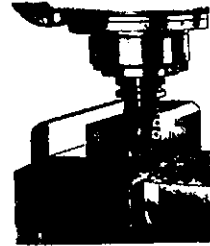
Poli kristalli elmastan yapılmış olan kesici plakalar, zor talaş kaldırılan Al-Alaşımlarının, diğer demir olmayan (DO) metallerin ve duroplastiklerin frezelemesine elverişlidir. Frezeleme zamanları, freze çakısı kullanma zamanının 10-40 katı olduğundan sert metal kesici plakalı freze çakılarına göre %40 oranına kadar daha düşüktür.



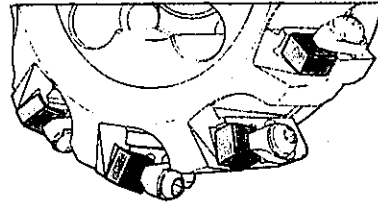
Şekil 1 : Kesici ağız biçimleri



Şekil 2 : Yüksek hız çeliğinden yapılmış kaba frezeleme çakısı



Şekil 3 : Helisel kesici plakalı saplı freze çakısı



Şekil 4 : Takma uçlu seramik döner kesici plakalı freze çakısı

2.8.5.4 Freze Başlıklı Alın-Düz Frezeleme

Sert metal-döner kesici plakalı freze başlıkları, düz (taslak) frezeleme ve köşe frezeleme işlerinde kullanılır. Düz frezeleme de $\chi = 75^\circ$ 'lik bir ayar açısı seçilir (Şekil 1). Bu açıda, ilerleme kuvveti F_v 'nin pasif kuvvet F_p 'ye oranı, frezeleme iş mili titreşime (vibrasyona) eğilim göstermeyecek şekildedir. Aynı zamanda talaş çıkışı kolaylaştırılır ve kesici ağızlarının kullanma zamanlarının kâfi derecede olmasını sağlar.

$\chi = 90^\circ$ 'lik bir ayar açısı olan **köşe freze başlıkları**, sadece dikdörtgen şeklinde frezeleme işlerinde kullanılır. Talaş çıkışı çok elverişsizdir. Büyük ilerleme kuvveti iş milini titreşim eğilimine karşı korur.

Freze başlığının çapı, düz frezeleme işlerinde iş parçasının genişliğinin (malzeme tarafından kapsanan a_0 'nin) 1.3 katı olması gerekir (Şekil 2).

Kesme derinliği, kesme kenar uzunluğunun 2/3 katı kadar olur.

Tahrik kapasitesi, f_z , a_p , V_c ve fiilen kesmeye katılan kesici ağızların sayısı ile yükselir.

Sert metal-döner kesici plakaları (uçları), 3, 4, 6 veya 8 kesici ağıza sahiptir. Onların, sertleştirilmiş olan plaka oturma yüzeylerine tam olarak dayanması için, üç tane dayanma (yataklanma) noktası vardır (Şekil 3).

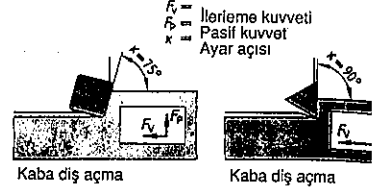
Kaba talaş alma işlemi için, köşe radyüsleri olan döner kesici plakalar kullanılır. İnce talaş alma işleminde, yardımcı kesici ağızları olan plakalar veya geniş ince talaş kesici plakalar kullanılır.

Geniş, ince talaş plakaları, muhtelif iş mili eğiklikleri olduğundan kademesiz düzgün bir yüzey elde etmek için geniş bombeli bir düz ağıza (kavis radyüsü 3 m'ye kadar) sahiptir. Geniş ince talaş kaldırma kesici plakası, döner kesici plakalara göre 0,01 ila 0,08 mm daha önde bulunur bu sebeple sadece yüzeylerin ince talaşını alır.

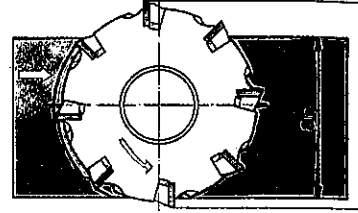
Geniş, ince talaş kesici plakaları ile ince talaş alma işleminde titreşim tehlikesi den dolayı çok büyük olan aksenal kesme kuvveti nedeni ile kesme (talaş) derinliği 0,5 mm'de sınırlandırılır.

Freze çıkısının her bir dönüşündeki ilerleme miktarının radyüse bağlı olarak oluştuğu düz ağızdan daha küçük olması gerekir.

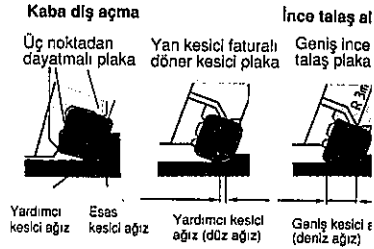
Kaba talaş alma işleminde, geniş-ince talaş kesici plakası normal bir kesici ağız plakası ile değiştirilir.



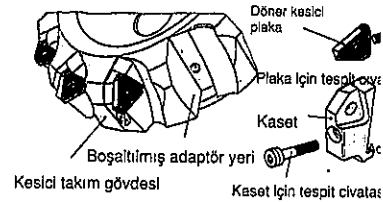
Şekil 1: Düz (taslak) ve köşe frezeleme işlerinde ayar açısı



Şekil 2: Düz frezelemede freze başlığının çapı



Şekil 3: Döner kesici plaka, kaba ve ince taş alma örnekleri



Şekil 4: Adaptörlerin içine ön montaj yapılmış sert metal döner kesici plakaları

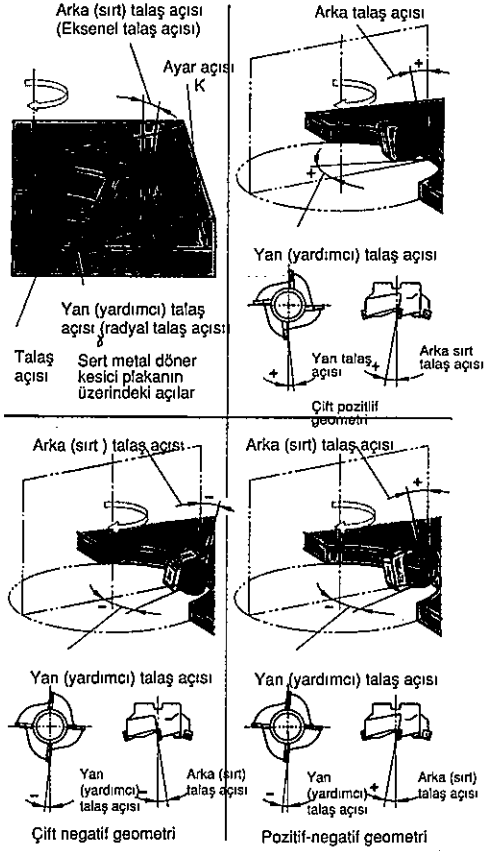
Yuva içine ön montajı yapılan, sert metal-döner kesici plakaları takım gövdesi üzerinde çabucak değiştirilebilir (Şekil 4). Aynı temel gövde için muhtelif yuvalar ve döner kesici plakalarının seçimi bakımından, freze başlıkları her frezeleme işine uyarlanabilir. Bunun yanında, herşeyden evvel talaş ve ayar açısının seçilmesi gelir. Rijit yuvalar, kesici plakalarının kırılması halinde takım gövdesini hasar görmekten korur.

Kesici Parça Geometrisi

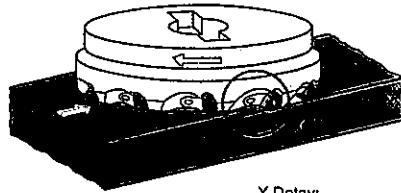
Sert metal döner kesici plakalar, freze başlığının içine, radyal ve eksenel yönde pozitif ve/veya negatif talaş açısı meydana getirecek şekilde yerlerine takılabilir. Radyal talaş açısının adı, yan (yardımcı) talaş açısı, eksenel talaş açısının adı, arka talaş açısıdır (Şekil 1).

Çift pozitif geometri, yan (yardımcı) talaş açısı ve arka açısı pozitif olan geometridir ve genel olarak sık kullanılır, zira düşük kesme kuvvetleri, küçük tezgah güçlerinde kullanılabilirler. İnce cidarlı iş parçaları da böylece iyi işlenebilir. Talaş boşluğundan dışarıya kolaylıkla akan helisel talaşlar meydana gelir. Örneğin alüminyum ve çelik gibi ortaya yığılan talaş oluşumuna eğilim gösterdiğinden, çift pozitif geometri, keskin kesici ağızlar mümkün olan tek çözüm olmaktadır.

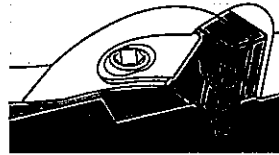
Çift negatif geometri, çok ekonomiktir, çünkü plakalar dönebilir ve çevrilebilir ve bu sayede bir çok kesici ağıza sahip olabilirler. Onlar sert çeliklerin ve kır dökümün işlenmesi için kullanılırlar. Büyük kesici kuvvetler, yüksek bir stabilite (rijitlik) gerektirir. Talaşlar talaş boşluğunun içine yuvarlandığından, uzun talaş kaldırılan malzemelerde talaş yığılması olayı meydana gelebilir. Çift negatif düz fre-



Şekil 1 : Sert metal döner kesici plakaların kesici kısım geometrisi



X Detay



Şekil 2 : Kesici ağızların dalması (talaş kaldırma)

zeler kaba talaş alma işleri için kullanılır.

Pozitif-negatif geometri, büyük ilerlemelerde her dişte ve büyük kesme (talaş) derinliklerinde talaş kaldırılmasını mümkün kılar. Negatif yan talaş açısı kesici plakaların yüksek mukavemetine sebep olur, pozitif arka talaş açısı, uygun olmayan kesme kuvvetleri meydana geldiği hallerde sıklaştırılmış (kompakt), yuvarlanma kabiliyeti olan helisel talaş meydana getirir. Orta tahrik güçleri için çok taraflı kesici takımlar kullanılır.

Kesici Ağızların Dalması

Kesici ağzların iş parçasının içine dalması, freze başlığının iş parçasına göre pozisyonlanmasına ve kesici ağız parçasının geometrisine bağlıdır (Sayfa 147, Şekil 2). Kesici ağızın malzemeye dalması esnasında vuruş (darbe) enerjisi ilk önce sadece S-Kesici ağız üstüne veya S ile T kesici ağız üstüne etki ederse, uygun olmaz U temas noktasında veya U ile V temas noktaları boyunca sağlanan bir dalma (nüfuz etme) hali daha iyidir, böylece kesici ağzların uçları ve kesici ağzlar korunmuş olur. Bu uygun olan ilk kavrama ayar, yan ve arka talaş açısının ve ayrıca freze çıkışı ekseninin talaş kaldırma yüzeylerine göre ara mesafesine bağlıdır.

Takım Aşınması, Sebepleri ve Acil Tedbirler

Kırılan kesici ağız ve sürekli değişen talaş kaldırma kalınlıkları, freze çıkışının kesici ağzlarını yüksek mekanik ve ısıl (termik) yüklemeye maruz bırakır. Bunlar, kesici ağzların aşınmasının ve bundan dolayı takım ömrünün kılalmasını esas sebepleridir.

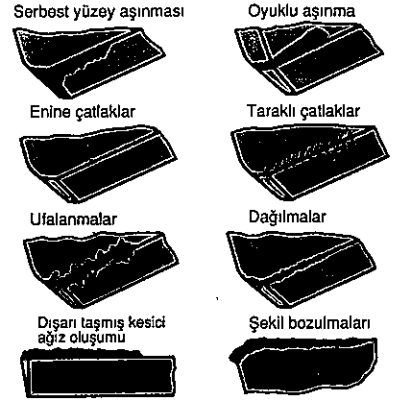
Aşınma Şekilleri (Şekil 1)

Serbest yüzey aşınması, kullanma ömrünün sonundaki normal aşınma şeklidir. Aşınma çabucak meydana geliyorsa, uç olarak aşınmaya dayanıklı sert metal bir malzeme cinsinin seçilmesi ve muhtemelen kesme hızının düşürülmesi ve ilerlemenin artırılması mecburiyeti doğar.

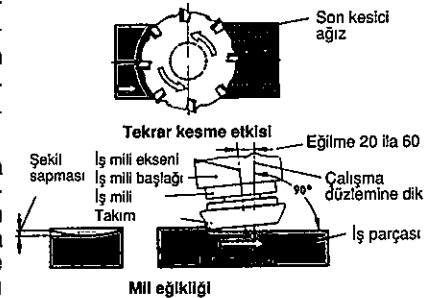
Oyuklu aşınma, çeliklerin işlenmesi esnasında meydana gelebilir. Oyuklu aşınma çok şiddetli olursa, kesici plakalar kırılabilir. Çok şiddetli oyuklu aşınma olayı meydana geldiği hallerde de, kesme hızının düşürülmesi ve aşınmaya karşı daha dayanıklı bir sert metal cinsinin seçilmesi tavsiye edilir.

Enine çatlaklar, kesici ağzlar malzeme tarafından kavrandığında yüksek darbeli yüklemeye (zorlama) nedeniyle ve sürekli olarak değişen kesme kuvvetlerinin neden olduğu, kesici ağzlar boyunca meydana gelen yorulma çatlaklarıdır. Zıt yönlü frezeleme işlemi esnasında kesici ağzların kırılma tehlikesi meydana gelir.

Tarak şeklindeki çarklar, kesici ağzlarla dik yönde ara verilerek yapılan kesme işlemindeki sıcaklık dalgalanmalarından dolayı ortaya çıkar. Bu çatlaklara, daha küçük çapta bir freze başlığı kullanmak, kesme hızını ve diş ilerlemesini düşürmek ayrıca daha sıkı (özlü) bir sert metal plakanın seçilmesi suretiyle engel olunabilir. Hiç bir surette soğutma sıvısı kullanılmamalıdır.



Şekil 1 : Aşınma şekilleri



Şekil 2 : Tekrar kesme etkisi ve mil eğikliği

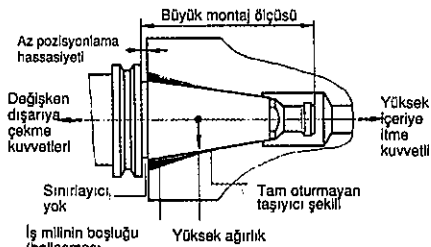
Ufalanmalar ve dağılmalar, yüksek sıcaklık saplamalarından meydana gelir. Daha sıkı bir sert metal cinsinin seçilmesi ve ayrıca kesici ağızlarının bilenmesi suretiyle kesici ağız kenarlarının yuvarlatılması ve stabilizasyon bu konuda bir acil yardım hizmeti sağlar.

Dışarıya taşmış kesici ağızlar, eğer çok düşük sıcaklıklarda kesici ağızlara talaş yapışır ve kaynarsa, meydana gelir. Dışarıya taşmış kesici ağızlar yüzeyin kalitesini düşürür ve güç ihtiyacını artırır. İlerleme ve kesme hızının artırılması ve pozitif talaş açısı ile talaş çıkışının iyileştirilmesi suretiyle dışarıya taşmış kesici ağız oluşumuna karşı konulabilir.

Kesici ağızların şeklini bozması, çok yüksek mekanik zorlamalar nedeniyle meydana gelir. Kesici ağız verilerinin azaltılması ve daha sert bir metal cinsinin seçilmesi ortaya çıkan problemleri yok edebilir.

Tekrar Kesme Etkisi ve İş Mili Eğikliği

İş parçasının üstünde, takma uçlu freze çakılarının çevresi ile düzlem frezeleme işlemi esnasında, talaş kaldırılan yerlerin karşısındaki işlenmiş bölgede kesici ağızlar, izler meydana getirir. Tekrar kesme etkisinin sebebiyet verdiği iş parçasının üstündeki izler, ilerleme izlerine ters yöndedir (Sayfa 148, Şekil 2). Tekrar kesme yan kesici ağızlardaki aşınmayı artırır ve frezeleme işlemini kötüleştirir. Tezgah tablasının ilerleme yönüne göre freze iş miline az bir eğiklik, verilmesiyle, tekrar kesme olayından kaçınılabılır. Fakat eğik iş mili ile düzlem (alın) frezeleme işlerinde, freze çakısının çapına ve iş tarafından kavranma durumuna bağlı olarak hafif iç bükey (konkav) bir yüzey meydana gelir.

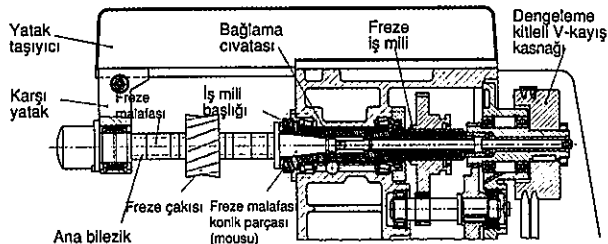


Şekil 1 : Dik konik sapın kusurları

2.8.5.5 Freze çakılarının bağlanması

Freze çakılarının bağlanması, şu hususların yerine getirilmesini mecburi kılar: Yüksek konumlama ve dönme hassasiyeti, yüksek rijitlik ve takımların yüksek değişim hassasiyeti. Bağlamak için, freze malafaları, geçmeli freze malafaları ve bağlama pensleri kullanılır. Onlar, genel olarak maksada uygun iç konik içine takılan standarde edilmiş dik konik saplara sahiptir. Dik konik sapın **üstünlükleri** şunlardır: Kendi kendine tutukluk yapmaz, bu sayede otomatik olarak takım değişiminde sıkışmaz ve/veya küçük bağlama boyuna sahip ve bu sayede bağlama zamanı kısadır. Dik konik sapın **kusurları** şunlardır (Şekil 1): Değişken içeriye itme ve dışarıya çekme kuvvetleri, yeterli olmayan değişkenlik hassasiyeti, (çünkü eksenel konumu tespit edilmez) yüksek kesme kuvvetleri ve büyük takım çıkıntısı olduğu zaman az rijitlik durumu sayılabilir.

Freze malafaları, boynuna kanallı silindirik deliği olan ve kama ile birlikte takılan silindirik (vals) frezelerinin bağlanmasına yarar (Şekil 2). İş parçasının arzu edilen konumu ara bileziklerinin uygun yere takılmasıyla sağlanır. Ara



Şekil 2 : Freze malafası ve karşı yatak

bileziklerinin ve takımların dayanma yüzeylerinin tam paralel ve deliğe dik konumda olması gerekir. Böylece malafa bağlama esnasında çarpıtılmaz. Bir bükülme olayından kaçınmak için, freze malafası ilave olarak bir karşılık yatağı içinde ve orta destek içinde yataklanabilir.

Silindirik delikli ve boyuna veya enine kama kanallı ve/veya delikli ve vidalı freze çakıları, geçmeli freze malafasına bağlanır (Şekil 1).

Silindirik saplı freze çakıları, bağlanır. Silindir sapı düz, yandan bağlama yüzeyli veya vida dişi olarak yapılır.

Düz dayama yüzeyi ve silindirik saplı olan bağlama takımlarında, takımın düz dayanma yüzeyi vasıtasıyla bütün iş mili çapı üzerinde yüksek bir rijitlik ve kaba talaş alma esnasında da faydalanılabilen takım boyunda büyük bir artış sağlanır. Çok küçük imalat toleransları sayesinde, freze kesici ağızlarının olması gereken konumuna ve böylece yüksek bir takım değişim hassasiyetine erişilir (Şekil 2).

2.8.5.6 Divizörle freze çalışmaları

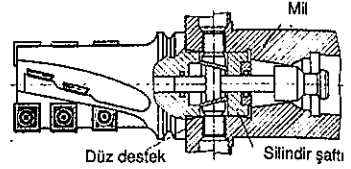
Divizörler, çevresine taksimatlı olarak veya daire şeklinde freze kanalları ve/veya freze olukları açılması gerekli olan iş parçalarının bağlanmasına ve bölünmesine aracılık ederler. Altı köşeli parçaların, kanalı millerin veya ölçekli çentiklerin frezelenmesinde olduğu gibi, helisel kanallarda divizör aparatı kullanılarak frezelenir. **Direkt bölme (Doğrudan bölme)** **endirekt bölme (Dolaylı bölme)** **diferansiyel bölme (Yedirmeli bölme)** ve **helisel kanal frezeleme** olarak gruplara ayrılır.

Üniversal divizör aparatının muhafaza gövdesinin içinde divizör iş mili, kendisi tarafından tespit edilen delikli ayna ile birlikte yataklanır (Şekil 1). Divizör kolu, kavrama dışındaki direkt parçalarda heliselinin yan tarafa çevrildiği bir sonsuz vida ve karşılık dişlisi ile divizör iş milini tahrik eder (Sayfa 151, Şekil 1). Divizör kolunun arkasında, değiştirilebilen makaslı delikli ayna oturtulmuştur. Değiştirilebilir dişli çarklara diferansiyel bölmeler ve helisel kanal frezeleme işleri için ihtiyaç duyulur. İş parçaları ayaklı aynaya veya iki punta arasına bağlanırlar.

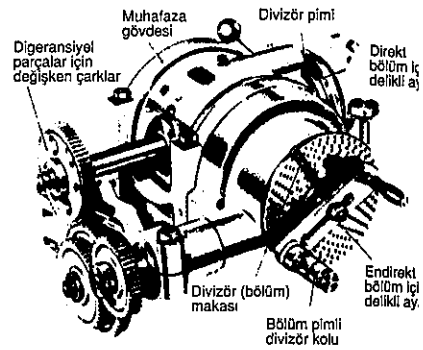
Optik divizörlerde cam takılmış bir divizör aynası bir ışık kaynağının ışınlarına tutulur. Bu divizör aparatı, +/- 2 açısal saniyelik bir hassasiyetle bir



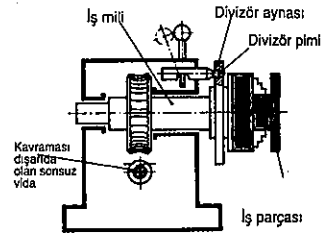
Şekil 1 : Geçmeli freze malafası



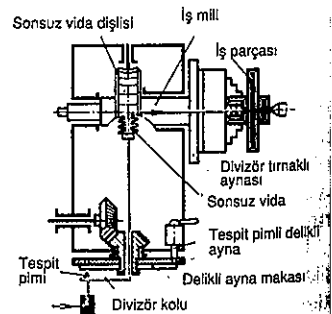
Şekil 2 : Bağlama ve silindir şaft



Şekil 1 : Üniversal divizör aparatı



Şekil 2 : Direkt bölme



Şekil 3 : Endirekt bölme

mikroskop üzerinden okunabilen, 360°'lik hassas bir skala ile donatılmıştır.

Direkt Bölme

Direkt bölme için, yerine takılmış bölme diski ile divizör iş mili ucuna bağlanan ayna yeterlidir (Sayfa 150, Şekil 4). Üniversal divizör aparatında, sonsuz vida ve çarkı kullanarak, delikli ayna vasıtasıyla direkt bölme yapılabilir. Divizör pimi ile tespit edilen bölme diskleri genel olarak 24 veya 16, 36, 42 ve 60 deliğe ve/veya çentiğe sahiptir.

Direkt bölmede parça sayısı T'nin bölme diskinde tam sayı olarak karşılığı olmalıdır. Devamlı olarak kat edilmesi gerekli olan delik ara mesafelerinin sayısı n_L , yani bölüm adımı.

$$n_L = \frac{n_L}{T}, \text{ açılı bölümlerde } n_L = \frac{a \cdot n_L}{360^\circ}$$

Endirekt Bölme

Endirekt bölmelerde iş mili, çevirme kolu tarafından sonsuz vida dişlisi ve çarkı üzerinden tahrik edilir (Şekil 1).

Sonsuz vida ve çarkının aktarma oranı $i=40:1$ 'dir (Bazan $60:1$), yani çevirme kolunun 40 devri, iş milinin ve böylelikle iş parçasının bir devir dönmesini sağlar. Çevirme kolu devirlerinin sayısı (çevirme oranı) n_k , şöyle hesaplanır.

$$n_k = \frac{i}{T}, \text{ açılı bölmelerde } n_k = \frac{i \cdot \alpha}{360^\circ}$$

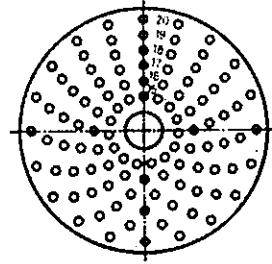
Bir onlu bölme için çevirme kolunun tam dört defa devir yapması gereklidir.

32 taksimatlı olduğu zaman, $40:32=1\frac{3}{4}$ çevirme oranı gereklidir.

$1\frac{3}{4}$ 'lük çevirme oranı için delik sayısı 4'e bölünebilen bir delik dairesi olan (örneğin dairesel bölüntülerinden birinde 16 delik bulunan delikli ayna) bir delikli ayna kullanılır. Radyal olarak kaydırılabilen çevirme kolu, bu delikli aynanın üstünde ayar edilir ve ondan sonra tam bir devir ve 4 delik aralığı kadar döndürülür. Bu esnada delikli aynanın tespitleme pimi vasıtasıyla birlikte dönmesine engel olunur.

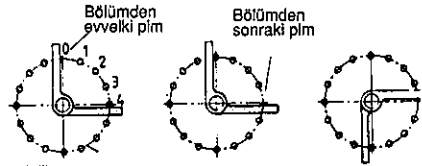
Değiştirilebilen delikli aynalar, ortak tek göbekli, muhtelif delik sayılarında 6 veya 8 sıra delik dairesine sahiptir (Şekil 2). Delikli aynada delik dairesinin üzerindeki deliklerin ara mesafeleri eşittir. Delikli ayna makası ile delik ara mesafelerinin hatalı sayıları belirlenir (Şekil 3). Makas kolları arasının, delik ara mesafesinden daima bir delik fazla olacak şekilde hesaplanmış olması gerekir.

Seçilebilir delikli ayna



- I. Delikli ayna : 15, 16, 17, 18, 19, 20
- II. Delikli ayna : 21, 23, 27, 29, 31, 33
- III. Delikli ayna : 37, 39, 41, 43, 47, 49

Şekil 1 : Delikli aynalar



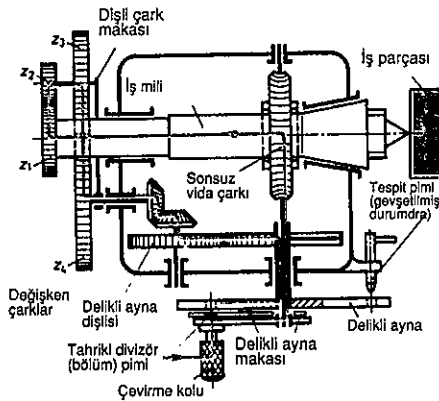
Dört delik ara mesafesi sayınız ve makas arassını ayarlayınız (0'dan itibaren)

Delik ara mesafesinin sayıları makas yardımıyla belirlenir

Makasın boşta çıkan kolunu pime doğru çeviriniz

1. Çalışma aşaması
2. Çalışma aşaması
3. Çalışma aşaması

Şekil 2 : Delikli ayna makasının kullanılması



Şekil 3 : Diferansiyel (Yedirmeli) Bölüm

Her bölmeye (taksimata) göre çevirme kolu aynı yönde döndürülmelidir.

Diferansiyel Bölme (Eşit Bölme)

Eğer gerekli olan sayıda delik dairesi delikli aynada mevcut değilse ve endirekt bölme mümkün değilse, bu taktirde diferansiyel bölme kullanılır (Sayfa 151, Şekil 3). İlk önce, istenen bölüm sayısı T 'nin yakınında bulunan ve endirekt olarak bölür bilen bir yardımcı bölüm sayısı T' seçilir.

$$n_k = \frac{i}{T'}$$

Yardımcı bölüm sayısı, istenen bölüm sayısından daha büyük veya küçük olabi. Bu durumda meydana gelen fark, delikli aynanın aynı yönde veya zıt karşı yönde döndürülmesi suretiyle dengelenir, bu sırada tespit piminin boşa olması gerekir. İ dengeleme hareketi divizör iş mili tarafından değişken çarklar ve delikli ayna tahri üzerinden sağlanır. Değişken çarkların yapılacak bölme işlemine göre hesaplanma gerekir.

$$\frac{Z \text{ tahrik eden (Çeviren)}}{Z \text{ tahrik edilen (Çevrilen)}} = \frac{i}{T'} (T' - T)$$

Seçilen yardımcı bölüm sayısı $T' > T$ ise, bölüm adımının küçülmemesi için delikli aynanın divizör kolu ile aynı yönde dönmesi gerekir.

Seçilen bölüm sayısı $T' < T$ ise, bölüm adımının büyümemesi için, Delikli aynanın divizör kolu ile ters yönde dönmesi gerekir.

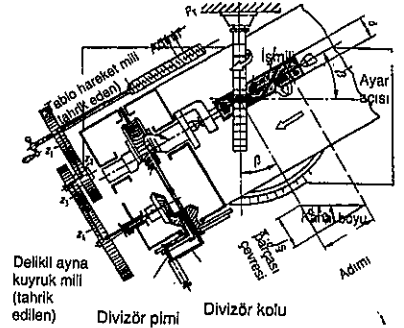
Helisel Kanalların Frezede Açılması (Vida Frezeleme İşlemi)

Helisel kanalların, (helisel diş açılmış freze çakıların, helisel matkapların veya helisel dişli çarkların) freze işleminin yapılmasında, iş parçasının doğrusal ilerleme hareketi, tablanın hareketiyle sağlanır. Tabla ilerleme hareketine göre, ayar edilmesi gerekli olan dönme hareketi için tahrik, tablanın mili tarafından, değişken çarklar, konik dişli çarklar (aktarma oranı i) delikli ayna, bölme pimi ve sonsuz vida ve dişli çarkı (aktarma oranı i) üzerinden divizör iş milline ve böylece iş parçasına iletilir (Şekil 2).

Birçok kanalların freze edilmesinde bölüm sayısı endirekt bölme suretiyle elde edilebilir.

Helisel kanalın frezelenmesinde değişken dişli çarkların diş sayılarının oran (z_t/z_g), öyle seçilmelidir ki, iş parçasının tam bir devrinde, tablanın aldığı yolun, heliselin adımı p 'ye oranına eşit olmalıdır. Takım olarak testere freze çakıları, kanal frezeleri veya profil frezeleri kullanıldıklarından, freze çakısının, serbest kesmesi için freze tablasının freze çakısı eksenine göre ayar açısı kadar eğik duracak şekilde çevrilmesi suretiyle iş parçasının ayar edilmesi gerekir. Bu, ancak bir **üniversal freze tezgahında** mümkündür (Şekil 1).

Helisel kanalların frezelenme işleminde, helisel parçanın adımı P ve helis açısı α freze tablasının ayar açısı β ve değişken dişli çarkların diş sayıları hesaplanır (Şekil 2).



Şekil 1: Helisel kanalın frezelenmesi

Heliselin adımı $P = \pi \cdot d \cdot \tan \alpha$	Helis açısı $\tan \alpha = \frac{P}{\pi \cdot d}$
Ayar açısı $\tan \beta = \frac{\pi \cdot d}{P}$	Değişken çarklar $\frac{z_t}{z_g} = \frac{P_T \cdot i \cdot i_t}{P}$

Şekil 2: Helisel kanalın frezelenmesi için formüller

2.8.5.7 Freze tezgahları

Yapı şekline ve kullanma amacına göre, freze tezgahları konsollu freze tezgahları, yataklı freze tezgahları ve özel freze tezgahları olmak üzere gruplara ayrılır.

Freze iş milinin konumuna göre, yatay freze tezgahları ve düşey freze tezgahları olmak üzere gruplara ayrılır.

Kumanda tarzına göre, freze tezgahları mekanik kumandalı (Şekil 1) ve nümerik kumandalı tezgahları olmak üzere gruplara ayrılır.

Konsollu Freze Tezgahları

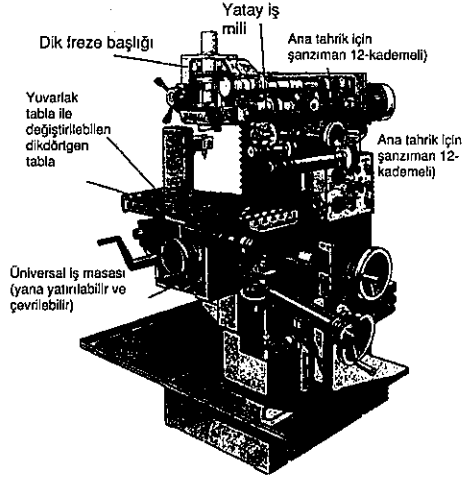
Konsollu freze tezgahları da yatay, düşey ve üniversal freze tezgahları olarak gruplara ayrılır (Şekil 1).

Üniversal freze tezgahları, bir yatay ve bir düşey iş miline sahiptir (Şekil 1). Bunların tablası her seferinde sağ veya sol tarafa doğru 45° çevrilebilir ve genel olarak ta yana yatırılabilir.

Konsollu freze tezgahının kaidesi, tablayı, ana tahrik motorunu, şanzımanı ve karşılık yatağı kısmını taşır. Kaidenin ön tarafında dik duran bir kızakta asılı olan (açılı tabla), düşey hareketi sağlar (Şekil 1). Konsolun üstünde boyuna hareket için hareket eder. Enine hareket (Enine kızaklar), kaide üstündeki yatay kızaklar üzerinde sağlanır, dolayısıyla bütün iş mili ünitesi takımla birlikte hareket ettirilir.

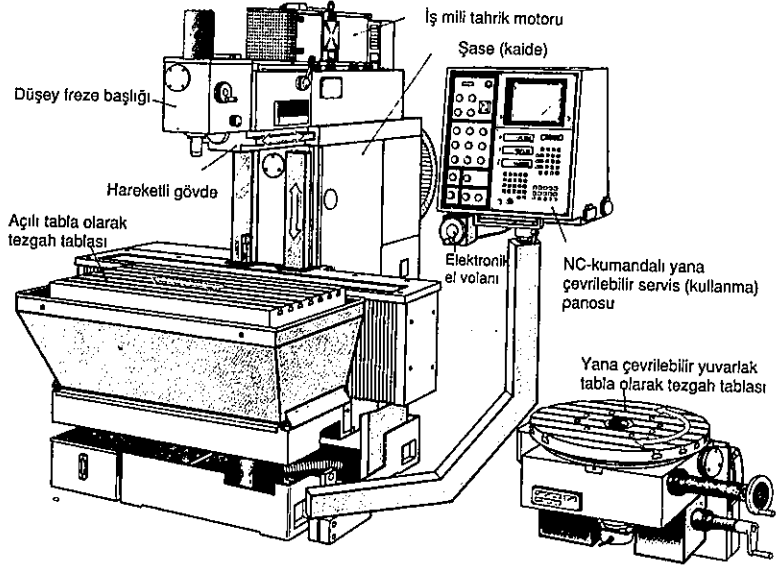
CNC Kumandalı freze tezgahları; genel olarak 3 eksende hareket kumandaları ile donatılmıştır (Tablo 1, Sayfa 154, Şekil 1). Tezgahın tablasında NC Kumandalı Yuvarlak bir iş tablası da bulunabilir.

Bütün eksenler aynı yönlü ve zıt (karşı) yönlü frezeleme işlemi için boşluksuz, bilyalı vida dişli şanzımanlara sahiptir. Her eksen doğrudan doğruya ölçme yapan, yol ölçme sistemli münferit bir ilerleme hareketi tahrik ünitesine sahiptir.



Şekil 1 : Konsollu freze tezgahı (Üniversal freze tezgahı)

Tablo 1 : Tezgah (Makina) Kartından Alınan Özet			
Adı	Üniversal-Freze Tezgahı		
Kumanda	Doğrudan doğruya yol ölçme sistemleri olan 3(4)-eksenli-CNC-hat kumandalı		
Boyutları LxBxH	3.8 m x 2.6 m x 2.1 m		
Toplam ağırlığı	3300 kg		
İş Tablası	1000mm x 500mm		
NC-Yuvarlak Tabla	Ø 500 mm		
İş mili	Tahrik	Alternatif akım motoru (8kw)	
	Devir sayısı	25-----2500 devir/dakika	
Takım bağlama kuvveti	1200 N (hidromekanik)		
İlerleme tahriki	Her ekseninde bir alternatif motoru		
	İlerleme yolu	Devir sayısı	Gücü
Boyuna	700 mm	1---2000 dev/dak	1.4 kw
Enine	550mm	1--2000 dev/dak	1.8 kw
Düşey	500 mm	1--1750 dev/dak	1.5 kw
İlerleme hızı	1---2000 mm/dakika Hızlı hareket: 5 m/dakika		



Şekil 1: 3-Eksenli kumandalı üniversal-konsollu freze

Çevrilebilen düşey freze başlığı bir açılı şanzıman üzerinden yatay iş mili ile bağlanmıştır.

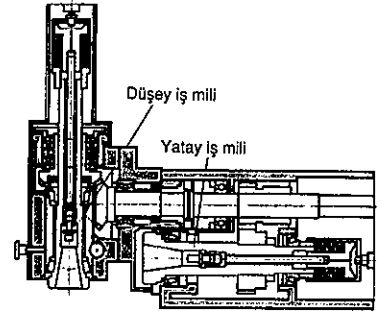
Yatay ve düşey iş milleri, elektrohidrolik olarak kumanda edilen, hızlı-takım bağlama tertibatları ile donatılmıştır (Şekil 2).

Programlanmış takım değişiminde NC- Programı tarafından NC- Kumandasının içine entegre edilen, hafızası programlanan bir kumandaya bir komut vermesi sağlanır.

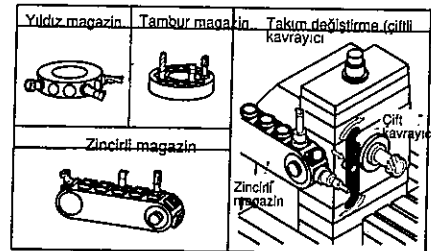
Takımlar, bir kavrayıcı (tutucu) tarafından alındığı ve iş milinin takım alıcı tertibatının içine yerleştirildiği takım magazinlerinin içine depolanır (Şekil 2).

Bunlar, Yıldız magazinler, tambur magazinler ve zincir magazinler olarak gruplara ayrılır (Şekil 3).

Takım değişiminin hızlı olarak yapılması gerektiğinde, aynı zamanda bir takım iş milinden diğer bir takımında magazinden alan çift kavrayıcı (tutucu) sistemler kullanılır (Şekil 3). Kavrayıcının dışarıya hareket etmesinden ve yan tarafa çevrilmesinden



Şekil 2: Hidrolik hızlı takım bağlama tertibatı olan yatay ve düşey iş mili



Şekil 3: Takım magazinleri (depoları) ve takım değiştirme

sonra yeni takım iş milinin içine yerleştirilir ve diğer takım da kendi magazinindeki yerine konulur.

Yataklı Freze Tezgahları

Yataklı freze tezgahları, sadece boylamasına hareket eden yükseklik ayarı değiştirilemeyen bir tablaya sahiptir. Diğer bütün hareketler bir veya daha fazla iş mili takımını tarafından elde edilir. Yataklı freze tezgahları özellikle büyük ve ağır iş parçalarının işlenmesi için kullanılır.

Tekrarlama Soruları

- 1 Frezeleme işlemi esnasında konsollu bir freze tezgahının üstünde takım ve iş parçası tarafından hangi hareketler yapılır?
- 2 Alın düz frezeleme işleminin çevresel düz frezeleme işlemlerinden farkı nedir?
- 3 Aynı yönlü frezeleme ve zıt (karşı) yönlü frezeleme işlemlerinde kesme ve ilerleme hareketleri bakımından ne fark vardır?
- 4 Alın-düz frezeleme, çevresel-düz frezelemeye göre neden daha ekonomiktir?
- 5 Freze çakıları hangi niteliklerine göre gruplara ayrılır?
- 6 Hangi kesici ağız malzemeleri frezelemede kullanılır?
- 7 Frezelemede sert metal-döner kesici plakaların (uçların) kullanılması hangi avantajları sağlar?
- 8 Frezeleme işlemine, sert metal döner kesici plakaların talaş açısının muhtelif kombinasyonları nasıl etki eder?
- 9 Döner kesici plakaların aşınma şekillerini, acil yardımın sebeplerini ve tedbirlerini açıklayınız.
- 10 Freze çakısının talaş kaldırma işleminde rijit konik sap hangi avantajlara ve dezavantajlara sahiptir?
- 11 Freze çakılarının bağlanması nelere ihtiyaç vardır?
- 12 Hangi çalışmalar üniversal divizör aparatı ile yapılabilir?
- 13 Delikli ayna makasının kullanılması esnasında endirekt bölmede neye dikkat edilmelidir?
- 14 Freze tezgahları nasıl gruplandırılır?
- 15 Hangi özellikler, üniversal freze tezgahını karakterize eder?
- 16 Hangi özellikler, CNC-Kumandalı freze tezgahlarını karakterize eder?
- 17 Hangi takım magazinleri hangi gruplara ayrılır?
- 18 Takım değişiminin daha hızlı olması için, hangi takım değiştirme sistemi uygulanır?

2.8.6 Broşlama (Boşaltma -Tiğ Çekme)

Broşlama, geometrik olarak belirli kesici ağızları olan broş (tiğ) adı verilen takımla talaş kaldırma işlemidir. Broşlamada; broşlama takımları, genel olarak bir iş hareketi, iş parçalarının iç veya dış yüzeyleri, profil verilmiş bir kalıp vardır. Broşlama, seri imalatta yüksek yüzey kalitelerinde ve büyük şekil tamlığındaki profillerin imal edilmeleri gereken yerlerde kullanılır. Broşlama (boşaltma) takımı çok pahalı olduğundan, ancak büyük miktarlardaki parçalar için ekonomiktir.

Broşlama Metodu 1)

İç broşlama ve dış broşlama olmak üzere gruplara ayrılır.

İç Broşlama

İç broşlamada, profiller bir delikten dışa doğru broşlanırlar (Şekil 1). İş parçası bağlanmaz, sadece mil ve takımın kızağı üzerinden sürülür ve tezgahın iş parçası dayama kalıbının üstüne düz olarak konulur (Sayfa 157, Şekil 2). Broşlama takımı delikten geçirilen çekme sapından çekilir ve istenen profil elde edilir.

Civata broşlama da (helsel kanal açmada) broşlama takımının dişleri civata şeklinde yapılmıştır (Şekil 2). İş parçası dönebilecek şekilde yataklandırılmış, alıcı (tutucu) ağız içine yerleştirilmiştir. Broşlama esnasında dişlerin yan tarafları vasıtasıyla, broşlanması icap eden kanalın eğim açısını sağlayacak şekilde iş parçası döndürülür.

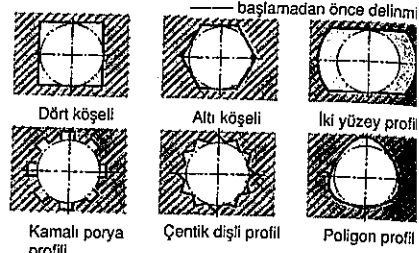
Dış Broşlama

Dış broşlamada takım, dıştan iş parçası boyunca kılavuzlanır (Şekil 3). Büyük kesme ve sıkıştırıp çıkarma kuvvetlerinden dolayı takımın rijit olarak bağlanmış ve desteklenmiş olması gerekir.

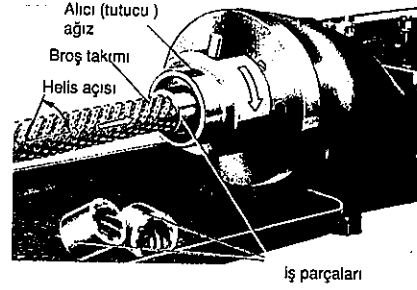
Etrafi (Çevresel) Broşlamada (Tüp ve çanak broşlamada) takım iş parçasının etrafını tamamen kuşatır ve örneğin bir çekmede bir dış dişin broşlama işleminin yapılmasını mümkün kılar. Takım parçalıdır.

Broşlama Takımları

Broşlama takımları mil, kılavuzlama kızağı, dişli, kılavuz kısmı ve son kısımda meydana gelir (Sayfa 157, Şekil 1). Dış açmanın talaş alma kısmında, kesici ağız dişlerinin kademelendirilmesi suretiyle talaş kalınlığı (h) meydana gelir (Şekil 4).



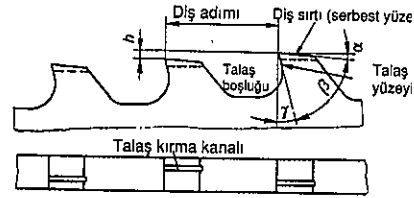
Şekil 1: İçi broşlanmış profiller



Şekil 2: Civata broşlama

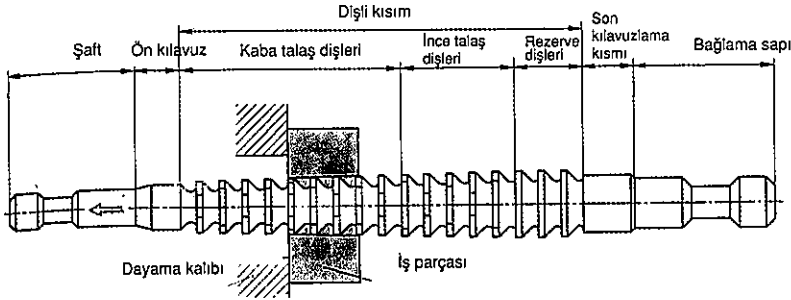


Şekil 3: Dıştan broşlanmış profiller



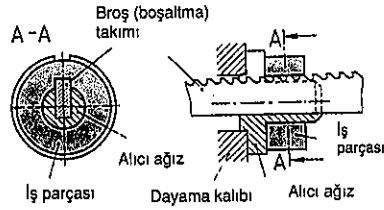
h=Talaş kalınlığı α=Boşluk açısı β=Kama açısı δ=Talaş açısı

Şekil 4: α=Broş (tiğ) dışı değerleri



Şekil 1: Bir iç profilli broşlama takımı

Kaba talaş alma dişleri, talaş kaldırmanın en büyük payını üzerine alırlar ($h \approx 0,2$ mm). İnce talaş broşlama en az 3 diş ($h < 0,2$ mm)'ten meydana gelir. Sonuncu ince talaş alma dişi ve temizlemenin ilk dişi imalat ölçüsünde yapılır. Takım, aynı profile ve aynı ölçülere sahip olan ve iş parçasının yüzeylerini perdelayan (kalibre eden) en az 3 rezerve dişine sahiptir. Bunlar tekrar bilenmeleri esnasında referans olarak da hizmet ederler.



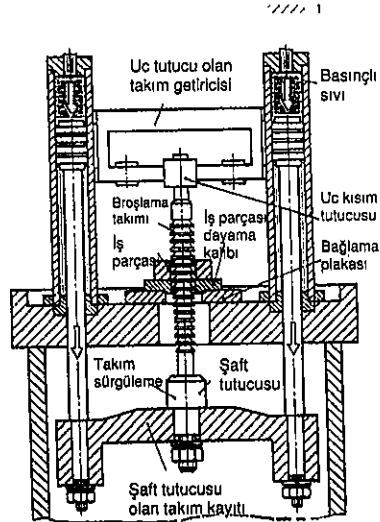
Şekil 2: Bir kanalın broşlanması için takım

Kesici ağız açısı ve talaş boşluğu, broşlanması gereken yüzeylerin boyuna ve iş malzemesinin talaş kaldırılabilirliğine göre belirlenir. Boşaltmadan evvel delinir. Serbest açı çok küçüktür ($1, 5^\circ \sim 2^\circ$), böylece diş alınının tekrar bilenmesinde bu değer aynen kalır. Talaşların, yan serbest yüzeyler ile, broşlanan yüzeyler arasında sıkışmasına ve buraların çatlamasına, serbest yüzeylerdeki talaş kırıcı kanallar engel olur. Broşlama esnasında kullanılan broşun 2 ila 6 dişinin aynı zamanda kesmesi mümkün olacak şekilde seçilmesi gerekir. Ne kadar fazla diş malzemeyle temas halinde olursa, broşlama (tığ çekme) işlemi o kadar sakin cereyan eder.

Broşlama Tezgahları (Boşaltma -Tığ Çekme Makinaları)

Broşlama makinalarının yapısı basittir, çünkü onlar sadece broş takımının doğal kesme ve geri dönüş hareketini temin eder. Tahrik ve kumanda hidrolik olarak sağlanır. Onlar yarı-otomatik veya tam otomatik olarak çalışırlar. Kesme hızları 10 m/dak ila 40 m/dak arası bir değerde seçilir.

Yatay Broşlama Tezgahları, çok yer kaplar. Bunlar az miktarda üretilecek parçalar için kullanılır.



Şekil 3: Düşey-İç broşlama tezgahı (makinesi)

Düşey Broşlama Tezgahları, daha az yer kaplar (Safa 157, Şekil 3). Hareket tertibatındaki takımın ileri geri hareketi otomatik olarak sağlanabilir.

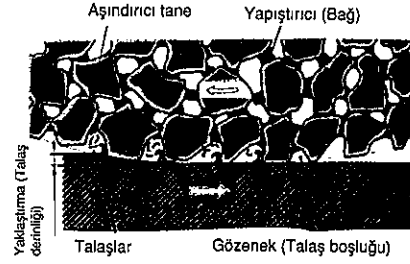
Zincirli Broşlama Tezgahları, bir zincir bandı üstüne bağlanan, iş parçalarının kesme hareketini sağlayan ve sıkı olarak bağlanan broşlama takımı boyunca çekildiği, yatay dış broşlama tezgahlarıdır.

Tekrarlama Soruları

- 1 Hangi durumlarda broşlama ekonomiktir?
- 2 Broşlama metodları hangi gruplara ayrılır?
- 3 Broşlama takımının yapısı nasıldır?
- 4 Kaç türlü broşlama tezgahı (makinaları) vardır?

2.8.7 Taşlama

Taşlama, geometrik olarak belirli olmayan kesici ağızlarla talaş kaldırma işlemidir. Dönen taşlama taşı bağlayıcı maddelerle bağlanan taş taneciklerinden ve talaş boşluğu olarak görev yapan, gözeneklerden meydana gelir (Şekil 1).



Şekil 1 : Taşlama işlemi

Taşlama Avantajları

- Taşlanan kısımların yüksek yüzey kalitesi
- Sert ve zor talaş kaldırılabilen malzemelerin iyi talaş kaldırılabilirliği
- Yüksek talaş hacmi (Özel taşlama metodlarında ve rijit tezgahlarda)

2.8.7.1 Aşındırıcılar (Taş Maddeleri)

Aşındırıcı Çeşitleri

Doğal aşındırıcılardan yağ taşı, zımpara ve elmas anlaşılar. Yapay aşındırıcılar da elektrik fırınlarında ergitilir, (Örneğin korund veya silisyum karpit gibi) veya yüksek basınç ve sıcaklık altında preslenmek suretiyle yapılır, (örneğin elmas ve kubik bor nitrid gibi) (Tablo 1).

Tablo 1: Aşındırıcı çeşitleri					
İşareti	Aşındırıcı cinsi	Sertliği		Uygulama alanları	
		Mohs'a göre	Knoop' HK ya göre		
A	Normal korund	-9	1635...	Sertleştirilmemiş çelik, lamper döküm gibi 60 HRC' nin altındaki (Rm<500 N/mm ²) Orta sıkı ila sert malzemeler.	
	Yarı saf korund (Al ₂ O ₃)		2080		
	Saf korund (Al ₂ O ₃)	9,0...9,2	2080	Takım çeliki gibi 60 HRC' nin üzerindeki sıkı sertlikte olan çelikler; camların taşlanması ve polisaj yapılması	
C	Silisyum karpit (SiC)	9,5...9,7	2480	Sert metallerin (HM), kır dökümün (GG), seramığın, demir olmayan (NE), metallerin düz taşlanması, çelikin derin taşlama işlemi, düzeltme, kazıma (kasma) işlemi	
B	Bor nitrid (BN)	--	4700	HSS-çeliki, sıcak ve soğuk iş çelikleri gibi gevrek olmayan sert çeliklerin hassas taşlanması	
D	Elmas (C)	---	10	7000	Sert metal (HM), kır döküm(GG), cam, seramik, nimoik gibi simki sert ve gevrek malzemelerin hassas taşlanması için
Knoop'a göre, baskı (nüfuz) derinlikleri 172.5° ve 130° uç açıları olan bir elmas pramitle ölçülür					

Taşların (Aşındırıcıların) Aşınma Sebepleri

Aşındırıcıların kimyasal ve ısı (termik) nitelikleri genel olarak taş tanelerinde şiddetli yüzey aşınmasına sebebiyet verirler (Tablo 1).

En sık olanı, aşındırıcının malzeme ile kimyasal reaksiyonu halinde meydana gelir, fakat soğutma sıvısı ile veya hava ile meydana gelen reaksiyonlar da tane aşınmasına yol açabilir.

Diffüzyon aşınması, taşlama sıcaklığına çok yakından bağlıdır. 800°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda, örneğin karbon atomları elmas tanelerinden çelik dokusuna nüfuz ederler (yayırlılar) ve demir, vanadyum ve Wolfram ile karpitler meydana getirirler.

Son olarak mekanik aşınma sebepleri, aşınma şeklinin ağır bastığı hususları belirler (Şekil 1). Kesme kuvveti vasıtasıyla tanelerin fazla yüklenmesi halinde genel olarak taşlama taşlarında makro aşınma ağır basar. Küçük kesme kuvvetlerinde, ilk önce artan sürtünme aşınması ile, tane parçalanıp dağıtacak kadar veya kırıp yerinden sökecek kadar yüksek mertebede tane yüklemesi olur (Kendi kendine bilene etkisi).

Aşınma yüzeyinin oluşumu, yüksek sıcaklıkta sürtünme ve kimyasal reaksiyon nedeniyle meydana gelir.

Mikro parçalanma, özellikle çok kristalli (polikristalli) tanelerde ve küçük tane yüklemelerinde iz bırakarak meydana gelir.

Tane kırılması, gevrek tek (mono) kristalli bir tane ve orta veya yüksek bir tane yüklemesinden kaynaklanır.

Tane kopması, sık dokularda, yüksek tane yüklenmesinde veya daha az tane tutma kuvveti halinde meydana gelebilir.

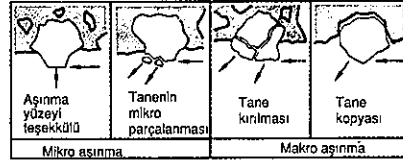
Tane

Bir aşındırıcı tane, bir taşın tane büyüklüğü hakkında fikir verir (Şekil 2). Taneler, muhtelif delik büyüklüğü olan eleklerle elenmek suretiyle kaba, orta ve ince olarak belirlenirler. Tane numarası, 1 parmak (inç) uzunluğundaki eleğin bir sırasındaki delik sayısına karşılık gelir. Çok ince taneler çöktürme metodu ile ayrılır.

Aşındırıcılardan elmas ve bornitritin taneleri elek ilmek açıklığına karşılık gelmek üzere μm cinsinden verilir. D150 (elmas tanesi) ve/veya B150 (CBN tanesi) 125 μm ile 150 μm arasındaki bir tane büyüklüğüne sahiptir.

Pürüzlülük derinliğinin ne kadar az olması ve taşlama profilinin ne kadar keskin kenarlı olması isteniyorsa, tanenin o kadar ince olması gerekir (Şekil 2). Böylece

Aşındırıcı cinsi	Kimyasal reaksiyon	Isıya karşı dayanıklılık	Isı iletim kabiliyeti
Korund	Yok	Taşlama sıcaklığının dayanıktır	Düşük
Silisyum karpit			Yüksek
Karpit bornit	1050°C'den itibaren parçalanma	1200°C'den itibaren parçalanma	Yüksek
Elmas	800°C'den itibaren karpit teşekkülü 1000°C'den itibaren CO ₂ teşekkülü	800°C'den itibaren CBN'den daha yumuşak olur ve granül haline dönüşüm	Çok yüksek



Şekil 1 : Aşınma şekilleri

Sertleştirilmiş takım çeliği	Honlama, lepleme, polisaj			
Kaynak noktalar, bronz, plating				
Sertleştirilmemiş takım çeliği				
GS, GTW, GTS, GC	Elmas ve CBN ile hassas taşlama			
Yapı çeliği				
Tane	8...36	46...80	0.16...0.05	220...1200
Tane büyüklüğü (mm)	2.83...0.42	0.3...0.15	90...180	0.075...0.003
İşaretleme	Kaba	Orta	İnce	Çok ince

Şekil 2 : Tanelerin kullanılması

sertleştirilmiş çeliklerin kaba taşlanması için yaklaşık 30 büyüklüğünde tane ve ince taşlanması için 80 büyüklüğünde tane seçilmelidir.

Kaba tane, kaba taşlama işlemleri için ve ince tane hassas taşlama işlemleri için elverişlidir.

Tane cinsleri, taneler şekillerine göre sivri taneler ve blok taneler olarak gruplara ayrılır (Şekil 1). Sivri taneler, uzun talaş kaldırılan malzemeler için çok uygundur.

Keskin kenarları olan blok taneler, sıkı sert ve gevrek malzemelerde aşınmaya daha dayanıklıdır.

Mono kristalli taneler, bir blok biçimindeki şekle ve büyük tane mukavemetine sahiptir. Bundan dolayı onlar, camın ve seramiğin taşlanması için idealdirler.

Polikristalli taneler,

Tane cinsleri belirsiz bir şekle ve kesikli (çatlak) bir yüzeye sahiptir. Taşlama esnasında polikristalli tanelerden önemli ölçüde monokristalli taneler halinde çok miktarlarda kesici partiküller meydana gelir. Şiddetli aşınma olan sert metallerde, bu nedenle yüksek bir verim sağlanır. Etiler ve diğer pürüzlü yüzeyler, tanelerin kırılması esnasında bağlayıcı maddenin içi iyi bir tutunma gerçekleştirir.

Tanenin kaplanması, tane tutunma kuvvetini artırır. Nikel ve bakır ile kaplanan taneler, bağlayıcı maddesine aynı ölçüde bir ısı geçişini mümkün kılar.

2.8.7.2 Zımpara taşları ¹⁾

Zımpara taşları, aşındırıcı cinsi tane büyüklüğü bağlayıcı (birleştirme maddesi) sertlik derecesi ve doku vasıtasıyla belirlenir.

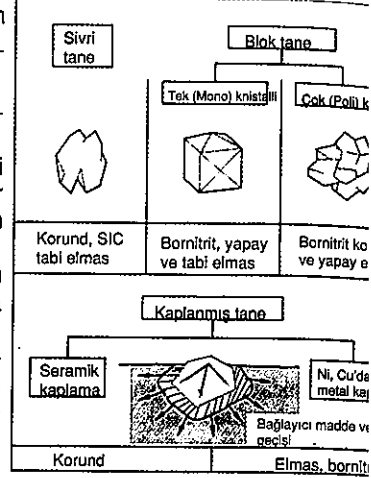
Tablo 1: Zımpara Taşlarının Bağlayıcısı

İşareti	Bağlayıcı cinsi	Bağlayıcı maddesi	Nitelikleri	Kullanma yerleri
V	Seramik bağlayıcı	Feldspat Kil Kuarz kumu	Gözenekli, gevrek, ısıya, suya, yağa karşı duyarsız, kolay profilendirilebilir	Çeliklerin korund ve silisyum karbide kaba ve ince taşlanması
B BF	Suni reçine-Elyaf maddesi ile takviye edilmiş	Soğutan veya stabilize eden dolgu maddeleri olan fenol reçinesi	Kesif veya gözenekli, sıkı, elastik, yağa dayanıklı, yüksek çevresel hız, soğuk taşlama	Kaba ve kesme taşlanması, zirkon korund (zeberced)'lu yüksek basınçlı taşlama, elmas ve bornitli profil taşlama
M	Metal bağlayıcı	Sinter metaller bronzlar, sert metaller (SM) wolfram	Kesif veya gözenekli, sıkı, basınca ve ısıya karşı duyarsız, yüksek tane tutma kuvveti	Elmas ve bornitli profil ve takın taşlama (yaş bileme)
G	Galvaniz bağlayıcı	Galvaniz metal kaplama	Dışarıya uzanan taneler vasıtasıyla sıkıca tutulabilirlik	Sert metal (SM), sertleştirilmiş çeliklerin (HSS) iç taşlanması, elle taşlama
R RF	Lastik (Tabii reçine)	Lastik (tabii reçine)	Elastik, soğutucu taşlama yağ ve ısıya karşı duyarlı	Kesme taşlaması, kanallı taşlama

Zımpara Taşlarının Bağlayıcısı

(Birleştirme maddesi)

Bağlayıcı, her bir tane körelinceye kadar, bunları taş üzerinde tutmak görevine sahiptir. Kullanılan bağlayıcı maddesinin cinsi ve miktarı zımpara taşının sertlik derecesine ve aşındırma niteliklerine etki eder (Tablo 1).



Şekil 1: Tane çeşitleri

Tablo 2: Zımpara taşlarının sertlikle

Niteligi	Sertlik derecesi	Kullanma alanları
Aşırı yumuşak, çok yumuşak	A, B, C, D E, F, G	Sert malzemelerin derin taşlama ve yontma
Yumuşak orta	H, I, J, K L, M, N, O	Geleneksel (olağan) metal taşlama
Sert, çok sert aşırı sert	P, Q, R, S T, U, V, W X, Y, Z	Dış yuvarlak taşlar yumuşak malzeme

Sertlik Derecesi

Statik sertlik, tanenin, tane kümesinden kopmaya karşı direncini ifade eder (Sayfa 160, Tablo 2). Bir taşlama maddesinin sertlik derecesi, tane sertliğini değil, bağlama maddesinin taneyi tutma kuvvetini ifade eder.

Sert veya gevrek malzemelerin taşlanması esnasında, şiddetli sürtünme aşınmasından dolayı taş taneleri çabuk körelir. Sadece yumuşak bir taş, relatif (bağıl) olarak küçük tane yüklenmesi halinde "kendi kendine bilene etkisi"ni temin edebilir. Çok yumuşak bir taş fazla aşınacağından dolayı ekonomik olmaz.

Yumuşak ve sıkı malzemelerde sürtünme aşınması daha azdır, fakat taneyi etkileyen kuvvetler daha yüksektir. Tane parçalara ayrılmaya ve kopmaya eğilim gösterir. Taşın aşınmasını makul sınırlarda tutmak için, bu malzemelerde sık dokulu sert taşların kullanılması gerekir. Bununla beraber, çok sert bir taş taneyi çok uzun süreyle tutar ve dolayısıyla parlatır. Aynı zamanda taşlama basıncı ve temas bölgesindeki sıcaklık artar.

Bir zımpara taşının **dinamik sertliği**, taşlama esnasında tanenin kopmasına karşı gelen direncini ifade eder. Bu sertlik statik sertliğe, taneye ve çalışma şartlarına bağlıdır.

Sert malzemeler için yumuşak taş ve yumuşak malzemeler için sert taş kullanılır. Tane büyüklüğü ve ilerleme hızı ne kadar küçük olursa, zımpara (taşlama) taşı da o kadar yumuşak olmalıdır.

Doku

Zımpara taşının dokusu, taş tanelerinin, bağlayıcı maddesinin ve birleşen gözenek boşluklarının dağılımından meydana gelir (Şekil 1).

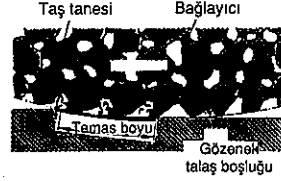
Talaş boşluğunun (gözeneginin) en az, bir taşlama tanesi tarafından temas bölgesinde kaldırılan talaş miktarını biran, içerisinde tutabilecek büyüklükte olması gerekir. Gözenekler çok küçük ise, talaşlar talaş boşluğunun içinde sıkışır ve savurma hareketi ve soğutma sıvısı artık talaşları dışarıya atamayabilir. Sonuç, yüksek talaş basıncı, şiddetli ısınma, duraklayıp vakit kaybetme, yüzeyde yanık benekleri ve muhtemelen taş çatlaklarıdır. Temas boyları ve ilerleme hızı ne kadar büyük olursa, doku o kadar açık (seyrek) olmalıdır.

Dokular 0 ila 14 arasındaki sayılarla ifade edilir (Şekil 2). Sayı ne kadar büyürse, doku o kadar açık olur, yani zımpara taşı daha da gözenekli olur.

Konsantrasyon

Elmas ve bornitrit zımpara taşlarında, fiyat ve kapasite yönünden aşındırıcı tane oranına karar verilir (Şekil 3). Herbir cm^3 'teki kırat (1 kırat = 0.2g) cinsinden konsantrasyon, zımpara taşının kaplama hacmindeki tane payını verir. 4.4 kırat'lık bir payı bulunan zımpara taşı, elmasta C 100 ile ve / veya bor nitritte V 240 (% 24 hacim) ile ifade edilmiştir.

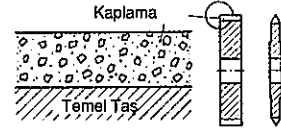
Yüksek bir konsantrasyon taş aşınmasını azaltır ve böylelikle ölçü ve şekil hassasiyeti için gerekli olan taş şartını yerine getirir.



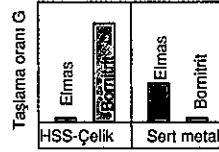
Şekil 1: Zımpara taşının dokusu ve temas boyu



Şekil 2: Doku karakteristik sayıları



Şekil 3: Elmas taşlama taşı



Şekil 4: Taşlama oranına etkiler

Tablo 1: Ekonomik taşlama oranına etkiler	
Aşındırıcı cinsi	Kullanım alanı
Korund	Büyük yüzeyler ve profiller, sık sık değişen profilli takım taşlama
Kübük bornitrit	HSS (sertleştirilmiş çelik) ve Hassas taşlama, Takım taşlama
Elmas	SM: (Sert metal) Hassas taşlama Takım taşlama

Taşlama Oranı G

Taşlama oranı, taş aşınmasına göre malzemeden talaş kaldırma oranını cm^3/cm^3 cinsinden ifade eder. Ölçü ve şekil hassasiyetinin sağlanması bakımından, taş aşınmasının mümkün olduğu kadar küçük olması gerekir. Malzeme, karbon alma eğilimine sahip değilse, en yüksek taşlama oranı elmas taneleri ile elde edilebilir (Sayfa 161, Şekil 4). İşleme masrafları hesaba katıldığında, zımpara taşı ve düzeltme masrafları dikkate alındığında, ekonomik sebeplerden dolayı, aşındırıcı çeşitlerinin tipik kullanma alanları elde edilir (Sayfa 161, Tablo 1).

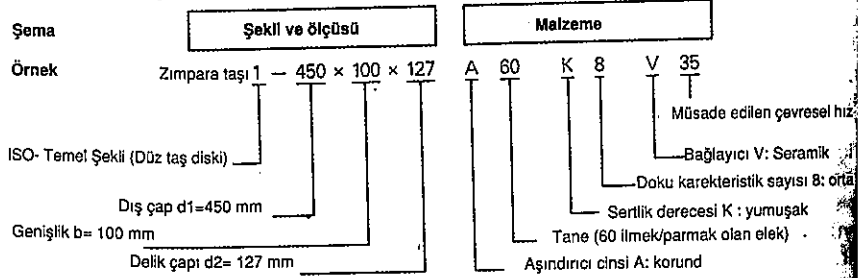
Taşlama oranı G'ye, önemli ölçüde malzeme, zımpara taşı ayrıca ilerleme ve kesme hızı ile etki edilir.

Bağlayıcı madde ile bağlanan aşındırıcı tanelerden yapılmış olan zımpara taşının gruplandırılması ve markalanması ilk önce temel şekline göre yapılır (Şekil 1). Alt gruplar, çeşitli tespitleme tarzları, bağlama delikleri ve kenar şekillerine göre oluşturulur. Honlama taşları, özel olarak standartlaştırılmıştır.

Zımpara Taşlarının Kontrol Edilmesi ve Bağlanması

Seramik birleştirmeli zımpara taşları kendi gevrekliğinden dolayı darbeye karşı duyarlıdır. Zımpara taşlarının çatlayıp parçalanmasına sac şeklinde çatlaklar, teknik kurallara uygun olmayan bağlama ve savurma kuvvetleri sebep olduğundan, kırılan parçalar 80 (km/saat) ila 400 km/saatlik disk çevresel hız ile çevreye savrulur. Eğer taşın çevresinde bir koruyucu takılmadan çalışılırsa, ölüme bile sebep olabilecek kaza meydana gelebilir.

Zımpara Taşının Tanımlanması

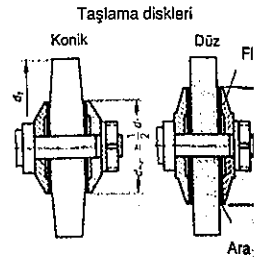


Kazalardan Korunma Talimatları

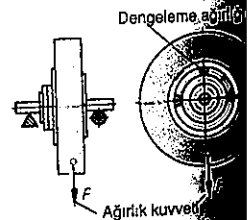
- Tezgaha bağlamadan evvel zımpara taşı, bir tınlama ses testinden geçirilmelidir. Bunun için zımpara taşları deliğinden elle tutulur ve bir ahşap takoz veya bir tornavida sapı ile yan taraflarına hafifçe vurulur. Eğer çatlak yoksa, zımpara taşı tiz bir tınlama sesi verir.
- Zımpara taşları hafifçe ve zorlanmadan taş miline takılmalıdır.
- Flanşın en küçük çapı düz zımpara taşlarında $2/3 d_1$ ve konik zımpara taşlarında $1/2 d_1$ ölçüsünde olmalıdır (Şekil 2).
- Eğilme veya bükülme yüklemesinden (zorlanmasından) kaçınmak için, aynı büyüklükte ve taşın her iki tarafına aynı şekilde flanş ve taş arasına yumuşak contalar konulmalıdır.

	Düz taş
	Silindirik çana
	Tabak taş
	Taşlama segmentleri
	Saplı taş
	Taşlama çubuğu (Taşlama eğel Gaz Taşları)
	Bileği taşı (Yağ taşı)

Şekil 1: Zımpara taşları temel şekilleri



Şekil 2: Zımpara Taş bağlanması



Şekil 3: Statik dengeleme

Her yeni bağlanan zımpara taşı, en az beş dakika mücade edilen en yüksek devir sayısında ve boşta dememe amacıyla çalıştırıldıktan sonra kullanılmalıdır.

Taşlama esnasında tezgahta çalışan, mutlaka bir koruyucu gözlük kullanılmalıdır.

Zımpara Taşlarının Dengelenmesi (Balansı)

Büyük, geniş zımpara taşları ve özellikle yüksek çevresel hızlarda, dengelenme oldukça önemlidir, zira dengeyi bozan kütlelerin merkezkaç kuvvetleri, devir sayısı ile çok etkili olarak artar.

Statik dengeleme için, zımpara taşı bir dengeleme terazisine veya bir makaralı sehpanın (dengeleme sehпасı) üstüne konulur (Sayfa 162, Şekil 3). Dengeleme ağırlıkları, zımpara taşı her konumda hareketsiz durana kadar, kanal içinde kaydırılır.

Zımpara Taşlarının Düzeltilmesi (Bilenmesi)

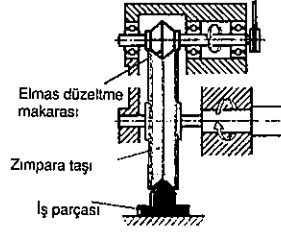
Düzeltenin maksat, iyi bir dairesel harekete erişmek, taşta muhtemelen yeni bir profil vermek, ayrıca yağlanmış veya körelmiş olan taşlara tekrar-keskinlik özelliği vermektir.

Tam olarak düzeltmek ve profillendirmek için bileme elması, elmas-düzeltilme makaraları veya çelik makaralar kullanılır. Elmas taneleri kendi sertliklerinden dolayı, zımpara taşlarının profillendirilmesi esnasında korund ve silisyum karbit taneleri aşındırıcak durumdadır.

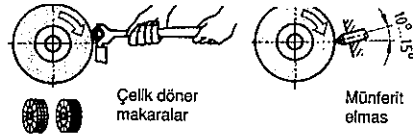
Tekli elmas uçlar taşlama boyunca hareket ettirilerek kullanılır. Talaş derinliği, 0.01 mm ila 0.03 mm arasında ve zımpara taşının herbir devrindeki ilerleme 0.05 mm ila 0.2 mm arasında alınır. Eğer düzeltme takımı 10° ila 15° eğik olursa, elmasın kullanma ömrü, önemli ölçüde uzatılır (Şekil 2).

Elmas düzeltme makaraları, zımpara taşının üstüne profil açarlar ve bundan dolayı hat kumandalı bileme elmasları gibi elastiki kullanılamazlar (Şekil 1).

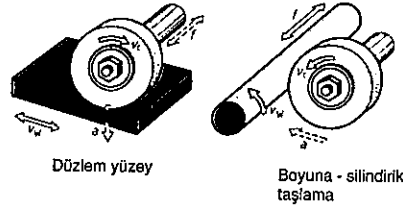
Taşlama sehпасının üzerinde düzeltme, tanelerin bilenmesi için çelik yuvarlak makaralar veya bağlayıcının kazınması ve tanelerin serbestçe açığa çıkması için silisyumkarbit - düzeltme taşları kullanılır (Şekil 2).



Şekil 1: Profil düzeltme makarası ile profil bileme



Şekil 2: Düzeltme takımları



Şekil 3: Taşlama esnasındaki hareketler

Tablo 1 : Taşlama metoduna bağlı olarak kaldırılan talaş büyüklükleri			
Talaş kaldırma değerleri	Geleneksel Taşlama	Yüksek hızla taşlama	Derin taşlama
V_c m/s	20...35	60...120	10...35
V_w m/dak da	4...30	1...4	0,003...0,3
$q=V_c:V_w$	20...120	500...7000	500...200000
a mm olarak	0,002...0,1	0,01...20	0,5...20

Tablo 2 : Mücade edilen max. taş çevresel hızı				
Renk bandları	Mavi	Sarı	Kırmızı	Yeşil
V_c m/s olarak	45	60	80	100

2.8.7.3 Taşlamada kaldırılan talaş büyüklüğü

Kaldırılan talaşların büyüklüğü, taşın aşınmasını, taşlama kalitesini ve taşlama metodunun ekonomikliğini önemli derecede etkiler (Sayfa 163, Şekil 3 ve Tablo 1).

Kesme hızı V_c , zımpara taşının çevresel hızına karşılık gelir. Kesme hızında, müsaade edilen en yüksek değerin aşılmasına izin verilmez, aksi takdirde merkezkaç kuvvetinin etkisiyle zımpara taşı çatlayıp parçalanabilir. Artırılan çevresel hız için zımpara taşları, renkli olarak enine bir band konulması suretiyle işaretlenmiştir (Sayfa 163, Tablo 2). Etiket üzerinde, müsaade edilen devir sayısı ve çevresel hız yazılıdır.

İlerleme hızı V_w (iş parçası hızı), düzlem yüzey taşlamada tabii ilerleme hızına ve silindirik taşlamada iş parçasının çevresel hızına karşılık gelir.

Enine ilerleme f , herbir kursta (stroka) mm cinsinden ve/veya silindirik taşlamada herbir iş parçası devrinde mm cinsinden zımpara taşının temas genişliğini belirler.

Talaş derinliği a , elde edilmesi gereken yüzeye, zımpara taşının dik olarak katettiği yoldur. Talaş derinliği, taşlama metoduna, taşlanması gerekli olan malzemeye, aşındırıcı madde çeşidine ve istenen yüzey kalitesine göre belirlenir. Talaş derinliği verilmeden yapılan son taşlama "perdahlama" veya "alazlama" olarak ifade edilir.

Hız oranı q , talaş kalınlığı ve böylece tane yüklenmesi için de bir ölçüdür.

$$q = \frac{V_s}{V_w} \cdot \frac{m}{s} : \frac{m}{s} \quad \text{İnce talaşlar, yüksek hız şartlarında ve (örneğin derin taşlama}$$

da, yan taşlamada ve ince taşlamada olduğu gibi) büyük temas boylarında meydana gelirler (Şekil 1). Hız oranı q , taşlama metoduna ve malzemeye uygun olarak seçilir (Sayfa 163, Tablo 1).

Örnek: Bir çelik mil 35 m/san'lik hızla taşlanmaktadır ($q=125$). Milin çevresel hızı şu bağıntıdan elde edilir.

$$V_w = V_c : q = 35 \frac{m}{s} : 125 = 0.28 \frac{m}{s} = 16.8 \frac{m}{dak}$$

Sabit kesme hızında ilerleme hızının artırılması, taş aşınmasını ve pürüzlülüğün derinliğini çoğaltır ve kenar bölge sıcaklığını azaltır.

2.8.7.4 Taşlama Isısı ve Soğutucu Yağlama

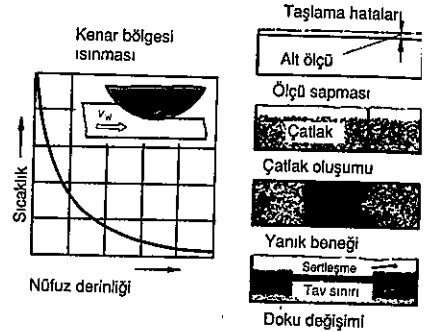
Taşlama esansında sürtünme ve talaş oluşumu nedeniyle ısı meydana gelir. Bundan dolayı, soğutma yapılmaz ise iş parçası kenar bölgelerinde 1000°C'ni üstünde bir sıcaklıkta ısınma meydana gelebilir. Kenar bölgelerinin ısınması ve çabuk soğutulması zımpara taşı hasarlarına neden olur (Şekil 2).

Tablo 1: Hız oranı q (Geleneksel taşlama) yüzey

Malzeme	Düzlem taşlama		Silindirik taşlama	
	Çevresel taşlama	Alından taşlama	Dış	İç
Çelik	80	50	125	6
Dökme demir	65	40	100	6
Cu, Cu - Alaşımı	50	30	80	5
Hafif metal	30	20	50	3



Şekil 1: Taşlama metoduna bağlı olarak temas yüzeyleri



Şekil 2: Kenar bölgesinin ısınması nedeniyle taşlama hataları

Taşılama bölgesindeki genişleme ve tekrar büzülme nedeniyle ölçü sapmaları, fazladan talaş kaldırmalar ve çatlak oluşumuna sebep olunur. Yanık benekleri, yüzeylerde su verme sıcaklıklarının meydana geldiğine dair görülebilen bir belirtidir. Bu, birçok durumlarda iş parçası sertliğinin alınmasına ve yeniden sertleştirilmesine yol açar. Genel olarak, yumuşak cidar olarak da adlandırılan su verme bölgeleri 140 µm'lik bir derinliğe kadar gidebilir.

Düşük bir kenar bölgesi sıcaklığına sunlarla erişilir.

- Küçük talaş derinliği ve küçük temas boyu
- Küçük hız oranı q
- Sıkı dokulu, az tane tutma kuvveti ve gevrek taneleri olan zımpara taşı
- İyi bir soğutma

Soğutma sıvısı, sürtünme ısısının azaltılmasını, talaş boşluklarının temizlenmesini ve iş parçasının soğutulmasını sağlar. En etkili soğutma sıvısı taşıma yağıdır, çünkü o sürtünme ısısını taşıma yağı emülsiyonundan daha şiddetli olarak düşürür. Taşıma yağı emülsiyonlarının kullanılması esnasında, kenar bölgesi ısınır ve sonra genel olarak taş çatlakları meydana gelecek şekilde etkili olarak soğutulur.

Yüksek taş hızlarında soğutma sıvısının yüksek basınç altında akıtılması gerekir. İlerleme hızı ne kadar düşük olursa ve ne kadar yüksek ısı meydana gelirse, soğutma sıvısı debisinin de o kadar büyük olması gerekir.

2.8.7.5 Taşılama Metodu

Taşılama Metodunun Tanımlanması

Tanımlama, elde edilmesi gereken yüzeyin sırasıyla ilerleme yönü, etki yüzeyi ve ayrıca konumu ve cinsi olarak metodun karakterize edilen belirtilerini kapsar (Tablo 1).







Örnekler: Boyuna-çevresel- düz taşılama

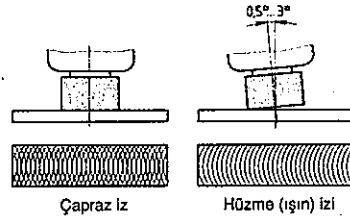
Dalma -dıştan- profil taşılama

Düzlem Yüzey Taşılama

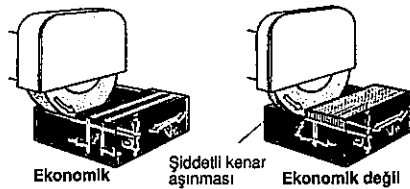
Alın Düzlem Taşılama

Alın düzlem taşılamada, büyük temas bölgesindeki çıkan talaşları almak için, talaş boşlukları nadiren yeteri kadar büyük olur (Şekil 1 ve sayfa 165 Şekil 1). Bundan şu sonuç çıkar: Yüksek taşılama basıncı, yüksek güç sarfiyatı ve az taşılama kalitesi.

B	Taşılama metodu	
İlerleme yönü		
Zımpara Taşının Etki yüzeyi		
Elde edilmesi gereken yüzey	Konumu	Dış yüzey taşılama, İç yüzey (delik) taşılama
	Cinsi	Düzlem taşılama, silindirik taşılama
		
Kesme hızı	Geleneksel taşılama Yüksek hızla taşılama	
Talaş derinliği	Pandürlü taşılama, derin taşılama	
Pürüzlülük	Kab, ince, hassas taşılama	



Şekil 1: Alın düzlem taşılamada taş izi



Şekil 2: Düzlem taşılamada enine ilerlemenin ve talaş derinliğinin etkisi

Taşlama metodu	mm cinsinden üst ölçü	mm cinsinden talaş derinliği a	mm cinsinden R _z	Tane	Vc M/S a ₀	Vw m/dk
Kaba taşlama	0,2 ...0,5	0,02 ...0,1	8 ...20	30... 46	20...35	20...30
İnce taşlama	0,02 ...0,1	0,005...0,05	5 ...10	46... 80		
Hassas taşlama	0,005...0,02	0,002...0,008	1,6... 6	80...120		

Temas boyunu kısaltmak için, taş mili düşey eksenenden 0,5 ila 3° çevrilebilir (Şekil 1).

Çevresel düzlem taşlama

Çevresel taşlama esnasında talaş kaldırma işi, taş çevredeki taneler tarafından yapılır. Temas boyu, zımpara taşının talaş boşlukları nadiren tamamıyla preslenecek kadar küçüktür, merkezkaç kuvveti ve soğutma sıvısının basıncı ile kolaylıkla temizlenir.

Mümkün olduğu kadar birçok aşındırıcı tanesinin talaş kaldırma işlemine iştirak etmesi için, taşın çapı ve genişliği büyük seçilmelidir (Sayfa 165, Şekil 2). İdeal durumda taş genişliği iş parçasının genişliğine karşılık gelir.

Enine ilerleme taş genişliğinin $\frac{1}{2}$ ila $\frac{4}{5}$ 'i kadar olmalıdır. Büyük bir enine ilerleme ve küçük bir talaş derinliğinde, bütün tanelerin taşlamaya katılması sağlanır. Bu suretle şiddetli kenar aşınmasından ve yüksek kısmı ısınma olayından sakınılır.

Mümkün olduğu kadar büyük ve geniş zımpara taşları kullanılarak büyük enine ilerleme ile çalışılırsa, çevresel taşlama daha ekonomik olur.

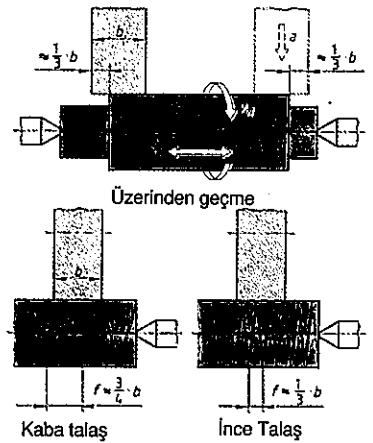
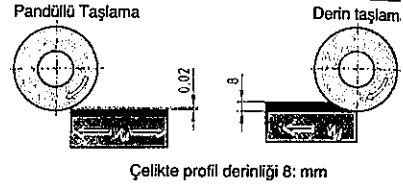
Rakkas Taşlama ve Derin Taşlama

Rakkas taşlamada, küçük talaş derinliği ve yüksek tabla hızı ile kademeli olarak derinliğin tamamı taşlanır (Tablo 1). Taşlama esnasında taşın, profil geçişlerinde şiddetli kenar aşınmasına yol açan, iş parçasının kenarlarının üzerinden geçirilmesi gerekir. Özellikle, daha kısa iş parçalarının profil taşlanması esnasında geçiş yollarının kısalığı ve taş aşınması kenar aşınmasına olumsuz olarak etki eder.

Derin taşlama'da, büyük bir talaş derinliği seçilir ve temas boyunun büyük olmasından dolayı küçük bir ilerleme hızı verilir (Tablo 1). Bu suretle; ince talaşlar, küçük tane yüklemesi ve böylece büyük bir profil dayanma (kullanım) süresi meydana gelir. 8 mm derinliğe kadarki profiller kural olarak taşın iş üzerinden bir defa geçmesiyle (tek pasoda) taşlanırlar. Profil geçişlerinde (kenarlarında) taş aşınması, özellikle dik yanakları olan derin profillerde rakkaslı taşlamaya göre daha azdır. Bu düzeltme

Tablo 2 : Podüllü taşlama ile derin taşlamanın mukayesesi

Belirtiler	Rakkas taşlama	Derin taşlama
Taşlama pasosu	400	1
Talaş derinliği	0,02 mm	8 mm
İlerleme hızı	250 mm/s	1 mm/s
Talaş şekli	kalın, kısa	ince, uzun
Tane yüklemesi	büyük	küçük
Pürüzlülük derinliği	büyük	küçük
Kenar aşınması	büyük	küçük
Profil sapması	büyük	küçük
Düzlemden sapma	küçük	büyük
Taşlama basıncı	küçük	büyük
Kenar bölgesi sıcaklığı	küçük	büyük



Şekil 1 : Boyuna silindirik taşlama

(bileme) masraflarını düşürür ve form sapması ölçüsünün 0.01mm'nin altındaki mertebelere inmesini mümkün kılar.

Şiddetli ısı oluşumu karşısında yeterli bir soğutma maddesiyle ısının sınırlarda tutulması gerekir.

Çeliğin derin taşlanması esnasında, 10 mm/dak'lık ilerleme hızları, 20 m/san'lik kesme hızları ve yumuşak, büyük gözenekli zımpara taşları kullanılır.

Rakkas düz taşlamanın, 1 mm'nin altındaki talaş derinliği ile yapılması faydalıdır, derin taşlamanın profil taşlama halinde yapılması uygun olur.

Silindirik Dış Yüzey Taşlama

Silindirik dış yüzey taşlamada iş parçası ile zımpara taşı arasındaki temas boyunun çok kısa olması tipik bir özelliktir. Bu az taşlama ısı, soğutma ve zımpara taşının gözenekliliği nedeniyle kolay talaş alma anlamına gelir.

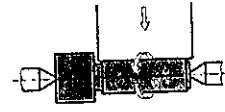
Boyuna-Silindirik taşlamada, iş parçasının bağlandığı tablanın boyuna ilerlemesi ile iş üzerinden zımpara taşı geçirilmiş olur (Şekil 166, Şekil 1). Silindirik iş parçasının taşlanmasında, zımpara taşı her kursun sonunda biraz bekletilmelidir. Aksi takdirde, daha büyük çap meydana gelir. Uzun ve narin iş parçaları taşlama basıncı altında esnerler. Bu yüzden onların destekleme sehpaları (yataklar) ile desteklenmesi gerekir. Boyuna ilerleme oranı, kaba talaş almada taş genişliğinin yaklaşık $\frac{3}{4}$ 'ü, ince talaş almada taş genişliğinin yaklaşık $\frac{1}{3}$ 'ü kadar olmalıdır.

Dalma silindirik taşlamada, zımpara taşının talaş derinliği, iş parçasının üzerindeki bitmiş ölçüye erişilinceye kadar sağlanır (Şekil 1). Zımpara taşı, boyuna ilerlemeye isabet edecek etkili tane sayısı çok daha fazla olacak şekilde iş parçasından geniştir. Bu, silindirik taşlama da ve profil taşlama da yüksek bir talaş hacmini mümkün kılar.

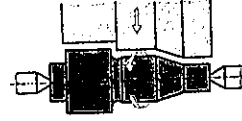
Taşlama basıncı ve taşlama gücü özellikle rijit olarak imal edilen silindirik taşlama tezgahlarını gerektirir ve enine silindirik taşlamanın seriye uygun olarak kullanımını sınırlar.

İç Silindirik Taşlama (Delik taşlama) iç silindirik taşlamada, boyuna taşlama ve enine taşlama olmak üzere gruplara ayrılır (Şekil 2). Dış silindirik taşlamanın tersi olarak deliklerde zımpara taşı ile iş parçası arasında büyük temas boyları meydana gelir. Sonuç ince, uzun talaşlar ve yeterli olmayan bir soğutmadır.

Talaş boşluklarının tamamıyla talaşlarla preslenmesinden ve zımpara taşının aşınması suretiyle çok şiddetli bir çap değişikliğinden sakınmak için, zımpara taşının

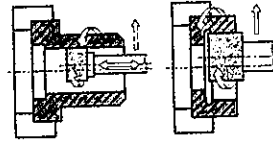


Dalma taşlama



Dalma profil taşlama

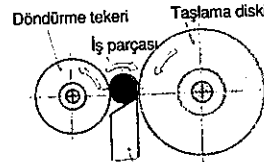
Şekil 1: Dalma silindirik taşlama



Boyuna taşlama

Dalma taşlama

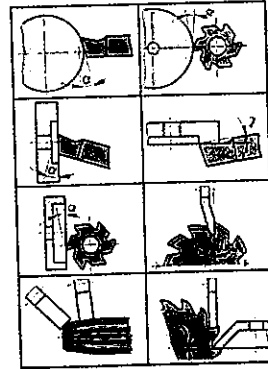
Şekil 2: İç silindirik taşlama



İş parçası altlığı (Kızak tartıbatı)

Makinanın Temel Elemanları

Şekil 3: Puntasız taşlama



Şekil 4: Alet (Takım) bileme

çapının delik çapına oranı 6/10'dan 8/10'a kadar olması gerekir. Delik taşlamak için, kaba taneli yumuşak, seyrek dokulu zımpara taşları elverişlidir. İş parçasının ve iş milinin büyük taşlama kuvvetlerine maruz kalmasına izin verilmez. Zımpara taşının genişliği ve talaş derinliğinin küçük seçilmesi gerekir.

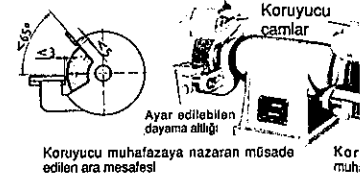
Puntasız Taşlama

Puntasız boydan boya taşlama, iş parçası; iş desteği (kızak tertibatı), kesme taşı ve sevk taşı arasına sürülür ve bir geçiş hareketi halinde taşlanır (Sayfa 167, Şekil 3). Yavaş yavaş hareket eden bakalit birleştirmeli sevk taşı yaklaşık 2° ila 15° civarındaki kendi eğimi vasıtasıyla ilerleme hareketini meydana getirirken, kesme taşı talaş kaldırma işini yapar. İş parçası yaklaşık olarak sevk taşının çevresel hızında döner. Puntasız taşlama, dayanma bağlanma yeri olmayan, örneğin silindirik pimler gibi parçalar için elverişlidir.

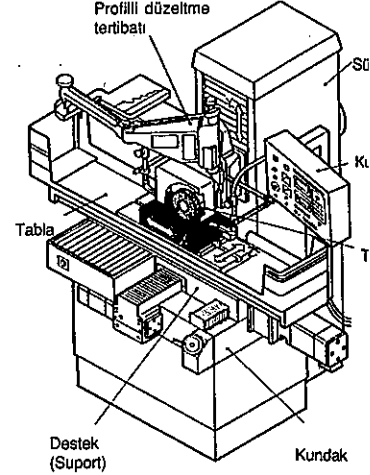
Alet (Takım) Bileme

Torna kalemleri ve matkaplar gibi takımları, ayaklı basit taşlama tezgahında elde bilemek mümkündür (Şekil 1). Genel olarak kuru bileme halinde çalışıldığından, makine ile yapılan bilemeye göre daha az bir kesme hızı ve daha sert zımpara taşı seçilir ve bilenmesi gereken takım sık sık su içinde soğutulur. Takım çeliklerinin bilenmesi için korund'tan (Alüminyum oksit) yapılmış zımpara taşları, sert metaller için silisyum karbitten yapılmış zımpara taşları kullanılır.

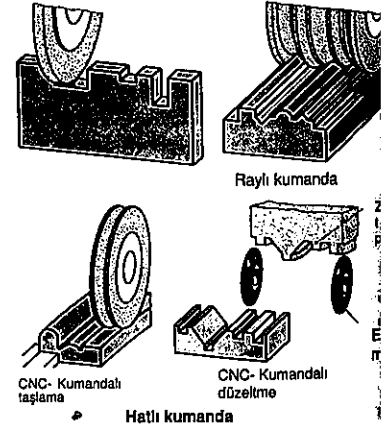
Takım bileme tezgahlarında yapılan bileme, soğutma sıvısı kullanarak bilemeyi, açı verilerek yapılan bilemeyi ve ayrıca helisel dişli kesici takımların bilenmesini mümkün kılar. Düz zımpara taşlarının, oyuklu taşlama yüzeyleri meydana getirme dezavantajı vardır. Bundan dolayı, genel olarak çanak veya tabak zımpara taşları kullanılır (Sayfa 167, Şekil 4). Korund ve silisyum karbit aşındırıcılara karşılık yüksek hız çeliğinde bornitrit ve sert metal takımlarda elmas aşındırıcılar ile ucuz fiyatla taşlama işleri elde edilir.



Şekil 1: Sütunlu taşlama tezgahı (ayaklı taş)



Şekil 2: Düzlem taşlama tezgahı



Şekil 3: Düz taşlama tezgahı profil taşlama

2.8.7.6. Taşlama tezgahları

Aranan özellikler

Taşlama iş mili ve iş mili yataklama-
Sı bir taşlama tezgahının belirleyici yapı
özellikleridir. Yüksek sıklık, dairesel
hareket hassasiyeti ve titreşimi önüm-
lendirme, iş parçasının üzerinde, yüksek
şekil hassasiyetinin ve yüzey kalitesinin
elde edilmesi için şarttır.

Hareket kızıkları, mümkün olduğu
kadar boşluksuz, rahat hareket edebilir
ve ters yönde çalışabilir olmalıdır. Elekt-
romekanik ilerleme tahriki aynı şekilde
küçük ilerleme hareketine müsade ettiği
esnada, hidrolik ilerleme tahrik ünitesi
sakin dönmeli ve ilerleme hızının kade-
mesiz olarak değişimine müsade etmeli-
dir.

Sütunlu Taşlama Tezgahı

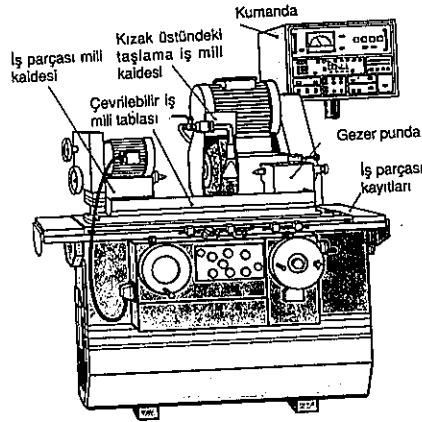
Bu tezgahlarda, takımlar el ile bilenir-
ler (Sayfa 168, Şekil 1). Bununla beraber
takımın dayanma altlığının zımpara taşı-
na mümkün olduğu kadar dar aralıklı
durması şarttır. Çünkü çok büyük aralık me-
safesi olduğu zaman iş parçası zımpara taşı
tarafından aralığın içine çekilebilir. Bun-
dan dolayı, zımpara taşıdan faydalanılması
esnasında da gerekli aralığın ayar edi-
lebilmesi için, iş parçası dayanma altlığı ve koruyucu muhafaza tekrar ayar edilebilir.

İş parçası dayanma altlığının ve koruyucu muhafazanın tekrar ayar edilebilmesi
ancak tezgah (motor) durdurulduktan sonra yapılmalıdır. Taşlama işlemi esnasında
daima koruyucu gözlük kullanılmalıdır.

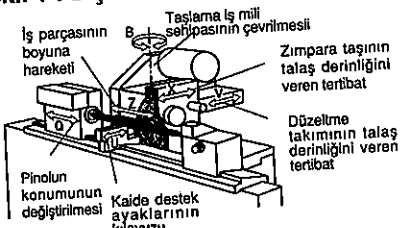
Düzlem Taşlama Tezgahı

Taşlama iş milinin konumuna göre, düzlem taşlama tezgahları yatay veya
düşey milli olmak üzere gruplara ayrılır (Sayfa 168, Şekil 2) şeklindeki düzlem taş-
lama tezgahları, düzlem yüzey taşlama ve profilli taşlama için uygundur (Sayfa
168, Şekil 3). Düzlem taşlama tezgahlarında küçük iş parçaları düzlemsel olarak
taşlanır.

Ana yapı grupları, makina yatağı, klavuzlama sütunu enine hareket (Z-ekse-
ninde) eden destek, boyuna hareket (X-ekseninde) eden tezgah tablası ve düşey
hareket (Y-ekseninde) eden taşlama iş milidir. CNC-Kumanda ya el ile verilen 3-
eksenli bir raylı kumandalı veya dört veya daha fazla eksenli tezgahlar için bir hatlı
kumandalıdır. Hat kumandalarla tabla boyuna hareket yönündeki kavisli ray hatları
taşlanabilir veya elmas düzeltme taşları ile profillendirilebilir (Sayfa 168, Şekil 3).



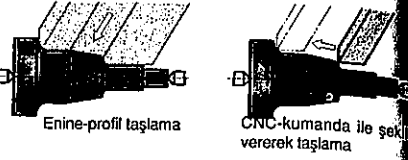
Şekil 1 : Dış-silindirik taşlama tezgahı



Şekil 2 : Bir CNC- kumandalı silindirik tezgahında metod hareketleri

Silindirik Taşlama Tezgahları

Silindirik taşlama tezgahları dış-silindirik taşlama tezgahları (Sayfa 169, Şekil 1), iç-silindirik taşlama tezgahları ve puntasız dış-silindirik taşlama tezgahları olarak gruplara ayrılır.



Şekil 1 : Profil taşlama ve şekil vererek taşlama

Dış silindirik taşlama tezgahları, silindirik ve konik yüzeylerin taşlanmasına elverişlidir. **İş mili kaidesinin** çevrilmesiyle silindirik taşlama parçalarında düzlem yüzey taşlamak da mümkündür. İlave olarak bir iç taşlama tertibatı ile donatılan dış silindirik taşlama tezgahı, üniversal silindirik taşlama tezgahı adını alır.

Silindirik taşlama tezgahlarının ana grupları tezgah kundağı, boyuna hareket (Z-ekseni) eden takım kayıtları ve talaş derinliği hareketi (X-ekseni) için taşlama iş mili kaidesi olan enine kayıtlardır.

CNC-Kumandalı Taşlama Tezgahları (Sayfa 169, Şekil 2)

CNC-kumanda ile taşlama işlemleri optimize ve otomatize (en iyi ve seri) edilebilir ve gözlem altına alınabilir. Bunun için ilave eksen gereklidir. Örneğin, taşlama iş mili başlığının ve/veya iş parçası tablasının çevrilmesi, B-ekseni ve ilave tertibatlar takıldığında düzeltme tertibatı, kaide desteğinin kılavuzlanması, puntaların ayar edilmesi veya çap ölçme başlığının pozisyonlanması için eksenler gibi.

CNC-Kumandalı Taşlama Tezgahlarının Avantajları

Zımpara taşlarının bilenmesi, düzeltilmesi ve profilendirilmesi, hat kumanda sayesinde çok elastikdir, yani zımpara taşının şekline veya düzeltme makarasına hemen hemen bağımlı değildir. Bir profil zımpara taşı ile enine taşlama işlemine karşılık, örneğin CNC-kumandalı taşlama işleminde yalnız bir taş şekli ile farklı iş parçası şekilleri hatlı kumanda ile taşlanabilir (Şekil 1).

Tekrarlama Soruları

- 1 Taşlamada kullanılan en önemli aşındırıcılar hangileridir ?
- 2 Tane sayısı 40 ne anlama gelir ?
- 3 Bir zımpara taşı bağlayıcı (birleştirici) maddesinin görevi nedir ?
- 4 Bir zımpara taşı sertliğinden ne anlaşılır ?
- 5 Niçin sert malzeler için yumuşak zımpara taşları ve yumuşak malzemeler için sert zımpara taşları kullanılır ?
- 6 Zımpara taşının kontrol edilmesinde ve bağlanmasında (tezgaha takılmasında) hangi kazalardan korunma talimatlarına riayet edilmesi gerekir ?
- 7 Zımpara taşının niçin dengelenmesi gerekir ?
- 8 Zımpara taşının düzeltilmesinin (bilenmesinin) amacı nedir ?
- 9 Taşlama işlemi esnasında niçin soğutma yapılır ?
- 10 CNC - kumandalı taşlama hangi avantajlara sahiptir ?

2.8.8. Hassas (İnce) İşleme

İnce işleme sayesinde, ölçü ve şekil hassasiyeti ve ayrıca daha önceden işlenmiş olan iş parçalarının yüzey kaliteleri iyileştirilebilir.

İnce işleme sayesinde tolerans sınırı 5 olan iş parçaları daha iyi imal edilebilir.

Kalite Talepleri (Gereklilikleri)

- Makina elemanlarının kayma ve sızdırma yüzeylerinde ve ayrıca master ve ölçme aygıtlarının ölçme yüzeylerinde yüksek dayanma oranı.
- Dayanma oranının, aşınma mukavemetinin veya süreklilik mukavemetinin artırılması için yüzey pürüzlülük değeri küçük (Şekil 1).

Örneğin ölçme yüzeyleri veya memenin akım yüzeyleri mümkün olduğu kadar küçük pürüzlülük değeri göstermesi gerekirken, kılavuz yüzeylerde yağ tutulmasından dolayı $R_2=1$ μm ile $4\mu\text{m}$ 'lik pürüzlülük değeri elde edilmesi arzulanır.

- Yüksek ölçü, şekil ve konum hassasiyeti
- Basınç veya ısı etkisiyle iş parçasının kenar bölgesinde bünye değişikliklerinin mümkün olmaması.

Kenar bölge dokusunun az bir değişikliği ile ince bir işleme sadece honlama ve lepleme ile mümkündür, zira bu metotta küçük basınç ve düşük kesme hızı ile çalışılır.

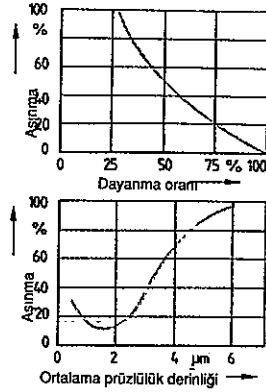
2.8.8.1 Honlama İşlemi

Honlama, honlama taşının sürekli yüzey teması altında iş parçasından talaş kaldırma işlemidir. İş için uygun olan, honlama taşının, daha önceden belirlenen açı altında, bir dönme hareketi ve periyodik olarak değişen strok hareketiyle yapılır (Şekil 2).

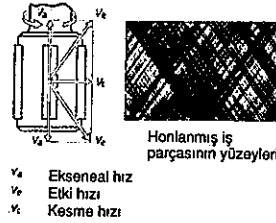
Honlama İşlemi: Honlama taşları 10 N/cm^2 ile 100 N/cm^2 'lik bir basınçla iş parçasına bastırılır. Küçük basınç ve düşük kesme hızı (5 m/s 'ye kadar) kaba talaş alma esnasında da kenar kesme bölgesi sıcaklığı 100°C 'nin üzerine çıkılmaz.

Honlama işleminin başlangıcı için pürüzlülüğün sivri uçları ve dalgaların tepeleri çabucak alınır. Büyüyen yüzey taşıma payı ile aynı ölçüde kalan basınç kuvvetlerinde tanelerin nüfuz derinlikleri düşer. Honlama taşı tanelerinin yükü daha fazla parçalanmayacak kadar küçük olur. Honlama zamanının artması ile malzemeden alınan talaş azalır ve pürüzlülük derecesi düşer (Şekil 3).

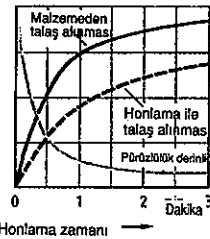
• Artan honlama zamanı ile, herbir dakikada ölçü ve pürüzlülük derinlik değerleri düşer.



Şekil 1 : Kızak yüzeylerin aşınma bakımından etkileri



Şekil 2 : Uzunlamasına stoklu honlamada hareketler ve yüzeyler



Şekil 3 : Malzemeden talaş alınması, honlama taşı ile talaş alınması ve pürüzlülük derinliği

Honlama Taşının Yapısı

Honlama taşının yapısı, zımpara (taşlama) taşının yapısı gibidir. Honlama taşlarının küçük basma basınçlarda kendi kendilerini bileyerek çalışmaları gerekir, yani tanelerin, küçük tane yüklerine rağmen parçalanıp ufalanabilmesi ve kopabilmesi istenir. Genel olarak kullanılan elmas ve bornitrit tane cinsleri 20 µm ila 200 µm tane büyüklükleri halinde kullanılır. Dolayısıyla daha küçük tane daha küçük yüzey pürüzlülüğünü ($R_z=0.1...10$ µm) meydana getirir.

Tane büyüklüğü, basma basıncı ve kesme hızı honlama esnasında erişilebilen yüzey kalitesine etki eder.

Honlama metodu, honlama yüzeyinin şekline ve konumuna göre, silindirik honlama ve düzlemsel honlama olarak, honlama boyuna göre, uzun honlama ve kısa honlama şeklinde gruplara ayrılır (Şekil 1).

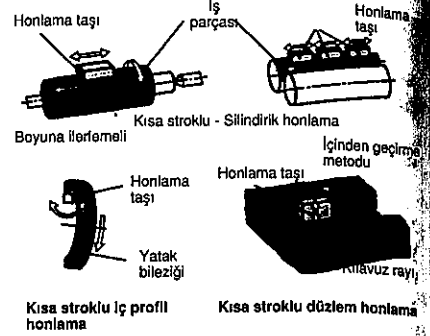
Uzun Kurslu Honlama

Uzun kurslu honlamada takım, honlama malafası, dönme ve kurs hareketi uygular (Şekil 2). Çevresel hız ve eksenel hız, birlikte kesme hızı V_c 'yi meydana getirirler (Sayfa 171, Şekil 2).

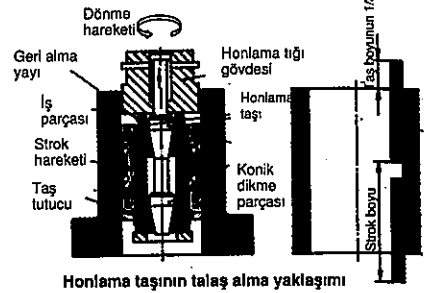
Honlama tiği her delik büyüklüğüne göre radyal (çapsal) yönde hareket edebilen tutucular 3 ila 12 adet honlama taşını tutabilirler. Honlama taşlarının taş derinliği yaklaşımı, biçim olarak bağımlı olan konik dikme parçası üzerinden sağlanır. Pnömatik ölçü memeleri olan honlama malafaları, deliğin teorik ölçüsüne erişildiği zaman talaş verme yaklaşımını otomatik olarak keser.

Biçim (form) düzeltme: Uzun honlama taşları (çubukları) ve onun biçimine bağlı talaş derinliği ile büyük kaplama kısmı deliklerdeki silindirik biçim hatalarının düzeltilmesini mümkün kılar. Geçiş deliklerinin işlenmesinde kurs konumu ve boyunun honlama taşı boyunun yaklaşık üçte biri delikten dışarıya taşacak şekilde ayar edilmiş olmalıdır (Şekil 2). Önceden işlenen delik, silindirik biçiminden sapma gösterdiği zaman, dar olan taraftaki geçiş aralığı büyütülür ve geniş olan taraftaki küçültülür (Şekil 3).

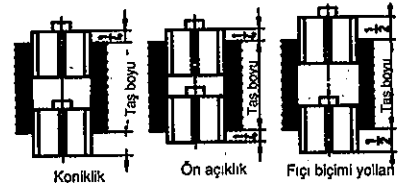
Çapraz işleme izleri olan honlanmış yüzeyler yeterli bir yağ tutma yeteneğini de ispatladığından, motorların silindir ve biyel kolları ve hidrolik ventillerin kumanda gövdeleri, boyuna kurs honlaması sayesinde hassas olarak işlenirler (Şekil 4).



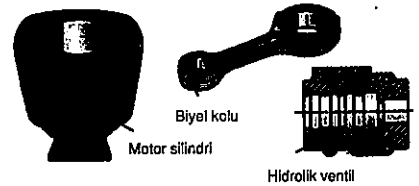
Şekil 1 : Kısa stroklu honlama metodu



Şekil 2 : Honlama tiğinin talaş alma yaklaşımı ve strok hareketi



Şekil 3 : Farklı geçiş yolları ile biçim düzeltme



Şekil 4 : Tipik - boylamasına stroklu honlama örnekleri

Kısa Kurslu (Stroklu) Honlama

Kısa kurslu honlama (çok ince işleme metodu) vasıtasıyla tercihen silindirik dış yüzeyler, örneğin krank millerinin yatak yerleri ve rulmanların hareket kanalları inç olarak işlenirler (Sayfa 172, Şekil 1).

Honlama taşları, elektromekanik veya pnömomatik olarak tahrik edilen bir salınım başlığının içine, tespit edilmişlerdir. Bu taşlar iş parçasının üstünde boyuna yönde, daha önceden işlenmiş olan dönme veya taşlama çizgilerine göre enine yönde 1 mm ila 6 mm kaydırmakla salınım hareketi yaparlar ve bunun yanında dönen iş parçasına karşı 10 N/cm² ila 40 N/cm²'lik bir basınçla bastırılırlar (Şekil 1).

Kısa, hızlı kurslar nerediyle honlama taşı boyutu sınırlandırılmıştır. Diğer taraftan biçim hataları sadece honlama taşının ince ayar kapasitesiyle azaltılabilir.

Dalgalanma genel olarak tamamıyla bertaraf edilebildiğinden, yuvarlaklıktan sapmalar, hemen hemen ortadan kaldırılır (Şekil 2).

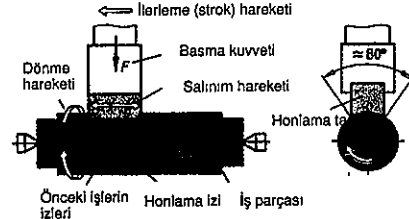
2.8.8.2 Lepleme

Lepleme, şekil verici lepleme takımı ile iş parçası arasında belirsiz etki yönlerinde yuvarlanan serbest tanelerle yapılan talaş kaldırma işlemidir. Bunun yanında her bir tanenin sivri uçları iş parçasının ve lepleme takımının içine batar ve krater şeklinde işleme izleri meydana getirir (Şekil 3). Meydana gelen yüzey leplemiş tipik bir iş parçası yüzeyidir.

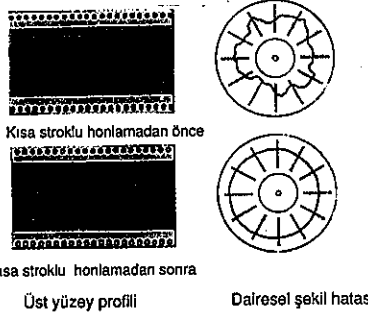
Lepleme Takımları, Lepleme Maddesi

En önemli takımlar, düzlem lepleme için dökme demirden yapılmış olan **lepleme diskleri (pleyterleri)**, dış silindirik lepleme için **lepleme kovanları** ve delik leplemek için **lepleme milleridir**. Yumuşak lepleme takımları, örneğin bakır veya su ni reçinede taneler kısmen tutulurken ve bu nedenle iş parçasına talaşlayarak polisajlayarak etki edilirken, sert lepleme takımlarıyla tanelerin yuvarlanması temin edilir.

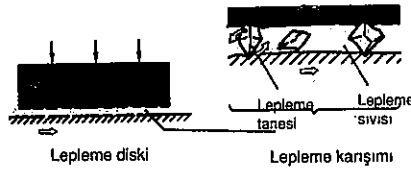
Lepleme maddesinin, her şeyden evvel, basınca ve ısınmaya dayanıklı olması gerekir (Tablo 1). Ortalama tane çapları 5 µm ila 100 µm (Tane sayısı 200 ila 1200) arasında bulunur. Artan lepleme basıncı ile genel olarak aşındırıcı taneler parçalanmak suretiyle küçülürken, elmas taneleri aşınır ve etrafında dönen lepleme karışımı ile birlikte işlenebilecek şekilde parçalanır. Lepleme karışımı, lepleme sıvısından (karışımından) veya lepleme pastasından ve lepleme maddelerinden meydana gelir. Lepleme sıvısı olarak, %2 ila %3 Lepleme konsantrasyonu olan su veya yağ, petrol ve diğer katkı maddelerinden meydana gelen karışım kullanılır.



Şekil 1 : Kısa stroklu honlama esnasında hareketler



Şekil 2 : Kısa stroklu honlama esnasında yüzey ve dairesel şekil

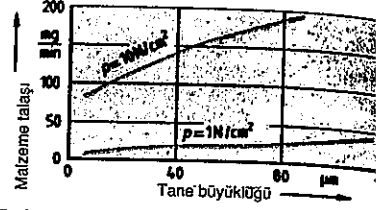


Şekil 3 : Lepleme işlemi

Tablo 1: Lepleme maddeleri	
Cinsleri	Kullanma alanları
Korund	İslah edilmiş ve alaşımı çelikler kır döküm
Silyum karpit	Yumuşak çelikler döküm, karma metaller
Bornitrit	Sert metal, seramik
Elmas	Sık, sert ve gevrek malzemeler, örneğin: sert metal

Lepleme İşlemini Etkileyen Faktörler

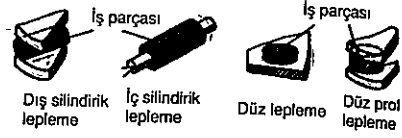
- Kaba taneler iş parçasından çabuk talaş alır, ince taneler daha küçük yüzey pürüzlülüğü sağlar.
- Yüksek basma basıncı ile malzemeden alınan talaş artar (Şekil 1). Aynı zamanda tanelerin parçalanma oranı yükselir.
- Lepleme hızının pürüzlülük derinliğine etkisi yoktur. Leplemeden alınan talaş miktarı artar.



Şekil 1: Malzeme talaşının tane büyüklüğüne ve basma basıncına bağlılığı

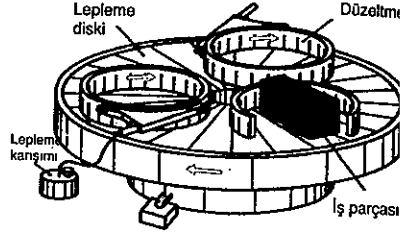
Lepleme Metodları (Şekil 2)

Düz Lepleme, düz yüzeylerin, örneğin ölçü cihazları, masterlar, pompa parçaları (sızdırmazlık yüzeyleri) ve sert metal takımların lepleme işlemidir. İş parçaları, **diskli lepleme makinasının** üstüne, gerek iş parçalarının ve gerekse lepleme disklerinin aynı ölçüde ve düz (düzlem) talaş kaldırılan bileziğin içine konular ve öylece hareket ettirilir (Şekil 3).



Şekil 2: Lepleme metodları

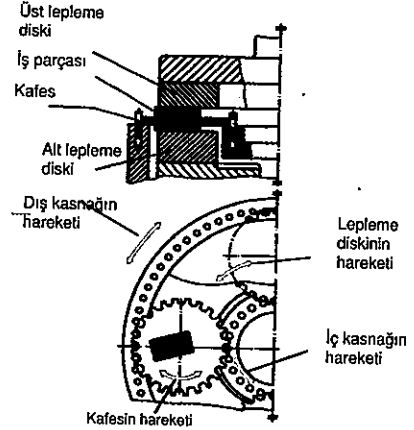
Düz Paralel Lepleme, iki diskli bir lepleme makinasının üstündeki paralel yüzeyler tarafından iş parçasının işlenmesidir (Şekil 4). İş parçaları kafesler içinde sevk edilir. Tipik uygulama örnekleri, ara mesafe bilezikleri, sızdırmazlık plakaları ve nihai ölçülerdir.



Şekil 3: Diskli lepleme makinası

Dış Silindirik Lepleme, örneğin meme iğneleri, kontrol silindirleri ve hidrolik-kumanda pistonları gibi iş parçalarının, bir ya da iki diskli lepleme makinasının, lepleme disklerinin arasına bir kafes tarafından yuvarlanarak sevk edilmesidir.

İç Silindirik Lepleme, bir dönme ve kurs (öteleme) hareketi yapan, lepleme kovani ile deliklerin lepleme işlemidir. Bu işlemeye ait tipik örnekler, püskürtme (enjektör) pompası parçaları ve hidrolik ventillerdir.



Şekil 4: İki diskli lepleme makinası

Tekrarlama Soruları

- 1 İnce işlenen parçalarda hangi özelliklerin bulunması istenir?
- 2 Honlama ile lepleme arasındaki fark nedir?
- 3 Honlamada çapraz işleme izlerinden ne anlaşılır?
- 4 İçten yanmalı motorların honlanmış silindirleri hangi avantajlara sahiptir?
- 5 Malzemeden talaş alınmasına ve pürüzlülük derinliğine, honlama zamanı nasıl etki eder ?
- 6 Yüksek bir basma basıncının Lepleme olayına ne gibi etkisi olur ?

28.9 Erozyon yüzeyişleme

Isı, kimyasal veya elektriksel olarak yapılabilen erozyon metodu, metalik malzemelerden kesip ayırma, şekil verme veya yüzey işlemleri için kullanılabilir. En çok kullanılan erozyon metodları, elektro-erozyon, elektro kimyasal erozyon ve ısı yolu ile Sayfa 179, (Termik kesme) erozyondur.

2.8.9.1 Elektro-erozyon işlemi

Elektro-erozyon işlemi sayesinde elektriği ileten bütün malzemeler sertliğinden ve talaş kaldırılabilirlik özelliğinden bağımsız olarak işlenebilirler. Bundan dolayı metod sertleştirilmiş çeliklerde, sert metallerde ve imalatı zor olan alaşımlar ve geçme parçalar için özellikle uygundur.

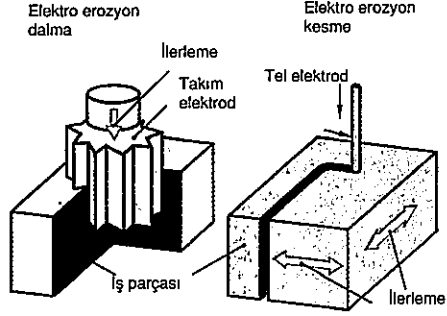
Elektro-erozyonla dalma ve elektro erozyonla kesme olmak üzere kısımlara ayrılır (Şekil 1). Bir elektro-erozyon donanımı için, bir ilerleme ve konumlama mekanizması, elektrik akımının elde edilmesi için bir jeneratör, sirkülasyonlu yıkama için bir pompa ve filtresi olan bir depo gereklidir (Şekil 2). Kumanda genel olarak nümerik kontrollarla sağlanır.

Erozyon İşlemi

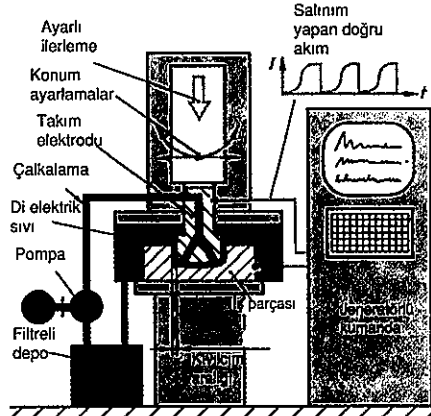
Jeneratör 20 ila 150 Volt arasında değişen bir doğru akım üretir. Takım elektrodu, iş parçasına küçük bir kıvılcım aralığı kalana kadar yaklaştırılır (Şekil 3, Bölüm 1).

Her iki elektrodun arasında elektriği iletmeyen sıvı, yani dielektrik sıvısı bulunur. Kıvılcım aralığının en dar yerinde, elektrik alanının etkisi ile dielektrik maddesini elektriki bakımdan iletken haline getiren ve bir boşaltma kanalı halinde kıvılcım atlamasına yol açan, iyonlar ve malzeme tanecikleri (Şekil 3, Bölüm 2) toplanır (Şekil 3, Bölüm 3). Boşalan akım, 0,5 ila 80 Amper arasında ayar edilebilir. Boşaltma kanalında, boşalma esnasında her iki elektrodaki malzeme taneciklerinin ergimesine ve buharlaşmasına yol açan 2000°C'ye kadar çıkan sıcaklıklar meydana gelir (Şekil 3, Bölüm 4).

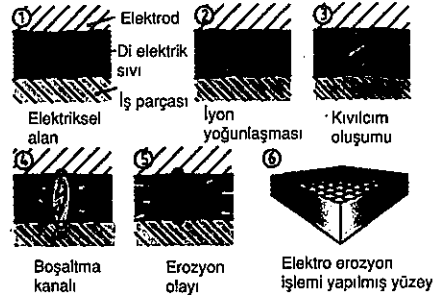
İmpuls sonunda yük boşaltma kanalı birleşir. Bu, iş malzemesinin dışarıya savrulmasına yol açar (Şekil 3, Bölüm 5). Her bir kıvılcım, iş parçasında küçük bir krater şeklinde çukur açar. Elde edilen iş parçası şekli, çukurların sayısı sonucudur (Şekil 3, Bölüm 6). Şekil 1'de takım elektrodun iki değişik çalışma tipi gösterilmiştir. Elektrod üzerinde de erozyon (aşınma) meydana gelmektedir.



Şekil 1: Elektro erozyon işlemi ile talaş kaldırma metodu



Şekil 2: Elektro erozyonun çalışma prensibi



Şekil 3 : Elektro-erozyon olayı

Elektriksel Karakteristik Büyüklükleri

Jeneratör, impulsları ve impuls bekleme-lerini ardışık olarak üretir. Gerilim U , akım şiddeti I , impuls süresi t_i ve iki impuls arasındaki bekleme süresi t_0 ayar edilebilir. Her ayrı impuls, ateşleme geriliminin etkisi altında boşaltma kanalının oluşumu için gerekli olan her bir çukurun açılması sırasında meydana gelir (Şekil 1). Ayar edilen akım şiddeti ne kadar yüksek olursa ve impuls süresinin impuls beklemelerine göre oranı ne kadar büyük olursa, erozyon oranı o derece büyük fakat ölçü tamlığı ve yüzey kalitesi o derece kaba olur (Şekil 2).

Yüksek akım şiddetleri ve uzun impulslar, erozyon miktarını artırır ve yüzey kalitesini düşürür.

Şekil ve ölçü tamlığı, yüzey kalitesi, erozyon miktarı ve ayrıca elektrodun aşınması, önemli ölçüde erozyon işlemi esnasındaki jeneratörün ayarı tarafından belirlenir (Şekil 3).

Kıvılcım aralığı

Kıvılcım aralığı, takım elektrodu ile iş parçası arasındaki mesafedir. Kıvılcım aralığı ne kadar küçük olursa, erozyon kapasitesi ve biçimlendirme hassasiyeti o kadar büyük olur. Kıvılcım aralığının büyüklüğü, ilerleme ayarı vasıtasıyla ateşleme gerilimine bağlı olarak sabit tutulur. Arzu edilen erozyon kapasitesi-ne ve yüzey kalitesine göre kıvılcım aralığı, 0,03 ila 0,1 mm arasında bulunur.

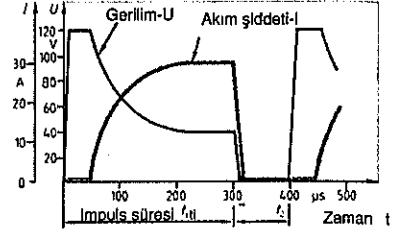
Dielektrik sıvı

Dielektrik sıvı olarak, madensel yağlar veya sentetik hidrokarbonlar, elektro erozyon alanında da tuzu alınmış (iyonları giderilmiş) su kullanılır. Kanal yükünün boşaltması süresince dielektrik sıvısının çözülmesi olayı meydana gelir. Erozyon talaşı, çözülme ürünleri ve meydana gelen ısı dielektrik sıvısı tarafından taşınmak zorundadır. Bundan dolayı, şiddetli bir sirkülasyon uygun filtreleme ve dielektrik sıvısının periyodik olarak yenilenmesi gereklidir. Meydana gelen buharlardan ve parçalanıp ufalanan ürünlerden dolayı, emici (aspiratör) tertibatların bulunması ve ayrıca iş ve yangından korunma emniyetine ait hükümlere kesin uyulmalıdır.

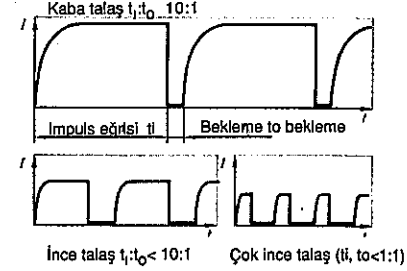
Elektro Erozyonla Dalma

Elektro-erozyonla dalma sayesinde, derin çekme kalıpları, dövme kalıpları, basınçlı ve püskürtmeli döküm kalıpları ayrıca kesici takımlar için çukurluklar ve oyma yapılır (Şekil 4). **Takım elektrodları**, gerekli olan iş parçası şeklinin karşı parçası (erkeği) olarak temsil edilir.

Hata oluşmasının muhtemel sebepleri: Yüksek impuls akımı, uzun impuls süresi, kısa impuls arası, yetersiz sirkülasyon.



Şekil 1: Zamana bağlı yük boşaltma eğrisi

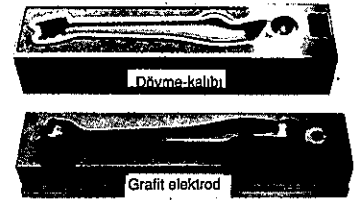


Şekil 2: Elektro erozyon işleminde ayar değerleri



Hata oluşumunun temel sebepleri Yüksek Impuls akımı, Uzun Impuls süresi, Kısa Impuls aralığı, yetersiz çalkalama

Şekil 3: Elektro erozyonda hata oluşumu



Şekil 4: Erozyonlu daldırmanın uygulanması

Kıvılcım aralığı büyüklüğünün ve elektrodun aşınması, elektrodun biçim verilmesi esnasında dikkate alınması gerekir. Bu nedenle, farklı kıvılcım aralığından dolayı, tam ölçüsünde bir iş parçasının elde edilmesi için bir kaba ve bir ince elektrod kullanılmaktadır. Elektrodlar bakır, bakır alaşımlarından veya grafitten imal edilir.

Nümerik kontrollü dalma erozyonu tezgahlar, genel olarak elektrodun eksen doğrultularında hareket etmesini mümkün kılar. Elektrodun, yan taraflardan hareket ettirildiklerinde veya kendi ekseninde çevrildiklerinde, basit elektrod şekli ile çok çeşitli iş parçaları imal edilebilir (Şekil 1).

Elektro-Erozyonla Kesme

Elektro-erozyonla kesme esnasında, makara ve kızaklar üzerinden bir bobine rijit olarak bağlı halde hareket eden, 0,01mm ile 0,35 mm çapındaki pirinç veya bakır telden yapılan bir elektrod kullanılır. Elektrolit olarak genellikle tuzu alınmış (dionize) su kullanılır. Tezgah tablasının nümerik olarak kumanda edilmesi ile veya tel elektrodun yan taraflara hareket etmesi suretiyle çok çeşitli iç ve dış şekiller imal edilir (Şekil 2). Frezeleme işleminde olduğu gibi, erozyonlama işleminde de teli izleyeceği yol iç ve dış şekil çevrelerinin işlenmesi için düzenlenebilir. Bu suretle, örneğin bir kalıbın kesici plakası, kılavuz plakası ve ait olduğu kesici üst kalıp kısmı aynı programla imal edilebilir.

Elektro-erozyonla talaş kaldırmanın avantajları

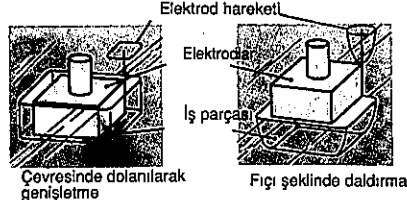
- Sertleştirilmiş çeliklerde ve sert metalde dalma erozyon işlemleri, oyma işleri ve vida dişleri imal edilmesi,
- Kesme kalıbının kesici plakası ile kesici erkek zımbası gibi, uyum sağlaması gerekli olan parçaların, şekil ve ölçü tamlığında imal edilmesi,
- Yağlama maddeleri için iyi tutunma özelliği olan aynı ölçüde yüzey kalitesi elde edilmesi.

Elektro-erozyonla talaş kaldırmanın dezavantajları

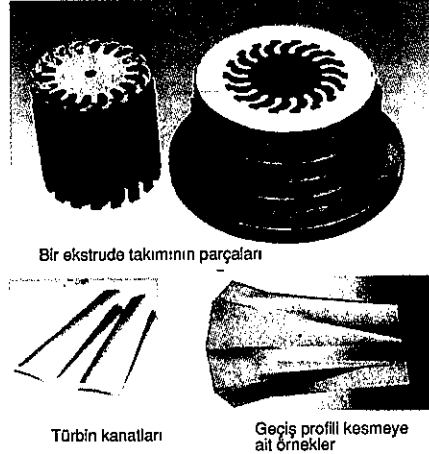
- İnce talaş kaldırma esnasında az erozyon kapasitesi,
- Elektrodun aşınmasından dolayı ölçü ve şekil sapmaları,
- Yüksek tezgah maliyetleri,
- Erozyon işlemi ısısından dolayı, ince yüzey kaplamasında bünye değişiklikleri.

2.8.9.2 Elektro kimyasal erozyon

Erozyon İşlemi: Doğru akımlı bir tesiste, elektrik akımının etkisi altında metal atomları, elektrik ileten sıvıya, (elektrolite) geçer. Elektrolit içinde çözülen veya çöken metal tuzları meydana gelir. Anot erozyona uğrar. Bu olaydan, elektro kimyasal erozyonda faydalanılır. Elektro-kimyasal-erozyonla şekil verme ve yüzey işleme ve ayrıca örneğin elektro kimyasal taşlama, honlama ve leplemede olduğu gibi, talaş kaldırılarak şekil verme olarak ve elektro-kimyasal-erozyon işleme alanları olarak gruplara ayrılır.



Şekil 1: Elektrod hareketlerinin nümerik kontrolü



Şekil 2 : Elektro - erozyon

Elektro-kimyasal erozyonla talaş kaldırımının avantajları

- Sert ve zor talaş kaldırılan metalik malzemelerde dahi yüksek erozyon kapasitesi,
- Malzemenin iç yapısını bozmaması,
- Takım elektrodlarında çok az aşınma olması,

Elektro-kimyasal erozyonla talaş kaldırımının dezavantajları

- Elektrolitlerin korozyon etkisi,
- Keskin kenarların elde edilemeyişi,
- Gerekli elektrod şeklinin zor bulunması.

Elektro Kimyasal Erozyonla Şekil Verilmesi

Elektro kimyasal erozyonla şekil verilmesinde, iş parçası 5 ila 20 Volt'luk ayar edilebilen bir doğru akım kaynağının artı kutbuna bağlanır. Uygulanan akımın yoğunluğu 10 ila 500 A/cm² olduğundan, 40 000 A'lığe kadar olan bir elektrik akımı üretici cihaz kullanılır (Şekil 1). Elektrolit olarak tercihen sofr tuzu (NaCl=Sodyum Klorür) veya sodyum nitrat (NaNO₃) kullanılır. Elektrolit 5 ila 20 bar'lık bir basınçla çalışma aralığına pompalanır. Bu suretle meydana gelen büyük ısı dışarıya alınır ve gaz kabarcıkları ve ayrıca erozyon işlemi atıkları dışarıya sirkülasyon ile akitilir. Bakırdan, bakır alaşımlarından veya paslanmaz çelikten yapılmış olan elektrodlar, seri imalat metoduna uygun olarak aşınmaz. Elektro kimyasal erozyonla şekil verme işleminde ilerleme hızı, 30 mm/dak'ya kadar çıkar. İlerleme hızı ne kadar yüksek olursa, yüzey kalitesi o kadar iyi olur. Elektro kimyasal erozyonla dövme kalıpları, dişliler ve turbın kanatları gibi çukurluklar, oymalı kısımlar ve dış kavisli biçimler imal edilir (Şekil 2).

Elektro Kimyasal Erozyonla yüzey işleme

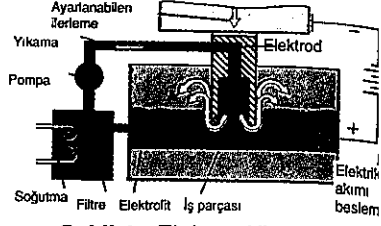
Elektro-kimyasal-erozyonla yüzey işleme esasında, konsantrite edilmiş asitlerden meydana gelen banyolar kullanılır (Şekil 3). Örneğin pürüz veya çapak gibi öne çıkan sivrilikler isteğe bağlı olarak alınabilir. Bundan dolayı, bu metod, gerek yüzey kalitelerinin iyileştirilmesi (elektrolitik polisaj) bakımından ve gerekse iş parçalarının çapaklarının alınması bakımından uygundur.

2.8.9.3 Talaş kaldırarak şekillendirmeli erozyon

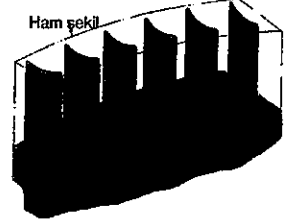
Erozyon metodu, mekanik ince işleme metodu ile birlikte uygulandığında, yüksek erozyon kapasitesi, yüksek ölçü ve şekil hassasiyeti ve ayrıca daha az taş aşınması elde edilir. Böylece, sert metallerin elektro kimyasal yöntemle taşlanması karpitler elmas bir taş ile aşındırılırken koba birleştirme maddesi elektro kimyasal olarak erozyona tabi tutulur (Şekil 4).

Tekrarlama Soruları

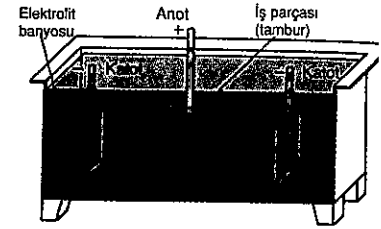
- 1 Erozyonla imalat metodu hangi gruplara ayrılır?
- 2 Elektro erozyonla hangi malzemeler işlenebilir?
- 3 Diğer kesme metodlarına göre elektro-erozyonla işleminin hangi avantajları vardır?
- 4 Elektro-erozyonla şekil verme işleminde nümerik kumandalar hangi avantajları sağlar?
- 5 Elektro-kimyasal-erozyon hangi avantajları sağlar?



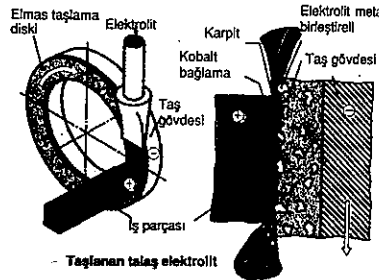
Şekil 1 : Elektro- Kimyasal erozyonla şekil verm



Şekil 2: Elektro kimyasal erozyonla şekil vermek suretiyle im edilgen türbin kanatları



Şekil 3 : Elektro-kimyasal erozyonla yüzey işlem



Şekil 4: Kimyasal taşlama

2.9 Termik Kesme (Ayırma)

En önemli termik kesme metodu şunlardır: Oksijen alevi, plazma ve laser ile kesme. Bu metodlarda takım bir gaz hüzmesidir (Kesici hüzme).

Her metod kendi özel kullanım alanına sahiptir (Tablo 1).

Oksijenle kesme, alaşımsız ve alaşımlı çeliklerin kesilmesi için kullanılır. Çelik, ergime sıcaklığının altında bulunan ve yaklaşık 1200°C değerini ihtiva eden, ateşleme sıcaklığına eriştikten sonra, saf oksijen içinde çok çabuk yanma özelliğine sahiptir.

Kesici brülörde (hamlaç), bir asetilen oksijen alevi ateşlenir ve bu ön ısınma alevi ile çelik kesme yerinde ateşleme sıcaklığına kadar ısıtılır. Kesici oksijen ventilinin açılmasından sonra demet haline getirilmiş oksijen hüzmesi beyaz tav mertebesine kadar kızdırılmış olan kesim yerinin üstüne rastlatılır. Çelik, yanan ve bunun yanında meydana gelen curuf hüzmenin basıncıyla püskürtülerek atılır. Bununla beraber kesici brülör hareket ettirildiğinde, bir kesme aralığı meydana gelir (Şekil 1).

Kesme hızı doğru olduğu takdirde hemen hemen dik kesme izleri meydana gelir. Eğik izler olduğu zaman kesme hızı çok yüksek, kesim alt kenarında yapışık bir çuruf atığı olduğu zaman çok düşüktür. **Gaz kaynak brülörü** ve özellikle elde veya makina ile kesme brülör tutma parçası (kol) için kesme brülör takımları mevcuttur.

Plazma-kesme, alaşımlı çeliklerin ve demir olmayan metallerin kesilmesine elverişlidir. Bu malzemelerde, meydana gelen ısı daha yüksektir. Bundan dolayı oksijenle kesme mümkün değildir.

Plazma kesici brülöründe (Şekil 2), yüksek frekans vasıtasıyla, elektrod ile brülör memesi arasında pilot bir üşük arkı ateşlenir. Memeden akan plazma gazı, bu suretle iyonize, yani eletriği iletici olur. Plazma akım anahtarının kapatılmasıyla elektrod ile iş parçası arasındaki ark köprüsü yanar. İyi soğutulan brülör memesi ayarlanarak iyice daraltılabilir. Küçük bir yüzeye etki eden yüksek bir enerji yoğunluğunda ince bir hüzme meydana gelir. 20000°C'nin üzerinde olan bir sıcaklıkta ergir ve kesim yerindeki malzeme buharlaşır.

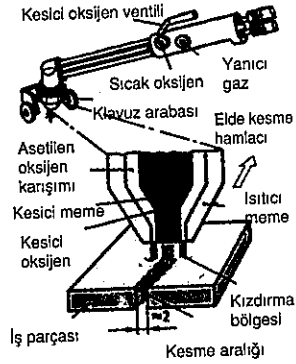
Plazma gazının yüksek çıkış hızı sayesinde, ergime akışkanlığındaki malzeme, plazma-kesim brülörünün kesme ölçüsünde ilerlemesi esnasında meydana gelen kesme aralığından dışarıya püskürtülür. 1 m/dak ile 8 m/dak arasındaki yüksek kesme hızları düzgün kesim yüzeyleri elde eder. Kesme kenarları üzerindeki ısı etki bölgesi dardır.

Kesme işlemine ancak koyu camlı bir koruyucu maske ile bakılmasına izin verilir.

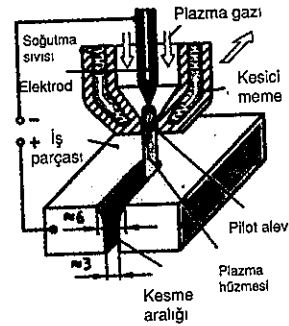
Plazma ile kesme esnasında duman, toz, gürültü ve ultra-viyole (UV), ışınları brülör veya kesim etrafında su banyosu (su perdesi) vasıtasıyla azaltılır.

Tablo 1: Kesme metodlarının kullanma alanları

Mazemesi	mm cinsinden malzeme kalınlığı		
	Oksijen	Plazma	Laser
Çelik alaşımlı	500	15	12
Düşük alaşımlı	e kadar	e kadar	e kadar
Yüksek alaşımlı	—	70	6
Aluminyum	—	100	4
Bakır	—	20	1,5
Metal olmayanlar	—	—	30

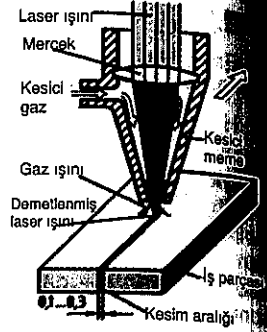


Şekil 1: Oksijenle kesme



Şekil 2: Plazma kesme

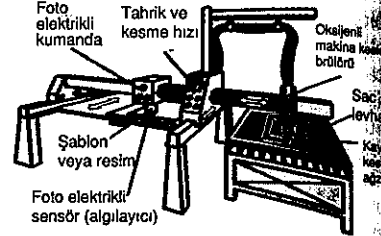
Lazerle kesmede bir lazer ışını, ısı kaynağı olarak kullanılır. Lazer doğrusallaştırılmış bir ışık hüzmesidir. Bu hüzme, bir helyum-karbon dioksit azot karışımı olan lazer gazının elektriki olarak tahrik edilmesi suretiyle meydana gelir. Lazer hüzmesi (ışını), kesici başlık içindeki bir mercekle vasıtasıyla 0,1 mm ila 0,2 mm'lik çapta olmak üzere malzeme yüzeyine odaklanır (ışınlanır). Yanık lekeli halinde meydana gelen 10^7 W/cm²'lik yüksek enerji yoğunluğu, kesilmesi gereken malzemeyi hızlı olarak ergime sıcaklığına getirir. Ergiyik akışkanı halindeki malzeme kesme gazı tarafından, meydana gelen 0,1 mm ila 0,3 mm genişliğindeki çapaksız kesme aralığından püskürtülür (Şekil 1).



Şekil 1: Lazerle kesme

Kesme kapasiteleri yüksektir. 1 kw'lık bir lazerle 10 mm kalınlığına kadar çelik saclar kesilebilir ve kesme hızları 1 mm'lik çelik sacda 10 m/dakika'ya kadar erişebilir. Lazerle kesme, herhangi bir metal veya metalik olmayan malzemeler için uygundur.

Brülörlü kesim makineleri, örneğin oksijenle brülörlü kesim, plazmayla kesim veya lazerle kesimde olduğu gibi, bir kesme metodu tertibatının seçmeli tarzda (hangisi isteniyorsa) takılabilirdiği koordinat kumandalı tahriki veya mafsal kollu donanımları olan makinelerdir (Şekil 2).



Şekil 2: Termik kesme için koordinat kumandalı brülörlü kesim makinası

Tam biçimli kesimin yapılması için çeşitli kumanda tarzları vardır.

- Yan mekanik kumandalıda, makina tarafından aksettirilen ışık kaynağı, elle resim hatları boyunca hareket ettirilir.
- Mıknatıs makaralı kumandalıda, bir çelik şablonun çevresi boyunca, motor tarafından tahrik edilen manyetik bir makara hareket eder ve böylece kesici brülör kılavuzlanır.

• Foto elektrikli kumanda da, siyah-beyaz zemin üstüne aksettirilen bir ışık noktası tepkime gösterir ve daha öncesinden verilen kesme hızı ile resimlendirilen brülörle kesim şablonunun siyah kenarları boyunca otomatik olarak hareket eder.

• CNC-Kumandalı kesim makineleri ile, daha önceden belirli olan kesme planlarına göre tam doğrulukta kesimler ekonomik bir şekilde gerçekleştirilir. Kesme planları, sac plaka malzemeden optimum (en uygun) olarak faydalanılacak şekilde yerleştirilen (oturtulan) farklı iş parçası şekillerini kapsayabilir (Şekil 3).

Brülörlü kesme makinelerinde birden çok kesme brülörlerinin kullanılması sayesinde bir örneğe uygun olarak çok sayıda iş parçası aynı anda kesilebilir.

Borularda şekilli (form) kesmeler için, boru düğümlerinin yapılmasında da CNC-Kumandalı brülörlü boru kesme makineleri kullanılır. Böylece, kaynak ağızlarının açılması zor ve karmaşık olan boru, kaynak yerine uygun kavislendirilmiş profilde kesilebilir.

Tekrarlama Soruları

- 1 Oksijenle brülörlü kesimde ön ısıtma alevinin hangi fonksiyonu vardır?
- 2 Doğru kesme hızı nasıl gözlemlenebilir?
- 3 Alaşımli çelikler ve demir olmayan metaller için hangi kesme metodu uygundur?
- 4 Lazer hüzmesi (ışını) ile hangi malzemeler kesilebilir?



Şekil 3: Kutu plan

2.10 Birleştirme

İki veya daha fazla sayıda parçalar birleştirme suretiyle bağlanır. Bu, civata, pim, mil-dişli ve presli bağlantılar veya yapıştırma, lehimleme ve kaynak gibi araçlarla gerçekleştirilebilir.

2.10.1 Vida Dişi

Civatalı birleştirmeler, en sık kullanılan sökülebilir birleştirmelerdir. Eğer dış vida, iç vida ile vidalanırsa, civatalı birleştirme meydana gelir. Vida dişi böylelikle her civatalı birleştirmenin esas parçası olur.

Bir vida helisinin meydana gelmesi

Her vida dişinin temel şekli, bir silindirin çevresine sarılan bir vida helisi boyunca devam eden kanal olarak açıklanabilir. Dönen bir silindirin yüzeyi üstünde bir nokta, aynı anda silindir eksenine yönünde hareket ettirilirse, vida hattı meydana gelir. Noktanın, silindirin bir dönüşü esnasında katettiği yol vidanın adımı P 'ye karşılık gelir. Vida helisinin profili eğik bir düzlemi verir (Şekil 1). Çevre ve vida helisi arasındaki açı vidanın eğim açısı α 'dır.

Vida dişi üzerindeki ayrıntılar

Vida karakteristik büyüklükleri aşağıdadır (Şekil 2).

- Vida dişi profili
- Diş dibi çapı
- Diş üstü çapı (Nominal anma çapı)
- Diş bögür çapı
- Adım
- Bögür açısı

Vida dişleri cinsleri

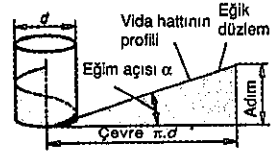
Teknolojide kullanılan vida dişleri, kullanma amacı, profili, dönme yönü ve diş sayısına göre gruplara ayrılabilirler.

Kullanma Amacına Göre Gruplandırılması

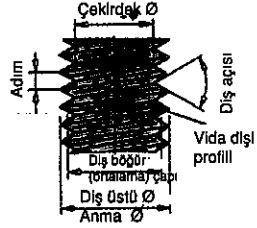
Otoblokajlı vida dişleri ile donatılan civatalar ve somunlar ile, yapı parçalarının sıkı olarak birbirleri ile birleştirilmesi gerçekleştirilir (Şekil 3). Kendi kendine gevşemesini zorlaştırmak için, (otoblokajlı vida dişi elde etmek için) bir ağızlı vidada küçük bir helis açısı α 'ya ve iç ve dış vida dişleri arasındaki sürtünmeye önemli ölçüde etki eden diş bögür açısına sahip olunmalıdır.

Çevre ile eğik hattın oluşturduğu üçgenin eğik düzlemi üstüne etki eden kuvvet F , normal F_N ve bir bileşeni F_H 'yi meydana getirir (Şekil 4 ve Şekil 5). Otoblokajlı vida dişleri, küçük eğim açısı vasıtasıyla küçük bir bileşke kuvvete, ayrıca genel olarak büyük sürtünme katsayısı ile birlikte büyük bir sürtünme kuvvetini meydana getiren bir normal kuvvete sahip olur. Bundan dolayı, otoblokajlı vida dişleri, daima kendi kendine çözülmeye karşı koyma özelliğine sahiptir.

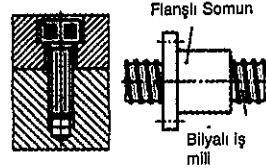
Takım tezgahları tablalarının tahrik edilmesinde, bilyalı vidalı iş mili olarak trapez veya testere dişi şeklinde yapılan hareket vidaları ile dönme hareketleri, doğrusal hareketlere dönüştürülür. Bilyalı vida iş milleri kendi kendine blokajlı değildir. Zira sürtünme katsayısı yuvarlanma hareketi nedeniyle küçük ve eğim açısı nedeniyle büyüktür.



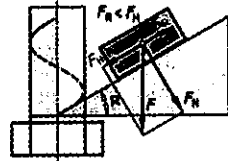
Şekil 1 : Vida hattı



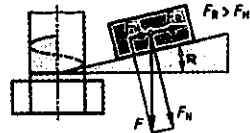
Şekil 2: Vida dişi üzerindeki ayrıntılar



Şekil 3: Tespitleme ve hareket vida dişleri



Şekil 4: Kendi kendine bloke edilmeyen (çözülen) vida dişi



Şekil 5: Kendi kendine bloke edilen (çözülmeyen) vida dişi

Vida dişi profiline göre gruplandırma

Vida dişi profiline göre öncelikle sivri, trapez, testere dişi ve özel vida dişleri olmak üzere gruplara ayrılır.

Sivri vida dişi-metrik-ISO-vida dişleri: 60°'lik bir vida dişi açısına sahiptir (Şekil 1). Bunlar, normal vida dişi ve ince vida dişi olarak gruplara ayrılır. **Normal uygun vida dişleri,** her biri anma çapına göre belirlenmiş bir adıma sahiptir. Vida dişinin ifade edilmesinde, sadece anma (nominal) çapı verilir, örneğin **M 16**. İnce vida dişleri aynı anma çapına, fakat normal vida dişlerine göre daha küçük bir adıma sahiptir. Vida dişinin ifade edilmesinde anma çapından başka adımı da verilir, örneğin **M16x1,5**. **Withworth vida dişleri,** 55°'lik bir vida dişi uç açısına sahiptir (Şekil 2). Bu vidalarda, vida dişi ölçüleri parmak (inç) cinsinden verilir.

Trapez vida dişleri: Trapez vida dişlerinde vida dişi bögür açısı 30°'dir (Şekil 3). Trapez vida dişleri genel olarak hareket vida dişi ifadesini, çap ve adımı kapsar. Örneğin, **Tr 24x6**.

Testere vida dişleri Testere vida dişi, 33°'lik vida dişi bögür açısına sahiptir (Şekil 4). Simetrik olmayan vida dişi profilinden dolayı, testere vida dişleri çok aşırı yüklerle karşı koyabilir. Hareket vida dişi olarak örneğin torna ve freze tezgahlarında bağlama (sıkma) pensleri için kullanılır. Vida dişinin ifade edilmesinde, anma çapı ve adım verilir, örneğin **S 24x5**.

Özel Vida Dişleri: Özel vida dişleri, özel uygulamalar için bir çok vida dişi çeşitlerini kapsar. Örneğin takım tezgahlarındaki bilyalı vida dişleri ve sac civatalarının vida dişleri gibi.

Dönme Yönüne Göre Gruplandırılması

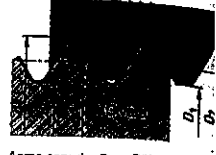
Dönme yönüne göre **sağ ve sol vida dişi** olarak gruplara ayrılır. Eğer bir zımpara taşı diski örneğinde olduğu gibi bir sağ vida dişi çözülmüyorsa veya bir torna tezgahının iş milinde olduğu gibi, verilen bir dönüş yönünde belirli bir doğrusal hareket talep edilirse, ancak o takdirde saat ibresinin tersi yönünde döndürülerek sıkıştırılan sol vida dişi kullanılır. Sol vida dişi, "LH" (Left Hand=Sol el) harfleri ile işaretlenmelidir.

Ağız Sayısına Göre Gruplandırılması

Ağız sayısına göre **bir ve çok ağızlı** vida dişi olarak gruplara ayrılır (Şekil 5). Örneğin, pres millerinde olduğu gibi, bir devirde aksenal yönde büyük hareketler talep edilirse çok ağızlı vida dişleri kullanılır. Çok ağızlı vida dişlerinin ifade edilmesinde anma çapı ve adımdan sonra ağız adımı P hanesi takip eder. Örneğin **Tr 32x18 P6** (18 : 6 = 3 ağızlı trapez vida dişi 32 mm anma çaplı, 18 mm adım ve 6 mm taksimatlı).

Tekrarlama Soruları

- 1 En önemli vida dişi ölçüleri hangileridir?
- 2 Tespit vidası dişlerinin hangi görevleri vardır?
- 3 Trapez vida dişleri, genel olarak neden hareket vida dişi olarak kullanılır?
- 4 Normal metrik vida dişlerinin, metrik ince dişlerden ne farkı vardır?



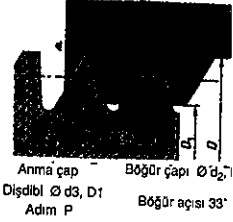
Şekil 1: Metrik ISO-Vida



Şekil 2: Withworth vida



Şekil 3: Trapez vida dişi



Şekil 4: Testere vida dişi



Şekil 5: Tek ve iki ağızlı vida

2.10.2 Civatalı Birleştirmeler

Civatalı birleştirmeler, geçme civata, çekme civata ve saplama civata ile yapılır (Şekil 1). Geçme civatalarda, birleştirilmesi gerekli olan parçalar civata başı ile somun arasında somunun sıkılması suretiyle sıkıştırılır. Çekme civatalarla, içindeki vida dişi bulunan diğer bir iş parçası ile yapı elemanları bağlanır. Saplama civatalarda, civata başı yerine bir somun takılır.

Civatalar

Civatalar, civata şekli, mil ölçüleri, vida dişi ölçüleri ve diğer ayrıntılar vasıtasıyla gruplara ayrılır (Şekiller 2, 3 ve 184. Sayfa, Şekil 1). Genel olarak civatalar standartlaştırılmıştır.

Baş şekillerine göre gruplara ayrılması

Altı köşe başlı civatalar, makina yapımında en çok kullanılan civatalardır. Normal veya ince vida dişli olarak yapılan vida dişleri, bazı uygulamalarda başa kadar devam eder. Bu civatalar genel olarak ilave bir disk oturma yüzeyi ile donatılmıştır.

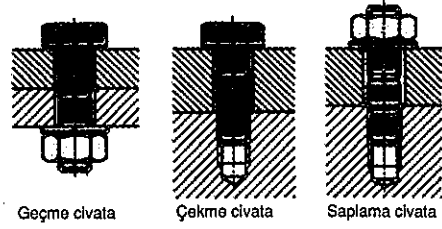
Altı köşe gömme silindirik başlı civatalar

Civataların ara mesafeleri az ise, veya civata başının, iş parçasının dışına taşmasına izin verilmiyorsa, altı köşe gömme silindirik başlı civatalar kullanılır. Altı köşe gömme silindirik başlı civatalar, yüksek başlı ($h=d$), kısa başlı ve en yüksek mukavemetli civatalar olarak, anahtar ağızlı veya ağızsız şekilde imal edilir.

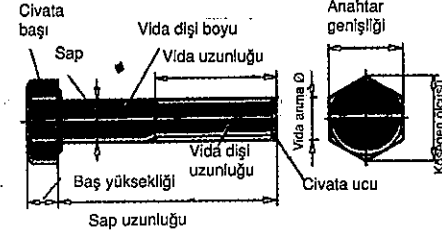
Altı köşe gömme başlı saplama civatalar, altı köşe gömme silindirik başlı civatalar olarak az bir baş yüksekliğine sahiptir. İş parçaları, az et kalınlığı ile civatalı birleştirme gerekirse, bu tip civatalar daha çok kullanılır. Kendi konik baş şeklinden dolayı civatalar, iş parçasını birleştirme esnasında merkezler.

Tornavida yarıklı, (başlı) civatalar, tornavida ile sıkılır. Bundan dolayı, nispeten küçük vida ölçülerinde yapılır. Tornavida yarığı ile elde edilebilen sıkma kuvveti, örneğin altı köşe başlı civatalara göre oldukça azdır.

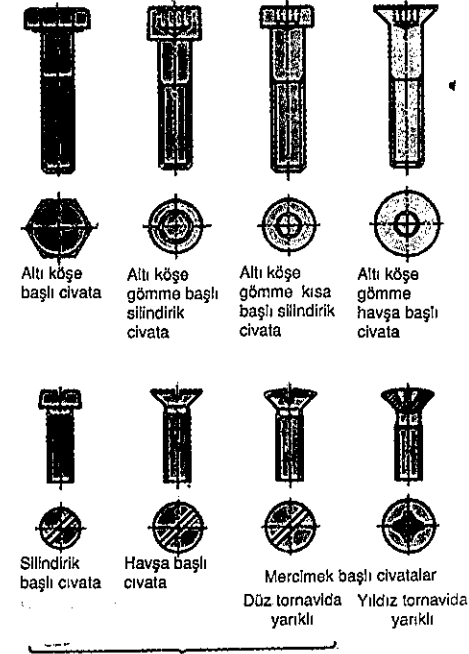
Yıldız yarıklı (başlı) civatalar, derin ve büyük yüzeyden dolayı ve kendi kendine merkezleyen tornavidadan dolayı, tornavida yarıklı başlı civatalara göre daha güvenli ve sıkı olarak bağlama gerçekleştirir. Ayrıca, nispeten küçük vida dişi ölçülerinde yapılır.



Şekil 1: Civatalı birleştirmeler



Şekil 2 : Altı köşe başlı bir civatada ifadeler



Şekil 3 : Civataların baş şekilleri

Mil (sap) şekillerine göre gruplandırılması (Şekil 1)

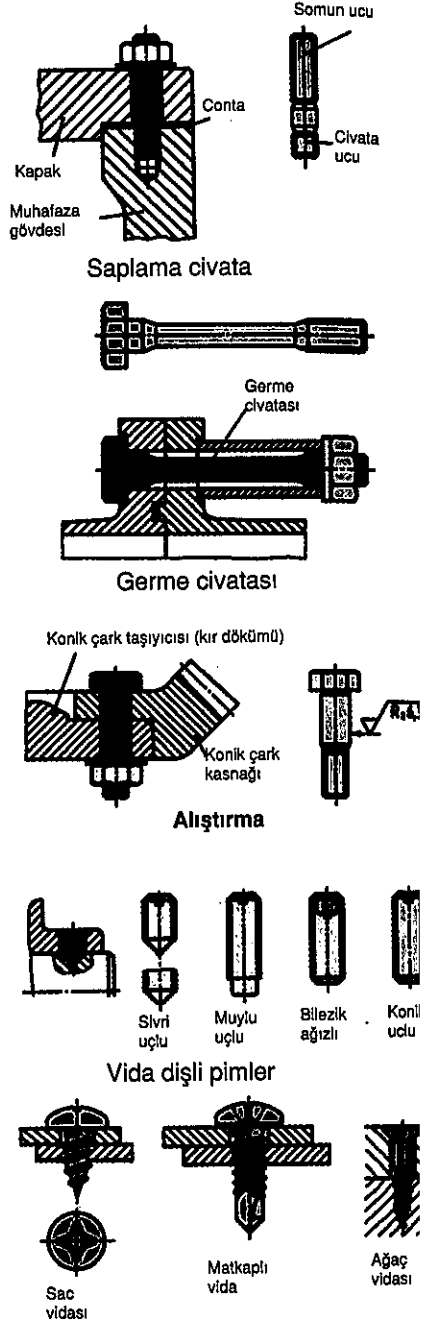
Saplama civatalar, bağlantının sık sık sökülmesi gerekiyorsa, başlı civatalar yerine saplama civatalar kullanılır. Bu suretle, örneğin türbinlerde, motorlarda ve yatak koruyucu gövdelerde olduğu gibi yapı elemanlarının iç vida dişleri korunur. Saplama civatalar kuvvetli olarak yerlerinde sıkılarak (örneğin bir saplama anahtarının yardımıyla veya yapıştırıcı madde ile emniyete alınmak suretiyle) somunun sıkılmasında ve gevşetilmesinde birlikte dönmesine engel olunur.

Germe civataları, dinamik zorlamalar ile (yüklemelerde) karşılaşılan ve büyük mil boylarında, örneğin biyel kollarında ve yüksek basınçlı flanş bağlantılarında kullanılır. Uzun, ince mil sıkılması esnasında elastiki olarak genişir. Germe civataları bundan dolayı civata emniyetine sahip değildir. Mil çapı olarak vida dişi çekirdek çapının yaklaşık %90'nını ihtiva eder. Bu civataların görevlerini doğru olarak yerine getirmesi istenirse, germe civatalarının yüksek ön sıkma kuvveti ile bağlanmış olması gerekir (Sayfa 185).

Alıştırma Civataları, civatalı birleştirme enine gelen kuvvetleri karşılaması veya iş parçasının birbirine göre konumunun sağlanması ve sabitlenmesi gerekiyorsa, alıştırtma civataları kullanılır. Alıştırma civataları ile birleştirmeler çok pahalıdır. Çünkü civatanın sapı taşlanır ve geçeceği deliğe rayba çekilir. Bundan dolayı enlemesine gelen büyük kuvvetlerin karşılanmasında, genel olarak bu tür altı köşe başlı civatalar kullanılır (Sayfa 191).

Vidalı Pimler (Setuskur), bütün gövdesi üstünde vida dişi olan başsız civatalardır. Bunlar esas itibarıyla, miller ve akslar üstündeki, dişli çark, kasnak ve volan gibi iş parçalarının konumunu emniyete almak için kullanılır. Uçları genel olarak sertleştirilmiştir ve mil üstüne her türlü tespit tarzına göre farklı şekillerde biçim verilmiştir.

Sac Vidaları, sertleştirilmiştir ve büyük adımlı, keskin kenarlı vida dişine sahiptir. 2,5 mm'ye kadar sacların bağlanmasında kullanılır. Vidalanmaları (civatalı birleştirmeleri) esnasında, somun vida dişlerini kendi kendilerine biçimlendirirler.



Şekil 1: Civataların mil (şaft) şekilleri

Matkaplı vidalar, kendi yapıları bakımından sac vidalarına benzer, fakat gövde ucunda çekirdek deliğinin delinmesi için ilave olarak bir matkap ucuna sahiptir. Bu civatalar ile, delinmesi gerekli olan 10 mm kalınlığa kadar parça birleştirmeleri yapılabilir.

Ağaç vidaları, sivri ucuna kadar devam eden bir vida dişli gövdeye sahiptir. Vida dişleri keskin kenarlı olup, büyük bir adıma sahiptir. Makina montajlı civatalar için özellikle yıldız gömme başlılar uygundur.

Kuvvet Aktarımı ve Yükleme

Somunu veya civatayı sıkamak için, belirli bir döndürme momenti gereklidir (Şekil 1). Bu döndürme momenti, arzu edilen ön sıkma kuvveti F_v 'ye ve vidada diş yanak yüzeylerinin sürtünme katsayısına bağlı olup, genel olarak tablolardan çıkarılır.

Örnek: 8.8 mukavemet sınıfındaki bir M16 civatasının sıkılması için maksimum döndürme momenti, $M_A=260$ N.m olmalıdır.

Civata eksenini etrafında 360° 'lik bir döndürme esnasında etkili olan l boyundaki iki ağızlı bir anaharda, $W_1=F_1 \cdot .2 \cdot l$ lik bir iş yapılır. Bu iş, civatanın karşılaştığı F_v ön sıkma kuvvetinde, P adımı eksen yönünde hareket ettirmek için, gerekli olan sıkma işi W_2 'ye karşılık gelmektedir. $W_1=W_2=F \cdot P$ Vida dişli ağızlarının üst üste basınç yapmaları ve ayrıca somun ve/veya civata başı ve rondela yüzeyi arasında meydana gelen sürtünme kayıpları, η verim katsayısı ile tespit edilir:

$$\text{Ön sıkma kuvveti } F_v = \frac{F_1 \cdot .2 \cdot l \cdot \eta}{p}$$

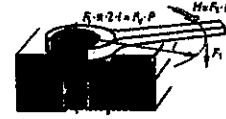
Bu çekme kuvveti civata milinin elastiki olarak uzamasına sebep olur ve karşı kuvvet olarak F_K sıkma kuvvetini meydana getirir (Şekil 2). Sıkma kuvvetinden kaynaklanan, birleştirilen parçalar arasında meydana gelen enine sürtünme kuvveti F_R , parçaların taşıdığı kuvvet F_Q 'dan daha büyük olacak kadar sıkma kuvveti oluşturulmalıdır.

Sıkma esnasında, civata mili dönmeyen başka vida içindeki sürtünmeden dolayı zorlanır.

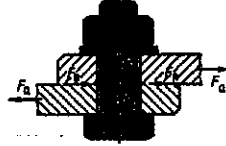
İlave olarak işletme kuvveti F_B 'yi karşılamaya mecbur olan civatalı birleştirmelerin itinalı olarak sıkılmaları gerekir. Sıkma kuvveti F_K 'ye ilave edilen işletme kuvveti F_B vasıtasıyla civataya etki eden kuvvetler daha da büyür ve civata mili uzamaya devam eder (Şekil 3). Tespit (sıkma) kuvveti, civata malzemesinin elastik gerilme sınırının aşılması halinde aniden sifıra doğru yaklaşır. Sıkılan parçaların zamanla ayrılmasına engel olmak için, tespit kuvvetinin sifıra yaklaşmasına asla izin verilmemelidir.

Dayanım (Mukavemet) Sınıfları

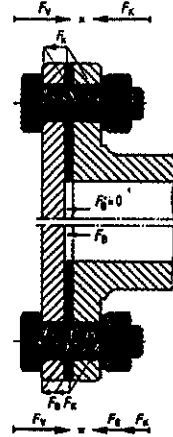
Civatalar genel olarak talaşsız şekil vermek suretiyle imal edilir. Civatalar, dayanım sınıflarındaki çekme dayanımına göre gruplandırılır (Şekil 4). Dayanım sınıfı iki



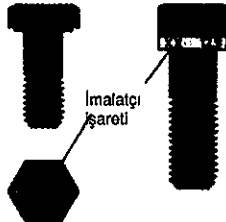
Şekil 1: Sıkma esnasında kuvvetler



Şekil 2: Enlemesine kuvvet yükleri olan civatalı birleştime



Şekil 3: Meydana gelen işletme kuvvetine maruz kalan civatalı birleştime



Şekil 4: Civatalarda mukavemet sınıfının işaretlenmesi

sayı örneğin 12.9 ile ifade edilir. En az çekme dayanımının hesap edilmesi için, ill sayı 100 ile çarpılır. En az akma sınırı Re ve/veya 0,2 genleşme sınırı $R_{PO,2}$ birinc sayının çarpılması suretiyle ikinci sayının 10. katı bulunur.

Örnek: Dayanım sınıfı 12,9

$$R_m = 100.12 \text{ N/mm}^2 = 1200 \text{ N/mm}^2$$









$$R_e = 12.10.9 \text{ N/mm}^2 = 1080 \text{ N/mm}^2$$

Çeşitli dayanım sınıflarında imal edilen civatalarda, vida dişi işaretine göre civa- taların sınıfı ifade edilir:

Örnek: M 12 x 50 - 12,9

Somunlar

Somunlar kullanma maksatlarına göre çeşitli şekillerde imal edilir (Tablo 1).

Tablo 1 : Somunlar			
Şekli	Kullanım yeri	Şekli	Kullanım yeri
 Altı köşeli somun	Altı köşe başlı, tornavida yank başlı ve silindirik başlı civatalarda	 taçlı somun	Şayet civatalı birleştirmenin kupilyalarla emniyete alınması gerekiyorsa
 Şapkaklı somun	Vida dişi ucunun korunmasında, sivri civata uçları vasıtasıyla yaralanmalara karşı korumak için; civataların dışarıya karşı estetik olarak kapatılması için	 Kelebek somun	Civatalı birleştirmenin sık sık sökülmesi mecburiyeti varsa, (örneğin bağlama tertibatlarında)
 tırtili somun	Civatalı birleştirmenin sık sık elle çözümlenmesi mecburiyeti varsa (örneğin tertibatlarda)	 Kamalı somun	Eksenel boşluğun verilmesi ve tekrar ayarlanması için ve rulmanların mil üstüne tespit edilmesi için
 Yüksüklü somun	Boruların vidalı bağlantıları için	 Bilezik somun	Makinaların nakliyesinde halat (zincir) gözü olarak

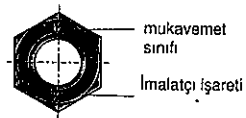
Somunların dayanım sınıfları

Civatalı birleştirmelere ait somunların, ait olduğu civatalar gibi aynı şekilde, yükleri (zorlamaları) karşılaması gerekir. Bu sebepten dolayı somunlar, civatalarda olduğu gibi gruplara ayrılmıştır. Dayanım sınıflarının kademelendirilmesi sayılar vasıtasıyla yapılır. Sayılar 1/100 oranında ölçekli ve en az çekme dayanımı N/mm^2 olarak ifade edilir. 12,9 dayanım sınıfındaki bir civata ile eş olması gereken bir somunun en az 1200 N/mm^2 'lik bir çekme dayanımına sahip olması gerekir. Bu somunun dayanım sınıfı 12'dir. 8 dayanım sınıfından itibaren somunların sınıfları belirtilmek zorundadır (Şekil 1). Somunun dayanım sınıfı, vida dişi işaretine göre ifade edilir.

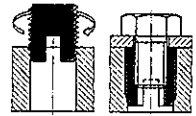
Örnek: M16-12

Vida dişi adaptörleri

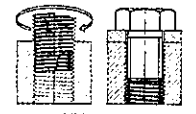
Örneğin hafif metal, plastik ve ahşap gibi dayanımı az olan malzemelerde iç vida dişi kolayca yırtılır. Vida dişi adaptörlerinin kullanılması suretiyle buna engel olunabilir (Şekil 2). İş parçalarının yırtılan iç vida dişinden dolayı ta- mir edilmesi gerekirse ve civatalar sık sık vida dişinin içine



Şekil 1: Bir somunda mukavemetin ifade edilmesi



Diş açılarak



Vidalanarak

Şekil 2: Vida dişi takımları

sökülüp takılıyorsa, örneğin yonga levha (sunta) destek parçalarında elastiki tertibat sistemleri, vida dişi adaptörleri hazırlanır ve civata dişi bu adaptörler vasıtası ile sıkma görevini yerine getirir.

Civata Emniyetleri

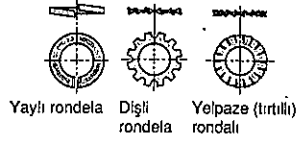
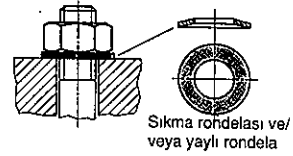
Civatalı birleştirmenin kontrollu olarak sıkılmasıyla, civata milinde, civataların ve civata ile birleştirilen parçaların elastik deformasyonu sayesinde bir ön sıkma kuvveti F_v meydana getirilir. Uzun civatalar veya germe civataları kullanılırsa, bu ön sıkma kuvveti herşeyden önce civatalı birleştirmeyi emniyete alır. İlave emniyet elemanları bu şartlar altında gerekli değildir.

Emniyet Rondelaları (Oturma emniyetleri)

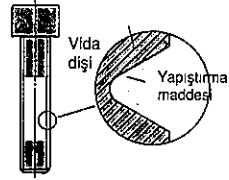
Ön sıkma kuvveti, malzemenin sünmesi, örneğin civata başının altındaki çok yüksek yüzey basıncı sayesinde ve ayrıca oturma suretiyle azalır. Temas yüzeylerinde, vida dişinde ve civata başının altındaki yüzeyde pürüzlülüklerin oluşturduğu alan oturma yeri olarak ifade edilir.

Sünme ve oturma miktarlarını dengeleyen ve ön sıkma kuvvetlerinin izin verilmeyen sınıra ulaşmasını engelleyen civata emniyetleri, emniyet rondelası (pulları) olarak ifade edilir. Aynı biçimde, fakat ölçüleri farklı olan sıkma (bağlama) rondelası ve yaylı (tabak) rondelalar bunlardan sayılır (Şekil 1). Örneğin yaylı rondela, dişli rondela ve yelpaze (kertikli) rondela gibi benzeri yaylı elemanlar, küçük ön sıkma kuvvetlerinde yaylanma özelliklerine sahiptir. Bu yüzden, 8.8 civata sınıfından itibaren etkisiz kalırlar.

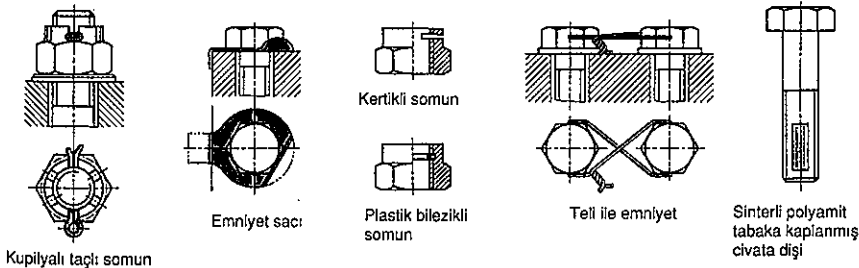
Gevşemeye karşı emniyet rondelaları. Ekselel yönde dinamik olarak zorlanan (yüklenen) civatalı birleştirmelerde, somun ve civatanın vida dişi böğürlerindeki temas arasında kayma hareketleri meydana gelebilir. Ayrıca, civatalı birleştirme kendiliğinden de açılabilir. Kendiliğinden açılma olayına engel olan döner ek gevşemeye karşı emniyetler olarak, **kilit diş başlı civatalar, kilit dişli somunlar ve yapıştırıcı maddeler** kullanılır (Şekil 2). Kilit diş başlı civatalar ve kilit dişli somunlar, birleştirmenin sıkılması esnasında iş parçasına bastırılan (nüfuz eden) ve şekil intibakı suretiyle kendi kendine döner ek gevşemesine engel olan, oturma yüzeyinde radyal yönde kilitleme dişlerine sahiptir. Kilit dişli civatalar ve kilit dişli somunlar, iş parçası sertliği dişlerin sertliğinden daha az olursa, iyi emniyet nitelikleri taşır.



Şekil 1 : Emniyet rondelaları



Şekil 2 : Döner ek gevşemeye karşı emniyetler



Şekil 3 : Emniyet elemanları

Yapıştırıcı maddeler, ya montaj esnasında sıvı halde civata dişleri üstüne sürülür veya küçük kapsüller halinde civataların vida ağızlarına yerleştirilir. Somun, vida dişinin üzerinde döndürüldüğünde, ince ve sert tabaka halinde yerleştirilmiş olan, kapsüller kırılır ve içerisindeki yapıştırıcı madde açığa akar. 24 saatlik bir sertleşme süresinden sonra, civata ile somun arasında yapıştırma emniyetli birleştirme meydana gelir. Yapıştırıcı emniyet elemanları, sertleştirilmiş yüzeylerin, kilit dişli civataların kullanılmasına izin vermediği yerlerde kullanılabilir.

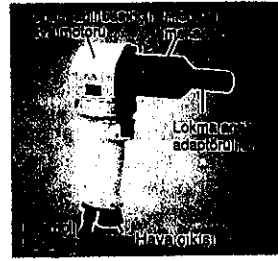
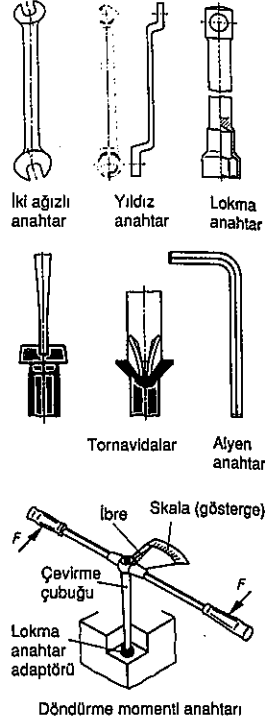
Kaybolmaya Karşı Emniyetler, Civatalı birleştirmeler, örneğin titreşimler nedeniyle, gevşeyip dönerek tamamen çözülebilir. Böyle çözümleri önleyen civata emniyetleri, kaybolmaya karşı emniyet olarak ifade edilir. Kaybolmaya karşı emniyetler olarak, **kupilyalı taçlı somunlar, emniyet saçları, kertikli somunlar, plastik bilezikli somunlar, tel ile emniyet bağlantıları ve plastik kaplanmış civatalar kullanılır** (Sayfa 187, Şekil 3). Karşılıklı olarak hafifçe hareket etme serbestisi gereken yapı parçalarından dolayı, bir civatalı birleştirmenin ön sıkma kuvveti olmadan kalması istenirse, bu gibi emniyet elemanları kullanılabilir.

Civatalı Birleştirmelerin Sıkılması

Civatalı birleştirmelerin fonksiyon kabiliyeti, civatanın sıkılması esnasında erişilen ön sıkma kuvveti F_v 'ye bağlıdır.

El ile sıkılması halinde, silindirik altlı köşe gömme başlı civatalar, alyen (altıgen kesitli) anahtarlar ile; altı köşe başlı civata ve somunlar iki ağızlı, yıldız veya lokma anahtarlar ile; tornavida yarıklı veya yuvalı civatalar, tornavidalar ile sıkılır (Şekil 1). Yıldız gömme başlı olanlar, tornavidayı otomatik olarak merkezleme avantajına sahiptir. Civataların yeteri kadar bir ön sıkma kuvveti ile sıkılıp sıkılmadığının kararlaştırılması, el ile sıkılması durumunda mümkün değildir.

Döndürme momenti - Sıkma metodu, örneğin döndürme momenti gösteren anahtar vasıtasıyla, anahtar üzerinde okunan ve ayar edilebilen, daha önceden verilmiş olan döndürme momentinde civatalı birleştirme sıkılabilir (Şekil 1). Seri imalatta pnömomatik veya hidrolik olarak tahrikli anahtarlar ve darbeli lokmalar, civatalı birleştirmelerin montajında kullanılır. Moment anahtarları, ayarlanabilen döndürme momentlerini, civatalı birleştirmede teğetsel dönüş darbelerine (dönüş impulslarına) göre sağlar.



Şekil 1: Civatalı birleştirmelerin sıkılması için takım

Akma Sınırı Kontrollü Sıkmalarda, en sıkı civatalı birleştirme, elektronik olarak kumanda edilen bir civata ile akma sınırına erişilinceye kadar sıkılır.

Kademeli Sıkma Metodunda, somun belirli bir ön sıkma momenti ile önce yerine takılır. Bundan sonra doğru ön sıkma momentinde somunun ilave bir kuvvetle sıkılması suretiyle, hesaplanan bir tekrar sıkma kademesine erişilir.

Tekrarlama Soruları

- 1 Civatalar baş biçimlerine göre hangi gruplara ayrılabilir?
- 2 Saplama civatalar hangi durumlarda kullanılır?
- 3 Germe civatalar diğer civatalara göre hangi avantajlara sahiptir?
- 4 Civata dayanım sınıfı 10.9 olduğunda en az dayanım ve en az akma sınırı ne kadardır?
- 5 Dönerek gevşemeye karşı ve kaybolmaya karşı emniyetler arasındaki fark neden meydana gelir?

2.10.3 Pimli Birleştirmeler

Pimli birleştirmeler, sökülebilen birleştirmelerdir. Genel olarak kesilme (makaslama) etkisi ile yüklenir (zorlanır). Kullanma amaçlarına göre alıştırma pimleri, tespitleme pimleri ve kesilme pimleri olarak gruplara ayrılır (Şekil 1).

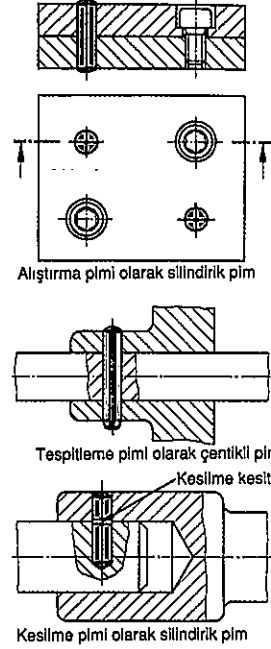
Alıştırma Pimleri, iki yapı parçasının durumunu, karşılıklı olarak aynı konumda tutar. Böylece parçaların birlikte imalatını kolaylaştırır ve yandan (enlemesine) gelen kuvvetler nedeniyle kaymalara engel olur.

Tespitleme pimleri, iki veya daha fazla yapı parçalarını kuvvet ve biçim bağlantısı açısından birleştirir ve böylece kuvvetleri ve döndürme momentlerini aktarabilir.

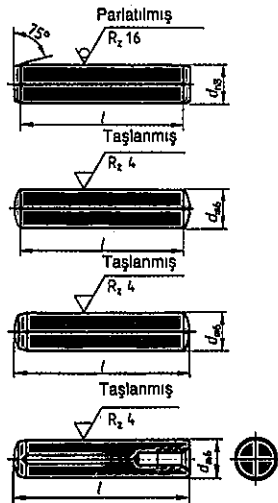
Kesilme (makaslama) pimleri, "teorik kırılma yeri" olarak, izin verilmeyen zorlanmalara ulaşılması halinde kuvvet akışını (iletimini) keserek sistem elemanlarının hasar görmesine engel olur. Hız kutularını, çok yüksek momentlerden korumak için, örneğin takım tezgahlarında tahrik ünitesi ile fener mili arasında uygun bir hareket iletme yolu üzerine monte edilebilir.

Pim Şekilleri

Şekline göre pimler, silindirik pimler, konik pimler, bağlama pimleri, spiral bağlama pimler ve çentikli pimler olarak gruplandırılabilir. Seçim, kullanma ama-



Şekil 1 : Pimli birleştirmeler



Şekil 2 : Silindirik pimler

cına talep edilen hassasiyete ve pimli birleştirmenin imalatında meydana gelen maliyete göre yapılır.

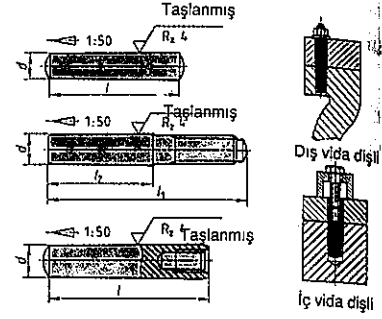
Silindirik pimler, taşlanmış veya parlatılmış yüzeylere sahiptir. Örneğin mercimek başlı (tolerans alanı m6) ve konik başlı (tolerans alanı h8) olarak imal edilebilir. Sertleştirilmiş pimler, m6 tolerans sahasına sahiptir ve kısa bir konik çıkıntı ve ayrıca mercimek başlı uçları vardır (Şekil 2). Birleştirmenin dayanımı ve hassasiyeti hakkında özel talepler olursa, kalıp imalatında kullanılır. Silindirik pimler çeşitli yapı parçalarının birbiri ile merkezlenmesine ve konumlarının sabitlenmesine çok uygundur. Birleştirmenin nadiren sökülmesi mecburiyeti olduğu şartlarda kullanılabilir. Birleştirilmesi gereken parçalarda geçtiği delikler birlikte delinir ve rayba çekilir veya tamamı takım tezgahlarında ayrı ayrı imal edilir. Pimlerin deliklerin içine geçmesi sırasında aşınma olmaması için, montajdan önce gres yağı ile yağlanmalıdır. Kör deliklere ait silindirik pimler, pimin delik içine geçmesi esnasında, havanın dışarıya çıkabilmesini sağlayan uzunlamasına kanalları, düzleştirilmiş yüzeylere ve özel durumlarda pimlerin dışarıya çıkartılması kolaylığı için iç vida dişlerine sahiptir (Sayfa 189, Şekil 2).

Konik pimler, standartlaştırılmış bir eğime, $C=1:50$ sahiptir (Şekil 1). Parçaların pim delikleri, en küçük pim çapında (pim anma çapında) delinir ve konik raybalarla, pim ucu elle delik içine sokulduğunda yaklaşık 4 mm'si delik kenarının üzerinde kalana kadar, raybanılır. Pim, iş parçası ile bağlanacak şekilde darbe uygulanarak delik içine sürülürse, pim konikliğinden dolayı sıkı olarak geçer.

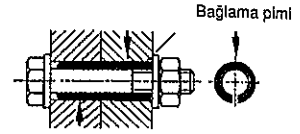
Delik içine çakılan konik pim, elastiki olarak gerilme ile yüklenir. Bu suretle silinmeyen bir kuvvet ve şekil bağlantılı bir birleştirme meydana gelir. Kör deliklerden konik pimlerin sökülebilmesi için, dış veya iç vida dişli konik pimler kullanılır (Şekil 1).

Çok sık olarak birleştirmenin sökülüp takılması gereken makina elemanlarında, konik pimlerle daima her sökülüp takılma sonunda tam olarak ilk konum elde edilebilir.

Sıkma kovanları (Bağlama pimleri) yay çeliğinden haddelenerek imal edilen ve bundan sonra da ıslah edilen, boylamasına yiv açılmış oluklu silindirlerdir (Şekil 2). 6 mm'lik anma çapa kadar her iki yönden, 8 mm'lik anma çaptan itibaren tek yönden konik olarak imal edilir. Sıkma kovanlarının dış çapı, montajdan önce takılacak pim deliğine göre 0,2 mm ila 0,5 mm daha büyüktür. Pim deliğinin içine



Şekil 1 : Konik pimler



Şekil 2 : Bağlama pimi

takılması esnasında yarık, pime daralma elastikiye-
ti sağlar. Yarık, aktarılması gereken kuvvetin etki
hattı ile çakışacak şekilde, pim deliğın içine
sürülmelidir. Bağlama pimlerinin delikleri için, H12
tolerans alanı yeterlidir. Yüzey kalitesi bakımından
yüksek talepler olmadığından, bağlama pimlerine
alt delikler helisel matkapla delinebilir.

Alıştırma hassasiyeti bakımından büyük talepler
yoksa, sıkma kovanları alıştırma pimleri olarak
da kullanılabilir. Bundan başka tespitleme pimleri
olarak da görev yapabilir. Civatalı birleştirmelerde,
sıkma kovanları enlemesine gelen kuvvetleri karşı-
lamak için pahalı olan alıştırma pimlerinin yerine de
kullanılabilir (Sayfa 190, Şekil 2).

Spiral (helisel) sıkma kovanları, ıslah edilerek
oluşturulan kapalı bir kovan şekline sahiptir (Şekil
1). Bu pimlerin her iki ucu konik olarak yapılmıştır.
Pim deliklerinin içine sürülmesi esnasında, bağla-
ma piminin montajdan evvel yaklaşık 0,05 ila 0,55
mm daha büyük olan çapı, spiralın elastiki olarak
yuvarlanması suretiyle pim deliğine alıştırılır. Spiral
sıkma kovanları, kendi yaylanma niteliklerinden do-
layı özellikle dinamik, darbeli kuvvetlerin (yüklerin)
karşılmasına elverişlidir.

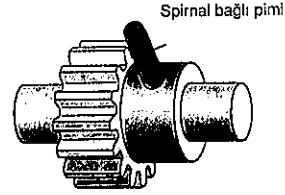
Çentikli Pimler, kendi çevresinde uzunlamasına 3 adet çentiğe sahiptir. Çentik-
ler, ya bütün boyda veya sadece pim boyunun bir kısmında yapılmıştır. Çentikli pim-
ler, çeşitli yapı şekillerinde imal edilir (Şekil 2).

Pimlerin delik içine geçmesi esnasında, pimlerin çentikleri vasıtasıyla meydana
gelen şişkinlikler (yığılmalar) çentiğın içine geri bastırılır. O esnada meydana gelen
radyal kuvvetlerden dolayı, helisel matkapla delinen pim deliğinin içine iyi bir oturma
sağlanır. Çentikli pimler, etrafında 120°'lik açı bulunan çentikler vasıtasıyla kendi
kendine deliğın içinde merkezlenebilir.

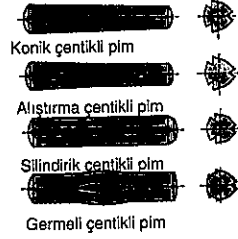
Büyük bir alıştırma hassasiyeti talep edilmiyorsa ve birleştirmenin nadiren sökül-
mesi mecburiyeti varsa, çentikli pimler kullanılabilir (Şekil 3).

Tekrarlama Soruları

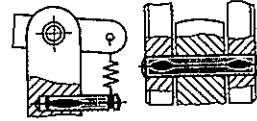
- 1 Alıştırma pimleri ne amaçla kullanılır?
- 2 Hangi pim şekilleri alıştırma pimi olarak kullanılabilir?
- 3 Pimler silindirik kör deliklerden nasıl çıkartılır?
- 4 Konik pimlerde eğim oranı ne kadardır?
- 5 Sıkma kovanlarının hangi avantajları vardır?
- 6 Çentikli pimler hangi durumlarda kullanılır?



Şekil 1 : Spiral - bağlama pimi



Şekil 2 : Çentikli pimler



Şekil 3 : Çentikli pimler için uygulama örnekleri

2.10.4 Mil-Dişli Çark Birleştirmeleri, (Kamalar) Görevleri ve Cinsleri

V-Kayış kasnakları, kavramalar ve dişli çarklar gibi makina elemanlarının mil ile, taşıyacakları döndürme momentini aktarabilecek şekilde bağlanmış olmaları gerekir. Kuvvet aktarma tarzına göre şu şekilde gruplara ayrılır (Şekil 1).

- Şekil kapalı birleştirmeler
- Ön gerilmeli, şekil kapalı birleştirmeler
- Kuvvet kapalı birleştirmeler
- Yapıştırıcı maddeli birleştirmeler

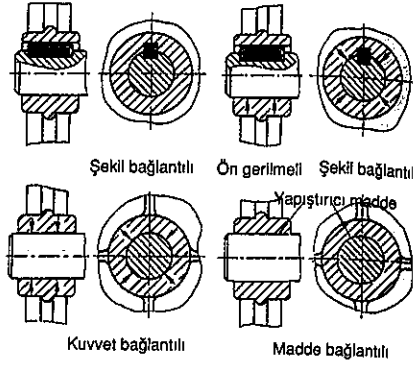
Şekil kapalı birleştirmeler, kuvvetleri (döndürme momentlerini) birbirleri üzerinde alıştırmış şekiller aracılığıyla iletir. Bunun yanında milin ve kamanın aksenal yönde kaydırılması (sürülmesi) mümkündür.

Ön gerilmeli şekil kapalı birleştirmeler, kuvvetleri şekil ve kuvvet bağlantısı suretiyle aktarır. Kuvvet kapalı birleştirmeler, kuvvetleri mil ve çark arasındaki sürtünme vasıtasıyla taşır. Yapıştırıcı maddeli birleştirmeler, kuvvetleri, birbirleriyle kaynatılan, lehimlenen veya yapıştırılan mil ve çark üzerinden taşır. Genel olarak sökülemez birleştirmelerdir.

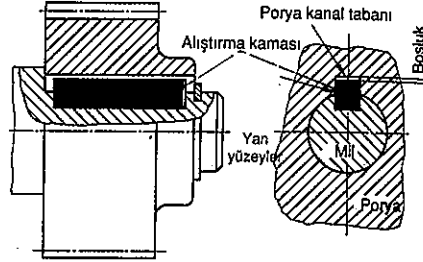
Alıştırma Düz Kamalı Birleştirmeler, bütün kama gövdesi ile kuvvet ve moment aktaran birleştirmelerdir. Paralel yan yüzeyleri mil ve çark kanalının içine dayanan alıştırmalı düz kamalar, aynı zamanda "birlikte aktarıcı" olarak etki eder (Şekil 2). Alıştırma düz kamaların sırtı ile çark kanalının tabanı arasında bir boşluk vardır. Darbeli tarzda yüklemeye için, alıştırmalı düz kamalı bağlantı uygun değildir. Çünkü çalışma boyunca alıştırmalı düz kama ve kanalın yan yüzeyleri plastik deformasyona uğrar ve zamanla hasarlı birleştirme gürültü yapmaya başlar.

Mil üstüne bağlanmasında kaydırılması gereken dişli çarklarda, alıştırmalı düz kamalar uygun toleranslar vasıtasıyla kayar, geçme sınıfında imal edilirler. Böylelikle alıştırmalı düz kama, kaymalı kama olur. Civata veya pimler kaymalı kamanın aksenal yönde kaymasına karşı bir emniyet sağlayabilir.

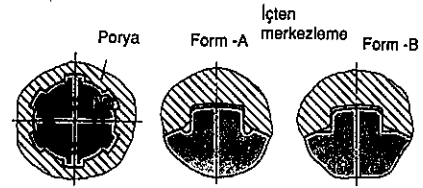
Kamalı Mil Birleştirmeleri, örneğin takım tezgahlarının ve taşıtların hız kutularında olduğu gibi, yüksek yüklenmeli millerde aktarıcı birleştirmeler olarak kullanılır (Şekil 3).



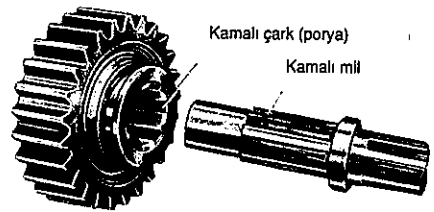
Şekil 1 : Mil - dişli birleştirme



Şekil 2 : Alıştırma kamalı birleştirme



Şekil 3 : Kamalı mili profili



Şekil 4 : Kamalı mili - birleştirme

Aktarılan döndürme momentine uygun olarak kamalı miller, hafif seri, orta seri ve ağır seri olarak standardize edilmişlerdir. Bu yüzden kama sayısı ve derinliği, artan döndürme momentine uygun olarak büyür. Kamaların sayısı vasıtasıyla alıştırma düz kamalarının sayısına ("Kamaların" değil), döndürme momenti çevreye aynı ölçüde bölünerek aktarılacak şekilde karşılık gelir. Bir kamalı mil birleştirmenin parçaları, uygun toleranslar altında alıştırılırsa, karşılıklı olarak birbirleri üzerinde kaydırabilir.

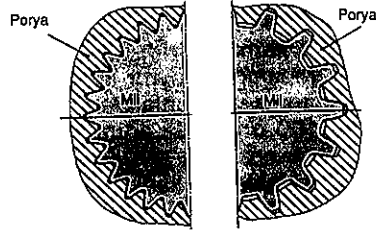
Bundan dolayı kaymalı çarklar kullanılmıştır (Sayfa 192, Şekil 4) Çarkın mil üzerinde merkezlenmesi, iç merkezleme suretiyle (Sayfa 192, Şekil 3), darbeli tarzda ki zorlamalarda yanaktan (böğürden) merkezlenme suretiyle sağlanır.

Dişli kamalı millerde, alıştırırmalı düz kamaların yerine çentik dişli veya evolvent dişli profilli çok sayıda kama bulunur (Şekil 1, Şekil 2). Kamalı mil profilinin tersine daha ince dişli mil ve çark kesitleri açısından daha az zayıflar. Bundan dolayı aynı çapta daha büyük döndürme momentleri aktarılabilir. Çok sayıdaki dişlerden dolayı, dişli mil birleştirmeler, özellikle darbeli (dinamik) yüklemeler için elverişlidir. Bundan başka mil ve çarkın durumu, örneğin kollarda olduğu gibi diştten dişe çok az aralıklı olarak ayar edilebilir.

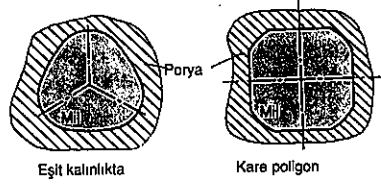
Çentik dişli profiller (çentikli dişliler), örneğin motorlu taşıtlarda döner mil düz kamaları olarak ve nadiren sökülmesi mecburiyeti olan birleştirmeler olarak elverişlidir.

Evolvent dişli profilli, dişli mil birleştirmelerde dişler, dişli çarklarda olduğu gibi evolvent yanaklara (böğürlere) sahiptir. Dişlerin sayısı, milin çapına ve modülüne bağlıdır. Örneğin lamelli kavramalarda lameller, içten dişli mülle, dışta dişli çark (kasnak) ile evolvent diş profilleri vasıtasıyla birleşir.

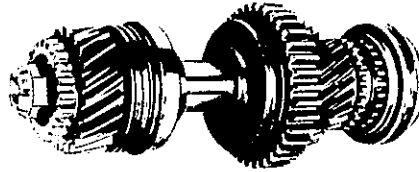
Çokgen Profilli-Birleştirmeler, büyük merkezleme hassasiyeti istenen mil ve çark birleştirmesidir. Bunlarda, pratikte çentik etkisi olmadığından, alıştırırmalı düz kamalı birleştirmelere göre daha büyük döndürme momentlerini taşıyabilirler (Şekil 3). Kuvvet etkisi altında aksenal kaymada sadece kare kesitli çokgenler elverişlidir (Şekil 4).



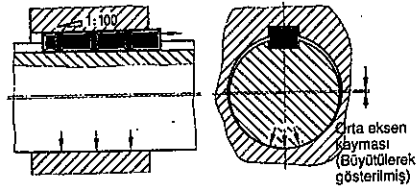
Şekil 1 : Çentik dişli profil Şekil 2 : Evolvent dişli profil



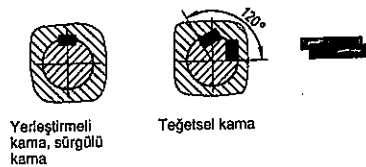
Şekil 3 : Çokgen (Poligon) profiller



Şekil 4 : Çokgen milli - birleştirme (Kare Profil)



Şekil 5 : Kamalı birleştirme



Şekil 6 : Kama cinsleri

Ön Gerilmeli Şekil Kapalı Birleştirmeler

Konik kamalı birleştirmeler, büyük makina yapımında ve zor işletme şartları için kullanılır. Bununla beraber mil ve çark, 1:100 oranında eğimle ve mil ve çark kanalı arasında az yan boşluğa sahip olan kamalar ile karşılıklı olarak bağlanılır (Sayfa 193, Şekil 5). Bu bağlama sayesinde milin orta eksenini ile çark eksenini arasında bir fark oluşturulur. Bu kaydırmanın bağlanmış parçaların fonksiyonunu etkilememelidir.

Sürtünme kuvvetinin aşılması halinde birleştirme şekil kapalı olur. Çünkü bu durumda milin ve çark kanalının yan yüzeyleri kamaya dayanır.

Kamalar sürgülü kamalar, yerleştirilmeli kamalar ve teğetsel kamalar olarak sınıflara ayrılabilir (Sayfa 193, Şekil 6).

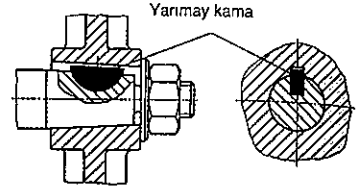
Ay kamalı konik birleştirmeler, konik birleştirme vasıtasıyla kuvvet kapalı ve sürtünme kuvvetinin aşılması halinde birleştirilmeli düz kama gibi etki eden ay kama vasıtasıyla şekil kapalı olarak etki eder (Şekil 1).

Alın Dişli - birleştirmeler, alın yüzeyinde radyal (çapsal) olarak açılmış dişlerin karşılıklı olarak birbirini kavradığı, kendi kendine merkezleme yapabilen birleştirme elemanlarıdır (Şekil 2). Dişlerin kama yüzeyleri vasıtasıyla meydana gelen aksel kuvvetten dolayı birbirinden ayrılmaya zorlanan birleştirilmiş parçalar, civatalar vasıtasıyla birlikte tutulur (Şekil 3). Alın dişli birleştirmeler, örneğin döner milli tabla için mümkün olan yüksek parça hassasiyetinden dolayı ve hız kutusu millerinin flanşlarla bağlanması için daha az yer işgal etmelerinden dolayı tercih edilir (Şekil 3).

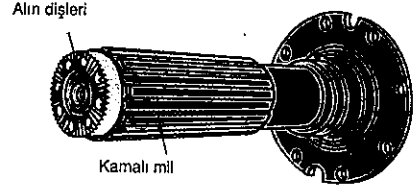
Kuvvet Kapalı - Birleştirmeler

Kuvvet kapalı - birleştirmelerde çark ve mil rastgele açısız konumda bağlanabilir. Miller düz olarak yapılmış ve kanalları veya enine delikler yapılmış ve kanalları zayıflatılmamıştır. Ancak çoğu kuvvet kapalı birleştirmeler, radyal yönde şekil kapalı birleştirmelere göre daha fazla yere ihtiyaç gösterir.

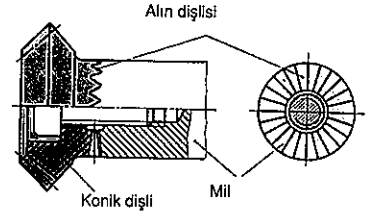
Sıkmalı Birleştirmeler, mile civatalar vasıtasıyla bağlanan yarık açılmış veya parçalı çarklara sahiptir (Şekil 4).



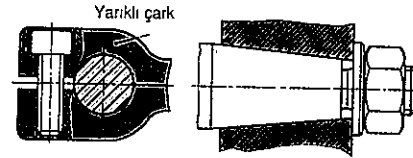
Şekil 1: Sürgülü kamalı konik birleştirme



Şekil 2: Bir şanzıman milinde alın dişlisi

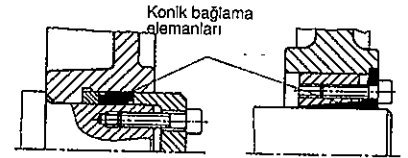


Şekil 3: Alın dişli - birleştirme



Şekil 4: Tespitli birleştirme

Şekil 5: Konik birleştirme



Şekil 6: Bilezik yaylı sıkmalı birleştirmeler

Konik Birleştirmeler, bir milin dış koniğinden ve bir çarkın iç koniğinden meydana gelmiştir. Eksenel yönde civata ile sıkılarak, çevresinde uygun sürtünme kuvvetlerini doğuran büyük normal kuvvetler meydana getirir (Sayfa 194, Şekil 5).

Bilezik yaylı sıkımalı birleştirmeler, bilezik gergi (bağlama) elemanlarının karşılıklı olarak sıkılması suretiyle oluşturulur (Sayfa 194, Şekil 6). Civata ile elde edilen eksenel kuvvet sayesinde bilezikler radyal olarak yerleştirilir ve / veya birlikte sıkıştırılır. Böylece mil ve çark birleşmesi, kuvvet ve moment iletir.

Sıkma (Bağlama) Kovanları, mil ve çarkı, hidrolik olarak elde edilen kuvvetler vasıtasıyla birleştirir (Şekil 1). Mil ile çark arasında, ince cidarlı, içi oyuklu ve basınçlı sıvı ile doldurulmuş bir kovan bulunur. Bağlama civataları ile bir piston eksenel olarak kaydırılır. Bu esnada meydana gelen basınç sayesinde kovanın iç ve dış cidarlarını genişletir, mile ve çarka baskı uygulanır.

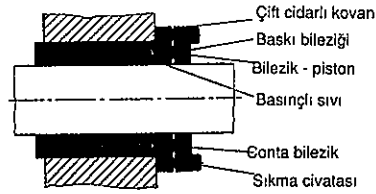
Başlıklı kovanlar, yay sertliğindeki çelikten imal edilmiş, dış çapında ve delik içinde bir çok kanalları olan bağlama elemanlarıdır (Şekil 2). Bağlama civatalarının sıkılması suretiyle, radyal yönde hafif eğik duran yanakların birbiri üzerinde kayarak çapın değişmesine ve bağlamanın gerçekleştirilmesine neden olur.

Yıldız Diskli - Birleştirmeler, konik yapıda çevresel yarıkları olan bilezik disklerin eksenel yönde sıkılması suretiyle meydana gelir (Şekil 3). Bunlar kendi kendilerine konumlanır ve çarkın delik yüzeyi ve mil faturası arasında sıkıştırılır. Disklerin (lammelerin) sayısı aktarılacak dönme momentine bağlıdır.

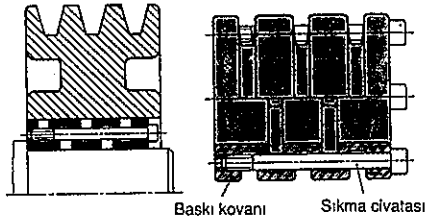
Mil Emniyetleri

Yapıştırıcı madde bağlantılı, kuvvet kapalı ön gerilmeli ve şekil kapalı birleştirmelerde, mil ve çark (kasnak, volan.vb.) birbirleri ile sıkı sıkıya bağlanmışlardır. Bundan dolayı eksenel kaymalara karşı ilave bir emniyet gerekli değildir. Şekil kapalı mil - çark birleştirmelerin ve mil üstüne veya delik içine yerleştirilen rulmanlar gibi yapı parçalarının eksenel yönde emniyete alınması gerekebilir. Emniyet genel olarak standart emniyet elemanları vasıtası ile şekil kapalı tarzda sağlanır (Sayfa 196, Şekil 1). Örneğin aşağıdaki elemanlarda olduğu gibi.

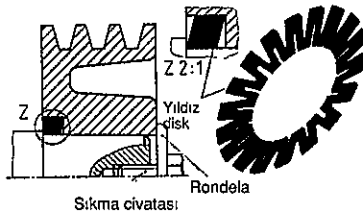
- Ayar bilezikleri
- Yaylı segmanlar
- Konik pimler
- Emniyet diskleri
- Emniyet segmanları



Şekil 1 : Sıkma (Bağlama) Kovanı

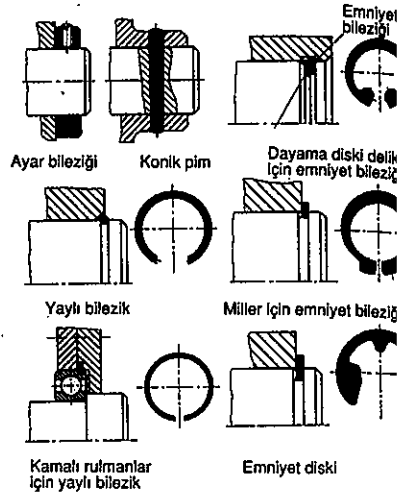


Şekil 2 : Baskı kovanı



Şekil 3 : Yıldız diskli - birleştirme

Karşılanabilen aksel kuvvetler, emniyet elemanının yapı tarzına ve makina elemanlarının konstrüktif oluşumuna bağlıdır. Böylece örneğin bir emniyet segmanına ait mil kanalının, mil ucundan itibaren yeteri kadar büyüklükte bir ara mesafeye sahip olması gerekir. Emniyete alınması gerekli olan makina parçasının dayama yüzeyi, mümkün olduğu kadar büyük yüzeyli olacak şekilde emniyet segmanına dayanmalıdır. Dayama yüzeyini büyültmek için tespit edilen mil uçlarında dayama diskleri kullanılmalıdır (Şekil 1).



Tekrarlama Soruları

Şekil 1 : Mil segmanlar

1. Mil - Çark birleştirmeleri hangi gruplar halinde dallara ayrılır ?
2. Şekil kapalı birleştirmelerde döndürme momentleri nasıl aktarılır ?
3. Alıştırmalı düz kama ve kamalı birleştirmeler ne bakımdan farklıdır ?
4. Dişli milli birleştirmeler hangi durumlarda kullanılır ?
5. Bilezik yaylı - bağlamalı birleştirmeler nasıl görev yapar ?
6. Çarkın aksel yönünde kaymasına karşı hangi tarzda emniyet sağlanabilir ?

2.10.5 Presli ve Kilitlemeli (sustalı) Geçmeler

2.10.5.1. Presli geçmeler

Presli geçmelerde, birlikte monte etmeden önce dış ve iç parçalar arasında farklılığı bulunur. Birlikte monte edildikten sonra her iki parça arasındaki temas yüzeyinde malzemenin sıkıştırılmasından dolayı bir tutucu kuvvet doğar. Bu tutucu kuvvet sayesinde aksel kuvvetler ve dönme momentleri aktarılabilir.

Boylamasına presleme suretiyle presli geçmeler

Boylamasına preslemede, her iki makina elemanı pres yardımı ile birlikte birleştirilir. Miller, akslar veya pimler gibi silindirik parçalarda, keskin alın kenarlarının varlığı geçiş faturalarının bulunmasına izin verilmez. Bu tür parçaların presleme esnasında delik yüzeyleri kazınır, bu yüzden delik çapı büyür ve tutucu kuvvet azalır. Bununla birlikte, yüksek akma sınırı olan genelde delik parçaya, bir presleme ağız faturu açılmak zorundadır. Ancak fatura açısının en fazla 5°'yi geçmemesi gerekir. Sertleştirme işlemi zıma olayından sakınmak için, ek yüzeylerinin preslenmeden evvel ince bir yağ tabakası ile yağlanması uygun olur (Sayfa 197, Şekil 1).

Isıtma Suretiyle Presli Geçmeler

Presli geçmelerin yapılmasından önce dış parça ısıtılır ve iç parçaya (muylaya) takılır. Soğuma esnasında, dış parçanın büzülmesi suretiyle presli geçme meydana gelir.

Isıtma için, endüktif ısıtıcı cihazlar, sıcaklık kumandalı ısıtıcı plakalar ve ayrıca yağ banyoları, ısıtıcı fırınlar ve gaz brülörleri kullanılır (Şekil 2).

Çalışma Kuralları

- Önceden bildirilmiş olan ısıtma sıcaklığına tam olarak uyulması gerekir. Aksi halde, yapı değişiklikleri ve 250°C'den itibaren iş parçasının yüzeylerinde pul döküntüleri meydana gelebilir.
- Büyük kütleli parçaların her taraftan aynı ölçüde ısıtılması uygun olur. Aksi halde parçalarda çarpılma olabilir.
- Örneğin contalar gibi ısıya duyarlı parçalar, ısıtma işleminden önce çıkarılıp alınmalıdır.

Soğutma (Genleşme) Suretiyle Presli Geçmeler

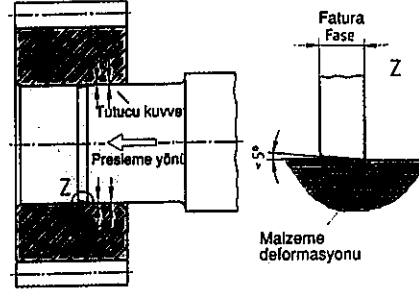
Eğer dış parçalar kendi boyutlarından veya şeklinden dolayı ısıtılamaz veya parçalarda doku değişikliği meydana gelirse, iç parça, dış parçanın içine kolaylıkla girinceye kadar soğutulur (Şekil 3).

Soğutucu madde olarak kuru buz (katı karbondioksit, -79°C'ye kadar) ve sıvı azot (-190°C) kullanılır. Tekrar ısıtma esnasında iç parça genişler ve dış parça ile birlikte presli geçme meydana gelir.

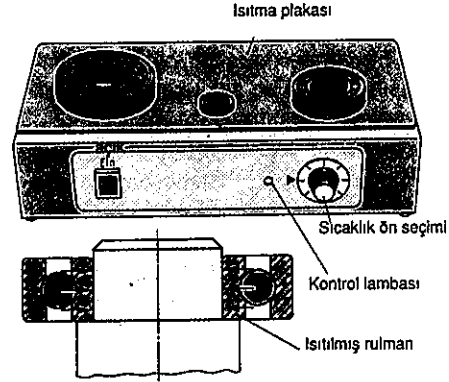
Soğutucu araçlarla yapılan bütün çalışmalarda kazaları önleyici talimatlara tam olarak uygulanmalıdır.

Presli Geçmelerin Hidrolik Sistemle Yapılması ve Çözülmesi

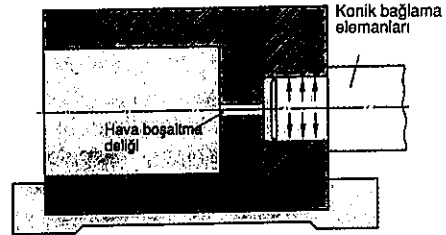
Montaj esnasında hidrolik yağ, alıştırma yüzeyleri arasına basılır (Sayfa 198, Şekil 1). Bu suretle alıştırma yüzeyinde, bu parçaların doğrudan temasını ortadan kaldıran bir yağ filmi meydana getirilir. Montajdan sonra yağ boşalır ve kuvvet bağlantılı olarak etkili olur. Geçme esnasında dış parça ile iç parça önce bilezik kanalı hizasına kadar preslenir ve ondan sonra hidrolik basınç vasıtasıyla genişletilerek birbiri üzerine oturtulur.



Şekil 1 : Boylamasına birleştirme



Şekil 2: Isıtma suretiyle presli birleştirme



Şekil 3: Soğutma suretiyle presli birleştirme

Sökülmesi esnasında sıkıştırılmış basınçlı yağ, ilk önce etkili olur ve dış parça zahmetsizce çekilip alınabilir. Bütün presli bağlantıların tam olarak tutucu kuvvete erişmesi için zamana ihtiyaç vardır. Bundan dolayı parçalar geçmeden sonra ilk 2 ila 24 saat yüklenmesine izin verilmez.

2.10.5.2 Kilitli (sustalı) Geçmeler

Kilitli geçmelerde, malzemelerin, genel olarak plastiklerin ve yay çeliklerin elastikiyetlerinden, bir başka elemanı ile birleştirmede faydalanılır. Küre, halka veya bir çengel karşılığı olan parçanın yuvasına geçer ve şekil kapalı birleştirme meydana getirir (Şekil 2).

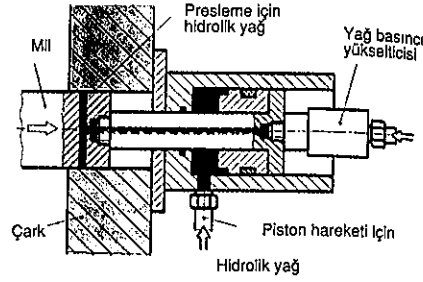
Geçmenin en az bir parçasının, bağlanmasında veya çözülmesinde, halka etrafının deforme edilecek şekilde elastik bir malzemeden yapılmış olması gerekir. Küresel yüzeyli bindirme kilitli geçmeler, özellikle mafsal olarak hareket aktarmalarında (iletimlerinde) görev yapar. Yaylı tırnak, bağlama esnasında esner (yaylanır) ve diğer parça arka tarafında tekrar eski konumunu alır. Kilitli geçmeler, çözülebilir veya çözülemez olarak yapılır. Çözülebilir geçmelerde halkalara her iki yönde harekete uygun biçim verilmiştir. Buna karşılık çözülemez geçmeler, kendi iç taraflarında dik açılı bir faturaya sahiptir. Parçaların sökülmesinde hasar görmeden ayrılması mümkün değildir.

Kilitli geçmelerin cinslerine göre tespit elemanları olarak klemensler (mandallar) ve klipsler kullanılır (Şekil 3).

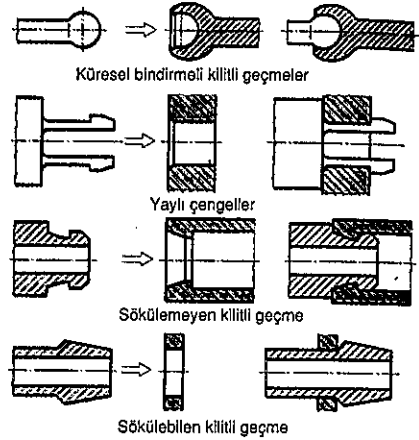
Bunların kolay monte edilebilir olması, az bir geçme kuvveti gerektirir. Kilitli geçmelerle öncelikle depo ve muhafaza parçaları gibi plastik parçalar birlikte eklenir.

Tekrarlama Soruları

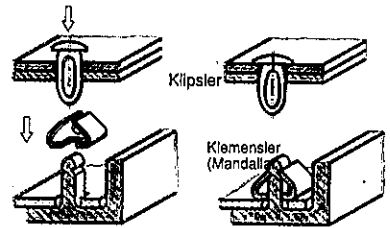
1. Bir presli geçmenin iş parçalarının ısıtılması esnasında hangi çalışma kurallarına uyulmalıdır?
2. Hangi durumlarda soğutma suretiyle presli geçmeler uygulanır?
3. Hidrolik sistemle, Presli geçmeler nasıl takılır ve çıkarılır?
4. Küresel bindirmeli kilitli birleştirmelerin kullanım amacı nedir?



Şekil 1 : Hidrolikikle ekleme



Şekil 2 : Kilitli geçmeler



Şekil 3 : Tespitleme elemanları

2.10.6 Yapıştırma

Yapıdırırmada, aynı veya çeşitli cinsteki maddeler ileride sertleşecek bir ara tabaka vasıtasıyla madde bağlantılı tarzda birleştirilir.

Yapıştırırmalı Birleştirirmelerin Uygulanması

Yapıştırırmalı birleştirirmeler özellikle,

- Konstrüksiyon parçalarının birleştirilmesinde ,
- Civataların emniyete alınmasında,
- Birleştirme yüzeylerinin **sızdırmazlığının sağlanmasında** kullanılır.

Uçak ve taşıt üretiminde yapı parçaları ve kaportalar, fren balataları, makina yapımında kovanlar ve yatakların tespit edilmesi ve muhafaza gövdelerinin sızdırmazlığının sağlanması için kullanılır (Şekil 1).

Yapıştırırmının Avantajları

- Bünye değışikliğinin olmaması
- Aynı ölçüde gerilim dağılımı
- Birçok malzemenin kombinasyonları
- Sıkı birleştirirmeler
- Az alıştırmaya çalışması ihtiyacı

Yapıştırırmının Dezavantajları

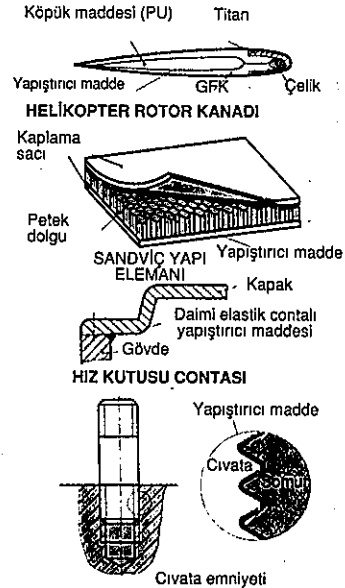
- Büyük temas yüzeyleri gerekli
- Dayanım ömrü kısa
- Isıya dayanımı az
- Kısmen uzun ve karmaşık sertleşme

Yapıştırırmalı Birleştirirmenin Temelleri

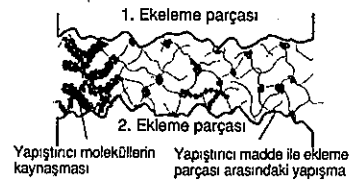
Bir yapıdırırmalı birleştirirmenin dayanıklılığı, yapıdırırmacı maddenin birleşme yüzeylerindeki yapıdırma kuvvetine ve yapıdırırmacı madde tabakasının içindeki kaynaşma kuvvetine bağlıdır (Şekil 2). Eğer birleştirme yüzeyleri temiz, kuru ve hafif pürüzlü ise, yüksek bir yapıdırma kuvvetinde plastik madde haline gelir.

Yapıştırırmalı Birleştirirmenin Oluşumu

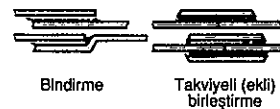
Yapıştırırmacı madde tabakasının dayanımı, birleştirilmesi gerekli olan metalik maddelerin ancak yaklaşık 1/10'u kadardır ve tabaka kalınlığının artması ile dayanımı azalır. Yapıştırılan metal parçalarının dayanımından tam olarak yararlanmak için, yapıdırma boyu sac kalınlığının yaklaşık olarak 5 ila 20 katı kadar büyük olmalıdır (Şekil 3). Bir yapıdırırmalı birleştirirmenin yüklenebilirliği sadece ekleme yüzeyinin büyüklüğüne değil, aynı zamanda sertleşmiş yapıdırırmacı madde tabakasının zorlanma tarzına da bağlıdır. Yapıştırırmalı birleştirirmeler, yapıdırırmacı tabaka özellikle kesil-



Şekil 1: Yapıştırırmalı birleştirirmeler



Şekil 2 : Yapıştırırmalı birleştirirmelerde kuvvetler

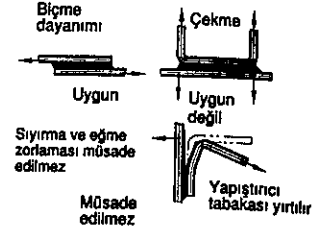


Şekil 3 : Yapıştırırmalı birleştirirmelerin yapısı

me ve çekilme bakımından sadece az ölçüde zorlanacak şekilde yapılmalıdır. Sıyırma (soyulma) zorlamaları uygun olmadığından, birleştirmenin kolayca yırtılmasına yol açar (Şekil 1). Bu bozulmaya, örneğin kenar kıvrırma veya perçinleme gibi özel önlemler yoluyla engel olunmalıdır.

Yapıştırıcı Madde Cinsleri

Ergitmeli yapıştırıcı maddeler soğutma suretiyle fiziksel bakımından saf olarak katılışır.



Şekil 1 : Yapıştırıcı tabakası yırtılır

Tablo 1 : Reaksiyon Yapıştırıcı Maddeleri ¹⁾							
Yapıştırıcı	Bileşenler	Sertleşme		Kesilme dayanımı N/mm ²	Uygulama sınırları °C	Özel Nitelikler	
		°C	süresi				
Soğuk yapıştırıcılar	Epokal reçinesi (Epoxidharz)	2	20	48 s	32'ye kadar	-80... +80	Yüksek dayanım ve iyi elastikiyet, ısıtma esnasında daha hızlı sertleşme
	Akrilat (Acrylat)	2	20	10 dak	8...20	100'e kadar	Yapıştırıcı ve sertleştirici ayrı ayrı taşınırlar, sertleştiricinin eklenmesi ile sertleşme başlar.
	Polidretan (Polyurthan)	2	20	90 s	7...15	-200... +30	Sertleşme zamanı 0,5 saate kadar hızlandırılabilir; hava girişli ilede sertleşme mümkündür
	Siyanakrilat (Cyanacrylat)	1	20	3...180 sn	25'e kadar	-40... +120	Çok kısa sürede sertleşme ("Saniyede sertleştirici"); yapıştırıcı madde kalınlığı 0,2 mm; elastomerler için de uygundur
	Anaerobe Yapıştırıcı	1	20	8...24 s	40'a kadar	-60... +200	Hava temasında sertleşme, özellikle kovanların tespit edilmesi için ve civata emniyeti için
Sıcak yapıştırıcılar	Epokal reçinesi	2	120	15 dak	40'a kadar	-60... +80	Yüksek dayanım ve şekil değiştirilebilirliği, büyük ara hacimlerin doldurulması için de
	Fenol reçinesi (Phenolharz)	1	180	120dak	40'a kadar	-60... +200	Yüksek dayanım yüksek ısıya dayanıklılık az şekil değiştirilebilirliği, sertleştirme esnasında basınç gerekli
	Polyamit yapıştırıcı maddesi	1	400	-	25	-60... +200	Hava teması ve basınç altında birçok kademede sertleşme, kısa zamanda 500 °C'ye kadar dayanıklılık

Sıvı (ıslak) yapıştırıcı maddeler, bir çözücü maddenin buharlaşması suretiyle sertleşir.

Reaksiyon yapıştırıcı maddeler, metaller için en sık olarak kullanılan yapıştırıcı maddeleridir (Tablo 1). Bunlar bir kimyasal reaksiyon suretiyle sertleşir. İşleme sıcaklıklarına göre sıcak ve soğuk, bileşimine göre tek ve iki bileşenli (parçalı) yapıştırıcı olarak gruplara ayrılır.

Yapıştırıcı Birleştirme İşlemleri

Yüzeylerin Ön Hazırlığı

Mekanik ön işlem, ince kum püskürtülmek veya zımpara kağıdı ile zımparalamak suretiyle yapılır. Mekanik ön işlemden sonra veya kimyasal ön işlemden önce gres yağlarını gidermek gerekir. Bu işlem, gres yağını ısı altında bırakarak, daldırarak veya temiz, çözücü madde emdirilmiş bir bezle ovma suretiyle yapılır. Mekanik ön işlem yerine, dezenfekte etmek suretiyle bir kimyasal ön işlem de yapılabilir. Yüzeyler aynı zamanda temizlendiğinden ve pürüzlendirildiğinden, bu en etkili ön işlemdir.

Dezenfekte edildikten veya gres yağı alındıktan sonra itinalı bir şekilde kurutulması gerekir.

Yapıştırıcı maddelerin hazırlanması

İki bileşenli (elemanlı) yapıştırıcıların, ekleme yerlerine sürülmeden önce gerekli miktarlarda ve doğru karışım oranlarında karıştırılmaları gerekir. Bunların donma zamanı sınırlıdır. Piyasaya arz şekline göre yapıştırıcı, püskürtme tabakası ile, fırça veya spatula ile veya bir yapıştırıcı folyonun üstüne konulması ile ince ve aynı ölçüde olmak üzere uygulanır.

Sertleşme

Uygulanması esnasında bal tipi özlü olan birçok yapıştırıcı maddeler, sertleşme başlangıcında ince sıvı haldedir. Bundan dolayı ekleme yerlerinin yapıştırmaya karşı emniyete alınması, bazı yapıştırıcı maddelerde ayrıca preslenmesi zorunluluğu vardır. Sertleşmenin zamanı ve sıcaklığı, yapıştırıcı maddenin cinsine göre belirlenir ve üretici açıklama ve yönergesinden alınır.

Çalışma Kuralları

- Ekleme yerlerinin temiz, yağsız ve hafif pürüzlü (pütürlü) olması gerekir.
- Yapıştırıcı madde, yüzeylerin ön işlemleri yapıldıktan sonra doğrudan doğruya kullanılmalıdır.
- Yapıştırıcı tabaka kalınlığı, 0.1 mm ila 0.3 mm olmalıdır.
- Sertleşme esnasında parçalar, kaymaya karşı emniyete alınmalıdır.
- Yapıştırıcı maddenin sertleşmemiş durumda iken el ile temas etmemesi gerekir.
- Sağlığa zararlı buharlaşma, çalışma ortamında gerçekleşeceğinden ortam iyi havalandırılmalıdır.

Tekrarlama Soruları

- 1 Yapıştırma işleminde, birleştirme (yapıştırma) yüzeylerinin büyük olması neden önemlidir?
- 2 Yapıştırma yüzeyleri nasıl bir ön işleme tabi tutulmalıdır?
- 3 Sıcak yapıştırıcıların soğuk yapıştırıcılardan ne farkı vardır?
- 4 Bir yapıştırıcının dayanımı nelere bağlıdır?

2.10.7 Lehimleme

Lehimleme, ısı altında sıvılaştıran bir madde ile malzemelerin yüzeylerinin bu ergimiş katkı maddesi aracılığı ile birleştirilmesidir. Lehimin ergime sıcaklığı, birleştirilmesi gerekli olan temel malzemelerin altında bulunur. Temel malzemeler, ergime-sizin ısıtılır. Lehim çoğunlukla sıvı madde-lerin, koruyucu gazların altında veya vakum içinde yapılır.

Lehimleme suretiyle, sağlam sızdırmaz ısı ve elektrik akımını iletme kabiliyeti olan, sökülemez, madde bağlantılı türde birleştirmeler meydana gelir. Birleştirilmesi gereken temel malzemeler, lehim her iki maddeyi birleştirebildiği sürece, çok farklı niteliklere ve yapıya sahip olabilir. Böylece, örneğin sert metal kesici uçları, yapı çeliğinden yapılmış olan torna kalemı sapına lehimlenebilir.

Lehimleme suretiyle aynı veya farklı cinsteki metalik malzemeler, sıkı, sızdırmaz ve elektrik iletme kabiliyetine sahip olacak şekilde birleştirilir.

2.10.7.1 Lehimin Temel Esasları

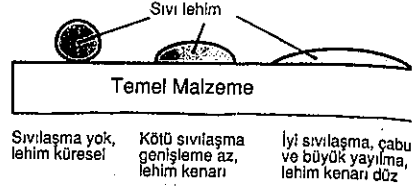
Sıvılaşma İşlemi

Bir lehimle birleşme için, sıvı lehimin temel malzemeye yapışması şarttır. Bunun yanında sıvı lehimin, iş parçasının üstünde çabucak yayılması da gerekir (Şekil 1). Lehim, temel malzemenin bünyesine nüfuz eder ve malzemenin yüzeyinde ince bir tabaka ile lehim arasında alایش meydana gelir (Şekil 2). Karşılıklı olarak birbirinin içine nüfuz eden bu olay "difüzyon" olarak isimlendirilir.

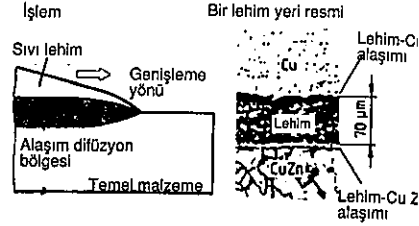
- Temel malzeme, lehim ile bir alایش oluşturabilirse,
- Lehim yeri metalik olarak temiz ise,
- İş parçaları ve lehim yeteri kadar ısıtılırsa, iyi bir sızma sağlanır.

Lehim Aralığı ve Lehim Boşluğu

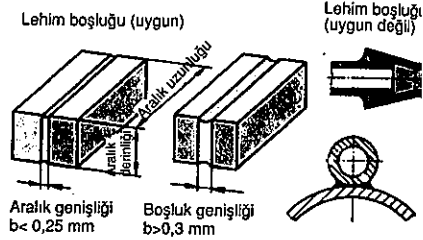
Her iki yüzeyin arasındaki ara mesafenin lehimlemenin sağlığı bakımından özellikle etkisi vardır. Ara mesafenin 0.25 mm'den daha az olanı lehim aralığı olarak ifade edilir. Ara mesafe daha büyük ise, o taktirde lehim boşluğu olarak ifade edilir (Şekil 3). Lehim aralığında karşılıklı olarak duran her iki yüzeyi vasıtasıyla iş parçası ile lehim arasında yapışma, sıvı lehim içindeki akma direncinden daha büyük olur. Bu kılcal yapışma damarlarının etkisi sayesinde lehim, aralığın içine emilir (çekilir).



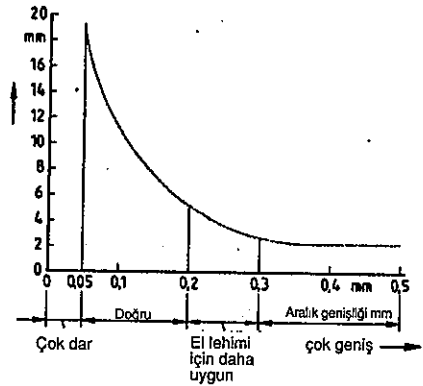
Şekil 1: Lehimlemede ıslanma şekilleri



Şekil 2: Difüzyon suretiyle alایش oluşumu



Şekil 3: Lehim ek yeri ve lehim aralığı



Şekil 4: Lehimin aralık genişliğine bağlı olarak yüksekliği

Lehim aralığı ne kadar az olursa, kılcal yapışma damarlarının etkisi o kadar büyük olur. Lehim, aralık ölçüsü doğru olduğu zaman, lehim aralığa kendiliğinden akar. Lehim aralığı içinde yerçekimi kuvvetine karşı olarak lehimi yukarıya çekebilen kılcal bir emme basıncı meydana getirir (Sayfa 202, Şekil 4).

Lehim, aralık genişliği 0,3 ... 0,5 mm'den daha büyük olursa, lehimin aralık içine emilmesi mümkün olmaz (Şekil 1). Çok dar bir aralık genişliği de yeteri kadar akıcılığı sağlayamaz, çünkü oksit tabakasının akıtılmasında, taşıdığı akışkan miktarı yetersiz kalır (Sayfa 207-208).

Lehim aralık genişliğinin 0,05 mm ila 0,2 mm olması gerekir.

Lehim aralığının uzunlukları ve derinlikleri, kullanılan lehimin dayanımına göre ve lehim birleşiminden beklenen isteklere göre belirlenir. 15 mm'nin üzerindeki lehim aralık derinliklerinden kaçınılması gerekir. Çünkü bunlar genel olarak kafi derecede doldurulmamaktadır. Lehimin aralığının doğru ölçüsünde ve lehimin doğru olarak seçilmesi halinde lehimli birleştirmeler, temel malzemeye yakan dayanma sınırına erişebilir.

Lehimleme Sıcaklıkları¹⁾

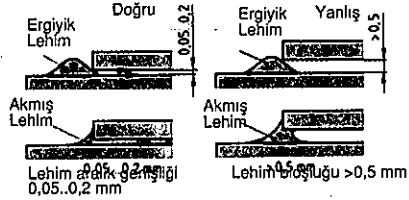
Ötektik yapıya sahip saf metaller ve iki maddeli alaşımlar, sabit bir ergime sıcaklığına sahiptir. Bunun yanında ötektik alaşımın ergime noktası, saf temel metallerin her birinin ergime noktalarından daha düşüktür. Örneğin saf kalay 232°C'de, saf kurşun 327°C'de erir, buna karşılık % 63 kalaydan ve % 37 kurşundan meydana gelen bir alaşım 183 °C'de erir (Şekil 2).

Ötektik yapısına sahip bulunan alaşımlar sabit olmayan bir ergime bölgesine (alanına) sahiptir. Örneğin % 30 kalay % 70 kurşundan meydana gelen bir alaşım ısıtıldığında, ancak teker teker kristaller 183 °C'de erir. Artırılan ısıtma ile daima daha fazla kristal ergitilir. Diyagramdaki a-b hattına erişildiğinde, alaşım tamamiyle ergimiş durumdadır. Buna karşılık 183°C ile 260°C arasındaki ergime bölgesinde, ergiyik ve kristallerden meydana gelen yarı sıvı bir karışım oluşur (Şekil 2).

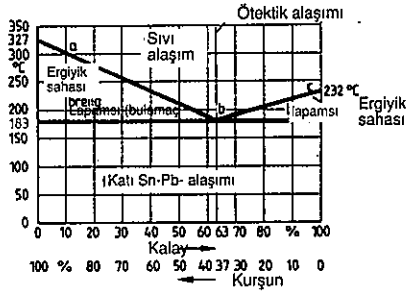
Katılaşma esnasında sıvı lehim ilk önce tekrar yarı sıvı bir hal alır ve bundan sonra katılaşır. Katılaşma esnasındaki sarsıntılar, lehimin bağ yapısını bozar ve böylece lehimli birleştirmenin dayanımı önemli ölçüde düşer.

Lehimin sarsıntı olmadan sertleşmesi gerekir.

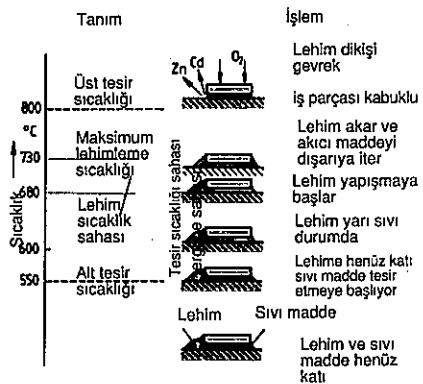
Bir Lehimin **çalışma sıcaklığı**, lehimin yapıştığı, aktığı ve yüzeyler ile alaşım oluşturduğu iş parçasının en düşük yüzey sıcaklığıdır.



Şekil 1: Lehimin aralık genişliğine bağlı olarak yüksekliği



Şekil 2: Kalay kurşun denge diyagramı



Şekil 3: Ag 30 Cd lehimi ve F-SH 1 sıvı maddesi için önemli lehim sıcaklıkları

Çalışma sıcaklığının altındaki sıcaklıklarda, lehim hazır, yani sıvı halde olsa dahi tem malzeme ile lehim arasında bir birleşme sağlanamaz (Soğuk lehim durumu). Bundan dolayı gerek lehim yeri gerekse lehim, en az çalışma sıcaklığına kadar ısıtılmalıdır.

Maksimum Lehim sıcaklığının ne lehim tarafından ne de sıvı maddesi veya parçası tarafından aşılmasına izin verilir.

Bu sıcaklık aşıldığı takdirde lehim dikişi kırılğan (gevrek) olur ve iş parçası kabul lanır (pul-pul olur). Çalışma sıcaklığı ve maksimum lehim sıcaklığı lehim sıcaklık alı nı sınırlandırır (Sayfa 203, Şekil 3).

Etki sıcaklığı alanı, bir sıvı maddenin veya koruyucu gazın sıvı haldeki lehim ve sitasıyla iş parçalarına yapışmayı mümkün kıldığı bir bölgedir (Sayfa 203, Şekil 3).

Çalışma Kuralları

- İş parçası ve lehim çalışma sıcaklığına getirilmelidir.
- Akma işleminin, etki sıcaklık sahasının çalışma sıcaklığı altında başlaması ve lehim sıvısının maksimum lehim sıcaklığının üstüne kadar erişmesi gerekir.
- Lehimin çalışma sıcaklığı, iş parçasının ergime noktası altında bulunmalıdır.
- Maksimum lehim sıcaklığının aşılmasına izin verilmemelidir.
- Isıtmanın çabuk ve parçaların her yerinde aynı ölçüde yapılması gerekir.

2.10.7.2. Lehimleme Metodu ¹⁾

Lehimleme metodları aşağıdakilere göre guruplara ayrılır:

- Çalışma sıcaklığı
- Lehim beslemesi
- Isıtma için enerji taşıyıcısı
- Lehim yerinin şekli (Aralık Lehimi, boş- luk Lehimi)

Yumuşak lehim, sert lehim ve yüksek sıcaklık lehimi olmak üzere gruplara ayrılır (Tablo 1).

Yumuşak Lehim (YL) Çalışma sıcaklığı 450°C'nin altında bulunur. Eğer yüklenebilirlilik bakımından yüksek talepler yoksa, fakat birleştirmenin özlü veya elektriksel iletim kabiliyetinde olması gerekiyorsa, yumuşak lehim uygulanır. Örneğin elektrik devre elemanları gibi ısıya karşı duyarlı parçalar da yumuşak lehimlenir. Lehimlenmesi gereken parçalar değişik şekillerde konumlandırılabilir. Kenar kıvrırmak kenet yapmak veya nokta kaynağı yapmak suretiyle, dayanım arttırılabilir (Şekil 1).

Sert Lehim (Kısa işareti SL). Çalışma sıcaklığı, 450°C'nin üzerinde bulunur. Sert lehimler küt (düz) ekli olarak yapılabilirler. Aralık derinliğinin arttırılması dayanımı yükseltir (Şekil 1).

Yüksek sıcaklık lehimi (YSL)

Çalışma sıcaklığı 900°C'nin üzerinde olan lehimle koruyucu gaz altında veya vakum içinde yapılan bir lehimdir.

Lehim besleme tarzına göre lehimler, tel çubuklu lehim, yerleştirmeli lehim ve daldırmalı lehim olmak üzere gruplara ayrılır. **Tel çubukla lehimlemede**, iş parçaları lehim yerinde lehimleme sıcaklığına kadar ısıtılırlar. Bundan sonra Lehim, iş parçası ve ısı kaynağı ile temas ettirilmek suretiyle ergime sıcaklığına getirilir. **Yerleştirmeli**

Tablo 1: Lehim metodu ve çalışma sıcaklığı

Yumuşak lehim	Sert lehim	Yüksek sıcaklık lehimleme
450°C'nin altında sıvı madde ile	450°C'nin üzerinde sıvı madde ile koruyucu gaz altında veya vakum içinde	900°C'nin üzerinde koruyucu gaz altında veya vakum içinde

Lehim yerinin cinsi	Lehim aralık derinliği az	Lehim aralık derinliği büyük	Dayanımına ilave olarak artırılması
Sac dikişi düz			
Sac dikişi T-şeklinde			
Düz parça ile yuvarlak parça			
Boru birleşmesi			
Yumuşak lehim için uygun	uygun değil	uygun	Çok uygun ^{A1}
Sert lehim için uygun	mümkün	Çok uygun	Gereksiz masraf

Şekil 1 : Lehim ve lehim yeri şekli

ve ısı kaynağı ile temas ettirmek suretiyle ergime sıcaklığına getirilir. **Yerleştirilmeli Lehimleme** esnasında, iş parçaları belirli bir lehim miktarı (Şekli lehim parçası) ile birlikte lehimleme sıcaklığına kadar ısıtılır. Daldırmalı lehimde iş parçaları, sıvı lehimden oluşturulmuş bir banyo içinde lehimleme sıcaklığına kadar ısıtılır ve böylece ergitilmiş olan lehim aralığı dolar.

Isıtma için enerji taşıyıcıları aşağıdaki gibi gruplara ayrılır:

- Gaz vasıtasıyla lehimleme
- Katı cisimler vasıtasıyla lehimleme
- Sıvılaştırıcı (eritici) maddeler vasıtasıyla lehimleme
- Işınlama suretiyle lehimleme
- Elektrik akımı vasıtasıyla lehimleme

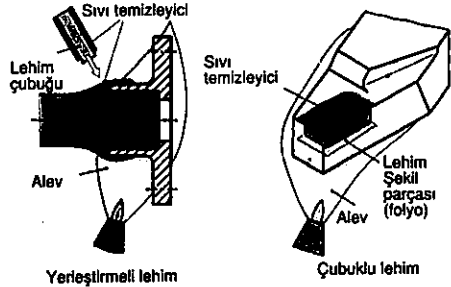
Alevle lehimlemede (Kısa işareti AL), birleştirilmesi gerekli olan parçalar gaz aleviyle ısıtılır. Lehim yeri çalışma sıcaklığına eriştiğinde, lehim beslenir (sevk edilir). Şekli lehim parçası yerine konulduktan sonra beslenen ısıyla, iş parçası üzerine lehimin akması için, lehimin gerekli ısıya erişmesi gerekir (Şekil 1).

Pistonlu lehim (Kısa işareti PL)'de, ısıtma bir lehim pistonu vasıtasıyla sağlanır. Anlık yumuşak lehimleme için elverişlidir. Lehim pistonu ucu (memesi), bakırdan veya bakır alaşımından meydana gelir. Bu metodla ısı, lehim yerine çabucak iletilir, yüzeyler az okside olur ve iyi kaylanır. Lehim pistonu, elektrikle veya gaz ile ısıtılır. Lehim piston sıcaklığının ısıtma gücü ve büyüklüğü, iş parçasının ısı ihtiyacına uyum sağlamalıdır. Sıcaklığı ayarlanabilen lehim pistonu, özellikle uzun süreli çalışmaya ara vermelerde faydalıdır. Lehim çalışmasına başlamadan önce ısıtılan lehim pistonu ucu oksitlerden temizlenir ve lehim vermek suretiyle kaylanır.

Endüstriyel üretim için, özel lehim metodları geliştirmiştir (Şekil 2).

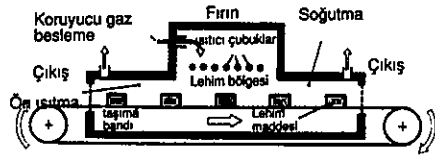
Fırında Lehimleme, seri üretimde yumuşak ve sert lehim yapımında kullanılır. Lehim yerine konur ve sıvılaştırıcı madde, koruyucu gaz ile veya vakum içinde lehim işlemi yapılabilir.

Blok lehimlemede, iş parçası içine konulan lehimle birlikte yeteri kadar ön ısıtma tabii tutulan bir metal blok üstüne

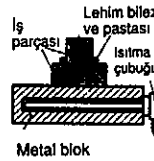


Şekil 1 : Alevle lehimleme

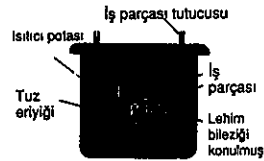
Fırında lehimleme: Koruyucu gaz, konveyörlü



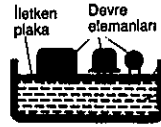
Blok lehimleme



Tuz banyosunda lehimleme



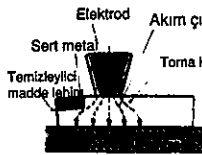
Lehim banyosunda lehimleme



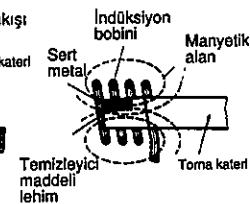
Tuz banyosunda lehimleme



Dirençli Lehimleme



İndüksiyonla Lehimleme



Şekil 2 : Endüstriyel lehimleme metodları

konulur. **Blok Lehimleme** sadece yumuşak lehim için uygundur.

Tuz banyosunda lehimlemede, iş parçaları, içine konulan lehimle birlikte bir tu banyosunun içinde ısıtılır.

Lehim banyosu ve Daldırmalı lehimlemede ısıtma, sıvı halde kapalı alanda tutulan lehim vasıtasıyla sağlanır. Aynı anda bütün lehim yerleri lehimlenebilir.

Dirençli lehim, nokta kaynaktaki ısıtma tarzının aynısıdır (sayfa 220). Doğru akım kaynağı bunun için kullanılabilir.

İndüksiyonla lehimleme, indüksiyonla sertleştirmedeki ısıtma tarzının aynısıdır (sayfa 237). Lehim yerine yerleştirilir, sıvı temizleyici madde veya koruyucu gaz kullanılır.

2.10.7.3 Lehim (telleri) Çubukları

Lehim teli alaşım olarak, ergime noktaları birleşmesi gereken metallerin ergime noktasının altında bulunan saf metaller nadiren kullanılır. Lehim telleri, yumuşak lehimler, sert lehimler, yüksek sıcaklık lehimleri ve alüminyum malzemeler olmak üzere gruplara ayrılır. Lehim çubukları piyasaya, bloklar, şeritler, folyeler, çubuk teller ve iplik halinde veya şekilli lehim plakaları ya da toz ve pasta şeklinde arz edilir (Şekil 1).



Şekil 1 : Lehimler

Tablo 1 : Ağır metaller için yumuşak lehimler (Örnekler)

Gruplar	Kısa işaretler	Malzeme No	Terkibi	Ergime sahası	Kullanıldığı yerler
A	L-PbSn20Sb	2.3420	Kurşun lehimi %20 Sn, %1,2'ye kadar Sb	186...270 °C	Soğutucu yapı karoseri yapımı
	L-Sn63Pb	2.3663	% 63 Sn, kalanı Pb, antimon yok	183 °C (sızma lehimi)	Elektronik elektro teknik
B	L-Sn60PbCu2	2.3662	Kalay lehimi, %3 .. 5 Ag	183...190 °C	Elektrik cihazları yapımı elektronik
C	L-SnAg5	2.3690	%60 Sn, %1,6 .. 2 Cu, kalanı Pb	221...240 °C	Bakır boru tesisatı asal (soy) çelikler

Ağır Metaller için Yumuşak Lehimler¹⁾, gruplara ayrılmıştır. Kısa işaretlemede miktar olarak ana alaşım elemanı birinci basamakta verilmiştir.

Ağır Metaller için Sert Lehimler²⁾, kendi kimyasal bileşimine, kullanılma yerine ve çalışma sıcaklığına göre gruplara ayrılır. Yüksek sıcaklık lehimleri için yüksek saflıkta sert lehimler, tercihen Nikel-Krom alaşımları veya Gümüş-Altın-Palladyum alaşımları kullanılır.

Tablo 2 : Ağır metaller için sert lehimler (Örnekler)

Gruplar	Kısa işaretleri	Malzeme No.	Terkibi	Çalışma sıcaklığı	Kullanıldığı yerler
Bakır lehimler	L-SCu	2.0091	% 99,9 Cu, oksijensiz	1100 °C	Takım saplarının üstüne sert metal kesici plakaları lehimleme
	L-CuZn40	2.0367	Bakır lehimi, %40 Zn, %1,3'ü kadar diğerleri (Si, Sn, Mu, Fe)	900 °C	Çelik, bakır ve nikel alaşımları
Gümüş içeren sert lehim	L-Ag12	2.1207	Gümüş lehimi %12 Ag, %48 Cu, kalanı Zn	830 °C	Çelik, bakır, nikel ve bunların alaşımları
	L-Ag40Cd	2.5141	Gümüş lehimi, % 40 Ag % 20 Cd, %19 Cu, kalanı Zn	610 °C	Çelik, bakır, nikel ve bunların alaşımları
Fosfor ihtiva eden sert lehimler	L-Ag2P	2.1467	% 2 Ag, % 6 P, kalanı Cu	710 °C	Bakır, nikelsiz Cu- alaşımları, çelik için dekil

Bakır lehimleri, bakır veya bakır alaşımlardan meydana gelmiştir demir, bakır, ve nikel malzemelerden yapılmış olan iş parçalarında kullanılır. Çinko ve kalay katkı miktarları, lehimlerin çalışma sıcaklıklarını önemli ölçüde belirler. Bu lehimler 825°C ila 1100°C arasında kullanılır.

Gümüş içeren sert lehimler, % 5 ila % 83 gümüş içerirler, geri kalanı bakır, çinko ve kadmiyumdur. Bunların çalışma sıcaklıkları, bileşime göre 610°ilâ 860°C arasında değişir.

Kadmiyum içeren lehimler, özellikle yüksek sıcaklıklarda zehirli duman yayabilir.

Günümüze kadar kullanılan lehimler hakkındaki işaretler, bir geçiş süresi içinde ISO 3677'ye göre kısa işaretleme ile tanımlanmıştır. Bu kısa işaretler, lehim malzemesi hakkındaki bir B'den, kimyasal sembollerden ve ihtiva edilen maddelerin yüzde oranlarından ve ayrıca ergime sıcaklık sahasının alt ve üst sınır değerlerinden meydana gelmiştir. Örnek: BSn 50 Pb 183-215; %50 kalay, 183°C ilâ 215°C arasında ergiyen bir kalay-kurşun lehimidir.

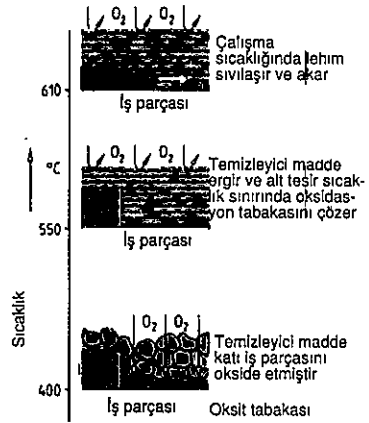
2.10.7.4 Lehim Pastaları (Temizleme Maddesi)

Isıtılan metaller oksijenle çabucak birleşir ve bir oksit tabakasını meydana getirir (Şekil 1). Oksit tabakasının çözülmesi ve oksidasyonun devamının önlenmesi için lehimleme esnasında temizleyici madde kullanılır¹⁾. Bu oksidasyona, koruyucu gaz altında veya vakum içinde lehim yapmak yoluyla da engel olunabilir.

Temizleyici madde oksitleri çözer ve oksidasyonun devamına engel olur.

Bu maddelerin seçimi, lehimlenmesi gereken temel malzemeye ve lehim metoduna göre, fakat herşeyden önce kullanılan lehimin çalışma sıcaklığına bağlı olarak yapılır. Temizleyici madde etkisini, çalışma sıcaklığının altında göstermeli ve maksimum lehimleme sıcaklığının üstünde de bu görevi sürdürmelidir. Temizleme maddeleri buna göre, kendi sıcaklık etki alanına göre gruplandırılır.

Bütün birleştirme yüzyelerinin emin bir şekilde lehimlenmesi için, sıvı veya pasta şeklindeki sıvı veya yarı sıvı maddeler, genellikle parçalar işleme sokulmadan önce lehim bölgesine bir miktar sürülür. Lehimleme işleminden sonra temizleyici madde, lehim bölgesinden ve civarından temizlenmelidir. Aksi takdirde zamanla bu bölgede aşınma meydana getirir.



Şekil 1: F-SH 1 Sıvı oksit çözücü maddenin etki şekli

Çalışma Kuralları

- Lehimleme işleminden önce lehimlenecek yüzeyler itina ile temizlenir ve oksit giderici (çözücü) madde sürülür.
- Lehimlemeden sonra temizleyici madde artıklarının lehim yerinden uzaklaştırılması gerekir.
- Temizleyici maddenin el ile temasından kaçınılmalıdır.
- Çalışma yerinin yeteri kadar havalandırılması gerekir.

Tablo 1 : Yumuşak lehim için temizleyici madde (Örnekler)		
Tipi	Tortu Artığı	Bileşimi ve kullanıma yerleri hakkında açıklamalar
F-SW 11	Kuvvetli korozyon yapıcı	Çinko ve amonyum kloridin asit içeren çözeltisi (lehim suyu), şiddetli okside olmuş yüzeyler için, kalan artıklarının yıkanıp giderilmesi gerekir.
F-SW 21	Kolay korozyon yapıcı	Organik yağları veya gres yağları olan çinko- ve amonyum kloridten meydana gelen pasta şeklinde veya sıvı şeklinde karışım, tercihen bakır lehimleri için, kalan artıkların çözücü maddelerde çıkarılıp giderilmesi gerekir.
F-SW 31	Korozyon yapıcı değil	Doğal veya sentetik reçineler (kolophonyum), tercihen elektroteknik, kalan artıkların çıkarılıp giderilmesi gerekmez.

Tablo 2 : Sert lehim için temizleyici (Örnekler)		
Tipi	Etki sıcaklığı	Bileşimi ve kullanıma yerleri hakkında açıklamalar
F-SH 1	650 °C... 800 °C	600 °C ila 750 °C'lik çalışma sıcaklıklarında yapılan lehimler için flor- ve bor içeren temizleyici maddeler (pastalar) kalan artıklar şiddetli bir korozyon yapıcıdır
F-SH 2	750 °C...1100 °C	800 °C'nin üzerinde çalışma sıcaklıkları olan lehimler için bor içeren madde (boraks), cam şeklindeki artıkların su çekici ve korozyon yapıcı etki gösterir.

Temizleyici maddenin **İşaretlenmesinde** şu anlamlar vardır: F- Temizleyici madde, S-Ağır metal, L-Hafif metal, W-yumuşak lehim, H-Sert lehim. Temizleyici madde işaretlenmesine eklenen rakamlar vasıtasıyla yumuşak lehim için bu madde artığı korozyon etkisi veya sert lehim için sıcaklık etki alanı ifade edilebilir.

Tekrarlama Soruları

- 1 Lehimlemeden ne anlaşılmalıdır?
- 2 Lehimli birleştirme hakkında hangi talepler ileri sürülebilir?
- 3 Lehimin çalışma sıcaklığından ne anlaşılır?
- 4 Yumuşak lehimlerin sert lehimlerden farkı nedir?
- 5 Temizleyici (lehim pastasının) maddenin görevleri nelerdir?
- 6 Temizleyici madde, lehimlemeden sonra neden lehim bölgesinden temizlenmelidir ?

2.10.8 Kaynak

Kaynak¹⁾ (Termik ekleme), sıvı veya plastik durumdaki malzemeli maddesi kullanılarak veya kullanılmadan, ısı ve/veya kuvvet tesiri atmesi veya birbirinin üstüne tespit edilmesidir. Kaynaklı birleştirmeler, tılığı ve sızdırmazlığı sağladığından dolayı şekil ve kuvvet kapalı tarzua sokulmez birleştirmelerdir (Termo plastiklerin kaynak yapılması Sayfa 305).

Avantajları

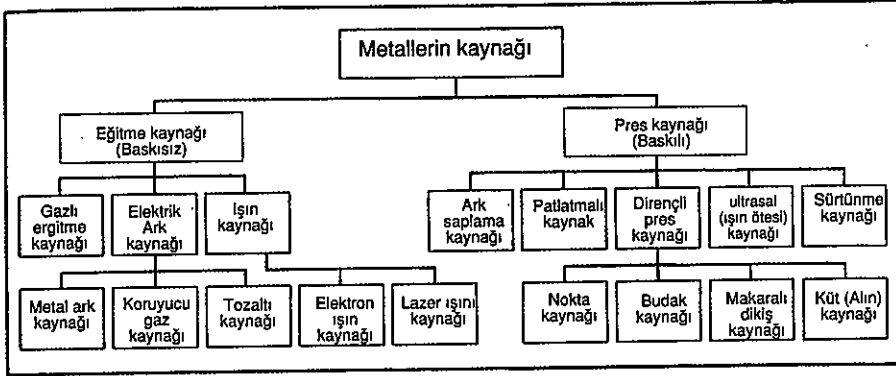
- Serbest şekil verme ve basit uygulama.
- Ağırlıktan tasarruf.
- Döküm modele gerek kalmaması.

Dezavantajları

- Kaynak bölgesinde bünye değişiklikleri.
- Kaynaklı parçalarda çekme ve büzülme olayları.
- Bütün metallerin kaynak işlemine elverişli olmaması.

Kaynak metodları (Şekil 1) aşağıdakilere göre gruplara ayrılır:

- Temel maddeye (Metal ve plastik kaynak)
- Kaynağın amacına (Birleştirme ve kaplama kaynağı)
- Kaynağın türüne (Pres ve ergiyik kaynağı)
- Üretim tarzına (El kaynağı-Makina kaynağı)



Şekil 1 : Kaynak metodları hakkında özet

2.10.8.1 Ergitme Kaynağı

Ergitme kaynağında genel olarak aynı cinsteki metaller, birleşme yerlerinden ergitilir ve ilave katkı maddeli veya maddesiz olarak birleştirilir.

Gaz Ergitme Kaynağı

Gaz ergitme kaynağında (oksijen kaynağı olarak da adlandırılır), kaynak edilmesi gereken malzeme, ısı kaynağı olarak hamaç oksijen alevi ile ergitme durumuna getirilir (Sayfa 212, Şekil 1). Yanıcı gaz olarak genellikle asetilen kullanılır, çünkü bu gazla yaklaşık olarak 3200°C'lik yüksek bir sıcaklığa erişilebilir.

Asetilen gazı (C₂H₂), kalsiyum karpitin üstüne su etki ettirilmesiyle büyük miktarlarda üretilir, çelikten yapılmış olan gaz tüplerine doldurulur ve tek tek tüpler halinde veya tüp kasaları halinde kullanıcıya teslim edilir. Asetilen gazı, 2 bar'dan daha yüksek olan bir basınç altında, aynı zamanda ısınması ve ateşlenmesi halinde, patlama (infllak) şeklinde kendisini meydana getiren elemanlarına (karbon ve hidrojen'e) ayrılır. Bu yüzden, emniyet nedenlerinden dolayı en yüksek çalışma basıncının asla 1.5 bar'dan daha fazla olmasına izin verilmez. Hava içindeki asetilenin payı %1.5 'ten itibaren bir ateşlenme kabiliyeti olan bir karışım meydana gelir. Bundan dolayı asetilen gazının bulunduğu ortamda özellikle çok dikkatli çalışmak gerekir.

Oksijen tüpleri: Kaynak yapımında asetilenin yanması için kullanılacak oksijen çelik tüplerden alınabilir. Bir tüp içindeki gaz miktarı V_2 Boyle Mariotte Kanununa göre hesaplanır: $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$

200 bar'lık bir dolum basıncı olan 50 litre'lik bir tüp, buna göre,

$$V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2} = \frac{50 \cdot 200 \text{ bar}}{1 \text{ bar}} = 10\ 000 = 10\text{m}^3$$

Büyük oksijen kullanıcıları, oksijeni sıvı olarak elde edebilirler. Bu takdirde tankerli taşıt içinde sevkedilir ve sabit bir soğuk dağıtım tesisine doldurulur. Sarfiyat için oksijene bağlı bulunan bir buharlaştırıcı içinde oda sıcaklığına indirilir ve böylelikle gaz haline dönüştürülür.

Gazların (yanıcı ve yakıcı) ve buna ait armatürlerin olduğu ortamda, yanlışlıkla değiştirmenin önüne geçmek için, gaz tüpleri renkli olarak boyanmış olup, farklı bağlantı ağızlarına sahiptir (Tablo 1).

Çalışma Kuralları

- Oksijen tüplerinin yağsız ve gres yağsız tutulması gerekir. Çünkü yağ ve gres yağı patlama (infilak) etkisinde tepkime gösterir.
- Gaz tüplerinin, ancak üstüne vidalanarak kapatılan koruyucu başlıklarla nakledilmesine izin verilmelidir.
- Gaz tüplerinin düşmelere karşı emniyete alınması gerekir. Darbeye ve ısınmaya örneğin güneş ışınına ve benzeri ısıtıcı ortama veya soğukta donmaya karşı korunmalıdır.

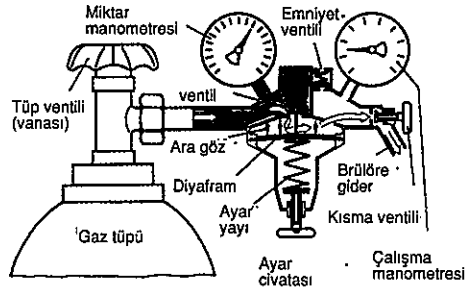
Basınç Düşürücü (Şekil1). Kaynak işlemi için, tüp içindeki yüksek gaz basıncı, basınç düşürücü vasıtasıyla gerekli olan çalışma basıncına düşürülmek zorundadır. Ayar civatası ile ayarlanabilen çalışma basıncı, çalışma manometresi ile izlenebilir. Kaynak için oksijenin çalışma basıncı 2.5 bar, asetilenin ise 0.25 ile 0.5 bardır.

Çalışma Kuralları

- Bir basınç düşürücüsünün tüpe bağlantısını yapmadan önce, tüp ventiline kısa bir süre için açılması yararlıdır. Böylece olabilecek kir parçacıkları yan ağızlardan dışarıya püskürtülür.
- Ayar civatası tamamen gevşetilerek ve tüp ventili bir miktar açılarak, basınç düşürücüsünün vidalı bağlantısı sızdırmazlık bakımından kontrol edilir. Tüp manometresinin göstergesi değişmiyorsa, bağlantı sızdırmaz durumdadır.

Tablo 1 : Gaz Tüplerinin tanıtıcı renkleri ve bağlantıları

Gaz cinsi	Tüp rengi	Tüp bağlantısı
Asetilen	Sarı veya beyaz	Bağlantı kolu
Hidrojen	Kırmızı	W 21.80 x 1/4 - LH
Propan		
Düzenleyici gaz		
Oksijen		
Azot	Yeşil	W 24.32 x 1/4
Asal gaz (Argon)	Gri	W 21.80 x 1/4
Karbon dioksit (CO ₂)		
Karışık gazlar		
Basıncılı hava		



Şekil 1 : Basınç düşürücü

Emniyet Sistemleri (Kuru Güvenlik) Gaz çıkarma (Alma) yerlerinin emniyet ci hazları ile donatılmış olması gerekir. Bu cihazlar, bir gaz geri dönüşü olduğunda ve ya alev geri tepmesi olduğunda, derhal diğer gazın beslenmesini keser ve alevleri dağıtım tesisatlarının içine genişleyerek yayılmasına engel olur.

Oksi - Asetilen Alevi (Şekil 1). Kaynak alevi, kaynak hamlacı (brülörü) üzerindeki ventillerle ayar edilir. Bir **enjektör sistemiyle**, yanıcı gaz, akış halindeki oksijen tarafından emilir. Asetilen gazının artık bırakmadan yanması için, 2.5 kat kadar oksijen miktarı gereklidir. **Alevin normal olarak ayar edilmesinde**, asetilen ve oksijen 1:1 oranında karıştırılır. Bundan dolayı bu karışımın yanması tam olmaz (1. yanma kademesi). Bu esnada meydana gelen gazlar, karbonoksit ve hidrojen, oksijensiz, kısılmış bir bölge meydana getirir. Bu kaynak bölgesinde **alev konisinden** 2 mm ila 4 mm önde, yaklaşık olarak 3200°C'lik en yüksek bir alev sıcaklığına erişilir. Gazların tam yanması için henüz eksik olan oksijen ortamdaki havadan alınır (2.yanma kademesi).

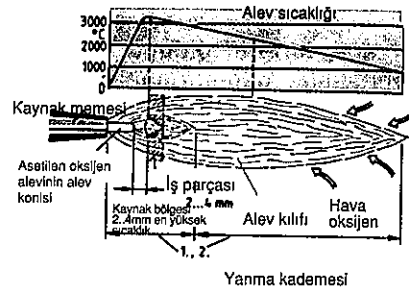
Oksijen-asetilen karışım oranı 1:1 olduğunda, beyaz ışık veren alev konisi kesin bir şekilde sınırlanmış olur. Bu ayar, normal veya nötr alev olarak ifade edilir. Asetilen **gaz fazlası** olduğu zaman alev konisi yeşilimsi olur ve titreyerek yanar. Bundan sonra alev, kısmen ergiyik metal tarafından alınan serbest karbonu birlikte sürükler ve kaynak dikişini karbonlar ve sertleştirir. **Oksijen fazlası** olduğu zaman alev konisi kısalır ve mavimsi bir renk alır. Ergiyik metal alevden oksijen alır. Bu nedenle kaynak dikişi kırılınabilir olur.

Gaz Kaynağının Uygulama Tekniği

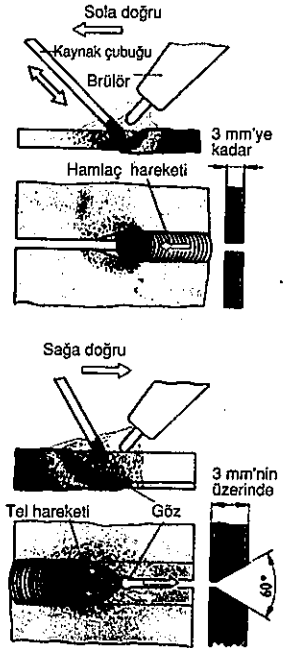
Bir gaz kaynağının kalitesi, kaynakçının hamlacı ve kaynak çubuğunu (telini) tutuşuna bağlıdır. Aynı hamlacı ve çubuk tutuşunda "sola doğru" veya "sağa doğru" kaynak yapılabilir (Şekil 2).

Sola doğru kaynak, 3 mm'lik kalınlığa kadar olan sacları uygular. Alev kaynak yönünü gösterir. Bu nedenle ergi-yik metal, en yüksek sıcaklık bölgesinin dışında bulunur ve kütleli küçük tutulabilir. Bu metod, ince sacların kaynak edilmesinde gereklidir. Ayrıca alevin yöneltilmesiyle, kaynak ek yerinin ön ısıtılması yüksek bir kaynak hızını mümkün kılar. Kaynak çubuğu, alev konisinin altında düzenli hareketlerle ergiyik metalin içine batırılır (Şekil 2).

Sağa doğru kaynak, 3mm'lik kalınlığın üzerindeki sacları uygular. Alev kaynak edilen dikişe doğru yöneltilir. Bu şekilde, kaynak bağlantısında (birleştirmede) yavaş bir soğuma ve dolayısıyla da iyi bir kaynak birleşmesi sağlanmış olur. Kaynak esnasında hamlacı rahatça yönlendirilir ve alev konisi ergiyen metalin üstüne gelecek şekilde tutulur. Bu ısı yoğunlukları sayesinde kalın sacları kaynak edilebilir. Kaynak çubuğu, alev konisinden önce ergiyik metalin içinde dairesel hareketlerle ergitilir (Şekil 2).



Şekil 1 : Oksi-Asetilen alevi



Şekil 2 : Sola doğru ve sağa doğru hareket

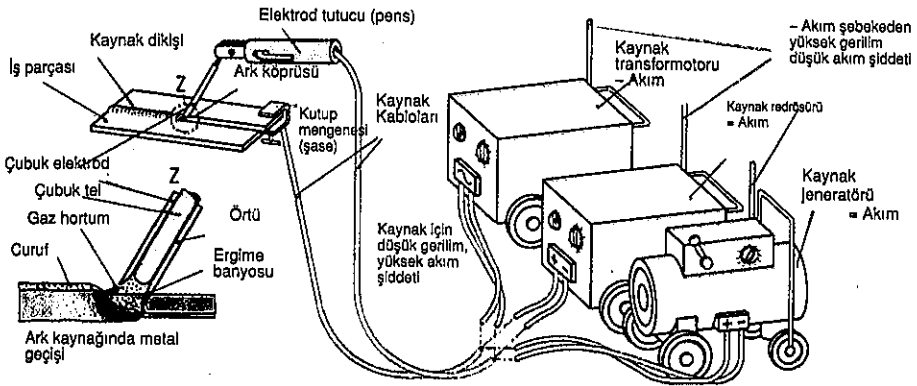
Kaynak çubukları 1). Gaz kaynağında kaynak ek yeri boşluğunun doldurulması için ilave katkı malzemesi olarak ergitilen kaynak çubukları, GL ile G VII arasındaki sınıflarda çeliklerin birleştirme kaynağı için kullanılır. Her çubuk üstüne basılmış olan kısa işaret, kaynak çubuğunun sağlanan kalite niteliklerini ifade eder. Çeşitli çaplarda kaynak çubukları vardır. Bunlar korozyondan korunmaları için bakırla kaplanmıştır.

Çalışma Kuralları

- Gözleri, kaynak alevi nedeniyle kamaşmaya ve kızgın kaynak kıvılcıklarına karşı korumak için, koyu camları olan bir koruyucu gözlük kullanılması gereklidir.
- Dar konumlarda kaynak esnasında, kaynak bölgesine taze hava girişinin sağlanması gerekir.
- Tüpten çıkan oksijenin bunun için kullanılmasına izin verilmemelidir (Yangın tehlikesi).
- Kapatılan kaynak hamlacı sandık veya çekmece içine konulmamalıdır. Olabilecek kaçak (sızıntı) gaz karışımı patlayabilir (İnflak edebilir).
- Gaz dağıtım tesislerinde sızıntı (kaçak) noktalarının aranması için sabunlu su veya sızıntı aramada faydalanan sprey kullanılmalıdır.

Metal Ark Kaynağı

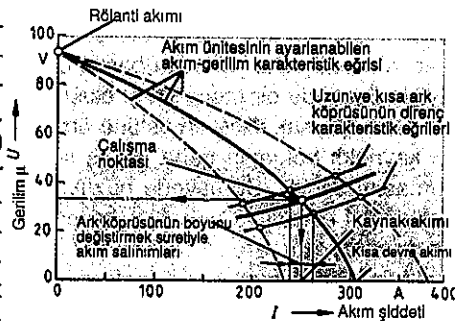
Bu kaynak metodunda, bir elektrod ile iş parçasının arasında yanan bir elektrik ark köprüsü, ısı kaynağı olarak kullanılır (Şekil 1). Elektrik arki yüksek sıcaklığından dolayı malzeme kaynak yapılan bölgede ergir. Aynı zamanda katkı maddesi olarak elektrot da erir ve bir kaynama şekli oluşturur.



Şekil 1 : Çeşitli kaynak elektrik akım üniteleri ile ark el kaynağı

Kaynak Akım Üniteleri

Ark köprüsünün elde edilmesi için doğru veya alternatif akım kullanılabilir. Kaynak için, 1 000 Amper'e varan akım şiddeti ve 15 V ilâ 50 Volt'luk gerilim gereklidir. Şebekeden alınan 220 V'luk veya 380 V'luk bir gerilimi olan alternatif akımın bir kaynak akım ünitesinin içinde gerilim mertebesinin değiştirilmesi veya gerilim şeklinin değiştirilmesi gerekir (Şekil 1). Bir kaynak akım ünitesinin nitelikleri, **Elektrik akım Voltaj karakteristiği** ile katalogunda verilmiştir (Şekil 2).



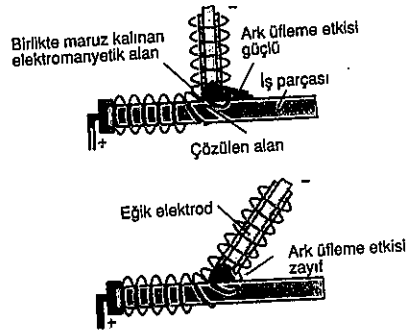
Şekil 2 : Bir kaynak akım ünitesinin Akım-Gerilim karakteristik eğrileri

si ve % cinsinden kaynak miktarı demektir. Yani çubuk elektrodun kaynak dikisinde, tel elektroda nazaran daha büyük bir hacim kaplaması, örtüye yapılacak eklemelerle sağlanır. Ark köprüsü, bir akım ve gerilim değeri altında bulunan iki kutbun, örneğin negatif olarak kutuplanan çubuk elektrod ile pozitif olarak kutuplanan iş parçasının, temas etmesiyle kısa devre yapılarak elde edilir. Temas noktalarında büyük geçiş dirençleri nedeniyle her iki kutupta yüksek sıcaklıklar meydana gelir. Elektrodun iş parçasından çekilmesi esnasında elektrodlardan elektronlar çözülür. Bunlar, elektriki alanın etkisi altında elektrodun (-kutup) iş parçasına (+kutup) doğru hareket eder ve bu, ark köprüsüne yaklaşıncaya çok yüksek hıza erişir. Ark köprüsü plazması, ark köprüsü bölgesinde iyonize olan yüksek derecede kızgın gaz kolunu meydana getirerek elektrikli iletir. Eksi kutbunda yaklaşık olarak 3600 °C'lik sıcaklık ve artı kutbunda (iş parçası) yaklaşık 4200°C'lik sıcaklıklar meydana gelir. Bu sıcaklıklarda elektrod ve iş parçası üzerindeki ark köprüsünün temas noktaları ergir. Ergiyen elektrod malzemesi damlalar halinde iş parçasının ergiyik banyosuna karışır (Sayfa 213, Şekil 1).

Üfleme Etkisi, kaynak işlemi esnasında ark köprüsünün sapmasına sebep olur.

Bu etki, akım geçen iletken etrafında halka şeklinde ve akım yönüne dik olarak oluşan bir elektromanyetik alanın etkisi sayesinde meydana gelir. Örneğin, elektrod iş parçasına dik konumda tutulduğunda, manyetik alanın alan hatları, birlikte kavisli olmaya zorlanır ve bunun karşısında çözülür. Bu çözülme alanında ark kavisli sapar (Üfleme etkisi). Etrafındaki kılıfın parlak alevle yanan gazları vasıtasıyla bu etki görülebilir (Şekil 1).

Üfleme etkisi, ağırlıklı olarak doğru akımla özellikle kaynak esnasında çelik tarafından oluşturulur. Bu etki bazen kaynak mümkün olmayacak kadar şiddetli olabilir. Bu etki, elektrod üfleme yönüne karşı eğik durumda tutularak, iş parçasının üstündeki kutup klemensinin yeri değiştirilerek, kaynak yönü değiştirilerek ve etrafı kalın kabuklu elektrodlar kullanılarak, veya alternatif akım ile kaynak tercih edilerek azaltılabilir. Alternatif akımda üfleme etkisi çok azdır.



Şekil 1 : Ark köprüsündeki üfleme etkisinin rolü

Ark Kaynağının Uygulama Tekniği

Çubuk elektrodların seçimi (cinsi ve çapı), malzeme kalınlığına, yapı elemanın malzemesine ve kaynağın cinsine (Birleştirme veya kaplama kaynağı) göre tayin edilir. Ark oluşumu çubuk elektrodun iş parçasının üstüne temas ettirilmesi suretiyle gerçekleşir. Elektrodun iş parçasına göre ara mesafesi olan ark boyunun, kullanılan elektrodun tel çapına eşit veya daha küçük olması gerekir.

Kaynak esnasında elektrodun ergimesi nedeniyle, elektrot hareketi tekrar yönlendirilerek ark boyu sabit kalacak şekilde dengelenir. Çubuk elektrodun uygun şekilde

tutulması ve yönlendirilmesi suretiyle, ark köprüsünün yönü ve basıncı, sonradan akan curufun kaynak yönüne gelmeyecek ve bu sayede curuf deliklerine ve birleştirme hatalarına sebebiyet vermeyecek şekilde tesir edecektir. Ayar edilen kaynak akımı çok büyük olursa, ergiyen elektrodun geri kalan kısmı tav sıcaklığına erişir. Kaynak akımı çok küçük olursa, ark köprüsü kötü ateşlenebilir ve tutulabilir ve sıvı haldeki curuflar normal bir kaynak dikişinin oluşmasına engel olur.

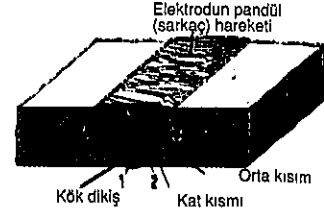
Büyük kaynak ek yerleri çok kaplamalı olarak kaynak edilir (Şekil 1). Bir önceki yapılan kaynak curufu mutlaka temizlenmelidir. Kaynak dikiş genişliği, elektrodun salınım hareketleriyle sağlanabilir (Şekil 1). Dikey kaynak dikişi elektrodun özel hareketleriyle yapılır (Şekil 2)

Çalışma Kuralları

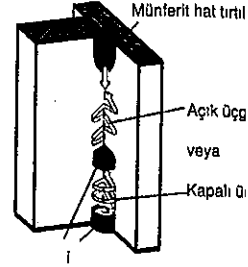
- Çıplak kollarla ve açık baş ile kaynak yapmak ark köprüsünün ışınlarından dolayı tehlikelidir.
- Ark kaynağında çalışma yerinin, diğer personelin ışınlardan zarar görmeyecek şekilde perdelerle çevrilmesi gerekir.
- Elektrik kaynağı yan tarafında koruyucuları olan bir koruyucu maskesini gerekli Gözlere yanlardan gelen ışınlarda zararlıdır.
- Kaynak dikişinin üstündeki curuflar, soğuduktan sonra temizlenir, böylelikle iş parçası yavaş yavaş soğur. Bu çalışma için dahi (çapak kırmak için) koruyucu maskenin kullanılması gerekir.

Koruyucu Gaz Kaynağı (KGK)

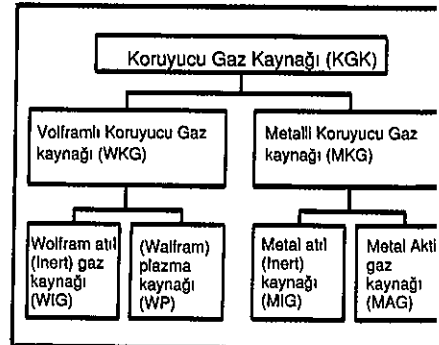
Koruyucu gaz kaynağı, ergimeyen elektrotlu bir wolfram (tungsten) elektrodu o - koruyucu gaz kaynağı (WKG) ve ergiyen bir tel elektrodu olan metal koruyucu gaz kaynağı (MKG) olarak iki gruba ayrılır (Şekil 3). Her iki metotta ark köprüsü ve ergiyik banyosu bir **koruyucu gaz** vasıtasıyla atmosfere karşı perdelenir. Koruyucu gazın seçimi, malzemeye ve kaynak metoduna bağlıdır (Sayfa 217, Tablo 1). Koruyucu gaz kaynağı metodu, mekanize hale getirilmiş kaynaklar için elverişlidir.



Şekil 1 : Çok katlı kaynak



Şekil 2 : Bir dikey kaynak dikişinde münferit hat türü



Şekil 3: Koruyucu gaz kaynak metodlarının gruplandırılması

Wolfram-Atıl (İnert)-Gaz Kaynağı (WIG)

WIG-Kaynak tesisi, genel durumlar-
da doğru akım veya alternatif akım ko-
nümüne devre dönüşümü yapabilen,
bir hortum paketi ile bağlanmış olan bir
kaynak pensinden (Torç) meydana ge-
lir. Hortum paketinin içinde kaynak
akım kablosu, koruyucu sevk hattı, ku-
manda kablosu ve büyük pens için so-
ğütücü suyun girişi ve çıkışı hattı bulunur
(Şekil 1). Yüksek frekanslı ateşleme ci-
hazı ark boyunun temas olmadan ateş-
lenmesini mümkün kılar.

Negatif kutuplu wolfram elektrodu
olan **doğru akım kaynağı** terchen ala-
şımli çeliklerin, demir olmayan metalle-
rin ve onların alaşımlarının kaynak edil-
mesinde kullanılır. Elektronların elekt-
rodtan iş parçasına akması suretiyle iş
parçasında daha yüksek ve wolfram
elektrodun, ark köprüsü ek yerinde daha
düşük sıcaklıklar meydana gelir. Wolf-
ram elektrodu bundan dolayı sivri olarak
taşlanabilir, bu suretle ark köprüsü stabil
(dengeli) olarak yanar ve kaynak esna-
sında daha iyi sevk edilebilir. İcini yak-
ma olarakta isimlendirilen ergiyik bölge-
si, dar ve derin olur.

Alternatif Akım Kaynağı

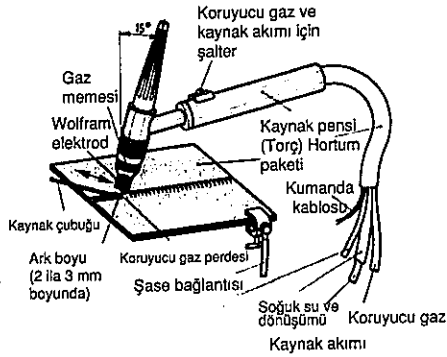
Genel olarak hafif metalleri kaynat-
mak için uygulanır. Alternatif akımın po-
zitif yarı dalgası içinde, elektronlar iş
parçasından wolfram elektroda doğru
akar ve hafif metalin yüksek mertebede
ergiyen oksit tabakasını yırtarlar. Nega-
tif yarı dalgası içinde elektronlar iş pa-
rçasına akar ve ısı üretirler. Wolfram
elektrodunun yüksek mertebede termik (ısı) zorlanması nedeniyle, elektrod ucunda
yarım küre şeklinde bir Wolfram damlası meydana gelir. Ark boyu, ince kaynak için
elverişli olmayacak bir şekilde dengersiz yanar ve yakma geniş ve sıg olur.

Koruyucu gaz olarak atıl (İnert) gazlar argon, helyum ve her ikisinin karışımı kul-
lanılır. Bu atıl gazlar, ark köprüsünün yüksek sıcaklıklarında sıvı kaynak maddesi
olan kimyasal bileşiklere nüfuz etmezler.

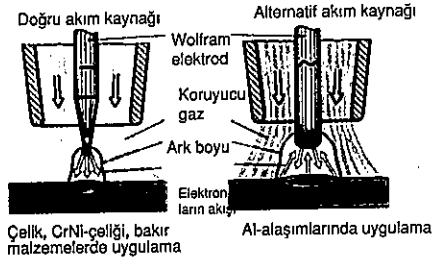
Uygulama Tekniği WIG - kaynağında sağdan sola doğru kaynak yapılır. Pens
kaynak yönüne doğru yaklaşık olarak 15° eğimde ve iş parçasından 2 ila 3 mm'lik bir
ara mesafede (ark boyu) yönlendirilir. İlave katkı malzemesi (kaynak çubuğu) yan ta-
raftan el ile nişan alıcı hareketlerle uygulanır. Kaynak dikişinin sonunda kaynak akı-
mının düşürülmesi suretiyle uc kreterlerinden ve muhtemel çatlaklardan kaçınılmış
olur. Kaynak akım şalterinin kapatılmasından sonra, pens memesi kaynak yeri üzeri-
ne, sonradan akan koruyucu gaz altında ergiyik banyosu katılaşıyana kadar, tutulmalı-
dır.

Tablo 1 : Koruyucu Gazın Uygulanması

Koruyucu gaz	Grup	Metod	Malzeme
Argon (Ar) Helyum (He)	I		Bütün metaller
			Bütün demir olmayan metall.
Ar + O ₂	Ar + CO ₂	M1	Yüksek alaşımlı Ç
Ar + CO ₂		M2	Alaşımsız veya düşük alaşımlı çelikler
Ar + CO ₂ + O ₂		M3	
CO ₂		G	
Ar + He		I	Örneğin titarı
Şekilli gaz	N ₂ + H ₂	F	Küçük koruyucu
			Diğer metaller



Şekil 1: WIG-Kaynak Pensi (Torç)



Şekil 2 : WIG - Kaynağında ark boyu

WIG - kaynağının daha da gelişmiş olanı ritmik (impuls) akımlı kaynaktır. Burada, kaynak akımı, çeşitli yüksek akım değerleri ile ayar edilebilen frekanslar arasında ritmik değişimler (salınımlar) yapar (Şekil 1).

Hassas olarak ayarı yapılabilen ısının uygulanması iyi bir kaynağı, iyi bir ark ve zorunlu durumlarda kaynağın iyi olmasını mümkün kılar. Kaynak dikişinin başındaki ve sonundaki, kaynak hatalarından sakınılır (örneğin boru kaynağında).

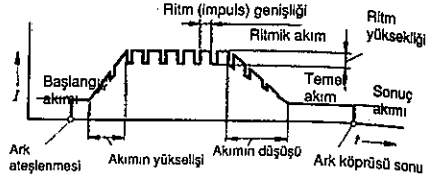
WIG - Kaynak metodu, örneğin hava ve uzay araçları için ve ayrıca nükleer teknolojisindeki yapı elemanları için olduğu gibi yüksek kalitedeki kaynaklı birleştirmeler için de kullanılır.

Plazma kaynağında (WP), kaynak işlemini uygulamak için ısı ünitesi olarak bir plazma ışını görev yapar (Şekil 2). Ark köprüsü, plazma gazı ve su ile soğutulan bir bakır meme vasıtasıyla daraltılır. Bu, ark köprüsünün yüksek derecede ısıtılan elektriki olarak iletilen gaz kolunu, plazma ışını olarak yüksek enerji ile kaynak yerine aktarılır. İlave olarak koruyucu bir gaz perdesi plazma ark köprüsünü stabilize eder (dengeler) ve ergiyik banyosu etrafındaki (ortamdaki) havaya karşı korur. Plazma ark köprüsünün enerji konsantrasyonu sayesinde dikiş boşluğu olmayan kalın saclar, ilave katkı malzemeli veya katkı malzemesiz olarak kaynak edilebilir.

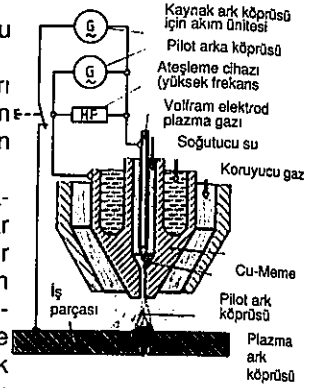
Çok az akım şiddeti halinde bile stabil olarak yanan plazma ark köprüsü sayesinde ve ark köprüsü boyunun değişmesine karşı duyarsız oluşu nedeniyle bu metod mikro kaynak teknolojisinde de kullanılır. Mikro plazma - kaynak metodu ile 0.01 mm kalınlığındaki saclar kaynak edilebilir.

Metal Koruyucu Gaz Kaynağı (MKG)

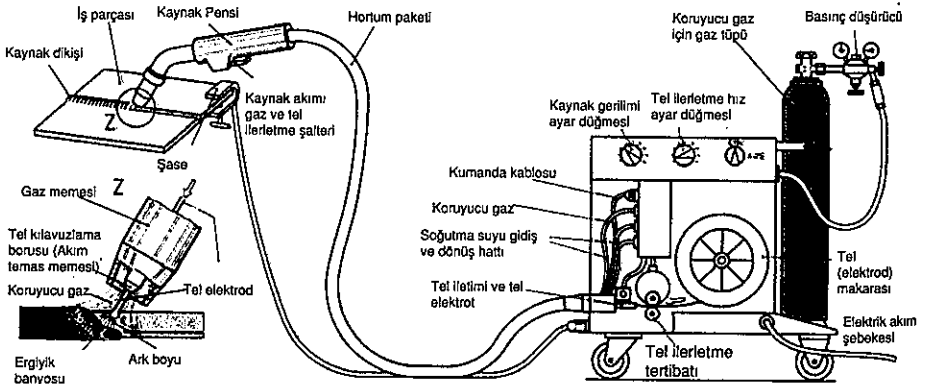
Metal koruyucu gaz kaynağı da (MKG), bir doğru akım ark köprüsü ile pozitif olarak kutuplanmış tel elektrod ve iş parçası arasında yanar. Ark köprüsü taşıyıcısı ve ilave malzemesi olarak ergiyen tel elektrod, bir tel bobininden kendi ergime hızında, kumanda edilebilen bir tel ilerleme tertibatı ile, hortum paketinden ve kaynak penslerinden geçerek ilerletilir (Şekil 3).



Şekil 1: Ritmik (impuls) kaynağında akım grafiği



Şekil 2: Plazma kaynağı



Şekil 3 : MIG - MAG Kaynak Tesisatı

Kaynak akımı kaynak pensinin içinde ark boyundan kısa bir süre önce **akım - temas memesinin** üzerinden tel elektroda aktarılır. Akımı kısa devre yaparak ileten serbest tel ucundaki akım yoğunluğu, elektrodun küçük olan tel kesitinden dolayı çok yüksektir, bu suretle yüksek bir ergime kapasitesi ve derin bir yanma elde edilir. Tel elektrodun iş parçasına damla şeklinde malzeme aktarımı, Pinch - Efektinin kuvveti sayesinde sağlanır, yani elektrik akımı ileten kablo içindeki manyetik alan vasıtasıyla meydana gelen kuvvet, sıvı bir metal ipliğinde, iş parçasına doğru serbestçe akan bir damlanın incelmelerini (sünüp daralamasını) ve çözülmesini sağlar. Akım yoğunluğunun değiştirilmesi suretiyle Pinch-Efekt'in kuvveti ve böylelikle akıtılan damlanın biçimi sayısı ve büyüklüğü de değişir. Bu sayede farklı ark boyları meydana gelir. Her kaynak işine göre şu metodlar uygulanır.

Fışkırtmalı ark boyu: Yüksek akım yoğunluğunda, ince damlalı, kısa devresiz malzeme aktarımı.

Uzun ark boyu: Orta akım yoğunluğunda, büyük damlalı, kısa devresiz malzeme aktarımı.

Kısa ark boyu: Az akım yoğunluğunda, kısa devre içinde, ince damlalı malzeme aktarımı

Ritmik (İmpulsu) ark boyu: Ayarlanabilen damla büyüklüğünde ve frekansında, kısa devresiz malzeme aktarımı.

Metal koruyucu gaz kaynağı, Metal - Atıl (Inert) - Gazı (MIG) kaynağı ve Metal - Aktif - Gazı (MAG) kaynağı olmak üzere ikiye ayrılır.

MIG - kaynağında argon veya helyum atıl (reaksiyona az duyarlı =Soygaz) koruyucu gaz olarak kullanılır. Bu koruyucu gazlar, demir olmayan metallerin, Al- alaşımlarının ve yüksek alaşımlı çeliklerin kaynak edilmesi için gereklidir.

MAG - kaynağında, koruyucu gazlar olarak aktif reaksiyon kabiliyeti olan gazlar kullanılır. Buna, CO₂ veya O₂ ile argondan (MAGM) meydana gelen karışım gazları ve CO₂ (MAGC) dahildir. Bu koruyucu gazlar, ark boyundaki malzeme geçişine, yakma derinliğine, kaynak dikiş şekline ve püskürtme oluşumuna önemli derecede etki eder. Bu fiyatı ucuz koruyucu gazların dezavantajları, alaşım elemanlarını yakması ve kaynak kalitesinin mekanik değerlerini düşürmesidir. İlave katkı malzemesinin uygun bir şekilde seçilmesi suretiyle, kaynak dikişinin kalitesine etki edilebilir. MAG-kaynak metodu alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerin kaynak edilmesinde kullanılır. Bunun yanında, ince sacların veya kısa ark boyu aralıklarının, uzun veya püskürtmeli ark boyu ile büyük kalınlıktaki saclar da kaynak edilir.

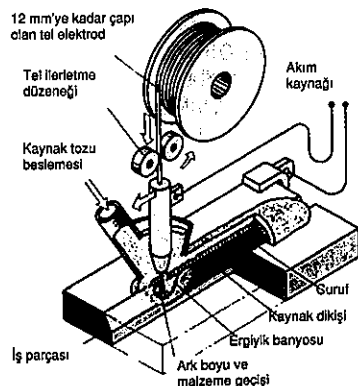
Ritmik (İmpulsu) ark kaynağında, temel akıma bir ritmik akım daha eklenir. Bu kaynak işlemi, esas itibarıyla hafif metallerin, alaşımlı çeliklerin ince sacların ve zorunlu pozisyonundaki kaynakların yapımı için kullanılır.

Çalışma Kuralları

- WIG-kaynağında, iş parçasının veya kaynak çubuğunun volfram (tungsten) elektrodu ile temasına engel olunması gerekir.
- MIG ve MAG-kaynağında hortum paketinin bükülmeden yönlendirilmesi gereklidir.
- Gaz memelerinin püskürtücüler tarafından sık sık temizlenmesi gerekir. Püskürtücülerin tutukluğu uygun fışkırtma maddesi ile azaltılabilir.
- Koruyucu gaz perdesinin görevini iyi yapması için, kaynak yeri hava akımına karşı korunmalıdır.

Toz Altı Kaynağı (TAK)

Toz altı kaynağında katkı malzemesi olarak ergitilen tel elektrod ile iş parçası arasındaki ark boyu yanar.



Şekil 1: Toz - altı kaynağı

Kaynak yüzeyi, hareket halinde çekilerek sevkedi- len, ince taneli toz tarafından örtülür ve bundan dolayı görülmez. Ark boyu sahasında toz eritilir. O, ergiyik banyosunu ortamın atmosferine karşı perdeleyen ve kaynak dikşinin uzun süre içinde soğumasını sağla- yan curuf meydana gelir. Ergimeyen, fazla gelen toz emilir ve tekrar kullanılır. Toz altı kaynağı (TAK), et kalınlıkları 2 mm'den 150 mm'ye kadar olan ve uzun dikşili alaşımli ve az alaşımli çeliklerin kaplama ve birleştirme kaynağı için mekanik bir kaynak yapma metodudur.

2.10.8.2 Pres Kaynağı

Pres kaynağında ilave katkı malzemesi olmaksızın hamurumsu durumdaki parçalar birleşme yerlerinden birbirleri ile birleştirilebilirler.

Dirençli Pres Kaynağı

Dirençli pres kaynağında, kaynak edilecek parçaların temas yüzeylerinde elektrik direncinin yenilmesi esnasında elektrik akımının ürettiği, ısı kullanılır. Elektrik dirençli pres kaynağı, nokta-, kabartılı-, direnç dikş ve alın direnç-kaynağı olmak üzere gruplara ayrılır (Şekil 1).

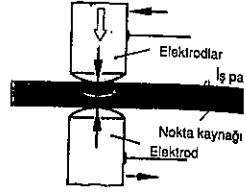
Nokta kaynak makinelerinde, üst üste konulan saclar tek tek nokta kaynağı ile birleştirilirler. Nokta kaynak makinasında kaynak edilmesi gereken sac malzemeler su ile soğutmalı iki bakır elektrod arasında birlikte sıkıştırılmalıdır. Kısa zamanda, bir elektrodta diğer elektroda saclar vasıtasıyla yüksek bir akım geçer. Saclar arasındaki yüksek elektriksel direnç aracılığıyla gerekli kaynak sıcaklığı meydana gelir. Değerleri birbirinin üstüne konularak belirlenmesi ve deneysel kaynaklar yapılarak bulunması gereken kuvvet, akım ve kaynak zamanının belirli bir şekilde uygulanması, mercimek şeklinde bir nokta kaynağını meydana getirir (Şekil 1.1). Nokta kaynak makinelerinden başka, nokta kaynak kışkaçları vardır. Onlar hareketlidir ve hareket- siz duran iş parçalarında örneğin karoser yapımında kullanılır. Çok noktali kaynak makinelerinde, bir çok elektrod aynı anda iş parçasına pres (basınç) yapar ve böylece kaynak noktaları kısa zaman aralıklarında ar- ka arkaya elde edilir.

Kabartılı Direnç Kaynağı, nokta kaynağının benzeridir. Elektrodlar, her iki iş parçasına uygun olarak üretilen bakır plakalardır. Bir iş parçası, diğer parça üzerinde dayanan birden fazla preslenmiş olan kabartmalara sahiptir. Bu temas noktaları, akım geçişi esnasındaki kaynak yerleridir. Kabartılar plaka elekt- rodlar aracılığıyla birlikte basılır (Şekil 1.2)

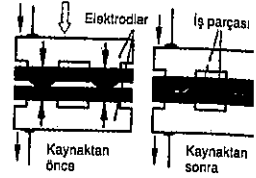
Makaralı Dikş Kaynağı, birincisi tahrikli olan iki bakır makaradan yapılmış ola elektrodlardan meydana gelir.

Makaralar arasındaki iki sacın hareket etmesi esnasında, akım impulsları vasıtasıyla kaynak noktaları üretilir. Impuls frekansı kaynak noktası ara mesafesini verir. Yüksek frekansında noktalar üst üste bindirilir, yapışık ve yoğun kaynak dikşi elde edilir.

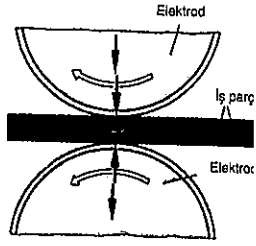
Alın direnç kaynağı genel olarak aynı şekildeki kesit yüzeylerinin birleştirilmesi- dir (Şekil 1.4).



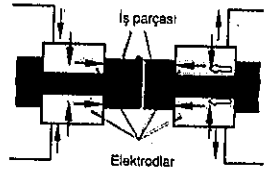
1.1: Nokta (punta) kaynağı



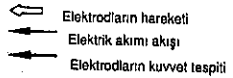
1.2: Kabartılı direnç kaynağı



1.3: Direnç dikş kaynağı



1.4: Alın direnç kaynağı

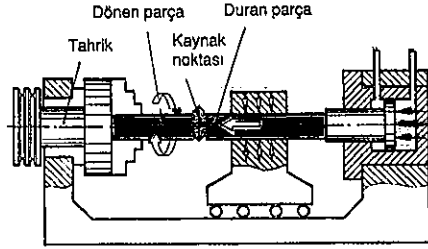


Şekil 1: Direnç pres kaynağı

Kaynak parçaları, alın direnç kaynak makinasına bağlanırlar. Parçaların akım altında tekrarlanan teması ve ayrılması nedeniyle, kaynak kesitinde daima daha fazla ark köprüleri meydana gelir. Kaynak sıcaklığına erişildiği esnada, parçalar kızgın kıvılcım püskürtülerek birlikte hareket ettirilirlir. Daha önceden verilen bir kızgınlık boyunca göre akımın şalteri kesilir kaynak yeri darbeli tarzda birlikte preslenir ve kaynak edilir. Bu esnada kaynak izi (pürüzü) meydana gelir. Kızgın küt kaynağı sayesinde 100 000 mm²'ye kadar kesitler kaynak edilebilir.

Sürtünme Kaynağı

Sürtünme kaynağında, sürtünmeden dolayı meydana gelen ısı kaynak işlemini gerçekleştirmek için kullanılır. Bir sürtünme kaynağı makinasında, birleştirilmesi gereken iş parçalarından birisi döndürülür ve duran parça karşı taraftan döndürülen parçaya doğru bastırılır (Şekil 1). O esnada temas yüzeyleri şiddetli sürtünme nedeniyle çabucak ısınırlar. Malzeme plastik hale geçer geçmez, dönen parça durdurulur. İlave bir baskı kuvveti ile her iki parça birlikte bastırılır ve kaynak edilir.



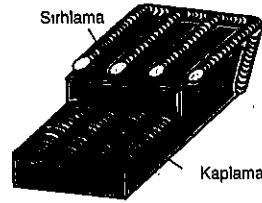
Şekil 1 : Sürtünme kaynağı

Uygulamalar:

- Seri üretim ilave
- Katkı malzemesi olmadan kaynak
- Çeşitli metallerin birleştirilmesi
- Termo plastik malzemelerin birleştirilmesi (305. Sayfa).

2.10.8.3 Dolgu (kaplama) kaynağı

Kaplama kaynağı, kaplama kaynağı ve zırlama kaynağı olmak üzere ikiye ayrılır. Örneğin bir kazıcı (tarak) dişi (Şekil 2). Yüzey kaplama kaynağında, kaliteli iş parçalarının kullanılan yerlerine ayrı ayrı kaynak tabakaları kaynatılarak ilave malzeme kaplanır. Kaplama malzemesinin, temel malzemenin aynısı veya benzeri olması gerekir. Zırlama kaynağında, kaynağın yapıldığı yerleri aşınmaya ve korozyona karşı dayanıklı yapan katkı malzemeleri kullanılır. Kaplama kaynağı, sadece onarım işlerinde değil, özellikle yeni üretimde kullanılır.



Şekil 2: Kaplama kaynağı

2.10.8.4 Metal Malzemelerin Kaynak Uygunluğu

Kural olarak yapısında % 0.22 C, % 0.05 P ve % 0.05 S'den daha az bulunan alaşımsız çelikler zorlanmaksızın kaynak edilebilir. Yapısında bu değerleri daha fazla bulunduran çeliklerde ise, uygun ilave katkı malzemeleri ile daha iyi kaynak elde edilebilir.

Alaşımlı çeliklerde, örneğin korozyona veya yüksek ısıya dayanıklı çeliklerde aynı cinsten ilave katkı malzeme kullanılması gereklidir. Bu çelikler, gaz kaynağı dışında, diğer bütün kullanılan kaynak metodları ile kaynak edilebilirler.

Çelik döküm, her kaynak metodu ile kaynak edilebilir. Kaynak dikişi ile temel malzeme arasındaki geçiş bölgesinde oluşacak sertleşme, ön ısıtma sayesinde azaltılabilir.

Dökme demirin genişlemesi yoktur ve sadece birazcık çekme gerilmelerini karşılayabilir. Bundan dolayı kaynak işlemi için, ısı etkisiyle iş parçasında meydana gelen gerilme oranlarının tam olarak bilinmesi gereklidir.

Bakır, özellikle oksijensiz bakır cinsleri, koruyucu kaynak metodları WIG ve MIG ile, hatta EB-kaynak metodu ile iyi bir şekilde kaynak yapılabilir. Yüksek ısı iletim kabiliyetinden dolayı cidar kalınlıkları 5 mm'den büyük olduğu hallerde bir ön ısıtma gereklidir.

Hafif metal alaşımları, WIG -alternatif akım ile veya MIG- kaynak metodu ile de kaynak edilebilir. Parlak, mümkünse dezenfekte edilen kaynak yerleri, iyi bir kaynakla birleştirme sağlar. Nokta ve makaralı dikiş kaynağı da, hafif metaller için kullanılır. % 1.5'in üzerinde bakır içeren alaşımlar ısı karşısında çatlamaya karşı duyarlıdır ve bundan dolayı da kaynağa elverişli değildir.

2.10.8.5 Bir Kaynak Konstrüksiyonunun Üretim Esasları

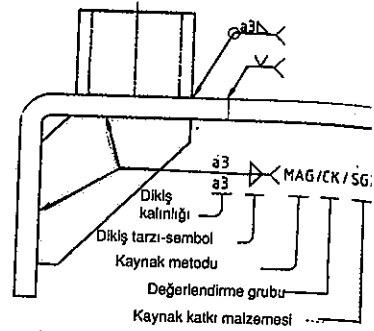
Bir kaynak konstrüksiyonu, yapı parçasına ait profiller, saclar ve yarı mamüller gibi tek tek parçaların kaynak edilmeleri suretiyle meydana gelir.

Bir yapı parçasının **kaynak edilebilirliği**¹⁾, kaynak edilebilirliği, kaynağa uygunluğuna, kaynak emniyetine ve kaynak imkanına bağlıdır.

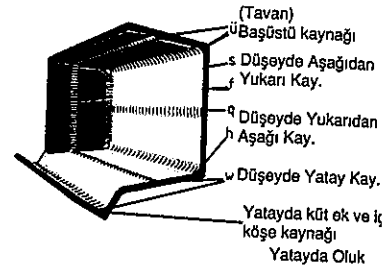
• Malzeme, kaynağa göre, örneğin mukavemet ve özlülük (sıklılık) hakkındaki talepleri yerine getirirse **kaynak uygunluğu** mevcut olur.

• Yapı parçası kaynağa göre hesaplanmış ve kaynaktan sonra kendi fonksiyonunu yerine getiriyorsa, konstrüksiyonun **Kaynak emniyeti** mevcut olur.

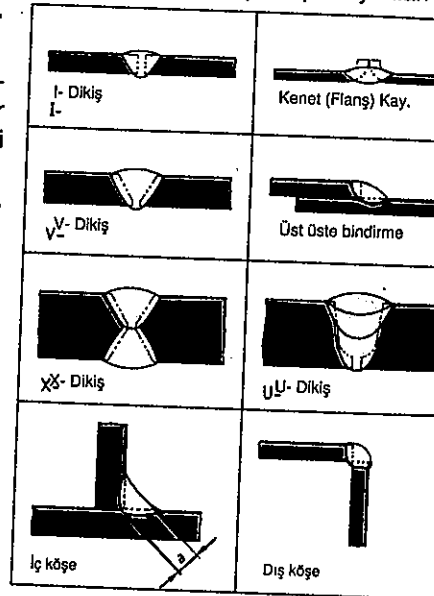
• Mevcut üretim vasıtaları ile yapı parçaları teknik kurallara uygun olarak kaynak edilebilirse, **kaynak imkanı** sağlanır olur.



Şekil 1 : Kaynak dikişlerinin resimlerde gösterilmesi

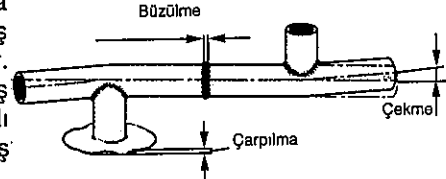


Şekil 2 : Kaynak pozisyonları



Şekil 3 : Kaynak dikiş çeşitleri

Kaynaklı parça resminde²⁾, dikiş cinsi, dikiş ön hazırlığı, dikiş boyu, dikiş kesiti, kaynak metodu, katkı malzemesi, kaynak son işlemleri ve kontrol işlemleri belirtilmiştir (Sayfa 222, Şekil 1) Kaynak konumları alfabetik harflerle belirtilmiştir (Sayfa 222, Şekil 2). Dikişlerinde dikiş kalınlığı a ölçüsü ile verilir (Sayfa 222, Şekil 3). Dikiş kalınlığı kaynak dikiş mastarı ile ölçülür. Bir kaynak konstrüksiyonunda, çeşitli dikiş cinsleri uygulamaya konulabilir. Kapsamlı kaynak konstrüksiyonlarında, ayrıca, dikiş sırasının ve dikiş yönünün tespit edildiği, bir kaynak akış planı hazırlanır. Bunun yanında **Büzülmeler, gerilmeler, çarpılmalar ve çekmeler** göz önüne alınmalıdır (Şekil 1).



Şekil 1 : Kaynak gerilmelerinin etkileri

Metal kısmi olarak ısıtıldığında, genişir ve örneğin bir profilde eğilmeye sebebiyet verir. Isıtılan bölge, geride kalan profil kesiti karşısında küçük kalıyorsa, bir biçim değişikliğini meydana getirmek için, genişleşme esnasında meydana gelen kuvvetler yetersiz kalır. Soğuk ortam malzeme genişlemesine engel olur ve ısınan bölge kendi içinde şişer.

Soğutma esnasında, ya profilin büzülme yönünde bir deformasyonuna veya çok yüksek kendine özgü gerilmelerine sebebiyet veren, malzemenin yırtılmasına yol açabilen büzülme kuvvetleri meydana gelir. Kaynak dikişinin büzülmesi sadece yapı parçasının biçim değiştirmesine değil, özellikle ölçü kısımlarına, ağırlıklı olarak kaynak dikiş kesitinin değişmesine (kesit büzülmesine) de yol açar. Kaynaktan sonra, ölçü değeri olan bir yapı parçasının elde edilmesi için, bu büzülme payının montaj yapım sırasında verilmesi gerekir. 30 mm'nin üzerindeki iş parçası kalınlıklarında kaynak gerilmeleri biçim değişiklikleri artık olarak kalabilir. Bundan dolayı, kaynak edilen yapı parçaları yaklaşık 650°C'deki bir fırında gerilim giderme tavına tabi tutulur. Büyük parçalara, seyyar tavlama tertibatları ile, kritik kaynak bölgelerinde kısmi olarak gerilim giderme işlemi yapılır.

2.10.8.6 Kaynaklı Birleştirmelerin kontrolü

Bir kaynağın kalitesi, sadece malzemeye ve katkı malzemesine değil, özellikle kaynakçının güvenilirliğine ve mesleki kabiliyetine de bağlıdır. Yüksek çelik yapılar, boru tesisat hatları, makina yapımı, nükleer teknoloji, trafik işaret levhaları yapımında, hava ve uzay yolculuğu gibi konularda, kaynaklı birleştirmelerde, kontroller yapmak suretiyle doğruluğunun ispat edilmesi mecburiyeti bulunan özel kalite talepleri yer alabilir.

Tahribatsız Kontroller (Muayeneler), boya nüfuz ettirme metodu, manyetik toz metodu, ses ötesi (Ultrasonik) kontrolü veya içinden geçirici ışın (röntgen) kontrolü ile uygulanabilir.

Tahribatlı Kaynak Dikiş Kontrolleri, belirli mekanik mukavemet değerlerinin veya belirli bünyenin araştırılması gerekiyorsa, yapılmalıdır. Basit tahribatlı bir kaynak dikiş kontrolü için kaynak numunesi mangede veya bir presin altında, dikişin kökü (temeli) çekme bölgesinin içinde olacak şekilde bükülür. Erişilebilen büküm açısı, kaynak dikişinin kalitesi hakkında bir ölçüdür. Deney numunesi kırılır, böylece birleşmeyen yerler, curufu bağlantılar ve gözenekler gibi hatalar kırılma bölgelerinde görülebilir. Kabul sorumluluğu olan yapı parçalarında kaynaklı birleştirmelerden istenen kaliteyi gerçekleştirmek için, sadece imtihan edilen kaynakçılar bu çalışmalarını uygulayabilirler.

Genel Olarak Kazalardan Korunma Kuralları

- Her kaynak metodu için doğru, gözleri koruyucu camların kullanılması gerekir.
- Diğer personeli de kıvılcımlardan ve ışıklardan korumak için, kaynak sahasının yeteri kadar perdelenmesi gereklidir.
- Kaynak yapılan iş yeri iyi havalandırılmalı veya bir emici tertibatı yerleştirilmelidir.
- Kaynak esnasında yere düşen kaynak parçaları ve kıvılcımlardan dolayı bir yangın meydana gelmemesine dikkat edilmesi gerekir.
- Dar alanlarda veya kazanlarda havalandırma için asla saf oksijenin kullanılması na izin verilmez (Elbiselerin yanma tehlikesi)
- Çalışma sırasında tek tek gösterilen dikkat, kazalara karşı en iyi koruyucudur.

Tekrarlama Soruları

1. Kaynaktan ne anlaşılır?
2. Kaynak metodları hangi ana gruplara ayrılır?
3. Bir gaz kaynak tesisi neyi kapsar?
4. Hangi akım üniteleri (kaynağı), ark kaynağı için uygundur?
5. Çubuk elektrodun etrafındaki örtünün görevleri nelerdir?
6. WIG - Kaynağında ne zaman alternatif akımla ve ne zaman doğru akımla kaynak yapılır?
7. Hangi koruyucu gaz kaynak metodu vardır?
8. WIG - Kaynak metodunun, MIG - MAG kaynak metodundan ne farkı vardır?
9. MIG - Kaynak metodunun, MAG - Kaynak metodundan ne farkı vardır?
10. Hangi dirençli pres kaynak metodları vardır?
11. Nokta kaynağında kaynaklı bir birleştirme nasıl meydana gelir?
12. Kaynak gerilmelerinin meydana geliş sebebi nedir?

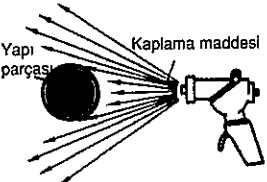
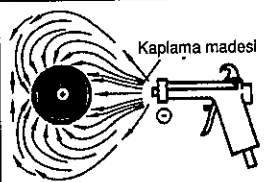
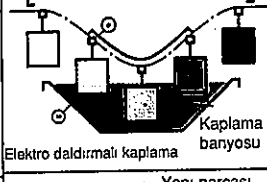
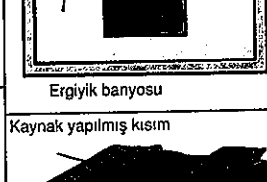
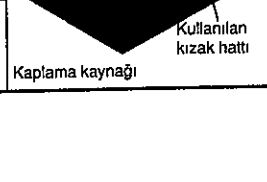
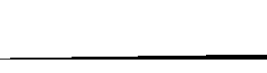
2.11 Kaplama

Kaplama işleminde, şekilsiz maddeden yapılan sabit olarak tutturulan bir tabaka bir iş parçasının yüzeyine uygulanır. Böylece, aşağıda belirtilen bir veya birçok amaç ulaşılır:

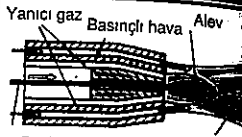
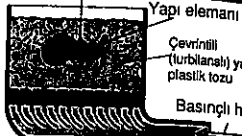
- Korozyondan korunma (Sayfa 315).
- Görünüşün iyileştirilmesi (Sayfa 78).
- Kayma mukavemetinin iyileştirilmesi ve kullanıma ömrünün artırılması.

2.11.1 Sıvı veya pasta şeklindeki maddeden kaplamalar

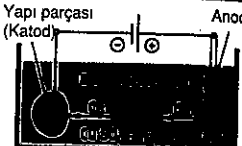
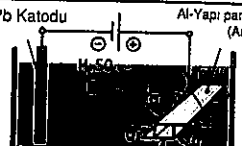

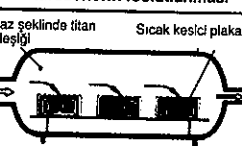
Metod Şeması

Metod	Avantajları Dezavantajları	Uygulama	
Fırça ile sürme	Basit metod Az masraf	Küçük parçalar Küçük onarımlar	
Püskürtme ile kaplama (Basıncılı hava ile püskürtme) Basıncılı hava (2'den 6 bara kadar) kaplama maddesini toz parçacıklarına ayırır ve maddeyi yapı parçasının üstüne püskürtür.	Düz (yassı) yapı parçaları için basit metod. Birçok elemanları olan yapı parçaları için uygun değildir.	Küçük düz (yassı) yapı parçaları için standart kaplama	
Yüksek Basıncılı püskürtme kaplama malzemesi, püskürtme tabancasının içinde yaklaşık olarak 250 bar'da sıkıştırılır ve püskürtme memesinin çıkışına bağlantıların çözülmesi esnasında pülvize edilir.	Özlü (sıkı) akıcı kaplama maddeleri ince sis şeklinde pülvize olur. Birçok elemanları olan yapı parçaları için uygun değildir.	Büyük, düz yapı parçalarının kaplaması: Gemiler, tanklar, köprüler, çelik yapılar	
Elektrostatik Kaplama (Elektro püskürtme kaplama) Püskürtme tabancasına, kaplama maddesi parçacıklarını elektrostatik olarak yükleyen yüksek bir doğru akım gerilimi (100 kV'a kadar) uygulanır. Bunlar topraklanan yapı parçasının alan hatları boyunca hareket eder.	İnce elemanlı yapı parçalarında her tarafını kaplama, tasarrufu, aynı ölçüde kaplama, az kaplama maddesi kaybı	Püskürtme kabini içinde elemanları olan yapı parçalarının kaplanması. Binek taşıtlarının, boru konstrüksiyonlarının, bisiklet şaselerinin kaplanması	
Elektro-Daldırmalı-Kaplama (Elektroforez Daldırmalı Kaplama) İş parçası üzerinde bir gerilim (yaklaşık 200 Volt) bulunan bir kaplama banyosuna daldırılır. Kaplama maddesi parçacıkları elektrikli kuvvetler vasıtasıyla yapı parçasına yapışırlar.	Zorlukla erişilen ve erişilen yerlerde oyuklu hacimlerde dahi tasarruflu, aynı ölçüde kaplama	Taşıt karoserleri için korozyondan koruyucu kaplama (Özellikle temel kaplama)	
Emayeleme Cam tozundan yapılmış olan pasta şeklindeki bir çamur daldırmak suretiyle yapı parçasının üstüne getirilir ve emaye tabakasının meydana gelmesi için fırının içinde yaklaşık olarak 1000 °C'de pişirilir.	Isıya dayanıklı ve kimyasal bakımdan direnç kabiliyeti çok olan kaplama. Darbeye karşı ölçülü	Çelikten yapılmış kimyasal aparatlar ve örneğin fırın tepeşeri gibi ev eşyaları için iç kaplama	
Metallerin ergiyik Banyosuna Daldırılması (Örneğin sıcak çinko kaplama) yapı elemanı (çelik bir çinko ergiyik içine daldırılır (yaklaşık 450 C) ergiyik içinde çinko tabakası ile kaplanır.	Yapı parçasının bütün tarafını kaplayan bir metal tabakanın oluşturulması suretiyle korozyondan iyi korunma	Çelik yapı konstrüksiyonları, kamyon şasesi, binek taşıt karoserleri, profiller, bandlar, saclar.	
Kaplama Kaynağı Yanyana birçok tırtıl kaynakları vasıtasıyla malzemenin kaplanması.	Kıymetli kısmı aşınan yapı elemanları (parçaları) Aşınma tabakalarının kaplanması	Merdaneler, kızak hatları, türbin kanalları kazıcı (tarak) dişleri	

2.11.2 Katı veya Toz Maddeden Kaplamalar

Metod	Avantajları Dezavantajları	Kullanıldığı Yerler	Metod Şeması
Termik Püskürtme Sürekli olarak sevk edilen tel eritilir ve bir basınçlı gaz akımı tarafından yapı parçasının üstüne püskürtülür. Her ergime cinsine göre alevli püskürtme, ark köprülü püskürtme, palazma püskürtme olarak gruplara ayrılır.	Herhangi bir metalin ve bir çok karpitlerin, oksitlerin ve nitrillerin kaplanması. Sadece tabakayı yapı parçasının üstünde mekanik olarak tutar.	Korozyondan koruyucu kaplama. Bir aşınma veya kızak tabakasının kaplanması	
Santrifüj (merkezkaç) Sinterleme, Isıtılan metal yapı elemanı, santrifüj yataklı bir plastik tozunun içine daldırılır. Yapı elemanının yüzeyine toz parçacıklar yapışır ve birlikte kapalı bir tabaka halinde ergir.	Bu çalışma işleminde kalın tabakalı plastik kaplama sadece termoplastik malzemeler için uygundur.	Mekanik yapı parçalarının termoplastik malzemeden yapılmış kalın bir tabaka ile kaplanması	

2.11.3 Elektrolitik veya Kimyasal Ayrıştırma Kaplama

Metod	Avantajları Dezavantajları	Kullanıldığı Yerler	Metod Şeması
Galvanizleme Kaplanması gereken iş parçası bir elektrolit banyosunun (metal tuz çözeltisinin) içine asılır ve katod olarak bağlanır. İş parçasının üstünde elektro-kimyasal olaylar vasıtasıyla bir metal tabaka (kaplama) meydana gelir.	Dekoratif görünümlü düz kapalı metal tabakasının kaplanması Galvanik kimyasal maddeler vasıtasıyla çevre kirliliği	Metal parçalarının örnek biner taşı parçalarının ev eşyalarının korozyondan korunması, aşınmadan korunması, güzelleştirilmesi	
Al-Parçaların Anodlanması Alüminyum-yapı parçası bir sülfürik asit-elektroliz banyosuna anod olarak bağlanır. Al-yapı parçasının üzerinde, Al-yüzey tabakası ile yoğun bir Al ₂ O ₃ - tabakası için tepkime gösteren, atomlar halinde oksijenler (O) ayrılır.	korozyona karşı dayanıklılığı iyi olan, saydam, sert ve katı Al yapı parçası ile birleşen Al ₂ O ₃ tabakası	Al - Yapı parçasının, profillerin, sacların ve bandların korozyondan korunması ve güzelleşmesi	
Fosfatlama Çelik yapı parçasının çinko fosfat banyosuna daldırarak suretiyle çelik yüzeyine de temel malzeme ile sıkı olarak birleşen bir fosfat tabakası meydana gelir.	Dağırtarak suretiyle tabaka oluşturulması, oyuklu hacimler ve köşelerin içlerinin de kaplanması	Korozyondan korunma, boyanması için temel zemini, formu değişik saclar için parlak tabaka	
CVD - Kaplama CVD - Kaplama (İngilizcesi: Chemical Vapor Deposition) Gaz şeklindeki bir metal bileşik, koruyucu gaz içerisinde yaklaşık 1000 °C sıcaklığındaki iş parçalarının üzerine iletilir. kızgın iş parçalarının üzerinde metal bileşik parçalanır ve iş parçası üstünde ayrışır	Metal karpitler, metal nitriller ve oksitler ile kaplama imkanları, ince kaplama tabakaları da mümkündür.	TiC, TiN ve Al ₂ O ₃ 'den meydana gelen sert madde kaplamalı döner kesici plakaların kaplanması	

2.12 Metallerde Isıl İşlem

Isıl işlem yapılarak metalik malzemelerin nitelikleri istenildiği gibi değiştirilebilir. Özellikle sertlik, mukavemet ve işlenebilirliği iyileştirilir. Niteliklerin iyileştirilmesinin nedeni malzeme kristal yapısının değişmesidir.

2.12.1 Demir Malzemelerin Bünye (Yapı) Şekilleri

Demir malzemeler, üretim işleminden dolayı belirli bir oranda karbon içerirler (Sayfa 268).

Bu karbon oranı mahzurlu olabilir, çünkü karbon oranı demiri büyüklüğü oranında gevrek yapar. Diğer taraftan demirin içindeki karbon, ısıl işlem yoluyla bir çok niteliklerin iyileştirilmesi bakımından şarttır. Demirin içindeki karbon iç yapıyı (dokuyu) etkileyen bir fonksiyona sahiptir. Bu etki, malzemenin parlatılmasıyla görülebilir hale getirilir (Sayfa 331).

Yavaşça soğutulan demirin dokusu muayene edildiğinde, her karbon oranına göre farklı doku şekillerine sahip olduğu tespit edilir (Şekil 1).

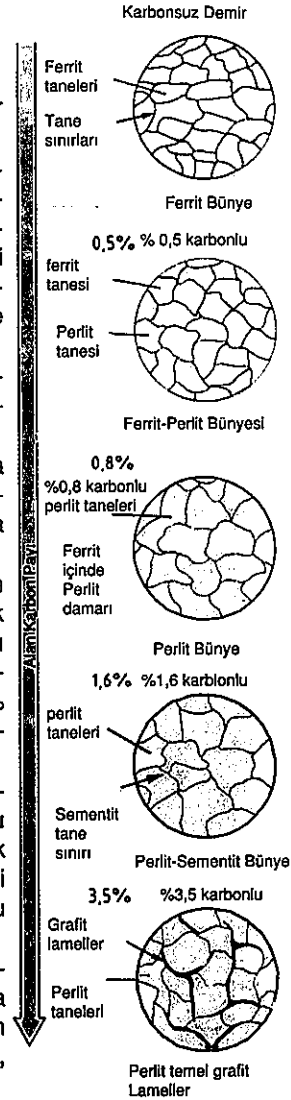
Karbonsuz demir, çok köşeli tanelerden meydana gelen bir bünyeyi teşkil eder. Bu demir, Ferrit veya α demiri adını alır. Karbonsuz demir yumuşak olup, kolaylıkla şeklini değiştirebilir ve mıknataslanabilir.

Demir % 2'ye kadar karbon ihtiva ettiğinde, demirin saflığından bahsedilmez, bilakis kimyasal bileşik olarak **Demir Karpit Fe_3C** meydana gelir. Bu doku kısmı **sementit** olarak adlandırılır. Yapı sert ve gevrek. Demir içindeki karbon oranı düşük olduğunda (Örneğin % 0.5), ferrit tanelerinin içine nüfuz eden ince şeritler şeklinde (şeritli sementit) ayrılır.

% 0,8'den daha az karbonlu çelikler (ötektik çeliğinde), **şeritli sementitli** bütün ferrit taneleri nüfuz eder. Bu yapı, kendi sedefe benzer görünüşünden dolayı olarak isimlendirilir. (ötektik altı çelikleri), kısmen ferrit tanelerini kısmende perlit tanelerini içeren bir yapıya sahiptir. Bu yapı **Ferrit-Perlit-Bünyesi** olarak ifade edilir.

% 0,8'den daha fazla karbon içeren çelikler (Ötektik üstü çelikler), Perlit taneleri içinde ve tane sınırlarında ek olarak şeritli sementit depolayacak derecede karbon içerirler. Bünyedeki sementit payı ne kadar büyük olursa, çelik o kadar çok sert, fakat o kadar gevrek olur.

% 2.06'dan daha fazla karbonlu demir, dökme demir olarak adlandırılır. Dökme demir içinde karbon sementit Fe_3C olarak bileşik şeklinde veya saf karbon olarak grafit şeklinde ayrışabilir. Genel olarak döküm parçaları içinde şu ayrışma tarzı meydana gelir: Karbonun % 0.8'in üzerinde bulunan oranı karbonun kalan oranının şeritli sementit olarak kristalleşmesi esnasında, grafit lamelleri olarak ayrışır. Dökme demir malzemelerin yapısı



Şekil 1: Karbon içeren demirin yapı şekilleri

buna göre perlitik veya ferritik- Perlitik temel maddeden ve taneler arasında d polanan grafit lamellerden meydana gelir (Sayfa 227).

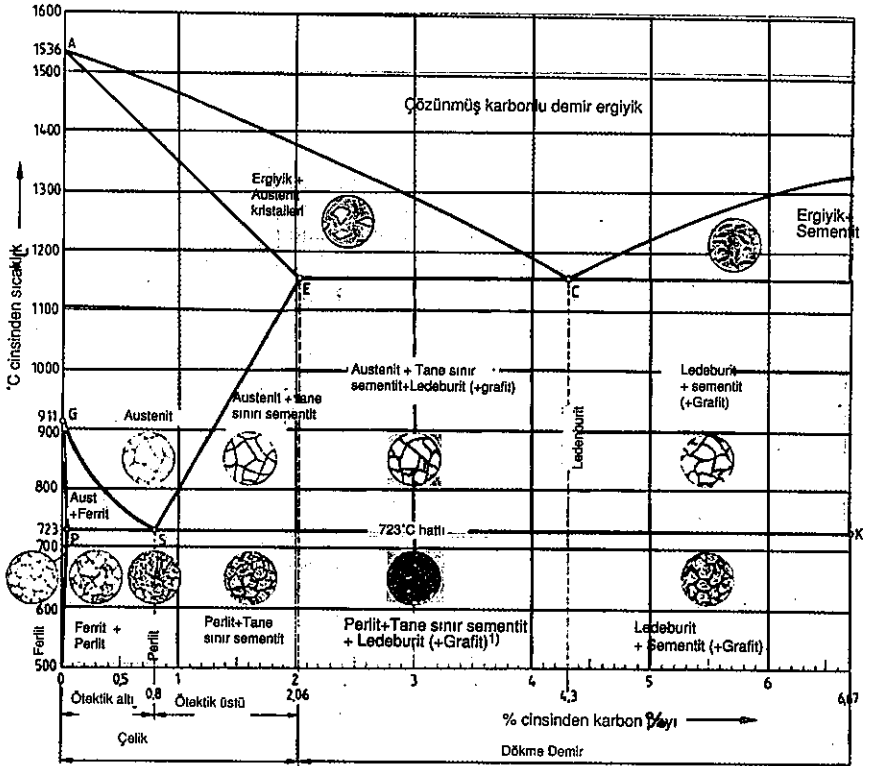
2.12.2 Demir-Karbon Denge Diyagramı

227. sayfadaki şekil 1'de gösterilen doku şekilleri oda sıcaklığında ve 723°C'ye kadar yükselen sıcaklıkta, karbon içeren demir malzemelere sahiptir. Demir malzemeler daha fazla ısıtıldığında, diğer doku şekilleri meydana gelir. Belirli bir sıcaklık belirli bir karbon içeriği bulunan bir demir malzemenin hangi doku şekline sahip olduğuna dair bir özet, **Demir-Karbon-Denge** diyagramı vermektedir.

Bu diyagramda, **muhtelif bünye şekillerinin bölgeleri** belirtilmiştir. Diyagram içinde devamlı çizgili ve kesik çizgili olarak gösterilen hatlar doku bölgesini sınırlar. Böylece örneğin P-S hattı Ferrit - Perlit - doku bölgesini Austenit - Ferrit - doku bölgesinden ayırır veya G-S hattı Austenit-Ferrit - doku bölgesini Austenit doku bölgesinden ayırır.

Bir doku sınırlandırma hattının, örneğin ısıtma veya soğutma nedeniyle daha fazlasına çıkması ve/veya aşağıya düşmesi halinde doku buna uygun bir şekilde değişir.

Oda sıcaklığı ile 723°C arasındaki doku şekilleri, demir-karbon denge diyagramında karbon ekseninin üzerine taşınmıştır. Örnekler: % 0.5 karbonu olan demir bir Ferrit - Perlit dokuya % 1.2 karbonu olan demir bir Perlit - Tane sınır sementit dokuya sahiptir. Her iki doku sahası, % 0.8'lik karbon oranında karşılıklı olarak kendi sınırlandırma hattına sahiptir. Orada saf perlit doku bulunmaktadır.



1) % 2.06'nın üzerinde (dökmedemir) karbon içeren ve ilave olarak Si payı olan demir cinslerinde, karbonun bir kısmı grafit şeklinde ayrılır.

Şekil 1 : Demir-Karbon-Denge Diyagramı ve Karbon İçeren Demirin Bünye Bölgeleri

2.12.3 Tavlama Esnasındaki Bünye ve Kristal Kafesi

Karbon içeren demir 723°C'nin üzerine kadar tavlendiğinde, kendi dokusu değişir. Bu doku değişikliğinin sebebi, kristal kafesinin değişimleridir. 723°C'nin üstünde ısıtıldığında, kubik hacim merkezli (khm) Ferrit kafesi, kubik yüzey merkezli (kym) Austenit kafesi haline dönüşür. Kym - kafesinin serbest olan küp merkezine sınırlanan serbestli sementitten karbon atomu depolanır. Orada karışık kristaller meydana gelir. **Demir içindeki karbonun katı (sabit) olarak çözülmesinden** bahsedilir ve meydana gelen doku **Austenit** veya γ Demiri olarak ifade edilir. Austenit sivri köşeli taneleri oluşturur, yumuşaktır ve ayrıca kolaylıkla şekli değiştirilebilir ve Ferrit'in tersine mıknatıslanamaz.

% 0,8' karbonlu çeliklerde (Perlit), bu dönüşüm tamamıyla 723°C (228. sayfa, Şekil 1'deki S - noktası)'de sağlanır.

% 0,8'den daha az karbonlu çeliklerde, 723°C'de Ferrit -Perlit dokusunun perlit oranı Austenit'e dönüşür. Dokunun geriye kalan Ferrit oranı, P-S hattı ile G-S hattının arasındaki sıcaklık sahasının içinde, tedrici olarak Austenit'e dönüşmüştür.

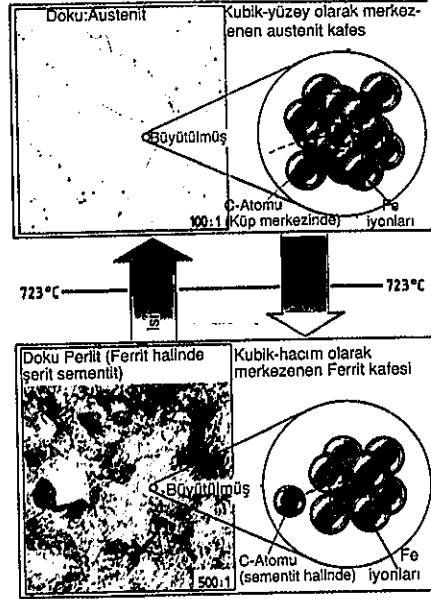
% 0,8'den daha fazla karbonlu çeliklerde, S-K hattının aşılması halinde, perlit -tane sınırı sementit -dokusunun Perlit'i Austenit'e dönüşür. Tane sınır sementitleri, S-K ve S-E hatları arasındaki sıcaklık alanları içinde, sıcaklığın yükselmesi ile tedrici olarak önceden mevcut olan Austenit içinde çözülür. S-E hattının üstünde, doku tamamen Austenit'ten oluşur. Bu durumda da artık Austenit olan demir (% 0.8 karbonlu) ısıtılmaya devam edilirse, Austenit sahanın üst sınır hattının, yaklaşık 1380°C'nin aşılması halinde demirin bir kısmı ergimeye başlar (Şekil 1). En üst sınırlama hattının, yaklaşık 1480°C'nin üzerine tavlana devamlığı devam edilmesi halinde, bütün demir ergimiş olur.

Demirin tavlama sırasında tarif edilen olaylar, **yavaş soğutulması esnasında**, tersine bir seyir takip eder. Örneğin % 0.8 karbonlu bir demirin ergimesi esnasında, ilk önce adım adım yapılan soğutma ile, 1380°C'de bütün ergiyik tamamıyla katı oluncaya kadar büyüyen bir miktar katı Austenit kristaller 1480°C'nin altında soğutma esnasında meydana gelir. Meydana gelen katı demir, austenit dokuya sahiptir. Soğutmaya devam edildiğinde Austenit doku 723°C'de Perlite dönüşür.

Diğer karbon ihtiva eden demir malzemelerde doku değişiklikleri kısmen diğer sıcaklıklarda sağlanır. Özel düşük bir ergime sıcaklığı % 4.3 karbonlu dökme demire sahiptir. Bu terkipte dökme demir, **Otektik Dökme Demir** adını alır. O, Ledeburit olarak adlandırılan özel ince taneli dokuya sahiptir.

Tekrarlama Soruları

- 1 Metallerde ısıtılmanın faydası nedir?
- 2 % 0.8 karbonlu demir 723°C'nin üzerindeki ve/veya altındaki sıcaklıklarda hangi dokuya sahiptir?
- 3 Demir-Karbon Denge Diyagramından ne okunur?
- 4 Ortam sıcaklığı 1000°C'nin üstüne ısıtıldığında % 1 karbonlu demirin dokusu nasıl değişir?
- 5 Eğer yavaş soğutma yapılırsa, yaklaşık %4 karbonlu demir hangi dokuya sahip olur?



Şekil 1 : % 8 karbonlu bir çeliğin 723°C'deki kafesi ve bünyesi değişikliği

2.12.4 Demir Malzemelerin Isıl İşlemi

Isıl işlem olarak ısı etkisiyle meydana getirilen kalıcı yapı ve nitelik değişikliği de edilir. Isıl işlem şu şekilde gruplara ayrılır.

Tavlama	Sertleştirme	Islah etme sertleştirme	Yüzey sertleştirme	Sementasyon	Azotla sertleştirme	Karbonla nitürleme
---------	--------------	----------------------------	-----------------------	-------------	------------------------	-----------------------

2.12.4.1 Tavlama

Tavlama, yavaş ısıtma, tav sıcaklığında tutma ve yavaş soğutma işlemlerinden meydana gelen bir ısıl işlemidir.

Bir çok tavlama metodları vardır. Bu metodlar sıcaklıklarına ve tavlama zamanlarına göre gruplara ayrılır (Şekil 1).

Gerilim giderme tavlamasında iş parçası iç gerilimleri tav sıcaklığı altında plastik akma ile azalır. İç gerilimler döküm, haddeleme, dövme veya kaynak yapma esnasında oluşabilir. İş parçaları 55°C ile 650°C arasında 1 veya 2 saat süreyle tavlanabilir (Şekil 1).

Malzemenin yapısı soğuk biçimlendirme ile bozulmuş ise ve bozulmamış konumuna tekrar getirilmek istenirse **Rekrystalizasyon tavlama (ara tavlama)** metodu uygulanır. 550°C ile 650°C'de birkaç saat beklemeden sonra, tamamiyle yeni bir yapı meydana gelir (Şekil 1).

Yumuşak tavlama çelik her karbon ortamına göre 680°C ile 750°C'de ısıtılır ve orada birkaç saat tutulur. Aynı etkiye, PSK-hattının civarında pandüllü (sarkaç hareketi yaparak) tavlama suretiyle erişilir (Şekil 1). Yumuşak tavlama ile şeritli sementit, taneli sementite dönüşür (Şekil 3). Bu suretle malzeme kolaylıkla şekil değiştirebilir ve talaş alınabilir duruma gelir.

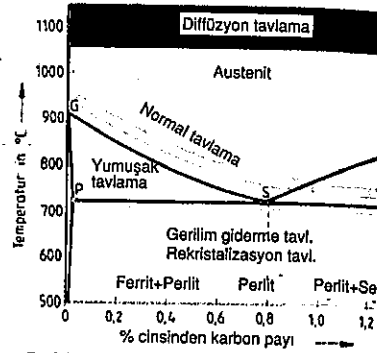
Eğer uygun olmayan ölçüdeki veya kaba taneli yapının giderilmesi gerekiyorsa normal tavlama işlemi uygulanır. **Normal tavlama**, GSK-hattının üzerindeki dairelik bölgede kısa zamanda yapılarak sağlanır (Şekil 1).

Bunun yanında tam yeni tane oluşumu ortaya çıktığında, aynı ölçüde ince tane bir doku meydana gelir. Bu olay tazeleme olarak adlandırılır.

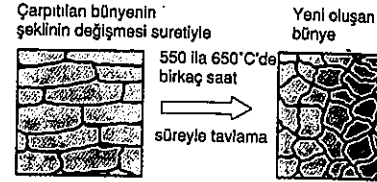
Diffüzyon tavlamasından, 1050°C ile 1250°C'de yapılan uzun süreli tavlama laşılır. Bu tavlama, döküm parçalarında (durultma) döküm esnasında meydana gelen konsantrasyon farklılıklarını tekrar dengelemek amacıyla yapılır.

Tavlama Hataları

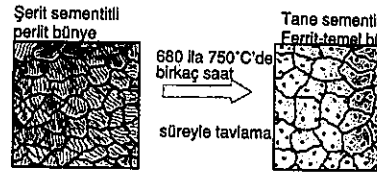
- **Çok düşük sıcaklıklarda tavlama:** Yapı (bünye) dönüşümüne yol açmaz.
- **Çok yüksek sıcaklıklarda tavlama:** Kaba tanelerin oluşumuna ve böylece mekanik niteliklerin kötüleşmesine yol açar.
- **Çok fazla tavlama sıcaklığı:** Havanın oksijeni demir malzemenin içeriğindeki



Şekil 1 : Fe-C Diyagramında tavlama sıcaklıkları



Şekil 2 : Rekrystalizasyon tavlama



Şekil 3 : Yumuşatma tavlama

mir kısımlarla yüzey bölgesinde reaksiyona girer, kabuk bağlar ve karbonunu giderir.

• **Uzun süre aşırı ısıda tutma:** Malzemenin içine kadar tane sınırları boyunca demir ve karbon yanar. Bu kullanılmayan malzeme yanmış (kavrulmuş çelik) adını alır.

2.12.4.2 Sertleştirme

Sertleştirme, çelikleri sert ve aşınmaya karşı dayanıklı yapan bir ısıtma işlemidir. Sertleştirme, bir çok işlem basamağından meydana gelir.

İlk önce iş parçası sertleştirme sıcaklığına kadar ısıtılır ve sertleşme sıcaklığında bekletilerek iç kısımların iyice ısınması sağlanır. Ondan sonra su verilerek sertleştirilir. Bu suretle çelik cam sertliğinde fakat gevrek ve kırılmaya karşı duyarlı olur. Bundan dolayı iş parçası bunu takiben menevişleme sıcaklığına kadar ısıtılır ve ondan sonra havada serbest olarak soğulur. Çelik bu suretle kendi kullanma sertliğine erişir.

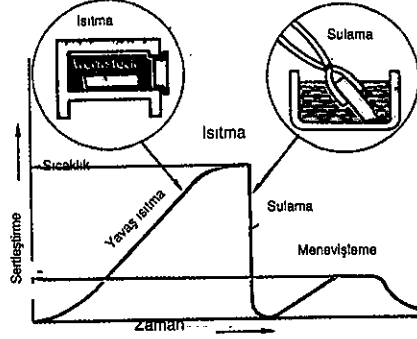
Öncelikle takımlar ve aşınma bakımından yüklenen yapı parçaları sertleştirilir. Sertleştirilmeden önce iş parçaları kendi son geçerli olan şekillerini alırlar. Sertleştirilmeden sonra bu parçalar ancak taşlama suretiyle işlenebilir.

Isıtma ve Su Verme Esnasında Kafes Oluşumu ve Bünye (Yapı) Değişiklikleri

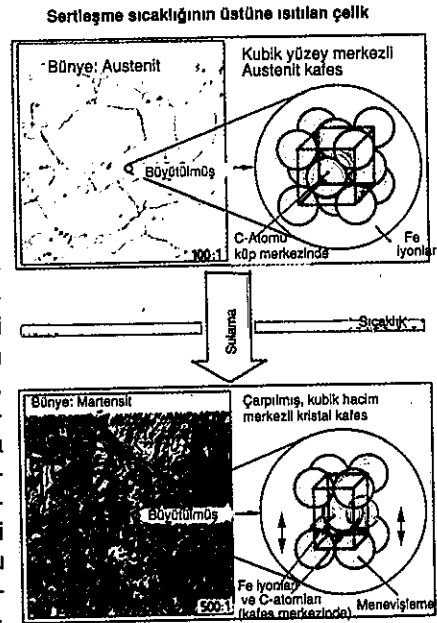
Fe- C Denge diyagramında GSK hattının üzerinde çeliğin yavaşça ısıtılması esnasında, kübik hacim merkezli Ferrit kafesi, kübik yüzey merkezli Austenit kafese dönüşür (Sayfa 229, Şekil 1). Kristalin merkezinde boş kalan yer, bünye içeriğindeki sementit (Fe_3C)'ten kaynaklanan bir karbon atomu tarafından doldurulur. Bu dönüşüm, austenitik dokunun meydana gelişi sayesinde parlatılmış şekil halinde görülebilir. Buna bağlı olarak austenitik çelik yavaşça soğutulursa, dönüşüm geriye alınır. GSK hattının altında tekrar bir kübik hacim merkezli kristal kafes meydana gelir. Karbon atomu küp merkezinden dışarıya çıkar ve şerit sementit olarak ayrılan demir iyonları ile sementiti (Fe_3C) meydana getirir. Isıtılmadan evvel olduğu gibi perlitik doku oluşur.

Austenitik çelikler çok çabuk soğutulduğunda, yani sertleştirildiğinde, kübik yüzey merkezli austenit kafes GSK hattının altında ani olarak kübik hacim merkezli kafese dönüşür (Şekil 2).

Kristal merkezindeki karbon atomunun kafesten dışarıya çıkması için zamanı



Şekil 1 : Sertleştirme esnasında sıcaklık eğrisi



Şekil 2: Sertleştirme esnasında doku dönüşümü

yoktur. Bu durumda kafes merkezinde bir karbon atomu ve ayrıca bir demir iyonu bulunur. Bu nedenle kristal kafes şiddetli olarak çarpılır. **Martenzit** olarak adlandırılır. Bu yapı cam sertliğinde ve gevrek olur.

Eğer iş parçası yeteri kadar çabuk soğutulursa (sertleştirilirse) ancak o zaman martenzit meydana gelir.

En az soğutma hızı, her çelik cinsine göre farklıdır. Martenzitin meydana gelmesi için diğer bir şart çeliğin yeteri kadar karbon içerdiği olmasıdır, çünkü karbon vasıtasıyla kafes çarpılması ve böylece sertlik meydana gelir. % 0.2'nin altında karbon içeren çelik sertleştirilemez.

Sertliğin Elde Edilmesi

Isıtma: İş parçaları, önceden ısıtılmış olan bir fırına konulmak suretiyle sertleştirme sıcaklığına kadar ısıtılır.

Alaşımız çeliklerde, sertleştirme sıcaklığı çelikte bulunan karbon oranına bağlıdır ve demir - karbon denge diyagramında gösterilebilir (Şekil 1). Sıcaklığın yaklaşık olarak GSK hattının 40°C üzerinde bulunması gerekir. Bu suretle, Ferrit - Perlit dokunun Austenit dokuya emin bir şekilde dönüşümü sağlanır. Düşük sertleştirme sıcaklığında iş parçası sertleşmez ve iş parçası yüzeyi benekli hale dönüşür. Çok yüksek sertlik sıcaklığı, büyük gevrekliği olan kaba iğneli sert yapıya yol açar.

% 0.8'den daha fazla karbonu olan çelikler, küçük sementit taneleri olan ferritik b temel kitleden meydana gelecek şekilde sertleştirmeden evvel yumuşak tavlama işlemine tabi tutulur (Sayfa 230, Şekil 3). Sertleştirme esnasında içeriye depolanan sementit taneleri olan ince taneli bir Martenzit yapı elde edilir. SE-hattının üzerindeki sıcaklıkla sementit taneli olarak da çözülürdü, fakat sertlik yapısı kaba iğneli ve çok gevrek olurdu.

Alaşımli çeliklerde sertleştirme sıcaklıkları genel olarak alaşımız çeliklerdeki daha yüksektir ve alaşım elemanlarının oranlarına bağlıdır. Bu bilgiler ısıtma işlem şartnamelerinde (talimatlarında) çelik üreticileri tarafından belirtilir.

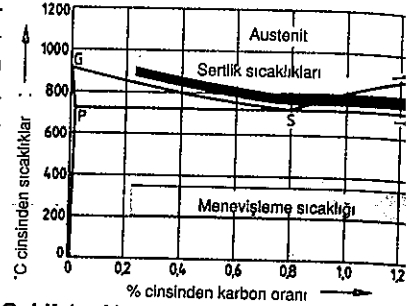
Sertleştirme

Sertleştirme sıcaklığına kadar ısıtılan iş parçasının çabucak soğutulması, su veya yağın içine daldırma suretiyle veya üzerine hava üfleme suretiyle sağlanır. Sertleştirme işleminde, iş parçasının daldırma sırasında tutuluşu ve sertleştirme sıvısının içinde yaptırılacak hareket önemlidir, böylece aynı değerde olmayan sertlik ve bu nedenle oluşacak çekme olayından sakınılır (Şekil 2).

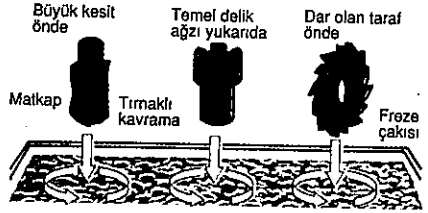
Sıcak iş parçası yüzeyinde meydana gelen buhar kabarcıkları çabucak sönmelidir. Ayrıca mümkün olduğu kadar aynı ölçüde soğutulma düzeyine erişilmesi gerekir.

- Farklı kesitli sabit iş parçalarının en büyük kesiti önde olacak şekilde daldırılması gerekir.
- Kör delikleri olan iş parçalarının delik ağızları yukarıya gelecek şekilde, buhar kabarcıkları yukarıya doğru boşalabilecek durumda, daldırılmalıdır.
- Yassı iş parçaları dar olan taraf önde gelecek şekilde daldırılır.

Menevişleme: Sertleştirme işleminden sonra, çelik cam gibi sert olur. Çelik, sert ve gevrek martenzitten dolayı, sertlik çekmesi, sertlik çatlağı ve vaktinden evvel gevrek kırılma meydana getirilebilecek iç yapı gerilmelerine sahip olur. Bu gevrekleşme-



Şekil 1 : Alaşımız çeliklerde sertlik ve menevişleme sıcaklıkları



Şekil 2 : Sertleştirme işlemi esnasında doğru daldırma

yi azaltmak için, henüz sertleştirilen iş parçaları menevişleme sıcaklığına kadar ısıtılarak sıcaklık altında belirli bir süre tutulur ve ondan sonra yavaş yavaş soğutulur. Alaşımız ve düşük alaşımızlı çelikler, 200°C ila 350°C'de (Sayfa 232 Şekil 1), yüksek alaşımızlı çelikler 500°C ila 650°C'de menevişlenir. Menevişleme sayesinde çeliklerin gevrekliği azaltılır, mutlak bir ölçüde özlülüğe sahip olurlar. Sert yapı az değiştiğinden, menevişleme nedeniyle sertlik de az düşer. Menevişleme sırasında parlak iş parçası yüzeyinde menevişleme renkleri oluşur (Sayfa 322). Bunlar menevişleme sıcaklıklarının tahmin edilmesinde kullanılabilir. Menevişleme renklerinin çok iyi görülebilmesi için menevişlenecek parçaların bir yüzeyi taşlanarak parlatılmalıdır.

Sertleştirme Maddeleri

Sertleştirme hızı, çeşitli sertleştirme maddelerinin kullanılma durumlarına göre ayarlanabilir (Şekil 1).

Su en şiddetli soğutma etkisine sahiptir. Suda sertleştirme, sertlik çekmesine ve hatta sertleşme çatlaklarına yol açabilir. Bundan dolayı su ile ancak alaşımızsız çelikler sertleştirilir. Çünkü bu çeliklerin sertleşmesi için bu sert su verme etkisine (en fazla soğutma hızı) ihtiyaçları vardır.

Yağlar, sudan daha yavaş bir sertleştirme etkisine sahiptir. Çekme ve çatlak tehlikesi önemli ölçüde azaltılmıştır. Yağ içinde düşük alaşımızlı çelikler sertleştirilir.

Su - Yağ-Emilsiyonları veya Su-Polimer-Emilsiyonları, su ve yağ arasında bir sertleştirme etkisine sahiptir.

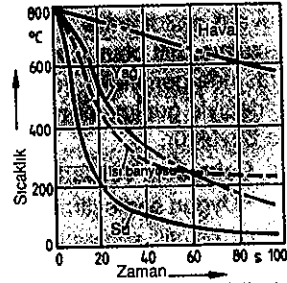
Sıcak Banyo-Sertleştirme Banyoları, 200°C ila 500°C'lik tuz ergiyikleridir. İş parçalarına, sıcak banyo içinde sertleştirilir, iş parçaları orada 5 ila 15 dakika tutularak daha sonra havada soğutulur.

Hareketli Hava, en ılımlı sertleştirme etkisine sahiptir. Hava, sadece yüksek alaşımızlı çeliklerde soğutma için kullanılabilir. Kullanılan sertleştirme maddesine göre sertleştirme, su ile, yağ ile ve hava ile sertleştirme olmak üzere gruplara ayrılır.

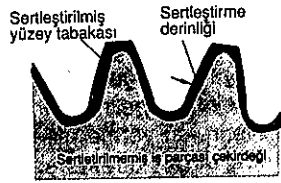
Sertleştirme Derinliği

Su verme işlemi esnasında ısı iş parçasının yüzey tabakasında, iş parçasının iç kısımlarına göre daha hızlı sapma gösterir. Bundan dolayı soğutma hızı yüzey tabakasında en büyük değerdedir ve iç taraflara doğru gittikçe düşer. Alaşımızsız takım çeliğinde, farklı soğutma hızından dolayı sadece yüzey tabakasında martensit, iç kısımlarında ise Perlit meydana gelir (Şekil 2). Bu arada, Martenzit'ten Perlit'e bir geçiş (Ara kademe dokusu) meydana gelir.

Bundan dolayı alaşımızsız çelik yüzeyler yaklaşık olarak 5 mm derinliğe kadar sertleştirilmiş olan bir yüzey tabakasına sahip olur. İş parçası çekirdeği sertleştirilemez. Bazı uygulamalar için az sertlik derinliği istenir (229 sayfa). Diğer durumlarda sertleştirilen iş parçalarına ihtiyaç duyulur. Alaşımızlı çelikler genellikle sertleştirilirler.



Şekil 1: Soğutma eğrileri

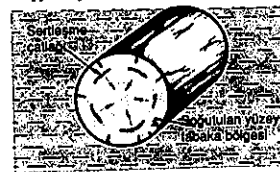


Şekil 2: Sertleştirme çekmesinin ve sertleşme çatlaklarının meydana gelmesi

1. faz: Sıcak iş parçalarının çekirdeği, büzülen yüzey tabakasını engeller



2. Faz: Fijit yüzey tabaka bölgesi büzülen çekirdeği engeller



Şekil 3: Sertleşme çekmesinin ve sertleşme çatlaklarının meydana gelmesi

Sertleşme çekmesi ve Sertleşme Çatlağı

Sert olarak yapılan sertleştirme işleminde sertleştirilen iş parçaları, ölçü ve şekil değişiklikleri, sertleşme çekmesi veya sertleşme çatlakları gösterirler. Bunun meydana gelişi iki faz (aşama) halinde oluşur (Sayfa 233, Şekil 3). Sertleştirme maddesine daldırma esnasında yüzey tabakası çok çabuk soğur ve bu nedenle büzülür (1. Faz). Henüz sıcak olan çekirdek kendi esas boyutuna sahiptir ve yüzey tabakasının büzülmesine engel olur. Çevresinde gerilmeler veya çatlaklar meydana gelir. İşleme devam edildiğinde çekirdek de soğur ve büzülmek ister (2. Faz). Bu esnada iç büzülme, rijit olan yüzey tabakası tarafından engellenir. Çekirdek ile yüzey tabakası arasında gerilmeler ve çatlaklar meydana gelir. Buna ilave olarak Martenzit oluşumu nedeniyle gerilmeler meydana gelir. Çünkü, Martenzit hacim olarak Ferrit'ten % 1 daha büyüktür.

Çekmesiz ve Çatlaksız Sertleşme

- Uygun sertleştirme maddesinin kullanılması suretiyle
- Kesintili sertleştirme suretiyle: İş parçası suyun içine kısa bir süre daldırılır ve sonra dışarıya alınarak yağ banyosunun içinde soğutulur.
- Kademeli sertleştirme: İş parçasına sıcak bir tuz banyosunun içinde su verilir ve sonra havada soğutulur.

Alaşım Elemanlarının Etkisi

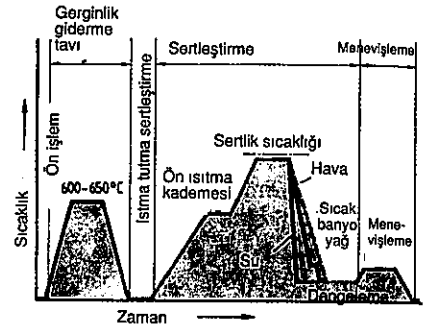
Krom, volfram, mangan ve nikel gibi birçok alaşım elemanları, Martenzitin oluşumunda, kritik soğutma hızını düşürür. Yani daha yavaş soğutma halinde dahi sertleşme meydana gelir. Bundan dolayı alaşımli çeliklerin, su verme maddesi olarak suyun içinde değil, bilakis sadece yağ içinde sertleştirme ihtiyacı vardır. Yüksek alaşım payı olan bazı çeliklerde havada soğutma bile martenzit oluşumuna yol açar.

Alaşımli çelikler su ile sertleştirilir, düşük alaşımli çelikler yağ ile sertleştirilir ve yüksek alaşımli çelikler yağ ve/veya hava ile sertleştirilir.

2.12.4.3 Takım Çeliklerinin Isıl İşlemi

Takım çelikleri, tekniğine uygun olarak yapılan ısıl işlem sayesinde, kullanım sertliği, aşınma dayanımı ve yeterli özlülük kazanır. Takım çelikleri imalatçı tarafından genel olarak yumuşak tavlınmış şekilde sevk edilir (252. sayfa). Metal işleme imalathanesinde ısıl işlem, bir çok çalışma kademelerinden meydana gelir (Şekil 1).

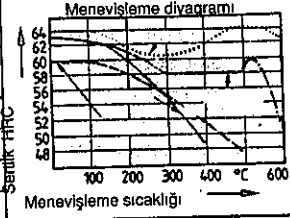
Ön işlem (Tornalama, Frezeleme, Dövme vs.) sonra imalat gerilmelerini gidermek için, iş parçaları 600°C ila 650°C'de **gerginlik giderme tavına** tabi tutulur. Bunun sonunda bitirme işlemi (iş parçası) yapılır. Ondan sonra, iş parçasının bütün kesitinin içinden ısınmasını gerçekleştiren bir veya birçok ön ısıtma kademeleri üzerinden sertleştirme sıcaklığına kadar ısıtılması sağlanır. Buna göre başlangıçta sertleştirme sıcaklığına kadar ısıtılır ve malzemenin merkezine kadar ısınması için o sıcaklıkta tutulur. Bu esnada bünye austenitik yapı kazanır. Bu işlem çelik cinsine göre su, yağ, sıcak banyo içinde veya havada yapılır. İş parçasına su verilirken sıcaklık yaklaşık olarak 80°C'ye kadar düştüğünden, parçalar sıcaklık dengelemesi için 100°C ila 150°C sıcaklığındaki bir fırın içine konulur.



Şekil 1: Takım çeliklerinin ısıl işlemi için sıcaklık-zaman-sonuç diyagramı

Tablo 1: Bir Takım Çeliğinin °C cinsinden ısıtma sıcaklıkları ve menevişleme diyagramları

Çelik	Sıcak şekillendirme	Yumuşatma tavi	Sertleştirme maddesi
C 80 W 1	800...1050	680...710	780... 810Su
60 W Cr V 7	850...1050	700...750	870... 900Yağ
X 155 Cr VMo 12 1	850...1050	830...860	1000...1050 (Yağ/Hava)
S 6-5-2	900...1100	770...860	1190...1230 (Hava/Yağ)



Gerilme çatlğından sakınmak için, sertleştirme ve dengeleme işlemlerinden sonra derhal menevişleme işleminin yapılması mecburuyeti vardır. Uygun menevişleme sıcaklığı, sözkonusu olan çeliklerin menevişleme diyagramından alınmalıdır ve arzu edilen son sertlik değerine göre tayin edilmelidir. Çelik üreticileri tarafından bir malzeme yaprağı (kataloğu) üstünde verilir (Tablo 1).

Tekrarlama Soruları

1. Hangi tavlama metodları vardır?
2. Kaba taneli bünye nasıl giderilir?
3. Sertleştirme hangi işlemlerden meydana gelir?
4. Sertleştirme işleminde hangi bünye meydana gelir?
5. Alaşimsız çelikler hangi sertleştirme sıcaklığına sahiptir?
6. Sertleştirme maddeleri nelerdir?
7. Sertleştirme çekmesi olayı nasıl meydana gelir?

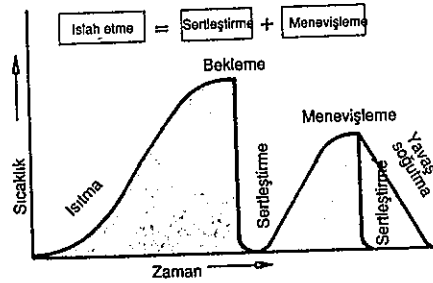
2.12.4.4 Islah Etme

Islah etme, iş parçalarına ve yapı elemanlarına büyük dayanım, yüksek bir akma sınırı ve ayrıca özlülük kazandıran bir ısıtma işlemidir.

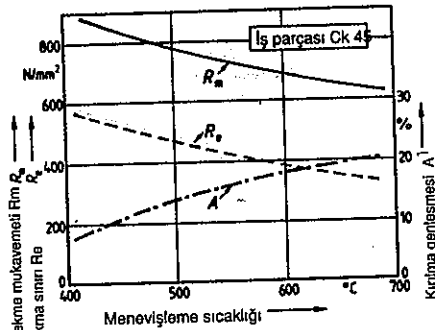
Uygulaması

Islah etme işlemi, sertleştirme ve bunun ardından yapılan menevişleme işlemlerinden meydana gelir (Şekil 1). Islah etme esnasındaki menevişleme sıcaklıkları, sertleştirme esnasındaki menevişleme sıcaklıklarından daha yüksektir. Islah etme işleminde, alaşimsız ve alaşımli çelikler kullanılır. Alaşimsız ıslah çelikleri, % 0.2 ila % 0.6 karbon; alaşımli ıslah çelikleri ise ilave olarak bir miktar nikel, krom, molibden veya mangan içerir.

Islah etme suretiyle erişilebilen dayanımlar, alaşimsız çeliklerde 1000 N/mm²'ye kadar, alaşımli çeliklerde ise 1400N/mm²'ye kadar çıkar. Aşırı zorlamalara maruz kalan örneğin akslar, miller, dişli çarklar ve civatalar gibi makina elemanları ıslah edilir.



Şekil 1: Islah sırasında sıcaklık akışı



Şekil 2: Islah diyagramı

Islah Diyagramı

Sertleştirme işleminden sonra çelik, cam gibi sert, fakat gevrek ve kırılmaya karşı duyarlı olur. Sonradan yapılan menevişleme suretiyle sertliği, çekme dayanımı ve akma sınırı düşer. Özlülüğü (sıklığı, diriliği) ve kırılma genişliği artar. Bir çeliğin menevişleme sayesinde elde ettiği mekanik özellikleri bu çeliğe ait ıslah diyagramından okunabilir (Şekil 2).

Örnek: Ck 45 ıslah çeliği, 600°C'deki menevişleme işlemi esnasında şu mekanik niteliklere erişmektedir: Çekme dayanımı $R_m=700 \text{ N/mm}^2$, akma gerilmesi sınırı, $R_e=380 \text{ N/mm}^2$ ve kırılma genişliği $A= \% 18$

Menevişleme sıcaklığının her mertebesine göre dayanım veya özlülük bakımından daha fazlası için menevişleme iş yapılabilir. Bundan dolayı **sert ıslah edilmiş çelikler ve özlü ıslah edilmiş çelikler** üzere gruplandırılır.

İç Yapıdaki Etki

Sertleştirme işleminden sonra, karbon atomlarının kubik hacim merkezli c Martenzit kafes içinde tutulduğu, iğne şeklinde bünyeyi çarpılmaya zorlayan martenzit bir yapı meydana gelir (Şekil 1). 400°C'deki menevişleme esnasında karbon atomlarının bir kısmı Martenzit kafesten dışarı çıkar. Martenzit, doku, arta kalan martenzit iğneleri arasında ayrılmış ince parçalar halinde dağıntı ferrit ve sementit iğneler halinde bulunur. Menevişleme sıcaklığının artırılması ile Martenzit dağılması olayı devam eder. 550°C'de Menevişleme işlemi esnasında tamamen ferrit ve sementit iğnecikleri halinde dağılır. En sonunda 700°C'de sementit iğnecikleri sementit tane-cikleri haline gelmek üzere birlikte bilyacık biçimini alır.

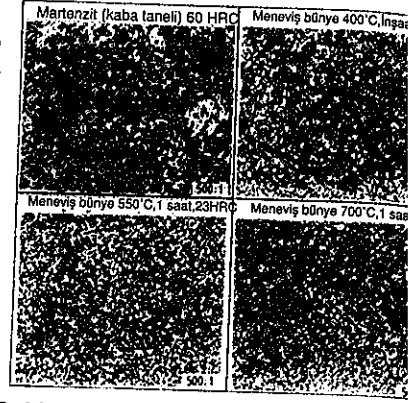
2.12.4.5 Islah Çeliklerinin Isıl İşlemi

Islah etme işlemi sayesinde yüksek bir akma gerilmesi sınırı, çekme dayanımı ve ayrıca büyük özlülük kazanan %0.2 ila %0.6 karbonlu alaşımlı ve alaşımsız çelikler, ıslah çelikleri olarak isimlendirilir.

Islah çeliklerinin ıslah işlemi, tavlama işlemleri ve ıslah etme işlemidir. Çeşitli ıslah işlemlerin sıcaklıkları, tablolardan alınabilir (Tablo 1).

Tavlama işlemi olarak, her ihtiyaca göre, şeritli sementitin ince taneli sementit haline dönüşümü için yumuşak tavlama ve aynı ölçüde, ince bünyenin elde edilmesi için normal tavlama uygulanır.

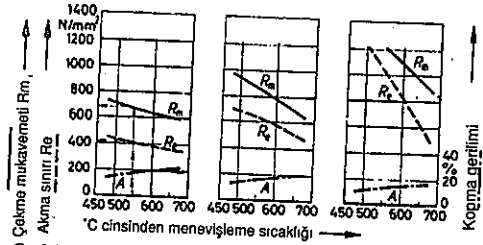
Islah etme işlemi, ıslah çeliklerinin standart ıslah işlemidir. Amaç, yüksek dayanı



Şekil 1: Setleştirme ve menevişleme işlemlerinden sonraki bünyeler.

Tablo 1: Bir ıslah çeliğinin °C cinsinden ıslah işlem sıcaklıkları

Çelik	Yumuşatma tavlama	Normalleştirme tavlama	Islah etme	
			Sertleştirme (yağ)	Menevişleme
Ck 35	650...700	880...910	870...900	550...660
34 Cr 4	650...700	820...850	810...840	550...660
34 CrMo 4	650...700	850...880	830...860	540...680



Şekil 2: Çeşitli çeliklerin ıslah diyagramları

mı ve akma gerilmesi olan ve ayrıca büyük özlülüğü (kırılma genişmesi) olan bir malzeme elde etmektir. Bu nitelik kombinasyonu, su veya yağ ile ve bunu takiben menevişleme ile sağlanır (235. sayfa). Arzu edilen dayanım ve kırılma genişmesi oranlarına erişmek için belirli bir ıslah çeliği için gerekli olan meneviş sıcaklığı, her standart ıslah çeliği için standart yapılarında (Tablolarda) mevcut bulunan ilgili diyagramlardan okunabilir (Şekil 2).

2.12.5 Yüzey Tabakasının Sertleştirilmesi (Yüzey Sertleştirme)

Bir iş parçasının sert, aşınmaya dayanıklı bir yüzey tabakasına ve aynı zamanda özlü, elastiki bir çekirdeğe ihtiyacı varsa, iş parçasına yüzey sertleştirme işlemi uygulanır. Yüzeylerinde aşınma olayının meydana geldiği ve ilave olarak darbeli tarzda ve değişen mekanik yüklemeleri (zorlanmaları) taşıması mecburiyeti bulunan, örneğin miller, saplamalar, dişli çarklar, mekanizma kolları ve kızak hatları gibi iş parçalarında, yüzey sertleştirme işleminin yapılması gereklidir.

Yüzey sertleştirme işlemi için bir çok metod vardır.

2.12.5.1 Yüzey Tabakasının Sertleştirilmesi

Yüzey tabakasının sertleştirilmesinde sertleştirilebilen bir çelikten yapılmış olan bir iş parçasının ince bir dış tabakası, şiddetli ısı vermek suretiyle çabucak tavllanır ve bunun ardından derhal su vermek suretiyle sertleştirilir.

İş parçasının yüzeyden içeriye doğru olan bölgeleri, kısa zaman zarfında sertleşme sıcaklığına kadar daha ısınmamış ve bundan dolayı sertleşmemiş olur. Yüzey tabakasının sertleştirilmesi bakımından, alaşımsız ve alaşımlı ıslah çelikleri, örneğin Ck 45 veya 50 Cr Mo4 malzemeler elverişlidir.

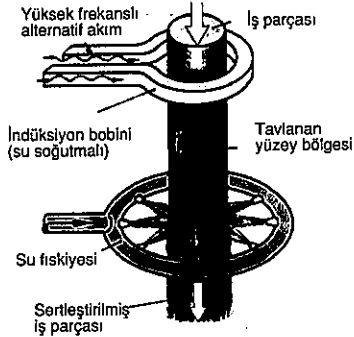
Kenar tabakasının tavlınması esas olarak iki metoda göre yapılır.

İndüksiyonla sertleştirme işleminde ısı, iş parçasının yüzey tabakasında döner akım vasıtasıyla elde edilir. Döner ve yüksek frekanslı alternatif akım, bir indüksiyon bobini tarafından meydana getirilir (Şekil 1). İş parçası, indüksiyon bobini içinden sabit kalan hızla geçirilir, sadece yüzey tabakası sertleştirme sıcaklığına kadar ısıtılır ve bir su fiskiyesi içinde aniden su verilir. Sertleşme kalınlığı, ilerleme hareketinin hızı ile ayarlanabilir. İndüksiyonla sertleştirme, özellikle, miller, saplamalar ve dişli çarklar gibi döner simetrik makina elemanları için elverişlidir.

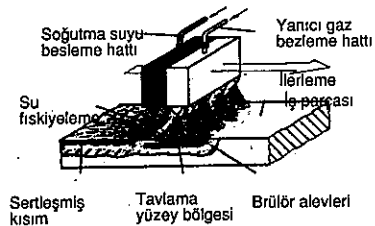
Alevle sertleştirme işleminde yüzey tabakası kuvvetli brülör alevleri ile çabucak sertleştirme sıcaklığına kadar tavllanır ve bir fiskiye ile su yavaşça iş parçasının üzerine püskürtülür (Şekil 2). Sertleştirilen yüzey tabakasının kalınlığı, brülörün ilerleme hızı ile ayar edilebilir. Brülörün ve fiskiyenin şekli iş parçasının yüzey geometrisine uygun olarak yapılabilir.

2.12.5.2 Sementasyonla Sertleştirme

Sementasyonla sertleştirme esnasında, karbonu düşük olan bir çeliğin yüzey tabakası karbonca zenginleştirilir ve daha sonra sertleştirilir. Bu metodla sertleştirilmiş, karbonca zenginleştirilmiş bir yüzey tabakası ve sertleştirilmemiş karbonca az, özlü çekirdeği olan bir iş parçası elde edilir.



Şekil 1: İndüksiyonla sertleştirme



Şekil 2 : Alevle sertleştirme

Sementasyon (Karbürizasyon)

Sementasyonla sertleştirmede, % 0.1 ila % 0.2 karbonlu çelikler kullanılır. Bunlar, düşük karbon oranından dolayı sertleşemez. **Karbürizasyon** olarak adlandırılan karbonca zenginleştirme, iş parçalarını karbon verici sementasyon maddesinin içinde 880°C ila 980°C'lik sıcaklıklarda bir kaç saat tavlama suretiyle sağlanır. Böylece karbon, bu suretle sertleştirilecek yüzey tabakasının içine emdirilmiş olur (nüfuz eder). Yüzey tabakasındaki karbon oranı, sementasyon maddesine, karbürizasyon sıcaklığına ve işlem süresine bağlıdır. Sementasyon maddesi olarak katı, sıvı ve gaz halindeki maddeler kullanılabilir.

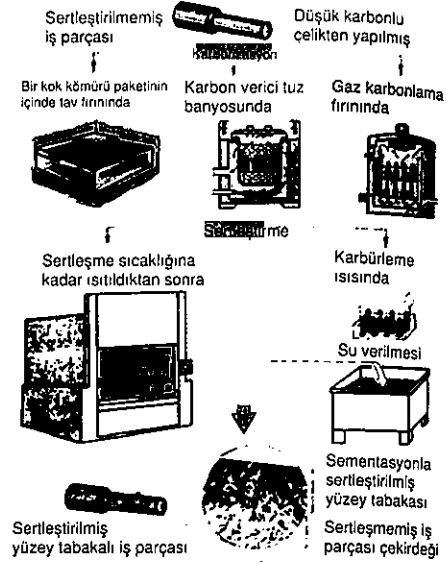
Katı sementasyon maddesi içinde karbürizasyon (tozlu karbürizasyon), kok-odun-kömürü parçacıkları ile doldurulan, bir tav fırınının içine sürülen bir kasanın içine iş parçalarını paketlemek suretiyle yapılır (Şekil 1). Tavlama sıcaklığında, parçacıklarda n ve havadan CO ve CO₂ gazları meydana gelir. Bunlar iş parçasının yüzey tabakası içine nüfuz eder ve iş parçasının demiri ile, demir karbid Fe₃C meydana getirecek şekilde reaksiyona girer. Karbürizasyon tabakanın kalınlığı 1 mm'ye kadar çıkar.

Sıvı sementasyon maddesi içinde karbürizasyonda, iş parçaları karbon verici bir tuz ergiyik maddesinin (siyanür tuzu) içine daldırılır ve orada tutulur. Karbürizasyonda kullanılan tuz ergiyikleri çok zehirlidir. Çalışmanın, zehirli maddelerle ilgili mesleki derneğin tüzüğüne göre yapılması gerekir. Tuz artıklarının (tortularının) ve tuz içeren yıkama suyunun teknik kurallara uygun olarak ortadan kaldırılması (atılması) gerekir.

Gazlı karbürizasyonda, iş parçaları, gaz sızdırmaz, karbon verici gazların içinden geçtiği kasalı bir fırının içine konulur (Şekil 1). Karbürizasyon gazı olarak, önemli içerik elemanları karbon monoksit (CO) ve hidrojen (H₂) olan çeşitli gaz karışımları kullanılır. Gazların patlayıcı ve zehirli oluşlarından dolayı sıkı emniyet tedbirlerinin yerine getirilmesi gerekir.

Sertleştirme

Karbürlenen (karbürizasyondan geçen) iş parçaları ilk önce uygun sertleştirme ve menevişleme suretiyle, istenilen kullanım niteliklerine sahip olur. Sadece karbürlenen yüzey tabakası sertleştirilir, iş parçasının çekirdek kısmı sertleştirilmez ve özlü kalır.



Şekil 1: Sementasyonla sertleştirmede iş akışı

F. Sementasyon Çeliklerinin Isıl İşlemi

Sementasyon çeliklerinin (karbon oranı: % 0.1 ila % 0.2) ısıtılması, tavlama işlemlerinden ve ayrıca uygun sertleştirme ve menevişleme yapılmış karbürizasyondan meydana gelir (Tablo 1).

Karbürizasyon suretiyle, iş parçasının yüzey tabakasındaki karbon oranı, bir Martenzit yapıda sertleştirme mümkün olacak şekilde, %0.6 ila 0.8'e yükseltilir. Karbürlemeden sonra yüzey tabakası çekirdekli bünyeye geçiş bölgelerinde sertlik çekmesine ve sertlik çatlaklarına yol açar. Bundan sakınmak için, sementasyonla sertleştirme işleminde belirli sıcaklıklarda uygulama yapılır.

Doğrudan sertleştirme işleminde, sertleştirme direkt olarak karbürizasyon ısıları tarafından sağlanır. Su verilmeden evvel, karbürizasyon sıcaklığına kadar indirilir.

Basit sertleştirme'de, karbürlemeden sonra soğutulur ve bunu takiben sertleştirme için bir defa daha tavllanır.

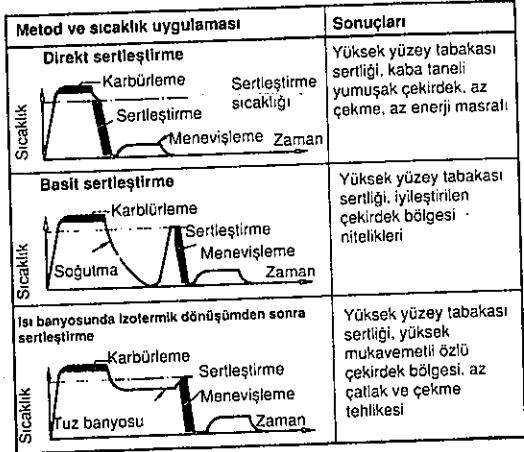
İzotermik dönüşümden sonra sertleştirmede, bir tuz banyosunun içinde karbürizasyon sıcaklığından 500 ila 550°C'ye kadar soğutulur ve orada tutulur (Şekil 1). Burada Austenit, ince taneli perlitik bünyeye dönüşür. Buna bağlı sertleştirme, yüzey tabakasında ince iğnecikli Martenzit yapı oluşmasını ve iş parçasının çekirdek bölgesi ile sertleştirilen yüzey tabakasının arasında iyi bir yapışmayı (birleşmeyi) sağlar.

2.12.5.3 Nitrüleme Sertliği (Nitrürasyon-Nitrüleme)

Nitrüleme sertliğinde iş parçasının ince bir yüzey tabakası azot ile zenginleştirilir. Dolayısıyla çok sert ve aşınmaya dayanıklı bir tabaka meydana gelir. İş parçasının çekirdek bölgesi değişmeden olduğu gibi kalır. Burada sertliğin artırılması, Martenzit oluşumuna değil, bilakis iş parçasının yüzey tabakasında nitrit olarak adlandırılan ve gayet sert olan azot bileşiklerine dayanmaktadır. Yüzey tabakasındaki azotun zenginleştirilmesi, azot veren tuz banyolarında veya içinden amonyak akımı geçen nitritleme fırınlarında yaklaşık 550°C'de tavlama suretiyle sağlanır (Sayfa 238, Şekil 1). Yüzey tabakasına emdirilen azot, demir ve çelik içindeki alaşım elemanları ile, çok sert olan nitritleri meydana getirir. Bu işlem, çeliklerde erişilebilen en yüksek sertliği (1200 HV'e kadar) nitrit tabakasına kazandırır. Sertleştirme kalınlığı onda bir milimetreden daha azdır. Nitritleme sertliğinin bir dizi avantajları vardır.

Tablo 1: Bazı sementasyon çeliklerinin °C cinsinden ısıtılma sıcaklıkları

Çelik	Normal	Karbürleme	Sertleştirme (yağ)	Menevişleme
Ck 15	890... 920	880	770...800	150...180
15 Cr 3	900...1000	bis	770...800	150...180
15 CrNi 6	900...1000	980	800...830	170...210



Şekil 1: Sementasyonla sertleştirme metodları

- Nitritleme işleminden sonra tavlamaya sertleştirmeye ve menevişleme yapma ihyaç yoktur. Çünkü sertlik, doğrudan nitritleme esnasında oluşur.
- Nitritleme sertliği uygulanmış makina elemanlarında çekme olayı olmaz. Çünkü elemanlar sadece yaklaşık 550°C'ye kadar ısıtılır.
- Nitritleme tabakasının kalınlığı, 500°C'ye kadarki ısıtma esnasında aynen kalır (Meneviş dayanımı).
- Nitritleme sertliği, gayet sert, aynı zamanda aşınmaya dayanıklı ve kayma kabiliyeti yüksek olan yüzey tabakasını meydana getirir.

Sakıncası ise, yüksek yüzey zorlamalarında (yüklemelerinde) sertlik tabakası pullanıp dökülmesine yol açar, nitritlenen tabakanın iş parçası ile az bir kuvvetle tleşmesi (Yapışması) gerekir.

Örneğin ölçme milleri, kumanda kamları, ekstrüzyonda taşıyıcı (konveyör) mill ve özel takımlara nitrürasyonla sertleştirme işlemi uygulanır.

Nitritleme Çeliklerinin Isıl İşlemi²⁾

Nitritleme çelikleri, nitrit oluşturuçu alaşım elemanları (krom ve alüminyum) içere ve nitritleme sayesinde gayet sert ve aşınmaya dayanıklı yüzey tabakasına sahip bulunan ıslah çelikleridir. Nitritleme çelikleri, örneğin, düşük alaşımli çelikler 27 Cr A1 veya 31 Cr MoV9'dur. İş parçası çekirdek bölgesinin dayanımını ve özlülüğünü iyileştirmek için, nitritlemeden (242. sayfa) önce, nitritleme çeliğinden yapılan iş parçaları genel olarak ıslah edilir (850°C ila 910°C'de sertleştirme, 560°C ila 660°C'de menevişleme).

2.12.5.4 Karbonlu Nitritleme

Karbonlu nitritlemede bir iş parçasının yüzey tabakası uygulamada aynı zamanda karbürlenir ve nitritlenir ondan sonra sertleştirilir.

Sementasyonla sertleştirmenin ve nitritlemenin avantajlarını kısmen birleştiren sertleştirilmiş tabakalar elde edilir. Karbonlu nitrit tabakaları hemen hemen nitritleme tabakalarında olduğu gibi sert, sementasyon sertlik tabakaları olarak menevişe dayanıklı ve çekirdek dokusuyla sıkı bir birleşme (kenetlenme) özelliğine sahiptir.

2.12.6 Dökme Demir Malzemelerin Isıl İşlemi Tavlama

Dökme demirin tavllanması, döküm parçada arzu edilen bünyenin elde edilmesini sağlar.

Lamel grafitli dökme demir (grı=kır döküm)'den yapılmış döküm parçaları, 200°C ila 450°C'de gerilim giderme tavına tabi tutulabilir. İş parçasının çekirdek bölgesinde ve yüzey tabakasında grafit karbon lamellerin aynı ölçüde olmayan ayrışmalarını dengelemek için, sadece büyük döküm parçalarda 800°C ila 900°C tavlama işlemi yapılır.

Küresel grafitli dökme demir (sifero döküm), tavlama yoluyla özlü (sıkı, diri) hale getirilir. Çok daha yavaş soğutmalı tavlama işlemi suretiyle, büyük kısmı ferritik temel yapı ile bir döküm parçası meydana gelecek şekilde, ferritik - perlitik temel yapılardan daha karbonlu grafit olarak ayrılır (Şekil 1).

Serleştirme ve Islah Etme

Dökme demirin sertleştirilebilirliği ve ıslah edilebilirliği kendi bünye yapısı ile ilgilidir. Dökme demir bir demir temel maddesinden ve bu temel maddenin içinde konumlanan grafit parçacıklarından meydana gelir. Sertleştirilebilen bir demir - temel yapıya (perlitik veya ferritik - perlitik temel bünyeye) sahip bulunan dökme demir cinsleri sertleştirilebilir ve ıslah edilebilir. Saf ferritik temel yapısı olan dökme demir sertleştirilemez. Ayrıca bünyedeki grafit parçaların kaba yaprak şeklinde (kır dökümde olduğu gibi) olmalarına izin verilemez. Çünkü aksi takdirde grafit lamellerin çentik tesiri, sertleştirme çatlağına yol açar.

Meehanite - dökümü (ince yapraklı lameller, 265. Sayfa) küresel grafitli (sifero döküm); temperdöküm (Yumak şeklinde grafit) ve çelik döküm bir perlitik veya ferritik - perlitik temel kitleye sahip iseler, bu özelliklerinden dolayı sertleştirilebilir ve ıslah edilebilir. Kendi kaba yapraklı grafitli lamellerden dolayı kır döküm sertleştirilemez. Örneğin takım tezgahları - kızak hatlarında veya merdane gövdelerinde olduğu gibi sadece sert ve aşınmaya dayanıklı yüzey tabakası gerekli ise, genel olarak bütün dökme demir parçanın tamamının sertleştirilmesi gerekli değildir. Böyle döküm parçaların yüzey tabakaları sertleştirilir.

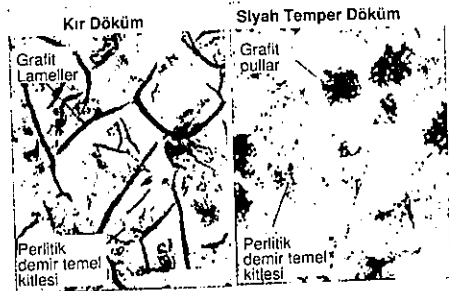
2.12.7 Alüminyum (Al) ve Alaşımlarının Isıl İşlemi

Tavlama İşlemi

Al- malzemeler haddeden geçirilmesi, çekilmesi, preslenmesi ve sertleştirilmesi suretiyle sert ve gevrek olmuşlarsa, yumuşatma tavlama uygulanır. Tavlama işlemi 370°C ila 410°C'de yapılır. Bu sayede sertliği ve dayanımı azalır, özlülük ve şekil verilebilme kabiliyeti iyileştirilir.

Sertleştirme

Bakır, Çinko ve Magnezyum - Silisyum ihtiva eden alüminyum alaşımları sertleştirilebilir. Bir Al alaşımının sertleştirilebilmesinin şartı, ısınma esnasında Alüminyum kristalinin içinde çözülen ve sertleştirildikten sonra metal bileşiği olarak ince bir şekilde esas bünyenin içinde dağılarak ayrılan bir veya daha fazla eleman alaşımlarının mevcut bulunmasıdır (Ayrıştırma sertleştirilmesi). Böylece sertlik ve dayanım önemli ölçüde yükselir.



Şekil 1: Çeşitli dökme demir cinslerinin bünyeleri



Şekil 1: Yüzey tabakası sertleştirilmiş döküm parçaları

Sertleştirme, üç aşamadan sonra sağlanır: Çözelti tavlaması su verme ve dinlendirme (Şekil 1).

Çözelti Tavlaması, çözelti tavlaması yaklaşık 500°C'lik tavlama sıcaklıklarında uygulanır. Aynı zamanda Al kristalinin içindeki hemen hemen bütün alaşım elemanları çözeltiliye geçer. Karışık bir kristal meydana gelir.

Su verme: Çözelti tavlaması aşamasında erişilen yapı aşırı doymuş hale gelen bir karışık kristal meydana gelecek şekilde, su veya yağ içinde sertleştirme suretiyle sabitleştirilir. İş parçasına su verilmmez ve bilakis yavaşça soğutulursa, alaşım elemanları (sertleştiriciler) tekrar kaba bir yapıya ayrılır. Yumuşatma tavında olduğu gibi bünye son durumu ile bünye geri oluşumu başlar.

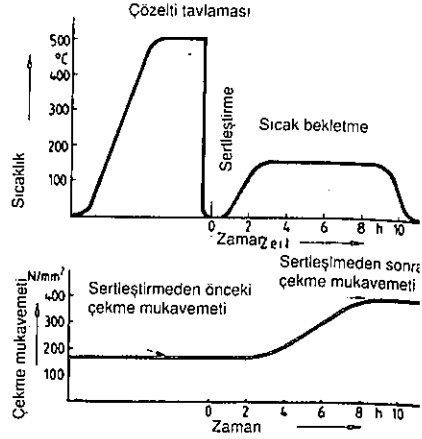
Dinlendirme

Sertleştirme işleminden sonra iş parçası henüz yumuşak ve kolay şekil verilebilir durumda olur. Alaşım elemanı, saatlerce ve günlerce dinlendikten sonra, aşırı doymuş olan karışık kristalden, metal bileşik halinde ince bir şekilde dağılarak ayrılır. Bu kafesin gerilmesine ve böylece dayanımın ve sertliğin artmasına yol açar. Oda sıcaklığında dinlendirme gerçekleşirse, son dayanıma yaklaşık 5 gün sonra erişilen işlemden bahsedilir. 140°C 'de sıcak dinlendirme suretiyle son dayanıma 8 ila 10 saat sonra ulaşılır. Bundan dolayı su verilmiş makina elemanlarında şekil değiştirme çalışmalarının, su verildikten sonraki iki saatlik zaman içinde uygulanması gerekir.

İnce olarak dağılmış biçimde ayrılan metal bileşikleri, alüminyum iş parçalarını ısıtılması esnasında tekrar birleşirler ve böylece sertlik de muhafaza edilmiş olur. Bundan dolayı sertleştirilmiş Al alaşımları dayanım kaybı olmaksızın kaynak edilme veya lehimlenmez.

Tekrarlama Soruları

- 1 Bir iş parçasının, ıslah etme esnasında hangi nitelikleri kazanması gerekir?
- 2 Islah diyagramından ne okunabilir?
- 3 Islah işlemi hangi çalışma aşamalarından oluşur?
- 4 Islah ve sertleştirme işlemleri esnasındaki menevişleme sıcaklıkları neden farklıdır?
- 5 Yüzey tabaka sertliği nasıl uygulanır?
- 6 Sementasyon işleminde, yüzey tabakasının sertleşebilirliğine nasıl erişilir?
- 7 Karbürizasyonun hangi metodları vardır?
- 8 Sementasyon çelikleri için hangi sertleştirme metodları vardır?
- 9 Nitrürasyon işleminden ne anlaşılmaktadır?
- 10 Nitrit tabakaları hangi özelliklere sahiptir?
- 11 Hangi dökme demir cinsleri sertleştirilebilir?
- 12 Al alaşımları nasıl sertleştirilebilir?



Şekil 1: Al-alaşımlarının sertleştirme esnasında sıcaklık grafiği ve mukavemeti

2.13. Üretim Çalışmasının Planlanması

Bir iş parçasının üretiminde önce şu hususların planlanması ve belirlenmesi gerekir:

- İş parçasının malzemesi
- Çalışma aşamaları ve üretim metodları
- Takımlar ve takım tezgahları (Makinaları)
- Bağlama kalıpları ve tertibatları
- Kesme ve ilerleme hızları
- İş planlamasında, üreticinin, üretim esnasında sahip olduğu imkânları da dikkate alarak hazırlık yapması gerekir.

2.13.1 İş Parçasının Görevi ve Malzemesi

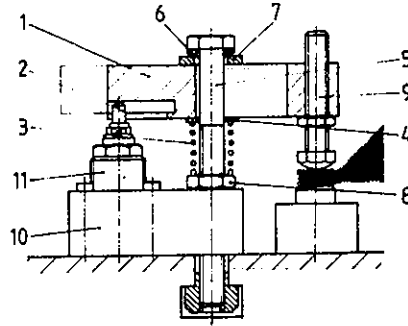
Hidrolik bağlama tertibatı iş parçalarının tezgahlara eşit ölçüde ve yüksek bağlama kuvveti ile bağlanmasını sağlar. Bağlama papucu (1), aynı zamanda basit olarak tesir eden hidrolik silindirin (11) kuvvetini basma civatasına (9) aktarır ve böylece iş parçasını bağlar. Hidrolik silindirde bağlama basıncı kaldırıldığında, bağlama papucu elle geri çekilir. Bu durumda iş parçası serbest duruma geçer ve tezgahtan alınabilir.

Hidrolik silindirinin (11) basıncı kuvveti, basıncı civatası (2) vasıtasıyla bağlama papucuna (1) aktarılmaktadır. Büyük eğilme momentine dayanması için bağlama papucu, yüksek dayanımlı bir malzemeden üretilmelidir. İşlendikten sonra $R_m = 900 \text{ N/mm}^2$ lik bir çekme dayanımına göre işlenmiş, Ck 60 çeliği uygun olabilir. Civata, bombeli bir başa sahiptir. Böylece kuvvet, bağlama papucu hafifçe eğildiği anda dahi civatanın merkezinden sapma olmadan aktarılır. Eğilme (kemerleşme) nedeniyle, civata ve bağlama papucu arasındaki temas yerlerinde yüksek yüzey basınçları meydana gelir. Bundan dolayı bağlama papucunun kanal bölgesi sertleştirilir.

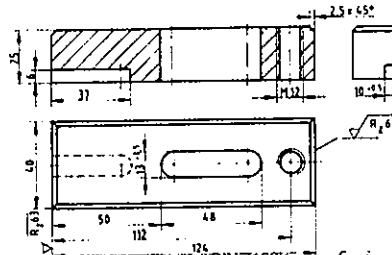
2.13.2 Üretim Aşamaları

Ham malzemenin Tepsisi Testere ile

tezgahta kesilmesi (243. sayfa, Şekil 2) 45 x 30 kesitinde yassı çelik kullanılarak çok az sayıda bağlama papucu yapılacaktır. Malzemenin ucu ilk önce düz olarak kesilir, ondan sonra tezgahın dayama parçası, bağlama papucunun uzunluğuna göre ayar edilir. İlerleme hızı ve devir sayısı hesaplandıktan ve tezgah ayar edildikten sonra, musluğu açılan soğutucu madde ile ilk parça kesilir.



Şekil 1: Hidrolik bağlama tertibatı



Toleransı verilmeyen ölçüler DIN 7168'e uygun olacaktır.

Şekil 2 : Bağlama papucu

No	Adet	Adı	Standart İşareti
1	1	Bağlama papucu	Ck 60
2	1	Piston dayama pimi	16 MnCr 5
3	1	Baskı yayı	DIN 17 223
4	1	Rondela	DIN 125 - A 13 - St
5	1	Altı köşe başlı civata	DIN 931 - M 12 x 130 - 8.8
6	1	Rondela	DIN 6319 - C 13
7	1	Rondela	DIN 6319 - D 13
8	2	Ayar somunu	DIN 439 - M 12
9	1	Bağlama civatası	16 MnCr 5
10	1	Gövde	St 37-2
11	1	Vidalı silindir	16 x 12

Şekil 3: Hidrolik bağlama aparatına ait iş parça listesi

Ayar edilen boy uygun görülürse diğer parçalar da kesilir. Tezgah, kendiliğinden faaliyete geçen bir çubuklu ilerletme tertibatına sahipse, arzu edilen parça miktarı ayar edilebilir.

Dış Yüzeylerin Frezelenmesi (Şekil 2)

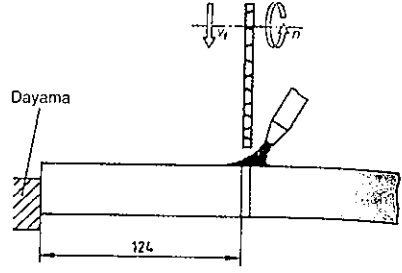
Ham malzemeler, freze tezgahının tablasının üstünde tezgah mengenesine teker teker bağlanır. Parçalar bağlanırken iki paralel altlık parçasının üstüne konular ve bir silindirik alın frezesi ile veya uygun bir freze çakısı ile her yüzeyi birer defa frezelenir. Prensipte itibarıyla verilen ölçü, paralellik, diklik ve yüzey kaliteleri, talep edilen beklentileri karşıladığında, HSS Freze çakısı ile ilk işi takip eden diğer parçalar da ayar edilen aynı değerlerde işlenebilir.

Yarım Kanalin ve Tam Boy Kanalin Frezelenmesi (Şekil 3)

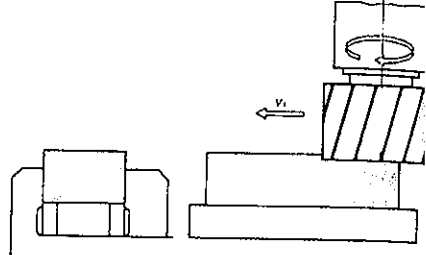
10x37'lik yarım kanal ve 13x48'lik tam boy kanal, yan ve dik ilerleme hareketleri yaptırılan parmak freze ile açılabilir. Çünkü kanal genişliği büyük toleransa sahiptir. İlk iş parçası, bir kenar referans alınarak freze iş milinin eksenine göre konumlandırılır. Bağlama papucunun ucu freze çakısı ile temas ettirildikten sonra, kanalın ve/veya uzunluğuna deliğin boyları milimetrik tamburlara göre hareket ettirilir ve bu harekete göre dayamalar tespit edilir. İş parçasının içine takımın talaş kaldırılarak ilerletilmesi için, alnında kesici ağızları bulunan parmak freze çakısı kullanılır. Tezgah mengenesinin veya freze tezgahı tablasının üstüne bağlanmış olan iş parçalarında boydan boya kanalın frezelenmesi esnasında, parmak frezenin parça kalınlığını geçecek şekilde talaş kaldırmak için iş parçasından dışarıya çıkartılmalıdır. Aynı bağlamada, M12'lik vida dişi için vidanın matkap çapına uygun helisel matkapla delik delinir.

M 12 Vida Dişi Açmak (Kılavuz Çekmek) (Şekil 4)

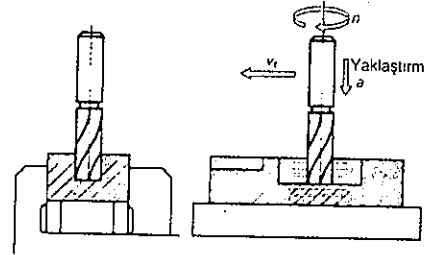
Vida dişini açmadan önce, delik 90°'lik bir havşa matkabı ile yaklaşık olarak 12.5 ölçüsünde havşalanır. Malzeme, kılavuzun ilk ağızlaması sırasında yüksek bir dayanıma sahip olduğundan, kılavuzun kırılmaması için vida dişinin özel itina ile açılması gerekir. Kesme sıvısı meydana gelen kesme momentini azaltır. Vida dişi elle veya vida dişi açma (kılavuz) aparatı olan bir matkap tezgahında açılabilir.



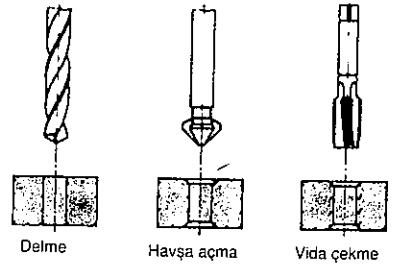
Şekil 1: Taslak malzemenin kesilmesi



Şekil 2: Dış yüzeylerin frezelenmesi



Şekil 3: Kanal ve boyuna deliğin frezelenmesi



Şekil 4: M 12 vida dişi açılması

Vida dişini açmadan önce, delik 90°'lik bir havşa matkabı ile yaklaşık olarak 12.5 ölçüsünde havşalanır. Malzeme, kılavuzun ilk ağızlaması sırasında yüksek bir dayanıma sahip olduğundan, kılavuzun kırılmaması için vida dişinin özel itina ile açılması gerekir. Kesme sıvısı meydana gelen kesme momentini azaltır. Vida dişi elle veya vida dişi açma (kılavuz) aparatı olan bir matkap tezgahında açılabilir.

Bunu Takip Eden İş Aşamaları
Talaş kaldırma işleminden sonra iş parçasının çapakları alınır. Bunu takiben ölçü ve biçim yüzey kontrolleri yapılır. Sonra bütün parça ıslah edilir ve kanal bölgesinin yüzeyleri sertleştirilir. ıslah işleminden sonra, yüzeylere, krom ile kaplama veya fosfatlama suretiyle, korozyona dayanım özelliği ve güzel bir görünüş kazandırılır.

2.13.3 İş Plânı

Üretimin akışı bir iş (çalışma) planı içinde birlikte ele alınır. Ayrı ayrı çalışma aşamalarının yanında sipariş - numarası, parça sayısı, öngörülen tezgahlar (Makineler), takımlar ve donanımlar ve ayrıca hesaplanan teorik (önceden hesaplanan) zamanlar gibi diğer veriler bu planda belirtilir.

İş planı, üretim boyunca siparişle birlikte gezer. Her iş aşaması yerine getirmek suretiyle işaretlenir. Gerekli zamanlar işlenir. Böylece üretimde gerekli sonuç hesaplamalar ve takım tezgahlarının yüklenmesi için tam değerler elde edilir.

Takımlar ve üretim verileri

Bütün talaş kaldırılan üretim aşamaları için her defasında kesme, ilerleme hızı ve ayrıca talaş derinliği değerleri tablolardan seçilmelidir.

HSS-Testere ağızı Ø200x2,5 ile kesme

İşleminin tarzı	Rm 700 N/mm ² 'ye kadar	Çelik Rm 750N mm ² ye kadar	Rm 1000 N mm ² 'ye kadar	Dökme demir 180HB ye kadar
30mm ye kadar talaş derinliği	v_c 35...40 v_f 25...30	25...30 20...25	15...20 12...15	20...30 30...35

$$\text{Seçilen değer } v_c = 25 \frac{\text{m}}{\text{dak}}; v_f = 20 \frac{\text{mm}}{\text{dak}}$$

Devir sayısı ya hesaplanır yada ilgili diyagramdan bulunur (Şekil 2).

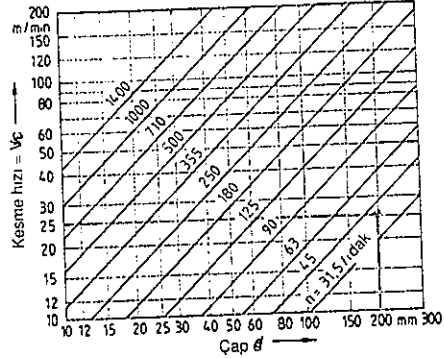
$$n = \frac{v_c}{\pi \cdot d} = \frac{25 \text{ m/min}}{\pi \cdot 0,2 \text{ m}} = 40 \frac{1}{\text{dak}}$$

Ø 63 mm, 8 ağızlı silindirik alın çakısı ile düzlem frezeleme

Talep edilen pürüzlülük derinliği Rz 25 µ, her bir dişin ilerleme miktarına bağlı olarak elde edilebilir. Seçilen değerler (Tablo 1).

İş Planı Sipariş No: 140782.2	İşçi: Ali Çalışkan Tarih	
Adı: Bağlama pabucu Malzemesi: Ck 60 V 90 Boyutları: 45x30x124	Ham büyüklüğü: Ağırık parça: Teslim tarihi:	
İşlem sırası	İşleme Türü	Kullanılan Takım
10	Testere ile kesme (L=124)	HSS- Daire testeresi O200x2.5
20	Dış frezeleme 40x25	HSS- Silindirik alın frezesi O63
30.	Frezeleme 45' lik pah	HSS-90' lik açılı freze
40	Kanal frezeleme 10x32	Parnak freze O10
50	Uzun delik frezeleme 13x35	Saplı freze Ø 13
60	Delme O10.2: Havşa açma	Helisel matkap O 10.2
70	Vida dışı açma M12	Kıvılcuz M 12
80	Çapak alma	
90	ıslah etme ($R_m = 900 \text{ N/mm}^2$)	
100	Kanal yüzey tabakasını sertleştirme	
110	Fosfatlama	

Şekil 1: İş Planı (Özeti)



Şekil 2: Devir sayısı diyagramı

İşleme türü	Yüksek hız çeliklerinden yapılmış freze çakıları			
	Atasız çelikler 600 N/mm ² ye kadar	Atasız çelikler 750N mm ² ye kadar	Ataşlı çelikler 750N mm ² ye kadar	Dökme demir 180 HB ye kadar
Kaba talaş	v_c 30...40 f_z 0,1...0,2	25...30 0,1...0,2	15...20 0,1...0,15	20...25 0,15...0,3
İnce talaş	v_c 30...40 f_z 0,05...0,1	25...30 0,05...0,1	15...20 0,05...0,1	20...25 0,1...0,2
Sert metal kesici ağızları olan freze çakıları				
Kaba talaş	v_c 80...150 f_z 0,1...0,3	80...150 0,1...0,3	60...120 0,1...0,3	70...120 0,1...0,3
İnce talaş	v_c 100...300 f_z 0,1...0,2	100...300 0,1...0,2	80...150 0,06...0,15	100...160 0,1...0,2

$$v_c = 25 \text{ m/min}; f_z = 0,1 \text{ mm}$$

$$n = \frac{v_c}{\pi \cdot d} = \frac{25 \text{ m/min}}{\pi \cdot 0,063 \text{ m}} = 126 \frac{1}{\text{dak}}$$

$$\text{Seçilen } n = 125/\text{min}$$

$$v_f = z \cdot f_z \cdot n = 8 \cdot 0,1 \text{ mm} \cdot 125 \frac{1}{\text{dak}} = 100 \frac{\text{mm}}{\text{dak}}$$

Ø 10 veya Q 13 mm, Z = 4 olan HSS Parmak Freze çakısı ile kanal frezeleme Seçilen değerler (Tablo 1) : $V_c = 25$ m/dak.

$$f_z = 0,15 \text{ mm}; n = \frac{V_c}{\pi \cdot d} = \frac{25 \text{ m/dak}}{\pi \cdot 0,1 \text{ m}} = 796 \frac{1}{\text{dak}}$$

$$\left(\text{bei } \varnothing 13: n = 481 \frac{1}{\text{dak}} \right)$$

$$v_t = z \cdot f_z \cdot n = 4 \cdot 0,15 \text{ mm} \cdot 796 \frac{1}{\text{min}} = 478 \text{ mm/min (289 mm/1dak)}$$

Ø 10.2 mm olan HSS-Helisel matkapla çekirdek deliğinin delinmesi Seçilen değerler (Tablo 2):

$$V_c = 25 \text{ m/min}; f = 0,18 \text{ mm}$$

$$n = \frac{V_c}{\pi \cdot d} = \frac{25 \text{ m/dak}}{\pi \cdot 0,0102 \text{ m}} = 780 \frac{1}{\text{dak}}$$

M12'lik HSS makina kılavuzu ile vida çekmek, Seçilen değerler (Tablo 3): $V_c=10$ m/dak

$$n = \frac{V_c}{\pi \cdot d} = \frac{10 \text{ m/1dak}}{\pi \cdot 0,012 \text{ m}} = 265 \frac{1}{\text{dak}}$$

Hesaplanıp bulunan bütün devir sayıları, kadememiz tahrik üniteleri ile ideoğrudan doğruya ayar edilebilir. Tezgahlar kademelendirilmiş devir sayılarına sahip iseler, HSS takımlarında takım ömrü sınırlamasından dolayı en yakın olan düşük devir seçilir.

2.13.4 Seri Üretimde Üretim Maliyetlerinden Tasarruf Yapılması

Malzeme: 45x25'lik kesiti olan sıcak çekilmiş çeliğin sadece hadde yüzeyinin düzlem taşlama vasıtasıyla işlenmesi gerekmesine karşılık, 45x25 üretim ölçülerinde parlak (temiz) imal edilen malzemelerde dış yüzey işlenmesine gerek duyulmaz.

NC-işlemede kanal, boylamasına delik ve vida dişi, bir NC- kumandalı freze tezgahının bağlama kalıbı desteğiyle üretilebilir. Otomatik takım değişimi ve iş parçasının bekleme süresinin azaltılması (yükleme ve boşaltma) sayesinde, üretim süreci verimli hale dönüştürülebilir.

Donanım ve Yardımcı Zamanların Azalması: Çok sayıda parçalar bir bağlama düzeneğinde işlenirse, takım değişimi için gerekli olan zamanlar azaltılabilir.

Çapakların Alınması: İş parçalarının örneğin kızak taşlaması suretiyle otomatik olarak çapakları alınabilir.

Diğer Firmalara Kısmi Siparişlerin Verilmesi: Bazı üretim metodları örneğin dişi çarkların üretilmesi için özel tezgahlar veya örneğin fosfatlama gibi özel çevre koruma donanımlarına sahip bulunan tesisler gerektirir. Böyle donanımlar ancak tam kapasite ile çalışmaları halinde ekonomik olur.

Tekrarlama Soruları

- 1 Bir iş parçasının iş (çalışma) planlamasında nelerin düşünülmesi gerekir.
- 2 Baskı civatasının (2) üretimi için iş planını belirtiniz.
- 3 Bir iş planında hangi bilgiler yer almalıdır?
- 4 Talaş kaldırma işleminde ayar edilmesi gerekli olan devir sayısı ve ilerleme değeri nelere bağlıdır?

Tablo 1: Parmak freze için kesme değerler

İşleminin Tarzı	Çelik		100 N/mm ² 'ye kadar	Dökme demir HB'ye	
	600 N/mm ² 'ye kadar	750 N/mm ² 'ye kadar			
Yüksek hız çeliklerinden yapılmış freze çakıları					
Kaba talaş	V_c	30...40	25...30	15...20	20...
	f_z	0,1...0,2	0,1...0,15	0,05...0,1	0,15...
İnce talaş	V_c	30...40	25...30	15...20	20...
	f_z	0,04...0,1	0,04...0,1	0,02...0,1	0,07...

Tablo 2: HSS-Helisel matkap için kesme değeri

Malzeme	Çekme mukavemeti Rm N/mm ² cinsinden	Kesme hızı Vc m/dak cinsinden	d matkap çapında beher devrim cinsinden ilerleme			
			4	6,3	10	16
Çelikler	600'e kadar	30...35	0,08	0,12	0,18	0,25
	700'un üzerinde	20...25				
	1000'e kadar					
Dökme demir	250'ye kadar	15...25	0,12	0,2	0,28	0,38
	250'nin üzerinde	10...20	0,1	0,16	0,22	0,3

Tablo 3: HSS-Kılavuz için kesme değerleri

Malzeme	Çekme mukavemeti N/mm ² cinsinden	Kesme hızı Vc m/dakika cinsinden	DIN 1936'ya göre takım tip
Alaşsız çelikler	700'e kadar	16	N
	700'in üzerinde		
Alaşlım çelikler	1000'e kadar	10	H (N)
Dökme demir	250'ye kadar	10	H
	250'nin üzerinde	8	H

3 Malzeme Teknolojisi

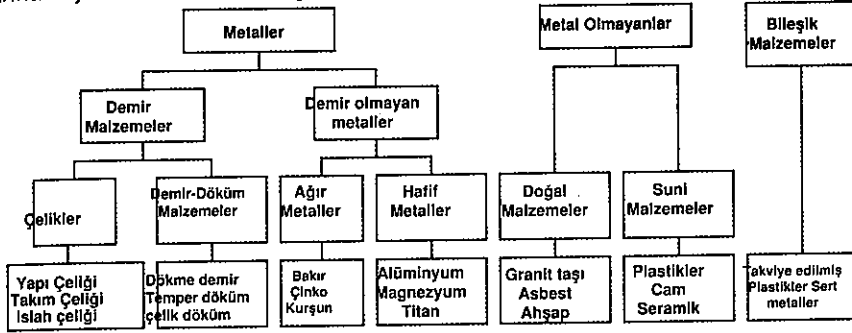
Modern malzeme teknolojisi, birçok malzemeleri içerir: Çelik, demir - döküm, alüminyum, bakır, lehim, plastikler lastikler, seramik ve kesici malzemeler (248. sayfada resimli liste) gibi.

3.1 Malzemelerin Gruplandırılması, Nitelikleri ve Kullanılması

Malzemeler yer yer farklı niteliklere sahiptir dolayısıyla belirli bir makina elemanı için, kendi görevini iyi ve sürekli olarak yerine getirebilecek şekilde bir seçim yapılır. Örneğin: Matkap, sert alet çeliğinden; lehim havyası, iyi ısı iletim kabiliyeti olan bakırdan; el matkap makinasının (Breyiz) gövdesi, akımı izole eden plastik malzemelerden; şanzıman mili, yüksek dayanımlı ıslah çeliğinden ve takım tezgahı gövdesi, titreşimleri absorbe eden (emebilen) dökme demirden yapılır. Bir makina elemanı için malzemenin doğru olarak seçilmesi ve malzemenin teknik kurallara uygun olarak işlenmesi, ancak malzemeler hakkındaki esaslı bilgiler sayesinde mümkün olur.

3.1.1 Malzemelerin Gruplandırılması

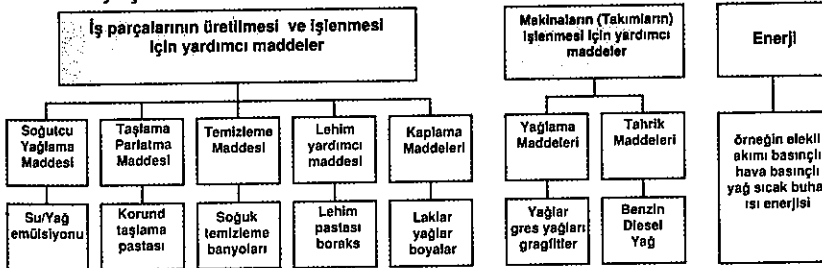
Malzemelerin türleri hakkında bir özet elde etmek için, onlar kendi kimyasal yapılarına veya ortak niteliklerine göre gruplar halinde düzenlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1: Malzemelerin malzeme grupları halinde gruplandırılması

Yardımcı Maddeler ve Enerji

İş parçalarının üretilmesinde ve işlenmesinde ayrıca makinaların (tezgahların) işletilmesinde, ilave yardımcı maddeye ve enerjiye ihtiyaç vardır (Şekil 2). Böylece örneğin bir iş parçasının torna edilmesi esnasında, takım kesici ağzının soğutulması için kesme sıvısına ve ayrıca yatakların yağlanması için yağlama maddesine ihtiyaç vardır.



Şekil 2: Yardımcı maddeler ve enerjiler

Malzeme Gruplarının Tipik Belirtileri ve Kullanılması

Her malzeme, kısmen ortak, kısmen de malzemeye özgü, tipik niteliklere sahiptir. Bu nitelikler ayrı ayrı malzeme için uygulama imkanlarının kararlaştırılmasında yol göstericidir.

Çelikler

Çelikler, daha büyük dayanımı olan demir esaslı malzemelerdir. Çeliklerden öncelikle, kuvvetleri üstüne almaya (karşılıma) ve aktarmaya mecbur kalan makina parçaları yapılır: saplamalar, dişli çarklar, profiller (Şekil 1).

Demir-Döküm Malzemeleri

Demir-döküm malzemeler, iyi dökülebilen malzemelerdir. Bazıları titreşim sönmüleyici (absorbe edici) etki gösterir. Bunlar, zor şekilli makina elemanlarının döküm yapılarak en iyi şekilde üretilmesinde ağırlıklı olarak kullanılır. Örneğin makina gövdesi olarak döküm (Şekil 1).

Ağır Metaller ($\rho > 5 \text{ kg/dm}^3$)

Ağır metaller, örneğin bakır, çinko, krom, nikel, kurşun ve benzeri malzemelerdir. Genel olarak özel, malzemeye ilişkin tipik niteliklerinden dolayı kullanılır.

- İyi elektrik iletim yeteneğinden ötürü örneğin sarğı telleri olarak bakır (Şekil 2).
- Korozyon dayanımından dolayı çelik parçaların kaplama malzemesi olarak çinko, krom ve nikel.

Hafif Metaller ($\rho < 5 \text{ kg/dm}^3$)

Alüminyum, magnezyum ve titan hafif metallerdir. Bağıl (relatif) olarak hafif olan metaller yüksek dayanıma sahiptir. Bunların ana kullanım yeri, örneğin binnek taşıtları ve uçaklar için hafif makina parçalarıdır (Şekil 2).

Doğal Malzemeler

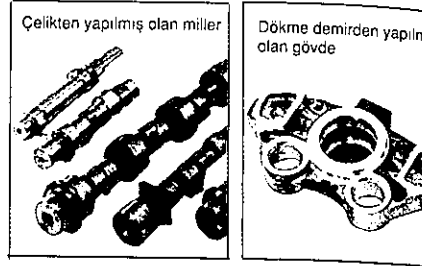
Sert kaya taşı (örneğin granit) veya ahşap gibi doğada mevcut bulunan maddelerdir. Bunlar, özel maksatlar için, örneğin bir kontrol-masasının plakası, granit pleyt olarak kullanılır (Şekil 3).

Suni Malzemeler

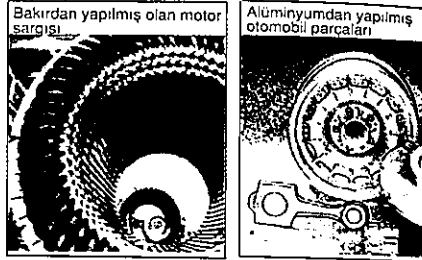
Plastik maddelerin büyük bir grubu camlar ve seramikler suni malzemelerden sayılır. Plastik malzemeler, hafif elektriği izole eden ve yumuşak olanından sert olanına kadar çeşitli cinslerde katı olarak yapılmış durumdadır. Bu malzemelerin kullanılması çok geniş alana yayılmıştır ve tekerlek lastiğinden, şanzıman yapı parçalarına kadar uzanır (Şekil 3).

Bileşik (Kompozit) Malzemeler

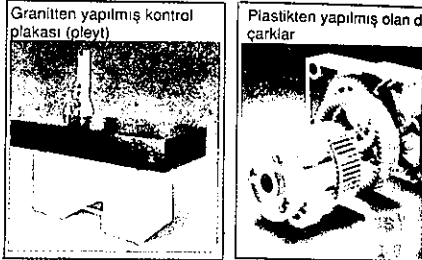
Bileşik malzemeler, birçok malzemelerden bir araya gelmiştir ve her bir malzemenin pozitif (olumlu) niteliklerini yeni bir malzemedeki birleştirir. Örnek: Cam elyaf takviyeli plastikler (CETP) cam elyafları gibi yüksek oranda mukavimdir ve plastik gibi hafiftir. Diğer bir bileşik malzeme olan sert madde tanelerinin (tozlarının) serü ve birleştirici metalin özlülüğüne sahiptir (Şekil 4).



Şekil 1: Demir malzemelerden yapılmış olan yapı parçaları



Şekil 2: Demir olmayan (DO) metallerde yapılan yapı parçaları



Şekil 3: Metal olmayan malzemeler



Şekil 4: Bileşik (Kompozit) malzemeler

3.1.2 Malzemelerin Nitelikleri ve Seçimi

Bir makina, farklı malzemelerden yapılmış olan bir çok yapı parçalarından meydana gelir. Her yapı parçası belirli bir görevi yerine getirilmelidir ve buna göre uygun malzemeden yapılmış olmalıdır.

Malzeme örnekleri (Şekil 1)

Örneğin el ile ilerleme hareket şanzımanı dişli çarkları, ol kuvvetini mile ve ondan sonra buna bağlı bulunan matkap iş miline aktarmak mecburiyetindedir. Bunun için, ıslah çeliği gibi yüksek dayanımı olan bir malzeme gereklidir.

Matkap ucunun delmesi gereken iş parçasının içine batması ve talaşları kaldırması için, daha sert bir malzemeden yapılmış olması gerekir. Örneğin sertleştirilmiş takım çeliğinden yapılmalıdır. V-kayışlı tahrik sisteminin kayışların elastiki olmalı ve büyük çabuklukta kuvvetlerini aktarabilir. Bu yetenek, çelik tellerle taşıyıcıları olan lastik özelliğinden malzemeler tarafından sağlanabilir.

Matkap tezgahının ayak ve tablasının kendi zor biçimli şekli nedeniyle döküm metoduyla yapılması gerekir ve ayrıca titreşimleri söndürme (absorbe etme) özelliği olmalıdır. Bunun için en elverişli malzeme dökme demirdir.

Malzeme Seçimi

Bir yapı parçası için uygun malzemenin seçilmesinde, yapı parçası tarafından yerine getirilmesi gerekli olan görev açık ve net olarak tarif edilmeli ve buna göre malzeme hakkındaki istekler (özellikler) sıralanmalıdır.

Malzeme yapısından (bileşiminden) dolayı örneğin ağırlığından ergime sıcaklığından veya elektrik iletme yeteneğinden dolayı bu iş için uygun mudur?

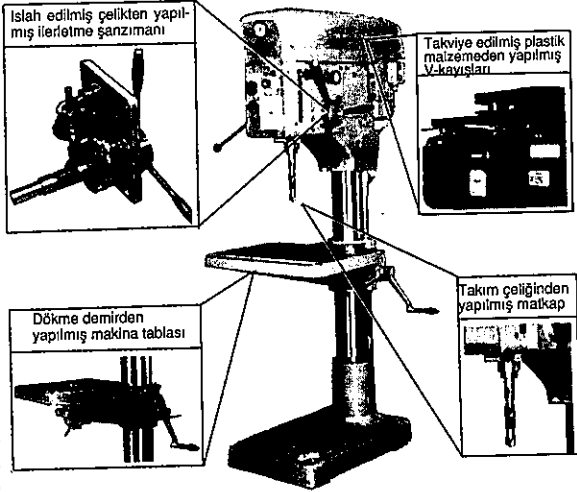
Malzeme yapı parçası üzerine etki eden kuvvetlere dayanabilir mi?

Hangi üretim metodu ile yapı parçası en ucuz üretilir?

Yapı parçasının malzemesi, öngörülen kullanım amacı ortamdaki maddelerden veya yüksek sıcaklıktan olumsuz yönde etkilenir mi?

Malzeme kullanıldıktan sonra çevreye zarar vermemesi bakımından ağır yük getiriyor mu?

Bütün gerekli noktaları gözden geçirildikten sonra bir yapı parçası için,
o İstenilen görevleri ve teknik şartları en iyi şekilde yerine getiren,
o Üretim ve malzeme fiyatı en ucuz olan ve
o Kullanıldıktan sonra çevreye mümkün olduğu kadar fazla zarar vermeyen malzeme seçilir.



Şekil 1: Matkap tezgahı ve yapı parçalarının malzemeleri

- ⇒ Malzemenin örneğin özgül ağırlığı, ergime sıcaklığı ve elektrik iletim kabiliyeti, gibi fiziksel nitelikleri bu soruya cevap verir.
 - ⇒ Dayanım, sertlik gibi mekanik teknolojik nitelikleri bunu cevaplandırır.
 - ⇒ Bu konuda, işlenebilirlik ve talaş kaldırılabilirlik gibi üretim teknolojisine dair nitelikler bilgi verir.
 - ⇒ Bu metaller, korozyon şartları ve yanmaya karşı dayanıklılık gibi kimyasal teknolojik niteliklere göre tanımlanır.
- Bunun için çevreye zarar verici etkisi ağır basar; örneğin iş parçası ergitilmek suretiyle tekrar işlenmelidir.

3.1.2.1 Fiziksel Nitelikler

Fiziksel veriler, parça geometrisinden bağımsız olarak malzemenin özelliklerini tanımlar.

Özgül ağırlık (Yoğunluk)

Bir maddenin özgül ağırlığı ρ 'den, kütle m 'nin hacim V 'ye bölünmesi anlaşılır.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

1 dm kenar uzunluğu olan bir küpün kütlesi olarak anlaşılabilir. Özgül ağırlığının birimi katı maddeler ve sıvılar için kg/dm^3 , g/cm^3 veya t/m^3 'tür ve ayrıca gazlar için kg/m^3 'tür (Tablo 1).



Ergime Noktası (Ergime Derecesi)

Ergime noktası, bir malzemenin ergimeye başladığı sıcaklıktır. Bu sıcaklık, °C veya K (Kelvin) cinsinden verilir (Tablo 2). Sadece saf metaller tek ergime noktasına sahiptir. Metal karışımları (alaşımları), örneğin çelikler ve lehim malzemeleri, bir ergime bölgesine sahiptir.

Elektrik iletkenliği

Elektrik iletkenlik, bir maddenin akım iletme kapasitesini tanımlar. Gümüş, bakır ve Alü-minyum iyi elektrik iletken malzemelerdir. Bu malzemeler, elektrik enerjisi taşıma araçları olarak kullanılır. Örneğin çelik gibi diğer metaller de elektriği iletirler, fakat bakıra göre iyi sayılmaz (Tablo 3). Elektrik akımını iletmeyen maddeler, izolasyon malzemeleri olarak adlandırılır. Bunlara plastik malzemeler, cam, seramik dahildir.

Termik (Isıl) Boyuna Genleşme Katsayısı

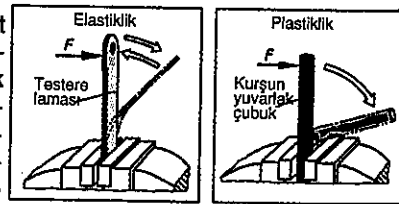
Bu malzeme karakteristik değeri, boyu 1 m olan bir cismin 1°C sıcaklık değişim olduğunda, boyundaki değişikliği verir. Ölçme aletlerinde, montaj parçalarında ve döküm parçalarında olduğu gibi dökümden sonra ısıl büzülme etkisinin bir ölçü payı (genleşme payı) vermek suretiyle dengelenmesi, gözönüne alınmalıdır.

3.1.2.2 Mekanik-Teknolojik Nitelikler

Mekanik-teknojik nitelikler, üretim ve teknik kullanma esnasında, kuvvetlerin etkisi altında malzeme hareketlerini karakterize eder.

Elastik ve Plastik Biçim Değiştirme (Şekil 2)

Örneğin sertleştirilmiş takım çeliğinden yapılan testere laması bir miktar eğilir ve kuvvet kaldırılırsa tekrar eski konumuna döner. Bu harekete **elastik biçim değiştirme** veya **elastik hareket** adı verilir. Kurşundan yapılmış bir çubuk ise, eğildikten sonra değişen biçimini muhafaza eder. biçim değiştirir, yani son konumunda kalır. Bu niteliğe **plastik biçim değiştirme** adı verilir.



Şekil 2 : Biçim değiştirme tarzları

Tablo 1 : Maddelerin özgül ağırlıkla

Madde	Özgül ağırlığı	Madde	Özgül ağırlığı
Su	1	Bakır	8,9
Alüminyum	2,7	Kurşun	11,3
Çelik	7,85	Volfram	19,27

Hava (0°C, 1,013 bar) $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$

Tablo 2 : Ergime sıcaklıkları

Madde	Ergime Noktası (°C)	Madde	Ergime Noktası (°C)
Kalay	232	Bakır	1083
Kurşun	327	Demir	1538
Al	658	Volfram	3387

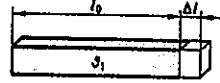
Tablo 3 : Bakırın yüzde cinsinden elektrik iletim kabiliyeti

Madde	Yüzde	Madde	Yüzde
Bakır	100%	Çinko	29%
Gümüş	106%	Demir	17%
Al	62%	Kurşun	8%

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot \frac{1}{\Delta \theta}$$

$$l_0 = \text{ilk boy}$$

$$\Delta \theta = \theta_2 - \theta_1$$



Şekil 1: Termik (ısı) boyuna genleşme

Elastik-Plastik Deformasyon (Biçim Değiştirme)

Örneğin yapı çeliğinden yapılmış olan dikdörtgen ke-
çubuk eğildiğinde, hem elastik ve hem de plastik
deformasyon oluşumu gözlenebilir.

Elastik eğilmesi halinde, çubuk tamamiyle kendi
özgülük biçimine tekrar geri yaylanır. Malzeme uy-
gun bir eğme kuvveti artırıldığında, hemen hemen
aynı bir biçim değiştirme davranışına sahip olur.

Kuvvetli olarak eğilmesi halinde, çubuk ancak kıs-
mî geri yaylanır ve kalıcı deformasyon oluşur. Mal-
zemenin daha kuvvetli olarak yüklenmesi halinde bir
çok plastik deformasyon (biçim değiştirme) hali olu-
şur.

Elastik-plastik deformasyon halini, çoğu malzeme
örneğin çelik, alüminyum ve bakır alaşımları gibi)
gösterir.

Özlülük, Gevreklik, Sertlik

Plastik olarak biçim değiştiren, fa-
zla deformasyona karşı büyük direnç
gösteren bir malzeme (diri, sıkı) ola-
rak ifade edilir.

Örneğin yapı çelikleri veya pas-
lanmaz çelikler, özlü malzemelerdir.
Plastik olarak deforme edilemeyen ve
özellikle dinamik ve darbeli zorlan-
malarda (yüklemelerde) çok sayıda
kırıktır parçalara ayrılan malzemeler,
gevrek olarak adlandırılır. Seramik-
ler, çam ve ayrıca bazı demir döküm
cisimleri ve tekniğine uygun olarak
sertleştirilmeyen çelik türleri gevrek-
tir.

Sertlikten, bir malzemenin bir kontrol elemanının, (Örneğin bir elmas koni) içine
batmasına karşı, gösterdiği direnç anlaşılır (Şekil 2). Sert olanlar, örneğin sert metal,
sertleştirilmiş çelik ve korund malzemelerdir. Yumuşak malzemeler alüminyum, bakır
ve benzerleridir. Matkap, freze gibi talaş kaldırıcı takımların, kızak yüzeylerinin ve
dişli çark yanaklarının özellikle büyük bir sertlik değerine sahip olmaları gereklidir.

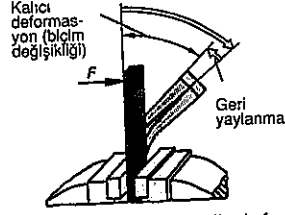
Akma Sınırı, Dayanım

Bir yapı parçasının içinde yüklenmenin büyüklüğünü tanımlamak için, etki eden
kuvvet F'nin yapı parçasının kesiti S üstündeki bağıntısıdır (Şekil 3). Bu değer

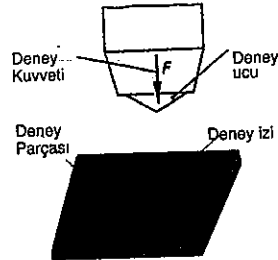
Gerilme σ adını alır. $\sigma = \frac{F}{S} \text{ N/mm}^2$ dir.

Belirli deformasyon durumunda, deney çubuğunda meydana gelen gerilmeler, bu
malzemenin yüklenme yeteneği hakkında karakteristik değer olarak kullanılır (Şekil
3). Deney çubuğu küçük bir çekme kuvveti ile yüklendiğinde, yapı sadece elastik ola-
rak genişler.

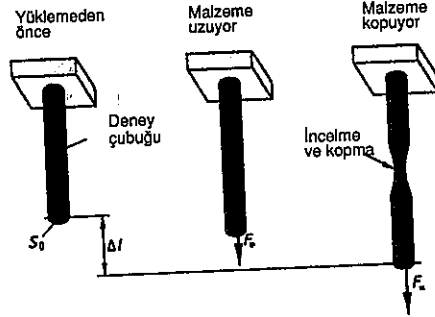
Kuvvet artırıldığında çubuk belirli bir F_e -kuvveti değerince uzar, buna malzemenin
"akması" denir. Bu deformasyon esas itibarıyla plastiktir. Akma sınırı Akmanın



Şekil 1 : Elastik-Plastik defor-
masyon



Şekil 2 : Sertliğin belirlenmesi



Şekil 3: Çekme yükü altındaki yapı parçası

başlangıcındaki elde edilen gerilme, **Akma sınırı** (Gerilmesi) R_e adını alır. Bu değer, önemli bir plastik deformasyon olmaksızın malzemenin yüklenebilirliği hakkında bir karakteristik değer (sınır değer)'dir. Çekme çubuğu üstündeki çekme yükü artırıldığında, çekme çubuğu inceler ve en sonunda kopar (Şekil 3). En büyük çekme kuvveti F_m 'nin malzemede etkili olduğu andaki gerilme, çekme dayanımı R_m 'dir. Bir malzeme içinde meydana gelebilen en büyük gerilmedir. Akma sınırı R_e ve çekme dayanımı R_m , gerilme birimine sahiptir: N/mm^2 . St 37-2 çeliği örneğin $R_e=235 N/mm^2$ 'lik bir akma sınırına ve $R_m=360 N/mm^2$ lik bir çekme dayanımına sahiptir.

Akma Sınırı $R_e =$

Çekme dayanımı $R_m =$

3.1.2.3 Üretim Teknolojisine İlişkin Nitelikler (Şekil 1)

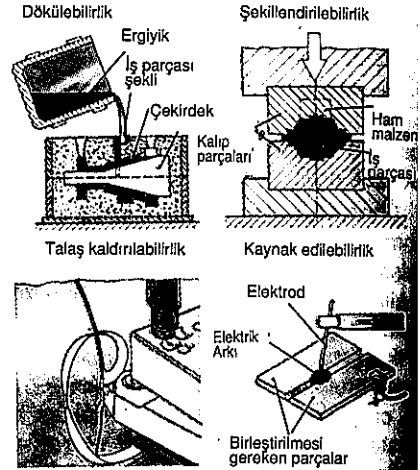
Üretim teknolojisine ilişkin nitelikler, malzemelerin üretim metoduna uygunluğunu tanımlar.

Dökülebilirlik, bir malzeme döküm kalıbını tamamiyle doldurur ve katılaştıran malzeme içinde oyuklu boşluklar (gözenekler) oluşturmayacak şekilde ince sıvı ergiyiği haline gelme kabiliyeti olarak ifade edilebilir. Dökme demir, Al-, CuZn-ve Zn-döküm alaşımları iyi dökülebilir özellikte malzemelerdir.

Şekillendirilebilirlik (Biçim Verilebilirlik), bir malzemeye, iş parçası haline getirmek için plastik olarak şekil (biçim) verebilme yeteneğidir. Sıcak şekillendirme metodları, sıcak haddeleme ve dövme benzeri işlemlerdir. Soğuk şekillendirme metodları, soğuk haddeleme, eğme, kenar kıvrırma ve derin çekme benzeri işlemlerdir. Karbon oranı düşük çelikler, alüminyum ve bakır kolay şekillendirilebilir malzemeler olarak sayılabilir.

İşlenebilirlik (Talaş kaldırılabilirlik), tornalama, frezeleme ve taşlama esnasında malzemenin talaş kaldırma yatkınlığını tanımlar. Metalik malzemelerin, özellikle otomat çeliklerin, işlenebilirliği yüksektir. Bu tür malzemelerden, kısa kıvrılarak kırılan talaşlar çıkar.

Bir malzemenin **kaynağa uygunluğu**, kaynak işlemi vasıtasıyla birleştirilmesini tanımlar. Düşük karbonlu çelikler iyi kaynak edilebilir. Paslanmaz çeliklerin Alüminyum alaşımlarının özel metodlarla kaynak edilmeleri gerekir.

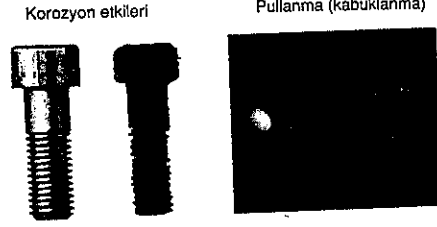


Şekil 1 : Üretim teknolojisine ilişkin nitelikler

3.1.2.4 Kimyasal-Teknolojik Nitelikler

Kimyasal-teknojik nitelikler, çevre şartlarının ve aktif maddelerin (Etkin maddelerin) malzemeler üzerine yaptıkları etkilerle ilgilidir.

Korozyon etkisi, bir malzemenin rutubetli havanın, suyun veya aktif maddelerin zarar verici (tahrip edici) etkilerine karşı gösterdiği davranışları (tepki meleri) ifade eder. Alaşımız çelik, rutubetli havada korozyon bakımından dayanıklı olmayıp pas yapar (Şekil 1). Paslanmaz çelikler ve ayrıca genel olarak alüminyum ve bakır malzemeler korozyona dayanıklıdır. Diğer kimyasal-teknojik nitelikler, **pullanma (pütürlenme) olayına karşı dayanıklılık** ve **yanabilirlik**'tir.



Şekil 1 : Kimyasal teknolojik nitelikler

3.1.2.5 Çevreye Uyum Sağlama Yeteneği

Malzemeler; imalatında ve teknik kurallara uygun olarak kullanılmasında, sağlığa zarar verici etki yapmamalıdır. Malzemenin kullanıldıktan sonra tekrar işlenebilir (Recycling-geri dönüşlü) hale getirilmesi veya tabii olarak bozulması için bir depoya kaldırılması mümkün olabilmelidir.

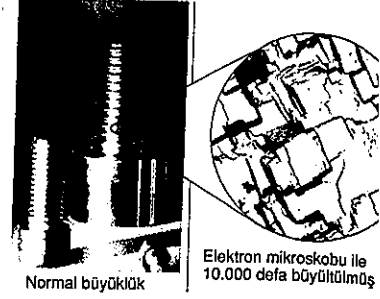
Tekrarlama Soruları

- 1 Bakır, demir, çinko, magnezyum, kurşun ve alüminyum malzemelerini hafif metaller ve ağır metaller olarak gruplandırınız.
- 2 Bir yapı parçası için, malzemenin seçiminde hangi esaslar etkilidir?
- 3 Dört fiziksel nitelik sayınız.
- 4 Bir çelik çubuğunun elastik ve plastik deformasyon (biçim değiştirme) durumlarını tanımlayınız.
- 5 Akma sınırı R_e ve çekme dayanımı R_m ne ifade eder?

3.2 Metallerin Yapısı

Metaller, yüzeyleri tipik metalik parlaklıkta tek homojenli madde olarak dıştan saf görünür (Şekil 1).

Metallerin işlenen yüzeyleri defalarca büyütülüp incelendiğinde (örneğin bir elektron mikroskobu ile), son derece karmaşık yapıya sahip bulunduğu görülür. Çok sayıda daha küçük, sistematik biçimde metal iyonlarının oluşturduğu bir birine bitişik, asılı duran bölgelerin farkına varılır. Bu ince yapı **Kristal veya Kristal yapı** olarak ifade edilir.



Şekil 1 : Metal yüzeyi

3.2.1 Kristal Yapı

Metal Bağı

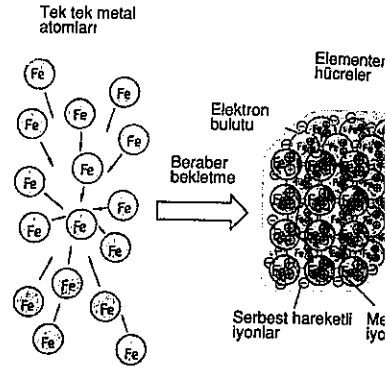
Katı halde metaller, sıkı bir yapıya sahiptir. Bunun nedeni, ayrı ayrı durumdaki metal parçacıklarını birlikte tutan metal bağının varlığıdır. Metal bağı, metalin üretilmesi esnasında her bir metal atomunun birlikte yerleşmesi suretiyle meydana gelir. Ayrıca metal atomlarının gevşek olarak bağlanan elektronları terk edilir (Şekil 2). Böylece metal atomlarından, pozitif olarak yüklenen metal iyonları meydana gelir. Gevşek olarak çözülen elektronlar (negatif olarak yüklenen), meydana gelen metal iyonları bağının bir elektron bulutu gibi etrafını sarar. Elektronlar, elektron bulutunun içinde serbest olarak hareket edebilir, fakat onu terk edemez. Elektron bulutu negatif olarak ve iyonlar pozitif olarak, zıt kutuplu elektrik yükleri ile yüklendiğinden, elektron bulutu metal iyonları bağını bir "Elektron macunu" gibi bir arada tutar. Metal iyonlarının bu bağının sıklığı, metallerin dayanımını oluşturur.

Elektriksel İletim Yeteneği

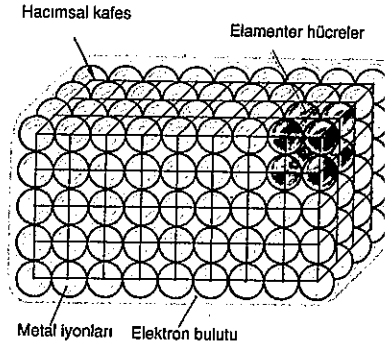
Serbest olarak hareket eden iyonlar, üzerine verilen bir elektrik akımı vasıtasıyla hareketli duruma geçer ve elektron akışını (elektrik akımı) başlatır. Bu özellikten dolayı metaller, iyi bir **Elektriksel iletim kabiliyeti**-ne sahiptir.

Kristal Kafes

Elektron bulutlarının dayanışma kuvvetleri, metal iyonlarını mümkün olan en küçük hacime sıkıştırır. Böylece sistematik olarak metal iyonları düzeni meydana gelir (Şekil 3). Bu, kristal yapının tipidir. Metal iyonlarının merkez noktaları, bağlantı halleri meydana getirecek şekilde bağlandığında, **hacimsel kafes** veya **kristal kafes** olarak ifade edilen bir yapı oluşturur. Bu kristal kafesinin en küçük birimine "Elementer hücre" adı verilir.



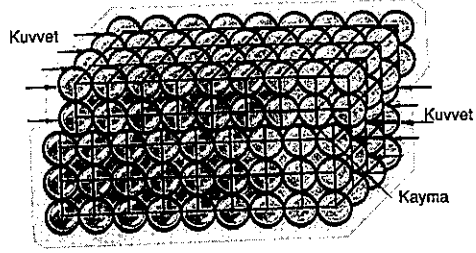
Şekil 2: Metal bağlarının oluşumu



Şekil 3 : Metallerin kristal yapısı

Metallerin Şekillendirilebilirliği (Biçim Verilebilirliği)

Kristal kafesine dışarıdan kuvvet etki ettiğinde, metal iyonlarının konumları karşılıklı olarak kayar (Şekil 1). Kuvvet etkisi az olursa, metal iyonları sadece hafifçe kendi kafesteki yerinde sıkışır ve kuvvetin kalkması halinde tekrar başlangıçtaki konumlarına geri döner (Elastik Deformasyon). Kuvvet tesiri büyük olduğunda, kristalin bir yerinde üstteki iyonlar, kararlı (dengeli) olan "üste üste bindirilmiş düzen"den, yine kararlı olan "boşluklu düzen"e kaydırılabilir. Sonra kuvvet kaldırılırsa, bu yeni kararlı konum olduğu gibi kalır. Cisim kalıcı olarak biçim değiştirmiştir (Plastik Deformasyon). Kayma işleminden sonra metal iyonları arasında, öncekinde olduğu gibi yine benzer büyük bağ kuvvetleri oluşur. Bundan dolayı kayma suretiyle cismin parçalanması değil, bilakis kalıcı bir biçim değişikliği sağlanmış olur. Bu, metallerin dış kuvvetlerin etkisi altında parçalanma işlemi olmadan şekil değiştirmesi yeteneğini ortaya koyar. Şekillendirmeye, kuvvet etkisinin sürekli olarak devam etmesi halinde, yapı parçasının yüklem bölgesindeki bütün iyonların konumları kayıncaya kadar devam edilebilir. Ondan sonra daha fazla yüklem cismin kopması, kesilmesi veya kırılması gibi bir bozulmaya yol açar.



Şekil 1 : Bir iyonun konumunun kayması suretiyle bir kristalin plastik olarak şeklini değiştirmesi

3.2.2 Metallerin Kristal Kafes Tipleri

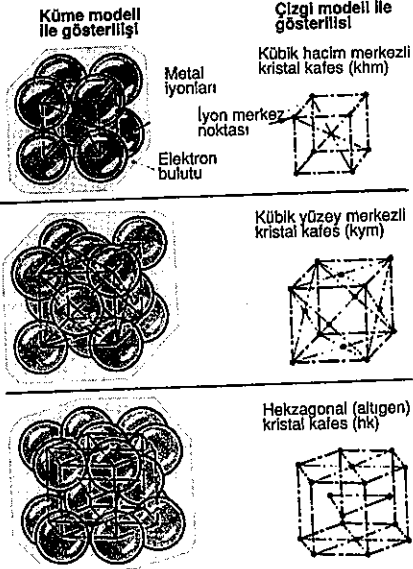
Çeşitli metallerin metal iyonları farklı geometrik düzenler halinde birleşebilirler. Bunlar metalin cinsine ve sıcaklığa bağlıdır. En sık olanları, kübik hacim merkezli, kübik yüzey merkezli ve hekzagonal düzenlerdir. Metal iyon düzeninin grafik olarak gösterilmesi, kristalin bir elementer hücresinin ele alınması ile sağlanır. Elementer hücre, küre olarak iyonlarla veya şematik bir çizgi ile gösterilir (Şekil 2).

Kübik Hacim Merkezli Kristal Kafes

Bu kristal kafeste metal iyonları, bir iyon merkez noktasından bir diğer iyon merkez noktasına giden bağlantı hatları küp oluşturacak şekilde düzenlenmiştir (Şekil 2, üstteki resim). Ayrıca küp merkezinde bir iyon daha bulunur. Örneğin 911°C'nin altındaki sıcaklıklardaki demir ve ayrıca krom, volfram ve vanadyum kübik hacim merkezli kristal kafes yapısına sahiptirler.

Kübik Yüzey Merkezli Kristal Kafes

Kübik yüzey merkezli (kym) kristal kafes, aynı kübe ilave olarak yan yüzeylerin merkezinde birer iyon bulundurur (Şekil 2, Ortadaki resim). Bu kafes sistemine, kristal yapıda alüminyum, bakır, nikel ve 911°C'nin üzerindeki sıcaklığa erişen demir sahiptir.



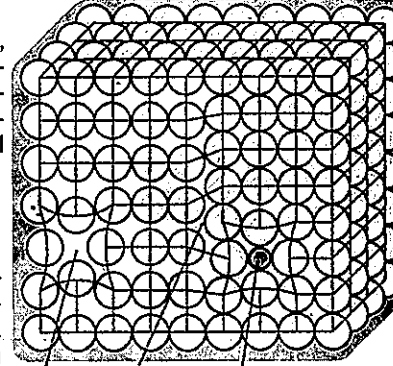
Şekil 2 : Kristal kafes tipleri

Hekzagonal (Altıgen) Kristal Kafes

Bir hekzagonal kristal kafese magnezyum, çinko ve titan metalleri sahiptir. Bu kafes tipinde iyonlar, yüzeylerin merkezinde birer ve ayrıca prizmanın içinde üç adet olmak üzere altıgen bir prizmayı oluşturur (Sayfa 255, Şekil 2, alt resim).

3.2.3 Kristal Kafes İçinde Yapı Hataları

Kristalin oluşumunda, yapı hataları meydana gelebilir (Şekil 1). Bir kafes yeri, dolmamış olabilir. Bu yapı hatası boşluk adını alır. Fakat bütün metal iyonlarının konumları kaymış olabilir. Bu durumda bir **yerdeğiştirmeden** bahsedilir. Bir **yabancı atom** kristalin içine yerleştirilirse, diğer bir yapı hatası meydana gelir. Yapı hataları kristal kafes içi de pullanmalar meydana getirir ve metal iyonlarının arasında ilave kuvvetlerin oluşmasına yol açar. Sonuçta dayanım artar. Bu etki, temel kristal kafesin içine yabancı atomların yerleştirildiği alaşımlama esnasında meydana gelir. Soğuk şekillendirme seretile dayanımın artması da kristal içindeki yapı hatalarına dayanır. Burada dayanım artırıcı boşluklar ve yer değiştirme olayları meydana gelir.



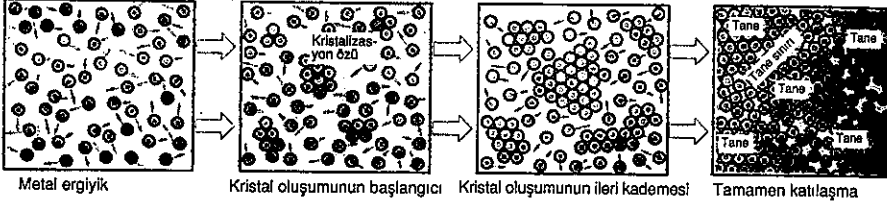
Boşluk Yer değiştirme Yabancı atom

Şekil 1 : Kristal - yapı hataları

İçine yerleştirilirse, diğer bir yapı hatası meydana gelir. Yapı hataları kristal kafes içi de pullanmalar meydana getirir ve metal iyonlarının arasında ilave kuvvetlerin oluşmasına yol açar. Sonuçta dayanım artar. Bu etki, temel kristal kafesin içine yabancı atomların yerleştirildiği alaşımlama esnasında meydana gelir. Soğuk şekillendirme seretile dayanımın artması da kristal içindeki yapı hatalarına dayanır. Burada dayanım artırıcı boşluklar ve yer değiştirme olayları meydana gelir.

3.2.4 Metal Bünyesinin Meydana Gelişi

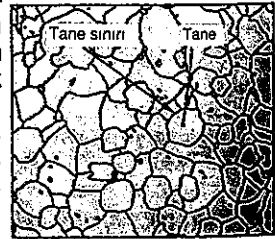
Bir metalin kütlesi yani bünyesi, metal ergiyiğin katılaşması esnasında katı cisim meydana gelir. Bu olay bir dizi ara kademeler üzerinden cereyan eder (Şekil 2).



Şekil 2 : Bir metal ergiyiğin katılaşması

Metal ergiyiklerde, metal iyonları serbestçe ve birbirinden bağımsız hareket eder. Ergiyiğin katılaşma sıcaklığına doğru soğumasıyla, ergiyik içinde metal iyonlarını karşılık geldiği kristal kafes tiplerine uygun yerleşme olayı başlar. Kristal bünyesini başlattığı yerler kristalizasyon özü (Çekirdeği) adını alır. İlk durumdan başlayarak daha fazla metal iyonları kalan ergiyikten çıkarak, çabucak büyüyecek şekilde kristallere bağlanır. Ergiyik hemen hemen bitmişse teker teker kristalizasyon özlerinde büyüyen kristaller kendi sınırlarında oluşur. Böylece sistematik olmayan tarzda sınırları olan kristaller, **kristalite** veya **tane** adını alır. Taneler arasındaki sınır bölgesinde yer alan metal iyonlar, kristal kafesin içine sokulmaz. Onlar, bireysel tanelerin arasında, sınır tanesi olarak isimlendirilen sistematik olmayan sınır tabakası meydana getirir. Bütün metal iyonları kendi sabit yerlerine sahip olduğunda, ergiyik tamamen katılaşır ve malzemenin bünyesi meydana gelir.

Bir metal parçası kesilip yüzeyi taşlanarak polisaj yapıldıktan ve asitte yakıldıktan sonra, metalin bünyesi mikroskop altında incelenebilir. Temsili olarak gösterilen resim, **taşlanmış yüzey** olarak adlandırılır (Şekil 3). Resim, taneleri ve taneler arasında ince bir hat olarak devam eden tane sınırlarını göstermektedir.



Şekil 3: Taşlanmış bir yüzeyde metal bünyesi

3.2.5 Alaşımların Yapısı ve Nitelikleri

Genel olarak metaller, teknolojiye saf olarak kullanılmaz ve alaşım haline getirilir. Alaşımlar, birden fazla metalin ve/veya metal olmayan maddelerin karışımıdır. Alaşımların üretimi sıvı durumda, yani ergiyük durumda sağlanır. Alaşım elemanları, sıvı temel metale verilir ve bunun içinde çözünür. Ergiyüğün katılaşması esnasında, her temel metal ve alaşım elemanları farklı yapı türleri oluşturabilir.

Karışık Kristalli Alaşımlar

Bu alaşım tipinde alaşım elemanlarının parçacıkları, ergiyüğün katılaşması esnasında temel metalin kristal kafesi içinde eşit ölçüde dağılıp kalır (Şekil 1).

Karışık kristalli alaşımlar, saf temel (esas) metale göre daha sıklıdır, fakat bunun yanında iyi şekil verilebilir özelliğe de sahiptir. Dayanımın artması, alaşım elemanı parçacıklarının kafes biçiminin değiştirilmesine bağlıdır. Karışık kristaller, örneğin nikelli demir veya alümin bakır ile oluşur.

Kristal Karışımli Alaşımlar

Kristal karışımli alaşımlarda, katılaşma esnasında alaşım elemanı parçacıkları ayrı ayrı uygun bir şekilde kristallere yerleşir (Şekil 2). Bu alaşımların bünyesi, taşlanmış yüzey resminde açıkça görünen çeşitli tanelerin karışımından meydana gelir.

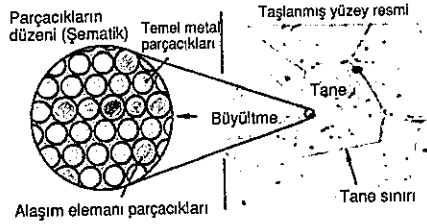
Temel metal karşısında, kristal karışımli alaşımlar yüksek bir dayanıma sahiptir. Fakat çeşitli cinslerdeki kristaller şekillendirme esnasında engel oluşturduğundan bu tür alaşımlar daha zor şekillendirilir. Kristal karışımli alaşımlar, örneğin kurşun ve antimuan (sert kurşun)'da ve ayrıca karbonlu demirde (Dökme Demir) meydana gelir.

Karbonlu Çelikler

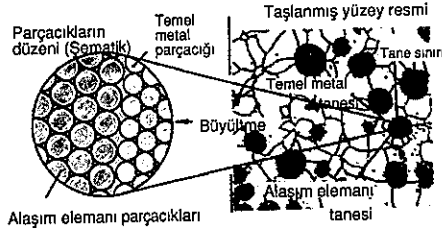
Alaşımsız çelikler, kristal karışımli alaşımların altında bir özellik gösterir. Demirden ve çelik içinde kimyasal bakımdan bağılı olarak, demir karbit Fe_2C (Sementit) şeklinde oluşan % 0.2 ila % 2.1 oranındaki karbondan meydana gelir. Demir-karbit demir tanelerinin (Ferrit) içinde ince şerit halinde (şeritli sementit) oluşur (Şekil 3). Bu özel çelik bünyesi perlit adını alır. Perlit bünyeli çelikler iyi şekillendirilebilir olup, özlü ve katıdır.

Tekrarlama Soruları

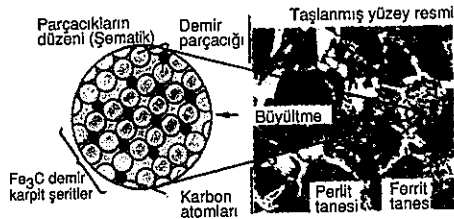
- 1 Kristalli yapıdan ne anlaşılır?
- 2 Metallerde en çok hangi kristal tipleri vardır?
- 3 Hangi kristal yapı hataları vardır?
- 4 Metal bünye nasıl meydana gelir?
- 5 Alaşımlar hangi yapı cinslerine sahip olabilir?



Şekil 1: Karışık kristalli alaşımların kristalli ince yapısı ve taşlanmış yüzey resmi



Şekil 2: Kristal karışımli alaşımların kristalli ince yapısı ve taşlanmış yüzey resmi



Şekil 3: Karbonlu çeliklerin kristalli ince yapısı ve taşlanmış yüzey resmi

3.3 Çelik ve Demir - Döküm Malzemeler

Sıcak şekillendirmeye elverişli olan ve % 2.06'dan daha fazla karbon içermeyen bütün demir malzemeler, çelik olarak ifade edilir. Farklı üretimlerle, alaşımlama suretiyle veya uygun ısıl işlem sayesinde istenilen niteliklerde çelik elde edilebilir. Ayrıca çelik yüksek bir dayanıma sahip olduğundan ve ucuza üretilebildiğinden, imalat teknolojisinde genel kullanıma sahip bir malzemedir.

3.3.1 Hamdemirin ve Demir Süngerinin Üretimi

Hamdemir ve demir süngeri, çeliklerin ve demir döküm malzemelerin üretimi için ham malzemelerdir. Bunlar demir cevherinden elde edilir.

3.3.1.1 Demir Cevheri (Filizi)

Demir doğada saf olarak bulunmaz, ancak demir cevheri halinde bileşik türde bulunur. Demir cevheri, demirin öncelikle oksijenle ve diğer elementlerle oluşturduğu kimyasal bileşiklerdir (Tablo 1). Cevherler çıkartıldığı toprak karışımlarını da (değişik tarzda) içerir. Cevherin yüksek fırın içinde işlenmesi için, belirli bir tane büyüklüğüne sahip olması gereklidir. Kaba cevher, 10 mm ila 30 mm büyüklüğünde parçalı cevherler haline getirilmek üzere parçalanır, ince cevherler kalsiyum ve kok ile birlikte sinterlenir (pişirilir) ve sonra kırılır. En ince cevher 10 mm ila 20 mm çapında büyük küreler (bilyalar) haline getirilmek üzere bağlayıcı maddelerle biçimlendirilir (biriket haline getirilir) ve ondan sonra fırınlanır.

Tablo 1 : Demir cevheri

Adı ve kimyasal sembolü	İçerdiği demir (%)
Manyetik demir taşı Fe_2O_4	80...70%
Kırmızı demir taşı Fe_2O_3	40...60%
Kahverengi demir taşı $Fe_2O_3 \cdot H_2O$	30...50%
Siderit cevheri $FeCO_3$	30...45%

3.3.1.2 Demir Cevherinden Demire İndirgeme (Saflaştırma)

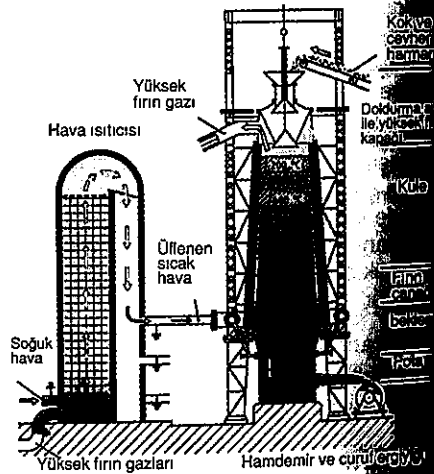
Hazırlanan demir cevheri esas itibarıyla yüksek fırında ham demire dönüştürülür. Bundan başka, birkaç işlem (stand) yerinde, katı demir süngerinin filizinden doğrudan doğruya indirgeme (saflaştırma) suretiyle kazanılır.

Yüksek Fırında Hamdemirin Elde Edilmesi

Yüksek Fırının Yapısı: Yüksek fırın, soğutma kanallarının içinden geçtiği, çelik bir iskelet tarafından desteklenen, sabit duvardan yapılmış ve dik olarak çalıştırılan fırındır (Şekil 1). Fırının doldurulma işlemi, yukarıdan bir savak gibi görev yapan yüksek fırın kapağı vasıtasıyla sağlanır. Her yüksek fırın için, sıcak gazlarla ısıtılan ve sonra bu ısıyı yüksek fırına giden yakma havasına (ısıtıcı hava) veren, dört taneye kadar hava ısıtıcı ünite kurulur. Sıcak hava, fırının içine ring (dolanım) hattı vasıtasıyla üfütülür.

Yüksek Fırınların Çalıştırılması:

Yüksek fırın kademeli olarak cevher harmanı ve kok ile doldurulur. Cevher harmanı olarak, cevherin kireç ile katkılı bir karışımı hazırlanır. Katkı maddeleri yüksek fırının sıcak kısmında, bir çuruf oluşturacak şekilde ergir ve değişik metodlarla dışarı alınır. Kokun kısmen yanması, yanma ve ergime sıcaklıklarını artırır, yanmayan kısmı ise, indirgeme ve karbürleme vasıtası olarak hizmet eder. Katkı maddeleri aşağıya doğru kayarken, kokun yanması suretiyle mey-



Şekil 1 : Yüksek fırın tesisi

dana gelen sıcak gazlar aşağıdan yukarıya doğru (karşı akım prensibi) yükselir. Bu esnada yukarıya dökülen katmanlar kurur ve ısınır. Bu tabakalar aşağıya inme esnasında ısınmaya devam eder ve böylece demir cevheri, karbon monoksit gazı ve kok vasıtasıyla ayrışır (Tablo 1). Meydana gelen demir, karbon alır ve ergime noktası (sıcaklığı) 1300...1500°C'ye düşer. Demir ergir, pota içinde toplanır ve hepsi, üç ila dört saatte, "ergimiş madeni ocaktan çekme" suretiyle boşaltılır. Ergiyen katkı maddeleri ve topraklı katkı maddeleri curuf olarak ham demirin üstünde yüzer ve bu esnada, kokun ve cevherin içinde bulunan kükürdün önemli bir kısmını alır. Çeşitli kullanma amacına göre sıvı ham demir, demir kütüğü olarak dökülür veya çelikhanenin ham demir karıştırıcı tesisine giden pota arabalarına doldurulur.

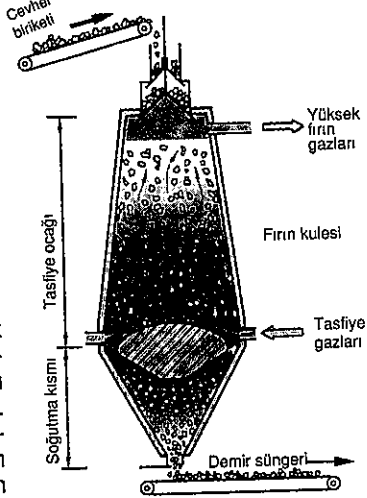
Tablo 1 : Yüksek fırın içindeki kimyasal olaylar	
Usulü	Kimyasal Denklem
CO-gazı vasıtasıyla endirekt indirgeme	$3 Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2 Fe_3O_4 + CO_2$ $Fe_2O_3 + CO \rightarrow 3 FeO + CO_2$ $FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$
Kızgın kok vasıtasıyla direkt indirgeme	$Fe_2O_3 + 4 C \rightarrow 3 Fe + 4 CO$ ve $FeO + C \rightarrow Fe + CO$
Karbürleme, yani Fe_3C 'nin oluşumu	Katı durumda $3 Fe + 2 CO \rightarrow Fe_3C + CO_2$ Sıvı durumda $3 Fe + C \rightarrow Fe_3C$

Yüksek Fırın Mamülleri: Ham demir bir ara üründür. Karbona ilave olarak mangan, silisyum, kükürt ve fosfor içerir. Çelik üretimi için belirli çelik hamdemiri, açık, ışın yayıcı kırık yüzeyler meydana getiren yüksek bir mangan payına sahiptir. **Döküm hamdemiri** ve ayrıca çeşitli özel hamdemirler, demir-döküm malzemelerin üretilmesinde kullanılır. Genel çeşitleri, kırık yüzeyleri gri renk gösterir. Çünkü yüksek silisyum payı karbonu grafit olarak ayırır. Yiğilân curuf yol yapımında ve çimento üretiminde kullanılabilir. Yüksek fırın gazı % 25 oranında yanabilen karbon-monoksit ve bir miktar hidrojen içerir. Bu gaz öncelikle hava ısıtıcısının ısıtılması için kullanılır.

İndirgemek Suretiyle Demir Süngerinin Kazanılması: Doğrudan indirgeme işleminde, katı durumdaki demir bakımından zengin cevher, gazlarla yaklaşık olarak 1100°C'de demir elde etmek üzere indirgenir. O esnada meydana gelen gözenekli demir parçaları **demir süngeri** adını alır. Bu sünger, %85 ila %95'lik bir demir oranına sahiptir.

İndirgeme maddesi ve yanıcı madde olarak karbon monoksit CO ve hidrojen H_2 'den meydana gelen bir gaz karışımı kullanılır. Bu doğal gaz, petrol ve düşük değerdeki kömürden üretilir.

Reaksiyon haznesinin biçimine göre, kule fırın-, döner fırın ve pota fırını metodları olarak gruplandırılır. Kule fırında ayırıcı gazlar, gevşek doldurma sayesinde cevher biriketlerinden çıkarak yukarıya doğru yükselir ve cevherler daha katı demir süngeri olmak üzere indirgenir (Şekil1). Doğrudan indirgeme tesisleri, öncelikle yüksek fırın tesisinin pahalı olduğu ve indirgeme gazı için başlangıç malzemesi olarak petrol ve doğalgazın ucuz olduğu yerlerde kurulur.



Şekil 1 : Direkt indirgeme tesisi

Tekrarlama Soruları

- 1 Çelik neden sık kullanılan bir malzemedir?
- 2 En önemli demir cevheri (filizi) hangisidir?
- 3 Yüksek fırın hangi ürünleri sağlar?
- 4 Doğrudan indirgemeden (safılaştırmadan) ne anlaşılır?

3.3.2 Çeliğin Üretimi

Hamdemir, %3 ila %5 oranında karbonun yanısıra arzu edilmeyen ve çok yüksek miktarda demirle iç içe olan maddeleri (silisyum, mangan, kükürt ve fosfor) içerir. Ham demirin ve demir süngerinin çeliğe dönüştürülmesinde karbon oranını düşürülmesi ve istenmeyen maddelerinin hemen hemen tamamının ayrıştırılması gerekir. Bu olay tasfiye (dışlama) olarak adlandırılır. Tasfiyeden sonra, çelik genel olarak bir son ısıtma işleminden daha geçirilir.

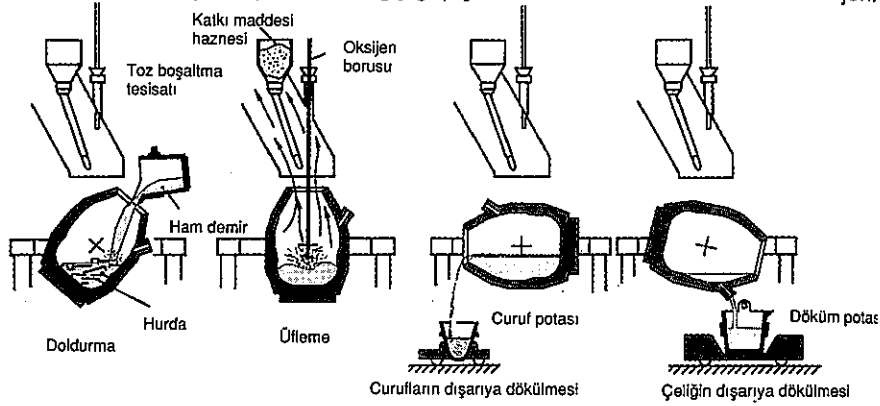
3.3.2.1 Çeliğin Tasfiye Edilmesi

En önemli tasfiye metodları, oksijen üfleme metodu ve elektro ısıtma - metodudur.

Oksijen-Üfleme Metodunda, sıvı ham demirden alınan ergiyeğin üstünden ve içinden oksijen üfütülür. En çok bilinen, Linz ve Donawitz şehirlerindeki Avusturyalı firmalar tarafından geliştirilmiş olan LD-metodudur. Bugün bütün dünyada çelik bu metoda göre üretilmektedir.

LD-Metodunda kullanılan konvertör (devirmeli fırın), hurda ve sıvı ham demir ile tam olarak doldurulur (Şekil 1).

Bundan sonra konvertör konuma getirilir ve 8 ila 12 bar'lık oksijen gazı potasından üfütülür. Bir kaç saniye sonra ergiyiği pişiren demir katkı maddeleri ile oksijeni



Şekil 1 : LD Sistemi ile çelik üretimi

şiddetli bir rekasyonu başlar. Bir müddet sonra kireç katılır. Kireç sıvı bir cüruf oluşur ve katı yanma ürünlerini bağlar. Karbon ve diğer arzu edilmeyen demir katkı maddeleri, tasfiye işlemi esnasında hemen hemen tamamen yanar. Bir kısmı gaz olarak yükselir veya cüruf içinde bağlanır. Reaksiyonlar vasıtasıyla şiddetli olarak karbonun ergiyiğin soğutulması için tekrar hurda doldurulur. Gerekli alaşım maddeleri ve oksit önleyici (desoksidasyon) maddeler tasfiye işleminin sonunda, dışarıya dökür yapmadan önce katılır. Daha sonra, cüruflar konvertör kenarının üzerinden cüruf potasına ve üretilen çelik dışarıya dökme deliği kanalından döküm potasına dökülür. Fosfor bakımından zengin olan hamdemir, (ARBED / Metalurjik Araştırma İçin Ulusal Merkez) tasfiye edilir. Bunun yanında ilk üfleme kademesinden sonra fosfat bakımından zengin olan ilk cüruf dışarıya çekilir. İkinci bir üfleme kademesinde karbon giderme (dekarbürizasyon) işlemi başlar. KALDO - Metodunda (Keşfeden Bo Kallig, İsveç'te Domnarvet Çelik Fabrikası) konvertör, tasfiye işlemi esnasında etrafında döndürülür. Büyüdüğü yüzey sayesinde reaksiyonlar daha çabuk cereyan eder. Daha çok ısı meydana gelir. Bu sayede hurda payı %45'e kadar artırılabilir. DBM - Metodunda (Oksijeni, tabandan üfleme, Maksimum ergitme) oksijen tabandan, yani ergiyeğin içinden üfütülür. Böylece daha kısa tasfiye zamanlarına, daha yüksek hurda katkılarına ve daha fazla boşaltma düzeyine erişilir.

Oksijen üfleme metodu, Thomas, Bessemer ve Siemens-Martin metodlarının yerini almıştır. Çünkü bunlar daha ekonomik ve çevreye daha az zarar vererek çalışır.

Elektroçelik - Metodu

Elektroçelik metodunda, ergiyik için gerekli olan ısı bir ark veya indüksiyon vasıtasıyla elde edilir.

Elektrik ark fırını hurda, demir süngeri ve az miktarda hamdemir ile doldurulur (Şekil 1). Bundan başka bir miktar daha cevher, katkı maddeleri ve indükleme (safılaştırma) maddesi katılır. Grafit elektrodlardan ergiyik maddesine akan ark köprüsü, 3500°C'ye kadar sıcaklık üretir. Bu metolla Volfram, Molibden ve Tantal gibi zor ergiyebilen alaşım elemanları da ergiyebilir.

3.3.2.2 Çeliğin Son İşlemi

Son işlem metodu, çeliğin kalitesini iyileştirir.

Desoksidasyon

Desoksidasyonda çelik ergiyiğine Ferro-silisyum veya alüminyum katılır. Bu elemanlar, gaz kabarcıkları meydana gelmeyecek şekilde, katılma esnasında serbest kalan oksijeni bağlar. Çelik "Sakin olarak" katılır (Şekil 2). Yüzey bölgesi ve çekirdek aynı bileşime sahiptir. Bundan başka çelik bloğun parçalanmasına engel olunur. Desoksidasyonun derecesine göre sakin katılan çelikler (S) ve özel sakin katılan çelikler (ÖS) olarak gruplara ayrılır. Sakin ve özel sakin çelikler, aynı ölçüde bir bünyenin gerekli olduğu, örneğin işah çeliklerinde ve takım çeliklerinde kullanılır.

Yıkama Gazı İşlemi

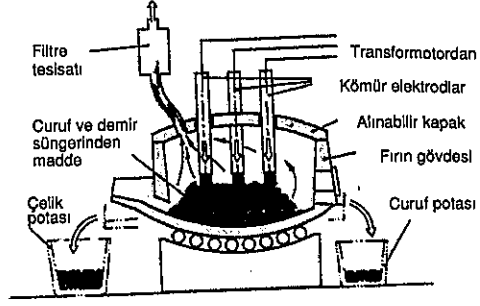
Yıkama (çalkalama) gazı (Argon), ergiyiği kabarcıklı yapar ve aynı zamanda yüzeylerin kirlenmesine engel olur.

Vakum İşlemi

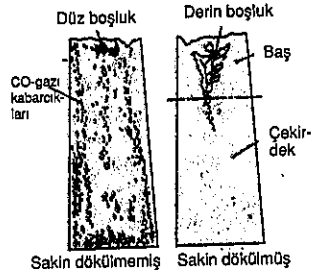
Çeliğin katılma esnasında çözülen gazların bir kısmı çeliğin içinde kalır. Bunlar zamanla ayrılır, çeliğin bünyesinde şiddetli gerilmeler ve küçük çatlaklar meydana getirir. Sonuç olarak genişleme ve yaşlanmaya karşı dayanıklılık azalır. Buna karşılık sıvı çelik üzerindeki basınç azaldığında, gazların hemen hemen tamamı ergiyikten dışarıya boşalır ve bu gazlar emilebilir (Şekil 3).

Tekrar Ergitme Metodu

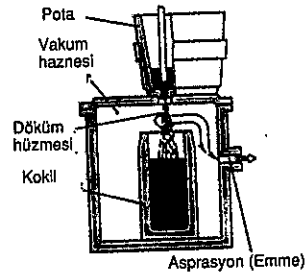
Tekrar ergitme metodu ile özellikle az süzölmüş, boşluksuz ve saf yüksek vasıflı çelik blokları üretilir. **Elektro-Curufu Tekrar Ergitme Metodu**'nda elektrikli fırın içinde ergiyen yüksek vasıflı çelik bloğu, ergitme elektrodu olarak sıvı cüruf içine daldırılır (Şekil 4). Gerekli ergitme ısı, elektrik akımının geçişi esnasında elektrik direnci olarak etki eden cüruf banyosu vasıtasıyla oluşur. Ergiyen çelik temizlenen curuf vasıtasıyla damlar ve su ile soğutulan bakır kokiller içinde gayet yoğun ve aynı ölçüdeki bünyeye sahip yeni bir blok meydana gelecek şekilde katılır. Elektro-Cürufu-Tekrar Ergitme Metodu, öncelikle sıcak iş çeliklerine uygulanır.



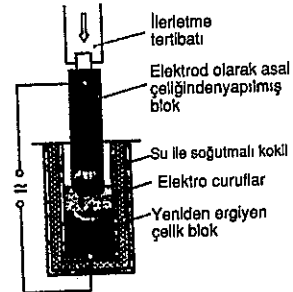
Şekil 1 : Elektrik ark fırını



Şekil 2: Sakin dökülmemiş ve dökülmüş çelik



Şekil 3: Söküm hüzmesi ve gaz boşaltma



Şekil 4: Elektro-Curufu yeniden ergitme metodu

3.3.2.3 Çelikhane de Çeliğin Dökülmesi

Döküme hazır çelik, çubuk döküm veya kokiller içine, porsiyon tarzında dökülmek suretiyle, hadde tesisinde işlenebilmesi için biçimlendirilir.

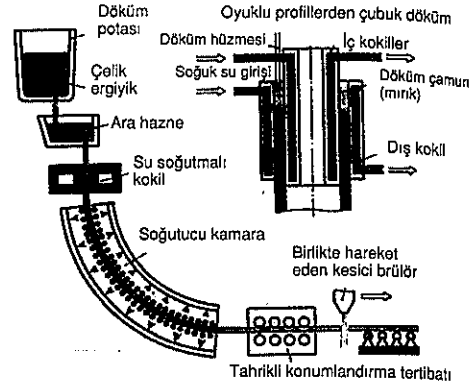
Çubuk (Sürekli Hatlı) Döküm

Çubuk döküm esnasında çelik döküm, potasından bir ara hazneye dökülür (Şekil 1). Buradan, bakırdan yapılmış olan bir veya daha fazla su soğutmalı kokillere akar ve oradan yüzey tabakalarından itibaren katılaşır. Meydana gelen, içi henüz sıvı halde çelik çubuk, sürekli olarak kokilden dışarıya, aşağı doğru çekilir. Bunu takip eden soğutucu kamaralardan ani su püskürtülür ve kesitin tamamı katılaşır. Çubuk döküm esnasında, blok dökümdekine göre daha küçük kesit elde edilir. Böylece haddeden geçirilmesi sırasında ön hadde işleminden tasarruf sağlanır. Ayrıca, çubuk olarak dökülen çelik, hızlı soğutulmak suretiyle daha ince bir bünye ve sadece küçük bir yolluk boşluğuna sahip olur.

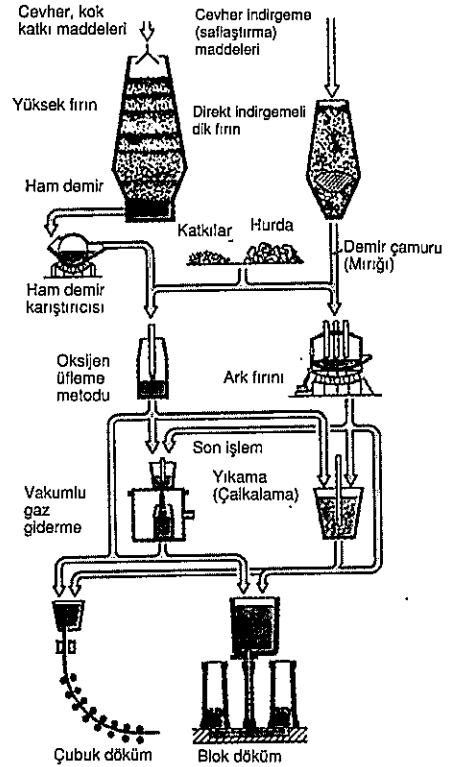
Blok Döküm: Blok döküm esnasında, çelik yukarıdan "dökülerek" veya aşağı taraftan kokiller içinde "yükselecek" dökülür. Yaklaşık 1 m çapında bir döküm bloku meydana gelir (Şekil 2). Özel önlemler sayesinde, örneğin ısı veren döküm tozunun katılması suretiyle blokun yolluk kısmı, blokun tamamı katılaşınca kadar sıcak tutulur. Böylece sadece küçük bir yolluk boşluğu meydana gelir. Bundan başka meydana gelen cürufklar, dökümü yapılan çeliğin oksidasyona maruz kalmasına engel olur. Kokil dökümü bloklarının, haddeden geçirmeden önce ayrı bir haddeleme hattında ön hadde işleminden geçirilmesi gerekir.

Tekrarlama Soruları

- 1 Çeliğin "tasfiye edilme" deyiminden ne anlaşılacaktır?
- 2 Çelik hangi metodlar ile üretilir?
- 3 Çelik üretiminde çelik hurdası niçin kullanılır?
- 4 Hangi çelik türleri özellikle ark fırınında elde edilir?
- 5 Çeliğin son işlemi hangi amaç için yapılır?
- 6 Sakin olarak dökülen çelikler hangi niteliklere sahiptir?
- 7 Vakum işlemi çeliğin kalitesine nasıl etki eder?
- 8 Çubuk (Sürekli hat) dökümü hangi avantajlara sahiptir ?



Şekil 1 : Çubuk (sürekli hatlı) döküm



Şekil 2 : Çelik üretim akış şeması

3.3.3 Çeliğin Yarı ve Hazır Mamüller Haline Gelmesi İçin İşlenmesi

Blok veya çubuk halinde dökülen çelik; haddelene, dövme, çekme veya presleme suretiyle yarı mamül veya hazır mamüller haline getirilir.

Haddeleme

Tavllanmış çelik, soğutulmuş çeliğe göre daha kolay şekillendirildiğinden, yarı mamüller ve hazır mamüller tercihen sıcak olarak şekillendirilir (Şekil 1, solda). Sıcak haddelirmede, yeni hatlı, deforme olmuş bünye meydana gelir ve bu nedenle sıkışma yapmaz. Tamamlanmış profiller, ince şeritler ve saclar soğuk olarak haddelenir. Böylece, düz ve pulsuz (Kabuksuz) bir yüzeye sahip olurlar (Şekil 1, sağda).

Kütle (parti halinde) yarı mamüller, sürekli çalışan haddelene hattında üretilir. Arzu edilen kesite, arka arkaya düzenlenmiş birçok silindir hadde merdanelerinden geçirilmek suretiyle erişilir (Şekil 2).

Boruların Üretilmesi

Dikişsiz çelik borular, bir malafa üzerinden haddelenen kalın cidarlı bir oyuklu gövdeden üretilir.

Kaynak edilmiş borular, çelik bandtan boru şeklinde şekillendirilir ve bunun ardından kaynak edilir. Yaklaşık 500 mm'ye kadar çaplı ve 12 mm'ye kadar et kalınlığındaki borular, makaralı haddelene mekanizması bir çelik bandtan helisel sarımlı bir boru haline dönüştürülür (Şekil 3). Sonra sarım kenarları, makaralı iki elektrot arasından geçen elektrik akımı (direç kaynağı) vasıtasıyla kaynak edilir. Büyük çaplı borularda geniş band, boylamasına kaynak dikişi olan bir boru haline getirilmek üzere bükülebilir, dıştan ve içten kaynak edilebilir (Şekil 4).

Diğer Şekillendirme (Biçim Verme)

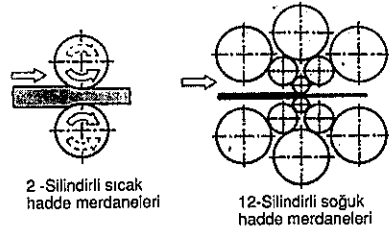
Metodları

Çekme esnasında, pütürlerinden arındırılmış olan çubuklar, teller veya borular bir veya daha fazla çekme matrislerinden soğuk olarak çekilirler. Bu esnada malzeme basılır ve parlak ve düz yüzeyleri olan hazır mamüller elde edilir (Sayfa, 65).

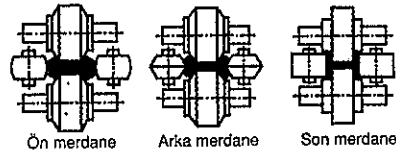
Yan bükme ve kalıpla bükme suretiyle, eşit et kalınlığı olan şerit veya sac profiller üretilir. Çeliğin sürekli preslenmesinde yaklaşık olarak 1250°C'ye kadar ısıtılmış olan blok, istenilen profile sahip olan bir matrisle (dışı kalıpla) preslenir.

Tekrarlama Soruları

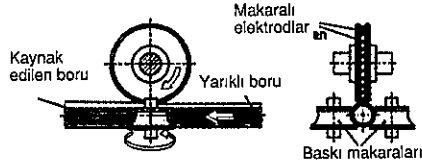
- 1 Sıcak haddelemenin avantajları nelerdir?
- 2 "Soğuk şerit"ten ne anlaşılır?
- 3 Kaynak edilmiş borular nasıl üretilir



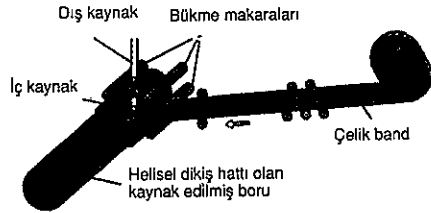
Şekil 1 : Haddelene merdaneleri



Şekil 2 : I-Profilleri için hadde merdaneleri



Şekil 3 : Boruların direç kaynağı



Şekil 4 : Helisel dikiş hatlı kaynak edilmiş borunun üretimi

3.3.4 Alaşım ve Katkı Elemanları

Çeliklerin ve demir - döküm malzemelerin nitelikleri, geniş ölçüde elemanlarına ve arzu edilen veya edilmeyen katkı elemanlarına bağlıdır. Ö, fosfor, hidrojen, azot ve kükürt gibi katkı elemanları, öncelikle alaşımsız çelikte eder. Örneğin krom ve volfram gibi alaşım elemanları, demir karbidleri oluşturuyla suretle aşımaya dayanıklı ve korozyon dayanımı gibi belirli nitelikler iyileştirilebilir.

Tablo 1: Çelikler ve Demir-Döküm Malzemelerde Alaşım ve Yardımcı Elemanları

Elemanlar	Artırır	Düşürür	Örnek
Metaller			
Alüminyum Al	Pullanmaya dayanıklı, azotun etkilenir	—	34 CrAlMo5 : Nitrüleme çeliği. Çelik üretiminde desoksiasyan maddesi
Krom Cr	Çekme mukavemeti, sertlik, ısıya dayanıklılık, aşınmaya dayanıklılık Korozyona dayanıklılık	Uzama Genleşmesi (az ölçüde)	X 5 CrNi 18 10 : Paslanmaz çel.
Kobalt Co	Sert, keskinlik dayanıklılığı, ısıya dayanıklılık	Yüksek sıcaklıklarda tane büyümesi	S 10 - 4 - 10 : Örneğin torna kalem için % 10 kobaltlı yüksek hız çeliği
Mangan Mn	Çekme mukavemeti, tüm olarak sertleşebilirlik, özlülük (Mn az olduğunda)	Talaş kaldırılabilirlik, soğuk şekil verilebilirlik, kır dökümde grafit ayrılması	28 Mn 6 : İslah çeliği, örneğin döv parçaları için
Molibden Mo	Çekme mukavemeti, ısı mukavemeti, keskinlik dayanıklılığı, tüm olarak sertleşebilirlik	Meneviş gevrekliği dövülebilirlik (Mo-payı yüksek olduğunda)	56 Ni CrMoV 7 : Sıcak iş çeliği. Örneğin hatlı presleme malafası
Nikel Ni	Mukavemet, özlülük, tüm olarak sertleşebilirlik, korozyon dayanıklılığı	Isıl genleşme	GGG-Ni Cr 30 3 : Küresel grafitli austenitik dökme demir.
Vanadyum V	Daimi mukavemet, sertlik, ısı mukavemeti	Aşın ısınmaya karşı duyarlılık	115 Cr V 3 : Takım çeliği, örneğin kilavuz için
Volfram W	Çekme mukavemeti, sertlik, ısı mukavemeti keskinlik dayanıklılığı	Uzama genleşmesi (Kütü az olduğunda) Talaş kaldırılabilirlik	S 6-5-2 : % 6 W'lı yüksek hız çeliği, örneğin boşaltma tıgları (broş takım-ları) için
Metal olmayanlar			
Karbon C	Mukavemet ve sertlik (Maksimum C = %0,9'da) sertleşebilirlik	Ergime noktası, uzama, ergime ve dövülebilirlik	C 60 W : Rm ~ 800 N/mm ² 'lik İslah çeliği
Hidrojen H ₂	Gevrekleşme nedeniyle yaşlanma, çekme mukavemeti	Çentik tesiri özlülüğü	Çelik üretimi esnasında uzaklaştırılır. Örneğin vakum işlemi suretiyle
Azot N ₂	Gevrekleşme	Yaşlanma dayanıklılığı, derin çekme yeteneği	—
Fosfor P	Çekme mukavemeti, ısı mukavemeti korozyon direnci	Çentik darbe mukavemeti, kaynak edilebilirlik	Çelik döküm ve demir ergilicilerini inceltir. (Akıcı yapar)
Kükürt S	Talaş kaldırılabilirlik	Çentik darbe mukavemeti, kaynak edilebilirlik	10 SPb 20 : Otomat çeliği
Silyum Si	Çekme mukavemeti, uzama sınırı, korozyon dayanıklılığı	Kopma uzaması çentik darbe özlülüğü, derin çekme yeteneği, kaynak edilebilirlik, talaş kaldırılabilirlik	67 SiCr 7 : Rm ~ 1600 N/mm ² 'lik bir çekme mukavemeti olan yay çeliği

Meehanite-Döküm: Özel ince yaprakları olan grafitli veya küresel grafitli bir dökme demirdir. Lamel grafitli dökme demir, yüksek bir dayanıma sahip olup, aşınmaya dirençli, geniş ölçüde iç gerilmesiz, çarpıksız ve boşluksuzdur. Meehanite-döküm, sertleştirilebilir ve ıslah edilebilir.

Küresel Grafitli Dökme Demir (GGG)¹⁾

Küresel grafitli dökümde (Sifero döküm), grafit, çeliğin temel bünyesine (yapısına) benzer bir şekilde küre biçiminde yer almıştır (Şekil 1).

Nitelikleri: Küresel biçim sayesinde grafit, bir miktar çentik etkisi doğurur. Küresel grafitli dökme demir diğer taraftan yüksek bir mukevemet ve genişlemeye sahiptir. Bütün dökme demir cinsleri içinden çeliğe en yakın nitelikleri kendinde toplamıştır. Tavlama suretiyle genişleme ve ıslah etme suretiyle dayanım artırılır. Küresel grafitli dökme demirden yapılmış olan iş parçalarının yüzeyleri, alevle veya indüksiyonla sertleştirilebilir.

Üretimi: Ergitilmiş dökme demire magnez-yum veya karbon katıldığında, karbon küresel grafit halinde ayrılır. Küresel grafitli dökme demir için GGG sembolü oluşan grafitin biçiminden türetilmiştir.

Kullanılması: Küresel grafitli döküm, dişli çarklar, krank milleri, direksiyon kutusu muhafazası, arka aks-, pompa ve türbün muhafaza gövdesi ve ayrıca kimya endüstrisi için boru tesisatları gibi yüksek dayanım ve uzama göstermesi gereken makina parçaları için kullanılır.

Temper Döküm (GT)²⁾

Temper dökümden yapılmış olan iş parçaları, dökümden sonra uzun süren bir ısı işleminden geçirilir. Meydana gelen parçalı yapının görünüşüne göre, beyaz temper döküm ve siyah temper döküm olarak gruplara ayrılır.

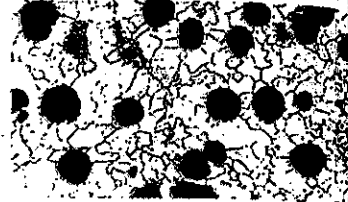
Beyaz Temper Döküm (GTW) Üretimi:

Ham döküm parçaları, birkaç gün oksijen verici maddeler içinde tavlama suretiyle karbonu emilir. Karbonu giderilmiş (Dekarbürize edilmiş) yüzey tabakasının parçalı görünüşü açık metalik renktedir ve çeliğe benzer niteliklere sahiptir. Ancak iş parçalarının, yüzeyden yaklaşık 5 mm'lik bir derinliğe kadar karbonu giderilebilir (Dekarbürize edilebilir). Daha kalın kesitlerde, iş parçalarının iç kısmındaki demir-karbid, temper kömürler halinde parçalara ayrılır (Şekil 2 ve 3).

Siyah Temper Döküm (GTS) Üretimi: Ham döküm parçaları birkaç gün havasız ortamda tavlama. Bu esnada sementit ferrit ve pul şeklinde temper dökümler halinde parçalara ayrılır. Siyah taneli kırık yapı bütün kesit üzerinde et (cidar) kalınlığından bağımsız olarak eşit durumdadır (Şekil 4).

Küresel grafitli dökme demir

Sembolü	GGG-
Özgül ağırlığı	7,2 kg/dm ³
Çekme dayanımı	400...800 N/mm ²
Kopma uzaması	% 22...% 2
Çekme payı	1% 0,5...% 1,2



Şekil 1 : GGG'nin bünyesi

Temper Döküm

Sembolü		
Özgül ağırlığı	7,4 kg/dm ³	
Çekme dayanımı	320...480 N/mm ²	350...700 N/mm ²
Kopma uzaması	% 15...%3	% 10...% 2
Çekme oranı	% 1,6	% 0,5



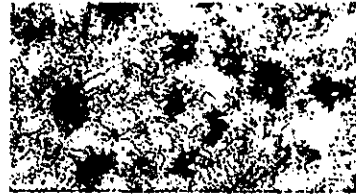
Şekil 2 : GTW' nin bünyesi

Karma şekilde döküm parçası



Ferrit
Perlit + Ferrit
Perlit + Temper kömürü

Şekil 3 : Farklı cidar kalınlığındaki GTW'nin bünyesi



Şekil 4 : GTS'nin bünyesi

Siyah ve Beyaz Temper Dökümün Nitelikleri

Beyaz temper döküm, karbonunun giderilmesi ve siyah temper döküm pulları sayesinde, küresel biçimli grafit nedeniyle lamel grafitli dökme demire göre önemli ölçüde daha özlüdür (sıkidır). Her ikisi, iyi dökülebilir özellik taşır. GTW-S 38-12 özel kalitededir kaynak edilebilir. Temper döküm cinslerinin kısa işaretlerinde (sembollerinde), GTW ve/veya GTS, daN/mm² cinsinden çekme dayanımı ve % cinsinden kopma uzaması verilir.

Siyah ve Beyaz Temper Dökümünün Kullanılması

Temper döküm, öncelikle taşıt yapımında, biyel kolları, direksiyon milleri ve vites çatalı imalatı için kullanılır. Bunun yanında makina yapımında örneğin, kol ve tesisat teknolojisinde vinç kolu ekleme parçaları ve ventil gövdesi için kullanılır.

Sert Döküm (SD)

Sert döküm, karbonun yumuşak grafit olarak ayrılmadığı, aksine, sert demir sementit olarak meydana geldiği bir döküm türüdür.

Nitelikleri: Sert döküm yüke ve basınca dayanıklıdır, fakat aynı zamanda gevrek. Ayrıca düşük bir çekme dayanımına sahiptir. Uygun soğutma ve alaşım elemanları vasıtasıyla, tamamı sertleştirilmiş yapıya sahip, sertleştirilmiş döküm veya yüzey tabakası sert ve çekirdeği özlü olan, dış tabakası sert döküm yapılabilir.

Kullanılması: Sert döküm, örneğin kırıcı plakalar, küresel değirmen için küreler ve temizleme ve döküm makinalarının aşındırma parçaları gibi, sert ve aşınmaya dayanıklı olması gereken parçalar için kullanılır.

Çelik Döküm (ÇD) 1)

Çelik döküm kalıplanarak dökülen çeliktir.

Nitelikleri: Çelik dökümde çeliğin avantajları, öncelikle yüksek dayanım ve özlülüktür. Döküm metodu ile şekillendirilmesi zor olan iş parçalarının üretim imkanı sağlanmıştır (Şekil 1).

Kullanılması: Çelik dökümden, türbün gövdeleri, kanatlı çarklar, pres sütunları ve dişli çark takımları gibi büyük makina yapımında mekanik olarak yüksek yükle karşılaşan iş parçaları, ve ayrıca armatürler için küçük parçalar, tarım makinaları ve takım tezgahları üretilir.

Sert Döküm

Sembolü	GH-
Özgül ağırlığı	7,25 kg/dm ³
Sertliği HB	350...650
Kopma uzaması	: Hemen hemen yok

Çelik Döküm

Sembolü	GS-
Özgül ağırlığı	7,85 kg/dm ³
Çekme mukavemeti	170...690 N/mm ²
Kopma uzaması	% 25...% 12
Çekme oranı	% 2



Şekil 1 : Kreyn (Gezer köprü) vinç çengeli

Özellikleri elde etmek için, bütün demir-döküm malzemeler alaşımlı yapılabilir.
Demir Malzemelerin Karbon Oranı (Muhtevası)

Tablo 1 : Demir malzemelerin karbon oranı

Malzeme	Karbon Oranı (%C)	
	Alaşımsız	Alaşımlı
Lamel grafitli dökme demir		2,6
Beyaz temper döküm	0,5	1,8
Siyah temper döküm		2,5
Alaşımsız çelik döküm	0,15	0,45
Genel yapı çeliği	0,17	0,5
Alaşımsız sementasyon çeliği	0,10	0,15
Alaşımsız ıslah çeliği	0,2	0,6
Takım çeliği	Alaşımsız	0,5
	Alaşımlı	0,2

Yüzey tabakası semente edilmiş

Karbon Oranı %C

Tekrarlama Soruları

- 1 Grafit, lamel grafitli dökme demire hangi nitelikleri kazandırır?
- 2 Küresel grafitli dökme demir hangi avantajlara sahiptir?
- 3 GTS ile GTW arasında ne fark vardır?
- 4 Sert döküm ne demektir?
- 5 Çelik döküm hangi özel niteliklere sahiptir?
- 6 Dökme Demir malzemelerin, çelikten ne farkı vardır?

3.3.6 Çeliklerin ve Dökme Demir Malzemelerin Sayılar ve Harflerle Standardizasyonu

Demir malzemelerin işaretlenmesi, önemli ölçüde önceden yayınlanmış standart yapılarında yer alan kurallara göre yapılır. Ayrıntılı malzeme işareti, üretim metodu dayanım ve kimyasal bileşimi gösterir kısımlardan ve ayrıca ısıl işlem kısmından meydana gelir (Tablo 1).

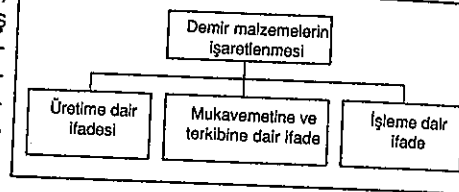
Üretim parçasında ergitme tarzı ve özel nitelikler belirtilir. Orta kısım, Çekme dayanımı veya akma sınırı, kalite grupları veya kimyasal bileşimi ifade eder.

Özel olarak geliştirilen nitelikler ve ısıl işlem durumu, işlem kısmında yer alır.

3.3.6.1 Üretim Kısımındaki İfadeler

Üretim kısmında sadece, basılı harfler bulunur (Tablo 2). Bu harfler, ergitme tarzı, döküm tarzı ve ayrıca ergitme tarzından kaynaklanan özel nitelikler hakkında bilgi verir.

Tablo 1: Malzeme işaretinin Gruplandırılması



Tablo 2: Üretim kısmındaki karakteristik harfler

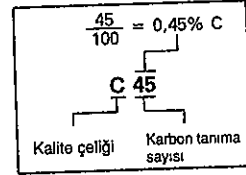
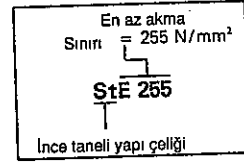
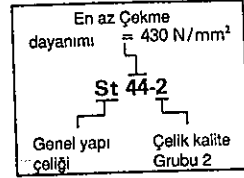
Ergitme tarzı	Nitelikleri
E Elektrik ark ocağı çelikleri	A Yaşlanmaya dayanıklı
I İndüksiyon fırından çıkan elektro çeliği	P Kalıpta dövmeye uygun
LE Ark fırından çıkan çeliği	Q Soğuk olarak şekillendirilebilir
M Siemens-Martin çeliği	R Sakın dökülmüş
Ti Pota çeliği	RR Özellikle sakın dökülmüş
TM Termomekanik işlem görmüş çelik (Sıcak haddelenmiş veya dövülmüş)	S Ergiyük kaynağı yapılabilir
W Özel metotla hava üflenen çelik	T Soğukta özlü
Y Oksijen üflenen çelik	U Kaynak dökülmüş
	W Isıya dayanıklı
	WT Havaya dayanıklı
	Z Çekilebilir

İşaretleme Örneği:

P St 37-3, kalıpta dövülmeye uygun olan bir yapı çeliğidir. Zorunluluk halinde, üretim kısmındaki ifadeler sadece işaretleme içinde alınır.

3.3.6.2 Dayanım ve Kimyasal Terkib Hakkında İfadeler Çekme dayanımına ve akma sınırına göre işaretleme

Genel yapı çelikleri, çekme dayanımına göre gruplandırılır (Bak. sayfa 275). Bu, St basılı harflerinin sağındaki rakam, 9,81 karakteristik sayısı ile çarpılarak o malzemenin çekme dayanımı elde edilir. Örneğin bir St 44-2 çeliği için $44 \cdot 9,81 \text{ N/mm}^2$, yuvarlatılırsa 430 N/mm^2 , en az 2.kalite grubunun çekme dayanımıdır. Çelik üretim için kullanılan ham malzemelerde, akma sınırı Re özellikle önemlidir. Bu, akma sınırına ait sayısal değer önüne konulan bir E-harf ile işaretlenir.



Kimyasal Bileşime Göre İşaretleme

Kimyasal bileşim, karbon oranı ve alaşım katkısıyla kazandırılan özel nitelikleri (örneğin ısıtma işlemine elverişli olması özelliği gibi) elde edildiği çeliklerde ifade edilir.

Gevreklik kırılmasına karşı duyarlılık, derin çekme yeteneği, kaynağa veya otomatik olarak işlenmeye uygunluk gibi özel imalat nitelikleri olan **alaşimsız çelikler**, kalite çelikleri olarak ifade edilir. Bu şekiller, karbon karakteristik sayısının (karbon oranının 100 ile bölünmesiyle bulunan yüzde değer) belirtildiği C işaretine sahiptir. Yani örneğin C 45, % 0,45'lik karbon oranı olan **alaşimsız bir ıslah çeliğidir**.

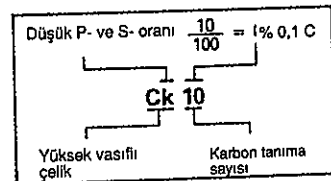
Belirli niteliklerin ifade edilmesi için, C basılı harfinin arkasında küçük harflerle işaretleme kapsamı genişletilebilir (Tablo 1).

Bu çelikler, kalite çeliklerinden daha saftır ve yüksek vasıflı çelikler olarak genellikle ısıtma işlemi için ayırılmıştır. Örneğin yüksek vasıflı çelik Ck 10, düşük fosfor ve kükürt oranında ve % 0,1 karbon içeren bir semantasyon çeliğidir (Bak. Sayfa 275)

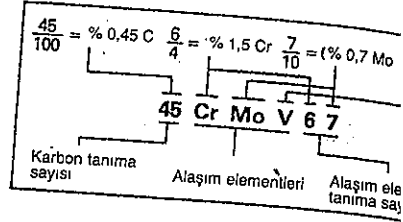
Alaşımli çeliklerde, alaşım elemanlarının toplamı % 5'in altında bulunur. Alaşimsız çeliklere göre daha iyi sertleşebilirlik, ısı ve meneviş dayanıklılığına sahiptir. Standart gösterimi, karbon karakteristik sayısı, kimyasal sembolü ve alaşım elemanlarının karakteristik sayılarından meydana gelir. Alaşım elemanları kendi oranlarına göre düzenlenmiştir. Alaşım elemanlarının oranı hakkındaki karakteristik sayılar, kimyasal işaretin arkasından benzeri sırayı izleyecek şekilde birlikte yer alır. Alaşım elemanlarının oranı hakkında tam bir sayı elde etmek için, alaşım katkı maddelerinin ağırlık oranları 4 ile, 10 veya 100 ile çarpılır (Tablo 1). Yuvarlatılan sonuç, alaşım elemanlarının

Tablo 1: Belirli nitelikler için karakteristik harfler

f	Yüzey sertleştirme için uygun
k	P- ve S- oranlar düşük
g	Soğuk şekillendirmeye elverişli
m	Daha iyi talaş kaldırılabilirlik için S- oranının gerçekleştirilen değeri



karakteristik sayısı olarak ortaya çıkar. Payı az olan alaşım elemanlarının karakteristik sayısı ihmal edilir. Örneğin 45 Cr Mo V 67, %1.5 Cr, %0.7 Mo ve az miktarda V-oranında ısıya dayanıklı bir yay çeliğidir.



Yüksek alaşımli çelikler, kural olarak, en az % 5'ten daha fazla oranı olan alaşım elemanlarına sahiptir. Örneğin yüksek sıcaklıklarda pullanmaya karşı dayanıklılık, kesme dayanıklılığı gibi özel nitelikler veya özellikle elektriksel ve/veya manyetik nitelikler için yüksek alaşımli çelikler kullanılır. Tanıtıcı işareti olarak serinin önüne bir X harfi konulur. Karbon karakteristik sayısı, alaşım elemanlarının kimyasal sembollerini ve oranları aynı sıra izleyerek % cinsinden yazılır.

Paslanmaz çelik X 5 Cr Ni Mo 18 12 (Sayfa 276) yüksek alaşımli olup, % 0,05 C, % 18 Cr, % 12 Ni ve az bir miktar Mo oranına (bileşimine) sahiptir.

Yüksek alaşımli çeliklerin, yüksek hız çelikleri adlı özel bir grubu için özel işaretleme tarzı uygulanmıştır.

S (Yüksek hız çeliği) basılı harfini arkasına sırasıyla volfram, molibden, vanadyum ve mevcut olduğu takdirde kobalt, bu alaşım metallerinin yaklaşık olarak yüzde cinsinden ağırlıkları belirtilir. Sayılar, bir bağlayıcı çizgisiyle ayrılmıştır.

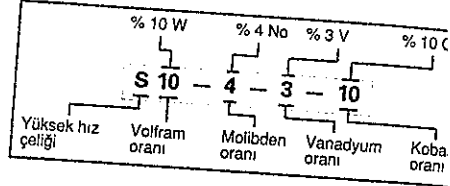
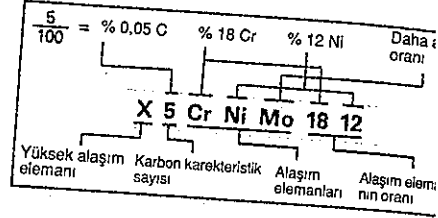
Yüksek hız çelikleri S 10 - 4 - 3 - 10 (Sayfa 277) % 10 W, % 4 No, % 3 V ve % 10 Co içerir.

3.3.6.3 Isıl İşlem Kısımındaki İfadeler

Isıl işlem kısmında, gerçekleştirme kapsamı, işlem durumu ve bundan kaynaklanan mekanik nitelikler ve ayrıca yüzey durumları ifade edilir

Tablo 1 : Alaşım elemanları için çarpanları

4		10		100
Krom	Cr	Alüminyum	Al	Karbon
Kobalt	Co	Bakır	Cu	Fosfor
Mangan	Mn	Molibden	Mo	Kükürt
Nikel	Ni	Tantal	Ta	Azot
Silisyum	Si	Titan	Ti	
Volfram	W	Vanadyum	V	



Tablo 2 : İşlem kısmındaki karakteristik rakamları ve karakteristik matbaa harfleri

Gerçekleşme kapsamı	İşlem durumu
1 Akma sınırı	A Menevişlenmiş
2 Katlama veya şişirme (ezme) deneyi	B Talaş kaldırmada en-iyi işlenebilirlik için işlem görmüş
3 Çentik darbe mukavemeti	BF Mukavemet için ısıtılmış işlem görmüş
4 Akma sınırı ve katlama veya şişirme (ezme) deneyi	BG Bünye için ısıtılmış işlem görmüş
5 Katlama-veya şişirme (ezme) deneyi ve çentik darbe mukavemeti	E Sementasyonla sertleştirilmiş
6 Akma sınırı ve çentik darbe mukavemeti	G Yumuşatma tavi yapılmış
7 Akma sınırı ve katlama veya şişirme (ezme) deneyi ve çentik darbe mukavemeti	H Sertleştirilmiş
8 Isı mukavemeti veya süreklilik mukavemeti	HF Aleve yüzeyi sertleştirilmiş
9 Elektriksel veya manyetik nitelikler	HI İndüksiyonla yüzeyi sertleştirilmiş
	K Soğuk şekil verilmiş
	N Normalize edilmiş
	NT Nitrürlenmiş
	S Genilim giderme tavi yapılmış
	U Isıl işlem görmemiş
	V İstah edilmiş

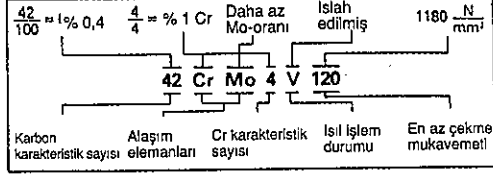
(Tablo 2).

Gerçekleştirme Kapsamı

1 ila 9 sayıları ile karakterize edilir. Bu ifade, üreticinin belirli nitelikler için garanti vermesi anlamına gelir

Isıl işlem durumu ve deformasyon tarzı, büyük harflerle ifade edilir. Sacların (Bak sayfa 276), yüzey durumu küçük harflerle verilir. Isıl işleme ait harfleri takip eden sırada, erişilen dayanım ifade edilebilir. Böylece

Örneğin 42 Cr Mo 4 V 120, bu çelik 120. 9.81 N/mm² 1180 N/mm²'lik bir en düşük çekme dayanımında ıslah edilmiş çelik anlamına gelir.



Tablo 1 : Takım çeliği kalite sınıfları

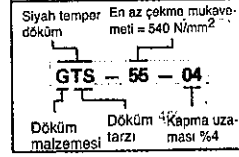
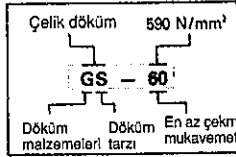
W1	1. Kalite	W3	3.Kalite
W2	2. Kalite	WS	Özel maksatlar için

Tablo 2 :Döküm malzemeleri için karakteristik harfler

G	Döküm malzeme	GS	Çelik döküm
GG	Lamel grafitli dökme demir (kır döküm)	GSZ	Savurma-çelik döküm
GGG	Küresel grafitli dökme demir	GTS	Karbonu giderilmeden tavlanan (siyah) temper döküm
GGL	Lamel grafitli austenitik dökme demir	GTW	Karbonu giderilen (beyaz) temper döküm
G GK	Kökül-dökme demir		
GH	Sert döküm		

3.3.6.4 Demir - Döküm Malzemenin Karakteristiği

Demir - döküm malzemelerde kısa isim, G harfinden ve döküm tarzını ifade eden diğer harflerden oluşturulur (Tablo 2). Bu döküm işaretinde, bir bağlayıcı çizgi vasıtasıyla her döküm tarzına göre, sayı veya sayıları ve harfleri ayrı ayrı sırayla takip eder.



Genel kullanma amaçları için **dökme demir**, **temper döküm** ve **çelik döküm** için en düşük çekme dayanımı çelikte olduğu gibi bir karakteristik sayı vasıtasıyla verilmelidir. Bu sayı 9,81 ile çarpıldığında N/mm² cinsinden en düşük çekme dayanımı elde edilir. Yani GS-60, 60.9,81 N/mm²= 590 N/mm²'lik en az çekme dayanımı olan bir çelik dökümdür (Bak Sayfa 268). **Alaşımlı çelik dökümde**, döküm işaretine göre terkinin ifadesi alaşımlı çeliklerde olduğu gibi GS-17 Cr Mo 55 tarzında sıra takip eder.

Temper dökümde ikinci sayı yüzde olarak (%) kopma gerilimini verir:

Sert Dökümün kısa adında döküm işareti GH arasındaki 10-15 arası sayılar dış katmanın kalınlığını mm cinsinden ve 51-99 arası sayılar ise Shore (Şor) cinsinden geri çarpma sertliğini verir.

Tablo 1 : Standardize edilmiş çelikler ve demir-döküm malzemeler hakkında örnekle

İşaretil	İşaretin Anlamı ve Açıklanması
Alaşimsız Çelikler	
RSt 37-2	2. Kalite grubunun genel yapı çeliği, sakin dökümüş, en düşük çekme mukavemeti 360 N/mm ²
QSt 44.6	Genel yapı çeliği, kenar kıvrıma elverişli, en düşük çekme mukavemeti 430 N/mm ² , garantili akma sınırı ve garantili çentik darbe mukavemeti
ZSt 52-3	3. Kalite sınıfında genel yapı çeliği, parlak çekmeye elverişli, en düşük çekme mukavemeti 510 N/mm ²
C 15	% 0,15 C'lu sementasyon çeliği
WStE 315	Kaynak edilmesine elverişli ince taneli yapı çeliği, ısıya dayanıklı, en düşük akma sınırı 315 N/mm ²
C 35 V 70	% 0,35 C'lu ıslah çeliği, 690 N/mm ² 'lik bir en düşük çekme mukavemetine kadar ıslah edilmiş
Ck 45 N	% 0,45 C'lu ve az miktarda P, ve S içeren, normalize edilmiş ıslah çeliği
C 110 W 1	1. Kalite sınıfında % 1,1 C'li (P ve/veya S oranı en fazla %0,025 olan) takım çeliği
Alaşımli Çelikler	
9 SMn 28 K	% 0,09 C'lu, % 0,28 S'li, mangan oranı belirtilmemiş, soğuk biçimlendirilmiş otomat çeliği
42 CrMo 4 V 90	% 0,42C'lu, % 1 kromlu, molibden oranı belirtilmemiş, en az 880 N/mm ² 'ye kadar dayanımlı ıslah çeliği
65 Si 7 K 280	% 0,65 C'lu, % 1,75 silisyumlu, en az 2750 N/mm ² 'ye kadar dayanımlı soğuk sıkıştırılmış yay çeliği
105 MnCr 4	%1,05 C'lu, %1 manganlı, krom oranı belirtilmemiş takım çeliği
Yüksek Alaşımli Çelik	
X 32 CrMoV 3 3	% 0,32 C'lu, %3 kromlu, %3 molibdenli, vanadyum oranı belirtilmemiş
X 10 CrNi 18 8	%0,1 C'lu, %18 kromlu ve %8 Nikelli paslanmaz çelik
S 10-4-3-10	%10 Volframli, % 4 molibdenli, %3 Vanadyumlu ve % 10 kobaltlı yüksek hız çeliği
Demir-Döküm Malzemeler	
GG-25	250 N/mm ² 'lik en az çekme mukavemeti olan lamel grafitli dökme demir
GGG-60	590 N/mm ² 'lik en az çekme mukavemeti olan küresel grafitli dökme demir
GS-38.5	370 N/mm ² 'lik en az çekme mukavemeti olan, garantili katlanabilirlik ve şişirilebilirlik (ezilebilirlik) yeteneğinde ve garantili çentik darbe mukavemeti bulunan çelik döküm
GS-22 Mo 4	% 0,22 C'lu ve %0,4 molibdenli ısıya dayanıklı çelik döküm
GTW-40-05	400 N/mm ² lik en az çekme mukavemeti ve % 5'lik bir kopma uzaması olan, karbonu giderilerek (dekarbürizasyon) tavllanmış temper döküm (beyaz temper döküm)
GTS-70-02	700 N/mm ² 'lik en az çekme mukavemeti ve % 2'lik kopma uzaması olan, karbonu giderilmeden tavllanmış olan temper döküm (siyah temper döküm)

Tekrarlama Soruları

- 1 Demir - Döküm malzemelerin işaretleri nasıl oluşturulur?
- 2 Alaşımli çeliklerin işaretinin, alaşimsız olanına göre ne farkı vardır?
- 3 Alaşımli çeliklerde, hangi alaşım elemanları, 4 çarpanı ile çarpılarak işaretleme için kullanılır?
- 4 Yüksek hız çeliklerinde, alaşım elemanları hangi sıra takip edilerek belirtilir?
- 5 Isıl işlem kısmında işaretlemede hangi ifadeler yer alır?
- 6 Aşağıdaki işaretlerin anlamını açıklayınız.
Ust 37-2, Ck 60, GTS-45-06, X 6 Cr Mo 17, S-12-1-4-5.

3.3.7 Numaralandırma Yoluyla Malzemelerin Standartlaştırılması

Malzeme numaraları¹⁾ veri işleme-
sine elverişli olan malzemeler için bir
düzenleme sistemini ortaya koyar.

Malzeme Numaralarının Düzenlenmesi

Yedi basamaklı malzeme numaraları,
malzeme ana grubu için sayı, özel
işaretleme için dört basamaklı cins
numarası ve iki ilave sayıdan meydana
gelmiştir (Tablo 1).

Malzeme Ana Grupları: Malzeme
ana grupları 0 ile 9 tanıma sayı ile grup-
landırılır (Tablo 2).

Cins Numaraları 0 ve 1 ana
gruplarına ait cins numaralarında, ilk iki
basamak cins sınıfını tanıtır. Cins
numaralarının her iki tarafa genişleyen
basamakları, **sayısal numaralardır**. Cins
numaraları önemli ölçüde, malzeminin
kimyasal bileşimine veya asıl kaynağına
göre düzenlenir.

Ergime ve döküm cinsi ve ayrıca ısı
işlem durumu gibi özel karakteristiklerin
ifade edilmesi için, **ekleme sayıları**
öngörülmüştür. Ekleme sayılarına ait
ayrıntılı ifadeler, uluslararası bir malzeme
numaralama sistemi üzerinden yapılan
işlemlerin sonucuna göre belirlenmelidir.

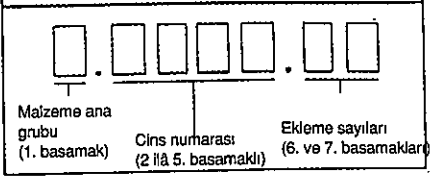
Çelik döküm dahil bütün çelikler bu grup kapsamına girer.

Ana Grup 1: Çelik ve Çelik Döküm

Cins sınıfı (2. ve 3. hane) Asal çelikler ve kalite çelikleri veya yüksek vasıflı
çelikler olarak gruplara ayrılır (Tablo 3).

3.3.8 Çeliklerin Gruplandırılması ve Kullanılması

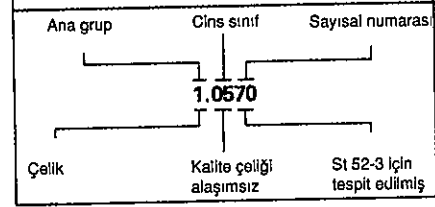
Tablo 1: Malzeme numaralarının düzenlenmesi



Tablo 2 : Malzeme - Ana Grupları

Tanıma sayısı	Ana Gruplar
0	Hamdemir, ferro alaşımları, dökme demir
1	Çelik ve çelik döküm
2	Demir dışındaki ağır metaller
3	Hafif metaller
4 t - 8	Metal olmayan malzemeler
9	Dahili işletme işareti için serbest sayı

Örnek: St 52-3 Malzeme numarası



Tablo 3 : Çelik ve Çelik Döküm için Cins Sınıfları

Cins Sınıfları	Çelik Cinsleri	Cins Sınıfları	Çelik Cinsleri
Temel ve Kalite Çelikleri		Alaşımlı Yüksek Vasıflı Çelikleri	
00	Ticari- ve Temel kalite	20...28	Takım çelikleri
01...02	Genel yapı çelikleri	32, 33	Yüksek hız çelikleri
03...07	Alaşımsız kalite çelikleri	34	Aşınmaya dayanıklı çelikler
08, 09	Alaşımlı kalite çelikleri	35	Hadde çelikleri
90...99	Özel cinsler	36...39	Özel fiziksel nitelikleri olan demir malzemeler
Alaşımsız Yüksek Vasıflı Çelikler		40...45	Paslanmaz çelikler
10	Özel fiziksel nitelikleri olan çelikler	47, 48	Yüksek ısıya dayanıklı çelikler
11	Yapı çelikleri	49	Yüksek sıcaklık çelikleri
12	Yapı çelikleri	50...84	Yapı çelikleri
15...18	Takım çelikleri	85	Nitrürleme (Azotlu) çelikleri

Çelikler, kendi terkiplerine göre alaşımsız ve alaşımli çelikler; kullanım niteliğine göre temel, kalite ve Yüksek vasıflı çelikler (Şekil 1) ve kendi uygulama tarzına göre yapı çelikleri ve takım çelikleri olarak gruplandırılabilir (Şekil 2)

3.3.8.1 Terkibe ve Kullanım Niteliklerine Göre Gruplandırma

Alaşımsız ve Alaşımli Asal Çelikler, özel kullanım niteliği aranan çelik cinsleridir. Bu çelikler için ısıtma işlemi öngörülmemiştir.

Alaşımsız Kalite Çelikleri, ısıtma işlemi gerektirir ve özel kullanım niteliklerine sahiptir. Alaşımsız yapı çelikleri olarak örneğin, kenar kıvrım (abkant) ve soğuk profil çekme için genel yapı çelikleri, alaşımsız çubuk çelik, derin çekme için saclar ve otomat çelikleri sayılabilir.

Alaşımsız Yüksek Vasıflı Çelikler, özellikle saf olarak üretilen ve ısıtma işleminden sonra kalite çelikleri gibi aynı değerlere sahip olan çelik cinsleridir. Bu çelikler, ısıtma etme ve yüzey sertleştirme için elverişlidir.

Alaşımlı çelikler, sadece kalite çelikleri ve yüksek vasıflı çeliklere göre belirlenir. **Alaşımlı Kalite Çelikleri**, örneğin yaylar için Silisyum-Manga çelikler ve kaynak edilebilir ince taneli yapı çelikleridir. Alaşımlı kalite çelikleri ısıtma işlemi için uygun değildir.

Alaşımlı Yüksek Vasıflı Çelikler, ince taneli yapı çeliklerinin dışında, bir ısıtma işlemi için öngörülmüştür.

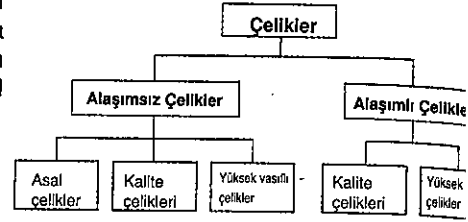
3.3.8.2 Uygulama Tarzına Göre Gruplandırma

El ve makina takımları, kesici takımlar, dökme, püskürtme kalıpları ve dövmü kalıpları **takım çeliklerinden** üretilmekle beraber **yapı çelikleri** makinaların, taşıtların cihazların ve ayrıca konstrüksiyon, gemi ve tankların yapımında kullanılır (Şekil 2).

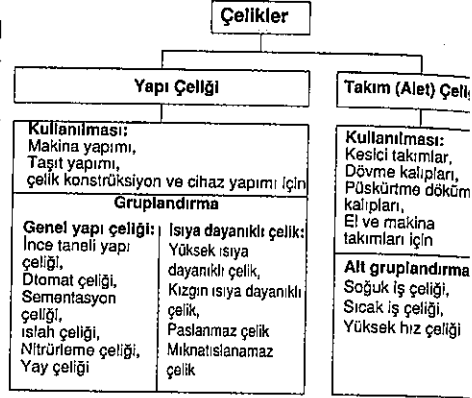
3.3.8.3 Yapı Çelikleri

Yapı çelikleri¹⁾ kullanma amacına göre çeşitli taleplerin karşılanması için elverişlidir.

- **Mekanik Nitelikler:** Öncelikle, darbeli ve vuruntulu zorlama olan yerlerde ve düşük sıcaklıklarda, yüksek akma sınırı, kafi derecede özlülük (sıklılık).
- **Fiziksel Nitelikler:** Miknatıslanabilirlik, az ısıtma genleşme
- **Teknolojik Nitelikler:** Kolay şekillendirilebilirlik, örneğin preste basma ve derin çekme işleminde soğuk olarak şekil verilebilirlik, kaynak işlemine elverişlilik, ısıya karşı dayanıklılık.
- **Kimyasal Nitelikler:** Korozyona ve yüksek ısıya dayanıklılık.



Şekil 1: Çeliklerin terkiye göre gruplandırılması



Şekil 2: Çeliklerin kullanım niteliklerine göre gruplandırılması

Genel Yapı Çelikleri¹⁾

Genel yapı çelikleri için bir ısıl işlem öngörülmemiştir (Şekil 1). Kullanımında, çekme dayanımı dikkate alınır. Bu değer göstergesi işaretleme içinde ifade edilir. Örneğin **St 50-2**. çekme dayanımı, C oranının artışı ile yükselir, fakat aynı zamanda özlülüğü (sıkılığı), şekil verilebilme kabiliyeti ve kaynak elverişliliği düşer.

St 37-2, St 37-3, St 44-2, St 44-3, St 52-3 çelikleri, ark ve gaz ergitme kaynakları için elverişlidir.

Kaynağa Elverişli İnce Taneli Yapı Çelikleri²⁾

Kaynak edilmeye elverişli ince taneli yapı çeliklerinin en düşük akma sınırı, 255 N/mm² ile 500 N/mm²lik sınırlar arasında yer alır. Kimyasal bileşimi ve C oranının % 0,2'de sınırlandırılması, kaynak elverişliliği ile ilgilidir (Şekil 2). 410 N/mm²lik en düşük akma sınırı olan kaynak edilmeye elverişli ince taneli yapı çeliği olan **StE 420, TStE 420** sembolü ile soğuğa dayanıklı çelik olarak işaretlenir.

Otomat Çelikleri³⁾

Otomat çelikleri, yüksek miktarda kükürt (% 0.3'e kadar S) ve fosfor oranına (% 0.2'ye kadar P) sahip, alaşımsız kalite çelikleridir. Bundan dolayı otomat çelikleri kaynak edilmeye elverişli değildir ve genel olarak otomat tornalarda işlenir (Şekil 3). Kükürt oranı vasıtasıyla kısa kırılan talaşlar meydana gelir. Kurşun katkısı suretiyle talaş oluşumu ve iş parçalarının yüzey kalitesi iyileştirilir. Talaş kaldırılabirlik, "sakin olarak dökülmeyen" otomat çelikleri **9 S 20 ve 95 Mn Pb 28'de**, en iyi durumda olup, C oranı yükseldikçe bu özellik kötüleşir.

Sementasyon Çelikleri⁴⁾

Sementasyon çelikleri, C oranı < % 0,2 olan (örneğin **C 10** gibi) alaşımsız kalite çelikleri, örneğin **Ck 10** gibi alaşımsız yüksek vasıflı çelikler veya **15 Ni Cr 6** ve **17 Cr3** gibi alaşımlı yüksek vasıflı çeliklerdir. Sementasyon çeliklerinden, sementasyonla sertleştirme (238. sayfa) metoduyla sert, aşınmaya dayanıklı bir yüzey tabakasına sahip iş parçaları elde edilir (Şekil 4).

Nitrüleme çelikleri⁵⁾

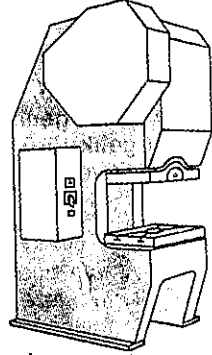
Nitrüleme çelikleri, kendi bileşimde yer alan krom, alüminyum ve titan gibi nitrit oluşturu maddelerden dolayı yüksek süreklilik dayanımı olan aşınmaya dayanıklı yapı parçaları için kullanılan örneğin **31 Cr Mo12** gibi alaşımlı çeliklerdir.

İslah Çelikleri⁶⁾

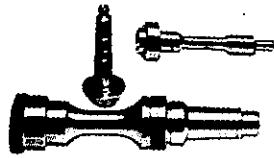
İslah çelikleri, % 0,2 ile % 0,65 arasında bir karbon oranına sahiptir. Bu çeliklere, ıslah edilerek (Bak. Sayfa 235) yüksek dayanımın kazandırılır. Ayrıca ıslah çelikleri iyi bir özlülüğe sahiptir ve genellikle yüksek dinamik yüklemelerde zorlanan



Şekil 1: Genel yapı çeliğinden yapılmış frezeleme başlığı



Şekil 2: İnce taneli yapı çeliğinden yapılmış kaynaklı tezgah gövdesi



Şekil 3: Otomat-torna parçaları



Şekil 4: Sementasyon çeliğinden yapılmış dişli çarklar

makina elemanları için kullanılır. Islah çelikleri, örneğin **C 25** gibi alaşımsız çelikleri olarak, örneğin **Cq 45** ve **Cm 60** gibi alaşımsız yüksek vasıflı çelikler veya **30 Cr Ni Mo 8** gibi alaşımlı yüksek vasıflı çelikler olarak üretilir.

Yay Çelikleri

Yay çelikleri elastiki, sürekli titreşime dayanıklı ve ayrıca yüksek bir daya sahip olmak zorundadır. Genel olarak makinalarda ve taşıt yapımında kullanılan çelikleri, **C 75** gibi, alaşımsız kalite çelikleri, **Ck 75** gibi alaşımsız yüksek çelikler ve **66 Si 7** gibi alaşımlı yüksek vasıflı çeliklerdir.

Özel Çelikler

Özel çelikler, özel kullanma amaçlarına göre, alaşımsız kalite ve yüksek çelikler ve ayrıca alaşımlı Yüksek vasıflı çelikler olarak sayılabilir.

Soğuğa dayanıklı çelikler (örneğin 10 Ni 14, X 8 Ni 9), -50°C'nin altın sıcaklıklarda yeteri derecede dayanıklıdır. Sıvı gazların üretilmesine nakledilmesine ait tesislerdeki tanklar, boru tesisatları ve armatürler için kullanılır.

Isıya dayanıklı çelikler (örneğin St 45.8, 10 CrMo 9 10, X 20 CrMo 12 350°C'nin üzerindeki işletme sıcaklıklarında ısı santrallerindeki boru tesisat ısıtma kazanları ve tahrik üniteleri için kullanılır.

Yüksek ısıya dayanıklı çelikler (örneğin X 4 NiCrTi 25 15, X 45 CrNiW 18 9), 700°C'ye kadar geniş ölçüde dayanımını korur. Bu çelik türü, tahrik ünitelerinde örneğin ventil ve türbün kanatlarının yapımında kullanılır (Şekil 1).

Paslanmaz çelikler, (örneğin X 5 CrNi 18 9), hava rutubetine, suya, deniz suyuna, genel olarak asitlere ve ergiyiklere karşı korozyon bakımından dayanıklıdır. Kimya ve gıda maddeleri sanayinde her türlü tank, boru tesisatları ve makina parçaları yapımı için kullanılır.

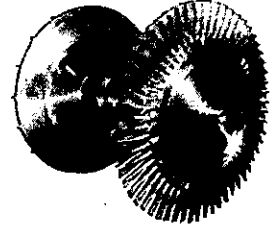
Çelik Saclar

Sacdan yapılmış yapı parçaları, uygun biçim verilmek suretiyle, yüksek yüklemeleri karşılayabilir (Şekil 2). Çelik saclar, çok ince ve (galvanizli) saclar; ayrıca ince, orta, kaba ve kazan sacları olmak üzere gruplara ayrılır (Tablo 1). Saclar, genel yapı, sementasyon, ıslah veya paslanmaz çeliklerden yapılır.

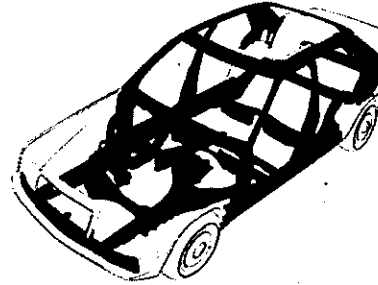
Çok İnce Saclar ve (Galvanizli) Saclar

1) Yumuşak alaşımsız çeliklerden 0,5 mm'nin altındaki kalınlıklarda haddelenir. Beyaz saclar bir çinko kaplamaya sahiptir. Çok ince sacın yüzey kalitesi, yağı alınarak boyanmaya ve desen basılmasına uygun hale gelecek şekilde iyileştirilir.

İnce Saclar 2), 3 mm'nin altında, ter-cihen soğuk olarak çekilmiş alaşımsız çeliklerden yapılmış hadde ürünleridir. Biçim verme işlerinde, örneğin derin çekme için kullanılır ve buna bağlı olarak yüzeyi soyluştürmek (asallaştürmak) için tahsis edilir.



Şekil 1: Yüksek ısıya dayanıklı çelikte yapılmış türbin rotoru



Şekil 2 : Çelik saclardan yapılmış olan kendisini taşıyıcı karoseri

Tablo 1 : Çelik sacların guruplandırılması

Sac sınıfı	Kalınlığı
En ince sac	0.5 mm'ye kadar
İnce sac	0.5 mm ila 3 mm
Orta sac	3 mm ila 4.75 mm
Kalın sac	4.75 mm'nin üzerinde

Taleplere uygun olarak, çeşitli kalite grupları, yüzey kalitesi cinsleri yüzey yapıları standartlaştırılmıştır (Tablo 1). Örneğin **St 13 05 m**, sakin olmayan tarzda dökülmüş çelikten yapılmış olan, çekmeye elverişli en iyi mat yüzeyli bir sacı karakterize eder. Çekme dayanımının kullanma amacına uygun olduğu inçe saclar, (örneğin: USt 44 -2 03), genel olarak yapı çeliğinden üretilir.

Orta ve kalın saclar³⁾, tercihen genel yapı çeliğinden, fakat sementasyon ve ıslah çeliklerinden de yapılır.

Kazan sacları⁴⁾ Basıncılı tanklar ve kazanlar için kazan saclarınının gevrek kopma (kırılma) emniyetinin ve ergiyik kaynağının yapılabiliğinin sağlanması gerekir. Alaşimsız çeliklerden yapılmış olan kazan sacları H I, H II, H III ve H IV ile işaretlenir. Bunun yanında büyüyen Romem rakamı ile C oranı ve çekme dayanımı da yükselir. Yüksek zorlanma altında kalan ve sıcak ısıya dayanıklı kazan sacları için alaşım çelikleri, örneğin 19 Mn 5 veya 13 Cr Mo 4 4 kullanılır.

3.3.8.4 Takım Çelikleri

Takım çeliklerinden¹⁾, kesme, şekil verme ve talaş kaldırma işlemleri için takımalar üretilir. Isıl işlem vasıtasıyla kullanım sertliklerine ulaştırılır. Kendi bileşimine göre alaşimsız, alaşımli ve yüksek alaşımli takım çelikleri; su verme (soğutma) maddesine göre suda, yağda ve havada sertleştirilmiş takım çelikleri ve kullanma durumuna (çalışma sıcaklığına), göre soğuk iş, sıcak iş ve yüksek hız çelikleri olarak gruplara ayrılır. Alaşimsız takım çeliklerinin karbon oranı % 0,5 ile % 1,4 arasında bulunur. Alaşımli takım çelikleri % 2,2'ye kadar C içerebilir. Çeliklerin bileşiminden kendi kullanılabilirlikleri anlaşılabilir. Bütün takım çelikleri, **Yüksek vasıflı çeliklerinden** üretilir.

Soğuk iş çelikleri ile, malzemeler soğuk durumda işlenir. Talaşlı imalat, kesme ve biçim verme takımları üretilir. İşleme esnasında meydana gelen yüzey sıcaklığı 200°C'nin altında bulunur (Şekil 1).

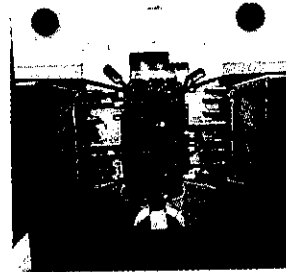
Sıcak iş çelikleri ile, çelik, ayrıca ağır ve hafif metaller, sıcak durumda kesilip ayrılır ve biçim verilebilir (Şekil 2). Bunlardan örneğin dövme kalıpları ve basınçla döküm kalıpları yapılır. Bu çelikler, 200°C ila 400°C'lik sıcaklıklarda kullanıma elverişlidir.

Yüksek hız çeliğinden, kesici ağızdaki 600°C'ye kadar sıcaklıklar için talaş kaldıracı takımalar üretilir (Şekil 3).

Tablo 1 : Inçe saclar	
Sembolü	Kalite grupları
St 12 St 13 St 14	Temel kalite Çekme kalitesi Derin çekme kalitesi
İşaretil	Yüzey cinsi
03 05	Soğuk haddelenmiş yüzey en iyi yüzey
İşaretil	Yüzey yapısı
g m r	Yüzeyli parlak Yüzeyli mat Yüzeyli pürüzlü



Şekil 1: Boru üretimi için soğuk iş çeliğinden yapılmış olan hadde makaraları



Şekil 2: Sıcak iş çeliğinden yapılmış olan basınçlı döküm kalıbı



Şekil 3: Yüksek hız çeliğinden yapılmış olan matkap

Alaşimsız Takım Çelikler

Alaşimsız takım çeliklerinde C oranı, kullanım için temel alınır. Sertliklerini, yaklaşık 200°C'lik çalışma sıcaklıklarında kaybeder ve bundan dolayı el takımları için tercihen kullanılır.

Alaşimsız Takım Çeliği

C- Oranı	: % 0,5 ila
Sertleşme sıcaklığı	: 760 ila 810
Menevişleme sıcaklığı	: 200 ila 300
Çalışma sıcaklığı	: 200 °C'ye

C 105 W 1 Çeliği kendine özgü sertleşebilirliğinden ve yeteri kadar özlülüğ (sıkı yapısından) dolayı talaş kaldırma takımları için elverişlidir. **C 80 W 2** çeliği kesici ve biçim verici (şekillendirici) takımlar için kullanılır. Torna kalemi ve ç 75 W 3 çeliğinden, makas bıçakları, baltalar vs. C 55 W S çeliğinden yapılır.

Alaşımli Takım Çelikleri

% 5'e kadar alaşım katkı maddeleri olan alaşımli takım çelikleri; talaşlı işleme için kullanıldığında, alaşimsız takım çeliklerine göre daha yüksek kesme hızlarında çalışmaya imkan sağlar. Alaşımli takım çelikleri kesici ve basınç (pres) kalıpları, dövme kalıpları ve basınçlı döküm kalıpları için elverişlidir. Isıya, sertlik ve meneviş dayanıklılığına, molibden, volfram, krom ve vanadyum ilave edilmesiyle erişilir.

Alaşımli Takım Çeliği

C- Oranı	: % 0,2 ila 5
Alaşım oranı	: < % 5
Sertleşme sıcaklığı	: 760 ila 810
Menevişleme sıcaklığı	: 200 ila 300
Çalışma sıcaklığı	: 400 °C'ye

Örneğin 120 WV 4 çeliği, yüksek keskinlik dayanıklılığına sahip olup, matkap, kılavuz takımları ve kesici takımlar için kullanılır.

% 5'ten daha fazla alaşım payları bulunan alaşımli takım çeliklerine, **yüksek hız çelikleri** dahil olup onlar da yüksek alaşımli ve talaş kaldırma işleminde yüksek çalışma sıcaklıkları ve kesme hızları için kullanılır. Yüksek hız çeliğinden yapılmış olan takımlar; fiziksel biçimlerinden dolayı istenilen tipte talaş kaldıracak şekilde üretilebildiğinden ve iyi bir özlülüğe sahip olduğundan, çoğu takım cinslerinde sert metalin yerini alabilmiştir. Bundan dolayı yüksek hız çeliğinden (örneğin **S 6-5-2**) matkaplar, kılavuzlar, silindirik frezeler, testere lamaları ve boşaltma tığları (broşlar) üretilir.






Yüksek Alaşımli Takım Ç

C- Oranı	: % 2,2'ye
Alaşım oranı	: > % 5
Sertleşme sıcaklığı	: 920 ila 1000
Menevişleme sıcaklığı	: 200 ila 300
Çalışma sıcaklığı	: 800 °C'ye

3.3.9 Çeliklerin Ticari Biçimleri

Haddeleme (Bak. Sayfa 263) ve çubuk (sürekli hatlı) presleme suretiyle yarı çelik mamüller olarak işlenir ve standardize edilmiş biçimlerde piyasaya arz edilir. Bununla beraber özellikle profilli çelik, çubuk çelik, şeritler, saclar ve teller olarak gruplara ayrılır.

Tablo 1 : Çeliklerin ticari biçimleri ve işaretleri (Örnekler)

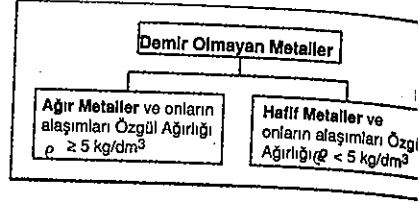
Biçim	Örnekleri	İşaretleri
 <p>Çelik profiller</p>	USt 44-2 çeliğinden yapılmış 220 mm yüksekliğinde olan I- Serisi, Dar I- taşıyıcısı (çift T- taşıyıcısı)	I- Profil DIN 1025-USt 44-2-I 220
	USt 37-2'den yapılmış 240 mm yüksekliğinde olan U- Çeliği	U-Profil DIN 1026 -USt 37-2-U240
	St 37-3'ten yapılmış 100 mm ve 50 mm genişliği 10 mm kalınlığı olan eşit et kalınlığı olmayan köşebent	L-Profil DIN 1029 -St 37-3 L 100 x 50 x 10
 <p>Çelik çubuklar</p>	St 44-2 çeliğinden yapılmış kenar uzunluğu 10 mm olan sıcak haddelenmiş dört köşe çelik	4 köşeli DIN 1014 - St 44. 2-10
	35 S 20 otomat çeliğinden ISO-tolerans sahası h8'e göre soğuk olarak biçimlendirilmiş 32 mm çapında parlak yuvarlak çelik	Yuvarlak DIN 670 -35 S 20 K -32
	USt 37-2'den yapılmış, 16 mm genişliğinde ve 8 mm kalınlığında olan parlak yassı (Lama) çelik	Yassı (Lama) DIN 174 - USt 37-2-16x8
 <p>Borular</p>	Sıcak- veya sürekli mukavemet garantisi verilen St 44.8 çeliğinden yapılmış 115 mmx140 mm ağız açıklığı 16 mm cidar kalınlığı olan dikdörtgen kesitli kutu profil.	Boru DIN 2906 -St 44.8-115x140x16
	Çinko kaplanmış (galvanizli) R1 1/2'lik vida dışı için nominal çapı 40 olan kaynak dikişli, orta ağırlıkta çelik boru	Vida dışı boru DIN 2440 -DIN 40 galvanizli
	St 52-3'ten yapılmış, dış çapı 60 mm ve cidar kalınlığı 4 mm olan, normalize tavı yapılmış dikişsiz hassas çelik boru	Boru DIN 2391 -St 52.3 N-60x4
 <p>Saclar</p>	Nominal kalınlığı 4,5 mm olan RSt 37-2'den yapılmış sıcak haddelenmiş sac	Sac DIN 1543 -RSt 37-2 -4.5
	1,5 mm kalınlığında, 1000 mm genişliğinde ve 2000 mm uzunluğunda yaldızlı, mat yüzeyli özel olarak sakın dökülmüş çelikten yapılmış derin çekme sac	Sac DIN 1541 -St 14 05 m-1,5 x 1000 x 2000
 <p>Teller</p>	2,8 mm çapında olan D 8-2 çelik cinsinden çinko kaplanmış (galvanizli) çelik tel	Tel DIN 177 -D 8-2 galvanizli -2,8
	0,18 mm çapında olan C-Sınıfı yay çeliği teli	Tel DIN 2076 -C- 0,18

Tekrarlama Soruları

- 1 Çelikler, bileşimlerine göre nasıl gruplandırılır?
- 2 Yapı çeliklerinin hangi niteliklere sahip olması gerekir?
- 3 Sementasyon çelikleri hangi bileşime sahiptir?
- 4 Soğuk şekillendirilmiş çelikler ne için kullanılır?
- 5 İnce sacdan ne anlaşılır?
- 6 Takım çelikleri hangi tarzda gruplandırılabilir?
- 7 Sıcak iş çelikleri ne için kullanılır?
- 8 Çeliklerin en önemli ticari biçimleri hangileridir?

3.4 Demir Olmayan Metaller

Demir hariç, bütün saf metaller ve katkı elemanı olarak demir miktarı en büyük payı oluşturmaman bütün alaşımlar, demir olmayan metallerden sayılır ve Demir olmayan metaller (DO-Metaller) olarak da isimlendirilirler.



Demir olmayan metaller, kendi özgül ağırlıklarına (yoğunluklarına) göre, **A Metaller** ve **Hafif Metaller** halinde gruplara ayrılır.

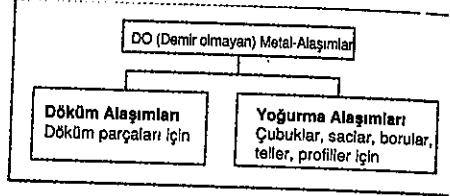
3.4.1 Demir Olmayan Metallerin Nitelikleri, gruplara Ayrılması ve İşaretlenmesi

Nitelikleri: Genellikle saf metaller yumuşak ve kendi alaşımlarına göre daha bir mukavemete sahiptir. Saflık derecesi ne kadar yüksek olursa, ergime derecesi azalır, elektrik iletim kabiliyeti ve işlenebilirliği daha iyi olur.

• Alaşım yapmak suretiyle, saf metallerin malzeme niteliklerinin değiştirilmesi hedeflenir.

Alaşım yapımında, iki veya daha fazla metal sıvı halde karıştırılır. Genleşebilirliğin, elektrik iletim kabiliyetinin azalmasına karşılık, esas metallerle nispeti alaşımın sertliği ve mukavemeti genel olarak artar. Talaş kaldırma işleminde, talaş şekilleri kısa ve kırılabilir olur. Alaşımlar, daima adını almış oldukları saf maddeden daha düşük bir erime noktasına sahiptir.

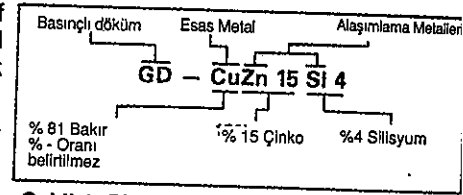
Gruplara Ayrılması: DO (demir olmayan) metallerin alaşımları; döküm alaşımları ve yoğurma alaşımları olarak gruplara ayrılır.



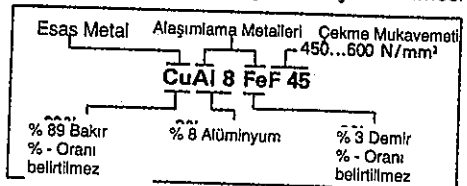
Döküm Alaşımları uygun döküm niteliklerine sahiptir. Bu alaşımlar döküm parçaları için kullanılır.

Yoğurma Alaşımları soğuk ve sıcak durumda talaşsız olarak biçimlendirilirler. Onlardan çubuklar, saclar, borular, teller ve profiller imal edilirler.

İşaretleme: Yaygın olarak saf metallerin gösterilişinde kimyasal sembolden sonra saflık derecesi, ağırlık yüzdesi cinsinden ifade edilir; örneğin Zn 99.99 gibi. Bundan farklı olarak bakırda saflık derecesi, A'dan F'ye kadar olan harfler vasıtasıyla işaretlenir. Bu işaretleme göre F-Cu, A-Cu'dan daha saftır. E-Cu (elektrolitik bakır) için, sadece elektrikli iletim kabiliyeti ölçü olarak alınır. Oksijensiz bakır cinsleri ise, sembolün önüne yazılacak bir S harfi ile gösterilir. Örneğin SF-Cu, %99.9 saflık derecesine sahip olan bir oksijensiz bakırdır.



Şekil 1: Bir döküm alaşımının işaretlenmesi



Şekil 2: Bir yoğurma alaşımının işaretlenmesi

DO (Demir olmayan) alaşımlar, en yüksek paya sahip olan metal ismine göre, (esas metale göre) ve döküm alaşımı veya yoğurma alaşımı katkı maddesine göre işaretlenir. Örneğin Alüminyum-Döküm Alaşımı veya Nikel-yoğurma alaşımı gibi bakır alaşımları, esas metale göre ve bir veya iki alaşım metaline göre isim alırlar. Örneğin Bakır-Çinko alaşımı veya Bakır-Nikel-Çinko Alaşımı gibi.

Döküm alaşımlarının işaretlenmesinde ilk basamakta imalat ve kullanma hakkında tanıtıcı harfler bulunur. Bir bağ-çizgisini tertip hakkındaki ifadeler takip eder. Bundan sonra özel nitelikler ve işlem ile ilgili konular hakkında kısa işaretler (harfler, sayılar) gelir (Sayfa 280, Şekil 1 ve Sayfa 281, Tablo 1).

Yoğurma Alaşımlarında imalat ve kullanma hakkındaki işaretler mevcut değildir. Genellikle terkihi oluşturan esas metalin kimyasal işareti (sembölü)'nde genel olarak yüzde oranı yer almaz, bu takdirde en önemli alaşım katkı maddesinin işareti, payının büyüklüğüne göre, ilgili yüzde oranı değeri yazar.

Tablo 1 : DO Metal Alaşımların Tanımları		
İmalat ve kullanma hakkında tanıtıcı harfler	Terkip hakkındaki karakteristikler (Tanıtıcı işaretleri)	Özel nitelikler veya işlem durumları hakkında kısa işaretler
G- Döküm (Genel) GD- Basınçlı döküm GK- Kokil dökümü GZ- Savurma dökümü (santrifüj döküm) GC- Devamlı döküm V- Ön alaşımlama GL- Kayar metal L- Lâhim Lg- Yatak metal	Kimyasal Semboller Al Alüminyum Cu Bakır Ni Nikel Pb Kurşun Zn Çinko gibi Muhtevanın ağırlık yüzdeleri cinsinden karakteristik (tanıtıcı) sayıları Örneğin: Mg 3 %3 Magnezyum Sn 25 % 25 Çinko	Çekme Mukavemeti F...Çekme mukavemeti (Karakteristik sayısı ile) Örneğin F42 Çekme mukavemeti $R_m = 420...480$ N/mm ² gibi Hafif Metallerde ilave işaretler a Sertleştirilmiş Ka Soğuk sertleştirilmiş wa Sıcak sertleştirilmiş g Tavlanmış zh Çekilmiş (çekme sertliği) Wh Haddeden geçirilmiş (hadde sertliği)

3.4.2 DO (Demir Olmayan) Ağır Metaller

Makina yapımında en sık kullanılan DO (Demir olmayan) -ağır metaller bakır, nikel çinko, kurşun, kalay ve bu metallerin alaşımları olup, bundan başka örneğin wolfram, krom ve ayrıca altın, gümüş ve platin. Asal (soy) Metalleri gibi alaşımlama metalleridir.

Kadmiyum, kurşun ve civa gibi ağır metaller, son senelerde iyonlarına ayrılmış şekilde hava, toprak ve akarsuya karıştırılarak insanların sağlığını tehlikeye sokacak boyutta işlenmiş ve kullanılmışlardır.

3.4.2.1 Bakır (Cu) ve Bakır Alaşımları

Nitelikleri: Saf bakır yumuşaktır ve iyi genleşebilir. Yüksek ısı ve elektrik iletim kabiliyeti, gümüş ve altından sonra en yüksek olanıdır. Bakır atmosferik etkilere karşı korozyon bakımından dayanıklıdır. Açık havada, yüzeylerde bakır karbonattan meydana gelen ince, kahverengi ve yeşil bir koruyucu pas tabakası oluşur.

Özgül ağırlığı (yoğunlu)	: 8,93 kg/dm ³
Ergime noktası	: 1083 °C
Çekme mukavemeti	: Sıcak olarak haddeden geçirilmiş olanı 200...300 N/mm ² , Soğuk olarak sıkıştırılmış olanı 600 N/mm ² 'ye kadar
Kopma uzaması	: % 35... 50; soğuk işlerken sertleşmesi % 2

İşlenebilirliği: Bakır çoğunlukla döküm metotlarına göre dökülür. Büzülme payı, % 1.8 ile % 2.2 arasında bulunur. Bakırdan imal edilmiş olan yarı mamuller, 800°C ile 950°C arasındaki sıcaklık sahası içinde dökülmüş olan plakalardan veya bloklardan sac elde etmek için haddelerden geçirilir veya hat presleme işlemleri sayesinde çubuk parofiller ve dikişsiz borular halinde işlenirler. Soğuk biçim vermek (şekillendirmek) suretiyle saclar, 0.01 mm'ye kadar kalınlığa sahip folyeler elde etmek için haddeden geçirilir ve çubuklar 0.02 mm 'ye kadar olan çaplarda teller elde etmek için çekme işlemine tabi tutulurlar. Talaş kaldırma işleminde, bakır, yığılan talaşın oluşumuna eğilim gösterir helisel ve karışık talaşlar çıkarır. Büyük talaş açısı ve keskin kesici ağızlar sayesinde kaldırılan talaşın teşekkülüne karşı tesir edilir. **Tellür**, kükürt ve kurşunun az miktarda katılması, talaşın parçalanabilirliğini iyileştirir. Soğutucu sıvı maddesi olarak kesme yağları ve emülsiyonlar kullanılır. Kaynak edilen veya lehmlenen parçalar için, özellikle oksijensiz bakır cinsleri uygundur.

Kullanma: Bakır elektroteknikte en önemli iletim malzemesidir. Bundan başka bakır lehim havyasında, ısı eşanjörlerinde (Şekil 1) ısıtıcı ve soğutucu boru demetlerinde, çatı örtülerinde, sanatsal eşyalarda ve her şeyden evvel alaşımlama metali olarak kullanılır.

Bakır-Çinko-Alaşımları (pirinç)

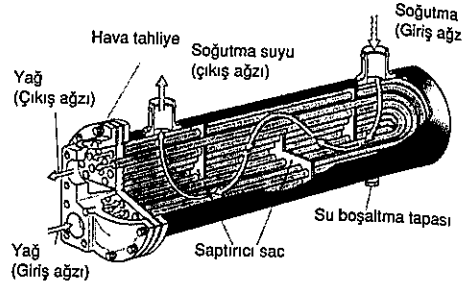
Bakır - çinko alaşımları, genellikle kullanılan DO (demir olmayan) - ağır - metal alaşımlarıdır. Bakır muhteva oranının en az % 50 olması icap eder, çünkü bakır muhteva oranının daha az olması halinde, alaşım teknik açıdan kullanılamayacak kadar gevrek olur. İşlenebilme ve kullanılma durumları alaşımda mevcut bulunan miktarlarına bağlıdır. İyi polisaj yapılabilir (parlatılabilir) olması ve korozyona karşı dayanıklılık sağlayan sarı metal renk, bakır çinko alaşımlarının dekoratif amaçla içinde kullanılabilmesini mümkün kılar.

Bakır-Çinko Döküm Alaşımları bütün döküm metotları ile elde edilirler. Çekme mukavemeti; her terkiye göre, 200 N/mm² ile 800 N/mm² arasında, kopma uzaması % 4 ile % 35 arasında bulunur. Döküm parçalar çok iyi talaş kaldırılarak işlenir. Kalıplar içinde, örneğin G-CuZn 35'den meydana gelmiş olan döküm parçaların kokillerin veya basınçlı döküm parçalarının yüzeyleri, metalik olarak parlak olması karşılık, gri kahverengi görünümündedir.

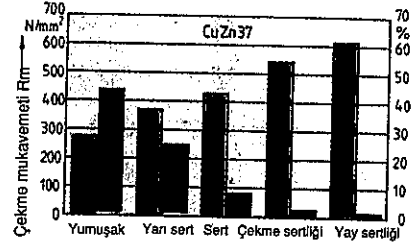
Genleşmenin aynı zamanda azalmasına karşılık, (örneğin Cu Zn 37'de olduğu gibi) **Bakır-Çinko** yoğurma alaşımlarında, soğuk şekillendirmenin muhtelif dereceleri vasıtasıyla mukavemeti ve sertliği önemli ölçüde artırılır (Şekil 2).

Alüminyum, demir, nikel, mangan, kalay ve silisyum katkılı bakır-çinko alaşımları, her terkiye göre çekme ve aşınma bakımından mukavim, fakat korozyona karşı da dayanıklıdır.

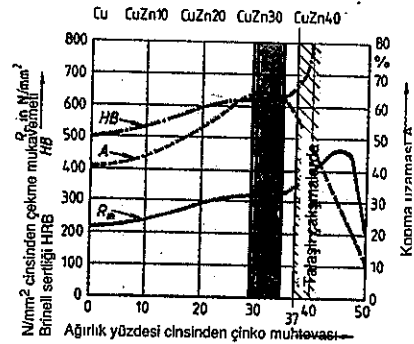
İşlenebilirlik Bakır - çinko alaşımları her çinko muhtevası için iyi dökülür, şekil değiştirme ve talaş kaldırma işlemi kolay olur. Yaklaşık % 30'luk bir alaşım en iyi şekil değiştirme kabiliyetine sahiptir, çünkü bu değerde kopma uzaması en büyük değerini alır ve sertlik ile çekme mukavemeti hala sınır değerlerinde tutulur (Şekil 3). % 37'nin üzerinde çinko içeren alaşımlar, talaş kaldırılarak şekillendirilmede kullanılırlar. Alaşım katkı maddesi olarak % 3.5'e kadar kurşun katmak suretiyle, talaş kaldırma kabiliyeti önemli ölçüde iyileştirilir. Örneğin Cu Zn 39 Pb 3 veya Cu Zn 38 Pb 1,5 gibi otomat alaşımlarının talaş kaldırma kabiliyetleri ispatlanmıştır.



Şekil 1 : Bakır borulu ısı eşanjörü



Şekil 2: Cu Zn 37'ye soğuk olarak şekil verdikten sonra, çekme mukavemetinin ve kopma uzamasının değişmesi



Şekil 3: Bakır-Çinko alaşımlarının çinko oranına bağlı olarak mukavemet nitelikleri (Yumuşak tavllanmış, 20°C)

Kullanma: Bakır çinko alaşımları mikro teknikte, saat ve elektrik sanayiinde kullanılır. Alüminyum ve silisyum ihtiva eden alaşımlar yatak malzemesi olarak uygundur. Örneğin **Cu Zn 40 Al 2** veya **Cu Zn 31 Si**'de olduğu gibi. Gemicilik sanayiinde **Cu Zn 35 Ni** ve **Cu Zn 20 Al** kullanılır, çünkü bunlar deniz suyuna karşı korozyon bakımından dayanıklıdır.

Bakır-Kalay-Alaşımları (kalay bronzları)

Bakır-kalay alaşımları, %83 ila %98 bakır, %2 ila %15 kalay ve bazen çinko, kurşun ve nikel de ihtiva ederler. Bunlar, çekmeye ve aşınmaya karşı mukavim olmaktan başka, korozyona karşı, bakır-çinko-alaşımlarından daha fazla dayanıklıdır. Bakır-Kalay Döküm alaşımları ve bakır - kalay - çinko - döküm alaşımları (kızıl döküm), kendine has iyi kayma özelliğinden dolayı, yatak zarfları (Şekil 1), mil somunları, sonsuz vida ve helisel dişli çarklar için elverişlidir. **Cu Sn 8 P**'den yapılmış olan kaymalı yataklar, büyük yüzey basınçlarını üzerine alabilirler.



Şekil 1 : Kızıl dökümden yapılmış olan yatak zarfları

Bakır-Kurşun ve Bakır-Kurşun Kalay-Alaşımları, çok iyi kaydırma niteliklerine sahiptir. Bu yüzden tercih edilen yatak malzemeleridir. Kurşun, yatak malzemelerine iyi bir özellik sağlar. Bunlar, makina ve taşıt yapımında kaymalı yatakların imalatı için kullanılırlar.

Bakır-Alüminyum Alaşımları iyi bir çekme mukavemetine, büyük sıklığa (özlülüğe) ve iyi korozyon mukavemetine sahiptir. Örneğin **Cu Al 18**, kimya sanayindeki ve maden ocaklarındaki armatürler için kullanılır. Az miktarda Fe, Ni ve Mn katılması, çekme mukavemetini, 850 N/mm² 'nin üzerine çıkarır. Bundan dolayı, en yüksek taleplerin karşılanması için **Cu Al 11 Ni**'den imal edilmiş olan helisel dişliler ve sonsuz vida dişlileri, ayrıca kaymalı yataklar yapılır. **G-Cu Al 18 Mn** döküm alaşımı, kendine has yüksek korozyona ve deniz suyuna karşı mukavemetli olduğundan dolayı gemi pervaneleri, türbün kanatları ve yağ endüstrisindeki armatürler için elverişlidir.

Bakır-Nikel Alaşımları, %40 ila %45 nikel ihtiva eder. Bunlar korozyon bakımından en dayanıklı olan bakır malzemelerden sayılır ve gümüş ihtiva eden kendi yüzeylerinden dolayı, metal vazo ve sofrta takımı gibi dekoratif eşyalar için işlenirler.

Cu Ni 25, uzun süre tedavülde kullanıldıktan sonra bile kendine has açık gümüş rengini ihtiva eden (50 - fenik-, 1-DM-, ve 5-DM) madeni para malzemesidir. Alaşım, en ince kabartmaların keskin şekilde teşkil edildiği sertlik, biçim ve ölçü tamlığı bakımından uygun olan madeni paraların imal edilmesini mümkün kılar. Bina ve gemi yapımında bakır-nikel alaşımları, kaplama ve giydirme elemanları olarak kullanılır. Elektro-teknikteki kullanımı direnç telleri, kimyasal tesis yapımında ise, ince Cu-Ni-altınlık çelikten yapılmış kaplama saclarıdır.

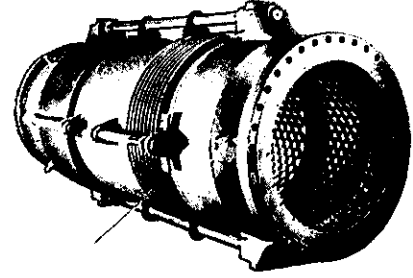
3.4.2.2 Nikel (Ni) ve Nikel Alaşımları

Nitelikleri, Nikel iyi parlatılan gümüş beyazı renginde bir metaldir. Nikel, yüksek mukavemet ve genleşme kabiliyetine sahip olup, yaklaşık olarak 365°C ye kadar ferro magnetik özelliğindedir. Ayrıca birçok etkili kimyasal maddelere karşı korozyon bakımından mukavemete sahiptir.

Özgül ağırlığı (yoğ.)	: 8,9 kg/dm ³
Ergime noktası	: 1455°C
Çekme mukavemti	: 400...500 N/mm ² soğuk işlerken 700..800 N/mm ²
Genleşme	: % 50...40 soğuk sertleşmesi %2

İşlenebilirliği Nikel soğuk olarak çok iyi şekillendirilir (derin çekme). Nikel kaynak edilebilir, yumuşak ve sert olarak lehim yapılabilir. Talaş kaldırılarak işlenmesi mümkün değildir.

Kullanılması Nikel, galvanik kaplamalar için ve ayrıca kimya endüstrisinde kullanılan aparatların saf ve alaşım katkı metali olarak kullanılır. Tamamı % 5 Mg, Al ve Be olan nikel alaşımları, örneğin Ni Mn 3 Al olan termo elemanlar için elverişlidir. Yüksek mukavemetten ve elastikiyetten dolayı Ni Be 2 yayların ve diyaframların (membranların) yapımında kullanılır. Rafinerilerin boru tesisat hatlarını termik bakımından yüksek mertebede yükleme yapılan yerlerindeki gerilmele azaltmak için kullanılan metal körük parçaları, Ni Cr 22 Mo 9 Nb nikel alaşım malzemesinden imal edilir (Şekil 1).



Körüük

Şekil 1 : Bir Nikel yoğurma alaşımında imal edilmiş olan metal körük (kompensatör)

Ni Cu 30 Fe (Monel metal), kimya sanayindeki aparatlar için, özellikle korozyon tehlikesine maruz kalan iş parçaları için ve uçak yapımında perçin malzemesi olarak kullanılır.

Krom-Nikel-Molibdenli-Çelikler Yüksek ısıya ve korozyona karşı dayanıklıdır.

3.4.2.3 Çinko (Zn) ve Çinko Alaşımları

Nitelikleri saf çinko, mavi-gümüşü renginde parıltı veren bir metaldir. O, bütün dayanıklı metaller arasında en fazla ısıl genleşme katsayısına sahip olanıdır. Saf çinko açık hava etkilerinden korunmak amacıyla korozyona karşı koruyucu çinko karbonattan meydana gelen dayanıklı bir tabaka ile kaplanır.

Kuvvetli asitlere ve tuz eriyiklerine karşı korozyon mukavemeti azdır. Çözülmüş çinko bileşikler zehirlidir. Gıda maddelerinin çinko kaplar içinde veya çinko ile kaplanmış (galvenizlenmiş olan) kaplar içinde muhafaza edilmesine izin verilmez.

İşlenebilirliği: 100 ila 150°C arasında çinkoya iyi şekil verilebilir. Çinko, iy dövülür, haddeden geçirilir ve tek olarak çekilir.

Kullanılması: Çinko alaşımlama metali olarak kullanılmaktan başka, örneğin çeliklerin çinko ile kaplanması olduğu gibi, demir malzemelerin korozyona karşı korunması için de kullanılır. **Çinko Alaşımları**: Tercihen Al ve Cu katkı maddelerinin ihtiva eder ve bilhassa basınçlı döküm için elverişlidir. Basınçlı dökümde çekme mukavemeti, 270 N/mm² 'ye kadar elde edilir. Çinko basınçlı döküm alaşımlarından

Özgül ağırlığı (yoğ.)	: 7,1 kg/dm ³
Ergime noktası	: 419°C
Çekme mukavemti	: Dökülmüş olanlarda 30 N/mm ² Preslenmiş 110 N/mm ²
Genleşme	: Oda sıcaklığında % 1 90...160°C'de % 25

Örneğin GD-Zn Al4 Cu 1'de olduğu gibi, iş parçaları yüksek hassasiyetle (Toleranslar ± 0.02 mm) ve yüksek yüzey kalitesinde imal edilirler (Şekil 1).

3.4.2.4 Kurşun (Pb) ve Kurşun alaşımları

Nitelikleri: Kurşun büyük bir özgül ağırlığı (yoğunluğu) olan, mat grisi renkte bir metaldir. Kurşun, birçok kimyasal maddelere karşı, bilhassa sülfürik aside karşı, korozyon bakımından dayanıklıdır. Kurşun, röntgen ışınlarını ve radyoaktif ışınlamayı absorbe eder (emër). Kurşun, iyi bir ısı ve elektrik akımı ileticisidir. Birçok kurşun bileşikleri çok zehirlidir. (Koruyucu talimatlara riayet ediniz).

İşlenebilirliği: Kurşun iyi dökülebilir ve soğuk olarak iyi şekil verilebilir. Talaş kaldırma işleminde çok yumuşaktır.

Kullanılması: Kurşunun yaklaşık %50'si akümülatör plakalar için tüketilmektedir (Şekil 2). Bundan başka saf kurşun, ışıklardan koruyucu plakalar olarak, kimyasal aparatların yapımında çelik sacların kurşunla kaplanması ve kabloların etrafının kılıf şeklinde kaplanması da kullanılır.

Kurşun Yatak Metaller: Örneğin Lg Pb Sn 9 Cd, bilhassa iyi bir dengeleme özelliğine sahiptir.

Kurşun Bileşikleri, Korozyondan koruyucu madde (kurşun sülyeni) olarak ve cam eşyaların (kurşun kristali) imalatında kullanılır.

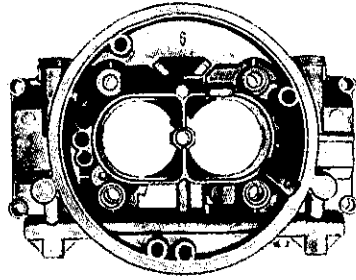
3.4.2.5 Kalay (Sn) ve Kalay Alaşımları

Nitelikleri: Kalay, normal olarak çevresel etkilere karşı korozyon bakımından dayanıklı olan gri renge kadar parıldayan, gümüş beyazı bir metaldir. Düşük sıcaklıklarda kalay, gri toz halinde parçalanabilir (kalayın 13°C nin altındaki sıcaklıklarda uzun süre saklanması esnasında toz haline gelerek parçalanması). Kalayın bükülmesi halinde, kalay kristallerinin birbirinin üzerinde sürtünmesi suretiyle meydana gelen bir gürültü duyulur. Kalay, düşük bir ergime noktasına sahiptir. (232° C)

İşlenebilirliği: Kalay çok iyi dökülebilir. Büyük genişleme özelliğinden dolayı kolaylıkla ince folyeler halinde haddelerden geçirilir. (kalay yaldız kağıdı).

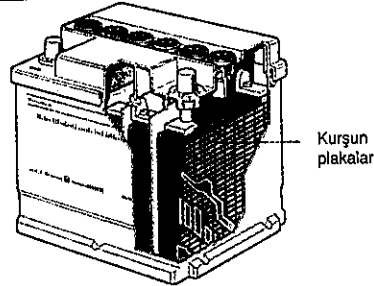
Kullanılması: Saf kalay, hemen hemen sadece el sanatları işlerinde işlenir (kalaylı kaplar). Endüstride konserve kutuları için, ince çelik sacların yüzey kaplama metali (beyaz sac) olarak ve alaşım katkı metali olarak kullanılır.

Kalay Alaşımları: En önemli kalay alaşımları, yumuşak lehim (kalay-kurşun-alaşımları)'dir.



Şekil 1 : Çinko-basınçlı döküm malzemesinden yapılmış olan karbüratör kapagi

Özgül ağırlığı (yoğ.)	: 11,3 kg/dm ³
Ergime noktası	: 327°C
Çekme mukavemeti	: 15...20 N/mm ²
Genleşme	: % 30...50
	100 °C'nin üzerinde gevrek



Şekil 2: Akümülatör (Oto bataryası)

Özgül ağırlığı (yoğ.)	: 7,3 kg/dm ³
Ergime noktası	: 232°C
Çekme mukavemeti	: 40...50 N/mm ²
Genleşme	: %40

2.4.2.6 Alaşım Metalleri

Ağır Alaşım metalleri çok yüksek sıcaklıklarda ergiyen ve düşük sıcaklıklarda ergiyen metaller olarak, gruplara ayrılır (Tablo 1).

Tablo 1 : Ağır Alaşım Metallerinin Nitelikleri Ve Kullanılması				
Metal İşareti (Sembolü)	Nitelikleri			Kullanılması
	Özgül Ağırlığı kg/dm ³	Ergime Noktası °C	Karakteristiği	
Çok yüksek sıcaklıklarda ergiyen alaşım metalleri				
Wolfram W	19,3	3380 (Metallerin en yüksek sıcaklıkta ergiyeni)	Rengi: Çelik grisi Çok sert ve diri, asitlere karşı sıcakta korozyon bakımından dayanıklı	Çelik, sert metaller, kaynak elektrodları, kontakt malzemeleri, akkor lambalarının akkor telleri için alaşım katkı metali
Tantal Ta	16,6	3000	Rengi: Parıldayan gri Sert ve diri, asitlere karşı korozyon bakımından dayanıklı	Sert metaller, ayar ağırlıkları, yüksek vakum teknolojisi, tıbbi aletler
Molibden Mo	10,2	2600	Rengi: Gümüş beyazı, yüksek çekme mukavemetinde korozyona karşı dayanıklı	Çelik, aşındırıcı tabakalar, ısı ileticileri, röntgen tüpleri için alaşım metali
Yüksek sıcaklıklarda ergiyen alaşım metalleri				
Krom Cr	7,2	1903	Rengi: Çelik grisi, sert ve gevrek, korozyona karşı çok dayanıklı	Çelik, galvanik kaplamalar (pastan koruyucu) için alaşım metali, takımlar ve pres kapları için sert krom kaplama
Vanadyum V	6,1	1890	Rengi: Çelik grisi, Sert ve gevrek	Çelik için alaşım metali
Kobalt Co	8,9	1493	Rengi: Kırmızı beyazı ilâ çelik mavisi, çok diri, nikel benzer nitelikler	Çelik, sert metaller, daimi mıknatıs için alaşım elemanı
Mangan Mn	7,4	1244	Rengi: Gri beyazı, sert ve gevrek	Çelik, bakır ve hafif metaller için alaşım metali
Düşük sıcaklıklarda ergiyen alaşım metalleri				
Kadmilyum Cd	8,64	321	Rengi: Gümüş beyazı, düşük sıcaklıklarda ergiyen yumuşak ve diri, korozyona karşı dayanıklı, buharı zehirli	Yatak metalleri, demir çelik ve alüminyumun kadiminyum ile kaplanması
Bizmut Bi	9,8	271	Renk: Kırmızı beyazında parıldayan, kolay parıldayan, kolay ergiyen, katılaşma esnasında genişlen	Elektrik sigortaları, Reaktör yapımında, soğutma vasıtası olarak

3.4.2.7 Asal (Soy) Metaller

En önemli asal metaller, gümüş (Ag), Altın (Au) ve Platin (Pt)'dir. Diğer asal metaller, havadan ve birçok kimyasal maddelerden, özellikle birçok asitlerden dahi etkilenmezler. Bundan dolayı onlar, süs eşyası ve madeni para yapımında kullanılırlar. Teknolojide gümüş ve altın, elektriki kontakt (temas) malzemesi olarak; platin ise, termo elemanları koruyan boruların ve en fazla korozif etkiye maruz kalan kimyasal kapların üretilmesinde kullanılır.

3.4.3 Hafif Metaller

3.4.3.1 Alüminyum (Al) ve alüminyum alaşımları

Nitelikleri: Alüminyum, çeliğin özgül ağırlığının, yaklaşık olarak 1/3'ü değerinde bir özgül ağırlığı olan, gümüş beyazı renginde bir metaldir. Bir metal ne kadar saf olursa, onun mukavemeti o kadar az, fakat şekil değiştirilebilirliği o kadar kolay olur. Alüminyum havada, yaralanması halinde derhal yeniden teşekkül eden, sızdırmaz, sıkı tutunan bir oksit tabakası ile kaplanır. Bu oksit tabakası metale, deniz suyuna karşı da direnç gösterme kabiliyeti kazandırır.

Soğuk işlerken sertleşmesi (haddeden geçirme, çekme, basma, çekiçleme) suretiyle, yaklaşık 80 N/mm²'lik saf alüminyumun mukavemeti, 200N/mm²'nin üzerine çıkarılabilir. Alüminyum, ısıyı ve elektrik akımını çok iyi iletir. Polisaj işlemine tabi tutulmuş (parlatılmış) olan alüminyum parlak, ışığı ve elektro-manyetik dalgaları yansıtır.

Alüminyum, sıhhi bakımdan sakıncalı değildir. Alüminyumun hurdası %33 geri kazanılmak suretiyle tekrar değerlendirilir, çünkü tekrar ergime esnasında malzeme nitelikleri olduğu gibi kalır. Malzeme durumunun ifade edilmesinde, saf alüminyumun kısa işaretlerine (sembolüne), tanıttıcı harflerin veya mukavemet değerlerinin eklenmesi icap eder (Tablo 1).

Alüminyum Alaşımları

Magnezyum, bakır, silisyum, çinko, mangan ve kurşunun az miktarda katkıları ile alaşım yapmak suretiyle, alüminyumun mukavemet, korozyona karşı dayanıklılık, dökülebilirlik ve işlenebilirlik özelliklerine geniş ölçüde tesir edilir (Tablo 2).

Bakır - çinko ve manganezyum -silisyum- payları olan alüminyum alaşımları

Özgül ağırlığı (yoğunluğu) : 2,7 kg/dm ³
Ergime noktası : 658 °C
Çekme mukavemeti : Dökülmüş
90...120
N/mm ²
Yumuşak tavlınmış
65 N/mm ²
Haddeden geçirilerek
kati
haddelenmiş
150...230 N/mm ²
Genleşme : % 3...25

Tablo 1: Saf Alüminyumun Karakteristiği

Kısa İşareti (sembold)	Saflık derecesi	Malzeme durumu
Al 99,7 w	99,7%	Yumuşak
Al 99 zh	99%	Çekme sertliğinde
Al 98 F 18	98%	R _m = 180 N/mm ²

Tablo 2 : Alüminyum İçin Alaşım Metalleri

Tesir edilen nitelik	Alaşım Metalleri					
	Mg	Cu	Si	Zn	Mn	Pb
Mukavemet	++	++	+	++	+	0
Korozyona karşı dayanıklılık	++	-	++	-	++	0
Dökülebilirlik	+	0	++	++	0	0
Talaş kaldırabilirlik	+	0	-	+	-	++

+± Çok pozitif etkili,
- Negatif etkili,
+ pozitif etkili
0 etkisi yok

sertleştirilebilir (Ergitme tavlama, su verme, dinlendirme, sayfa 242).

Sertleştirilebilen alüminyum, yoğurma alaşımları ısıtma işlemi sayesinde 600 N/mm² 'ye kadar bir mukavemete sahip olurlar (Tablo 1). Bunlar kısmen iyi polisaj yapılabilir ve toplamı %1 ilâ 3 olan Pb, Sn, Cd ve Bi'nin katılmasıyla iyi işlenebilir duruma gelir.

Sertleştirilmeyen Alüminyum-Yoğurma Alaşımları, bilhassa deniz suyuna karşı dayanıklıdır.

Sertleştirilebilen Alüminyum-Döküm Alaşımları, Korozyona karşı dayanıklı olup, kaynak edilebilir ve aşınmaya karşı çok dayanıklıdır (Tablo 2).

Sertleştirilmeyen Alüminyum-Döküm Alaşımları, çok iyi dökülebilirler, korozyona dayanıklıdırlar ve iyi talaş kaldırarak işlenebilirler.

İşlenebilirliği, Alüminyum ve alaşımlarına bilhassa soğuk olarak iyi şekil verilir. Bükme esnasında geriye yayılma, çeliğe göre, yaklaşık üç defa daha büyüktür.

Talaş kaldırma işlemi sırasında, kesici uçta yığılma olayının meydana gelmesinden kaçınmak için, yüksek kesme hızları ile çalışılır. Talaş kesiminin büyük olabilmesi için, takımların talaş açısı ve ilerleme hızı büyük seçilmelidir. Hemen hemen bütün birleştirme metodları tatbik edilebilir. Koruyucu gaz altı kaynağı (MIG ve WIG metodları) sayesinde, kusursuz kaynak dikişleri yapılır.

Şayet birleştirme yerlerinin mukavemetinde ve korozyon dayanıklılığında bilhassa önemli özellikler aranıyorsa, alüminyuma yumuşak ve sert lehim işlemi tatbik edilebilir. Alüminyum soğuk ve sıcak yapıştırma işlemi uygulanarak diğer metaller ve sentetik maddelerle birleştirilebilir (Alüminyum / plastik - birleştirme plakaları) (Şekil 1).

Alüminyum iş parçalarının yüzeyleri taşlanabilir, polisaj işlemi uygulanabilir

Tablo 1 : Alüminyum-Yoğurma Alaşımı

Karakteristik değerleri	Sertleştirilebilir	Sertleştirilen
Özgül ağırlığı	2,7...2,8 kg/dm ³	2,65...2,73 kg
Ergime sahası	630...650 °C	600...630 °C
Çekme mukavemeti		180...260 N/m ²
Yumuşak	100...230 N/mm ²	
Sertleştirilmiş	140...600 N/mm ²	
Genleşmesi	18...9%	17% 4/8 7
Örnekler	AlCuMg 1 AlMgSi 1	AlMg 3 AlMg 2 Mn 0,1

Tablo 2 : Alüminyum-Döküm Alaşımları

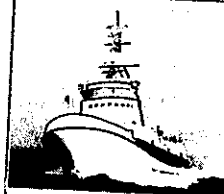
Karakteristik değerleri	Sertleştirilebilir	Sertleştirilene
Özgül ağırlığı		2,65 kg/dm ³
Ergime sahası		700...750 °C
Çekme mukavemeti	220...320 N/mm ²	160...210 N/m
Genleşmesi	4%...1,2%	10% 5% 10
Örnekler	G-AlSi 10 Mg G-AlSi 5 Mg	G-AlSi 12 G-AlSi 12 (Cu)



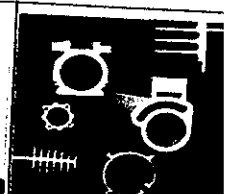
İstenenler: Kolay ve iyi şekil verilebilirlik, Gıda maddelerini bozma, Korozyona karşı dayanıklılık



İstenenler: Kolay taşınabilirlik, yüklenebilir, Estetiklik



İstenenler: Yüksek mukavemette hafiflik, Deniz suyuna dayanıklılık, estetiklik



İstenenler: Hafif yapı tarzı, Korozyona karşı dayanıklılık, estetiklik

Şekil 1 : Alüminyum malzemeleri için istenenler

malleştirilabilir, ağartılabilir, krom kaplanabilir ve fosfat işlemi yapılabilir.

Yüzeylerin üstünde anodik oksidasyon (bloksal işlemi) tatbik etmek suretiyle elde edilen bir oksit tabakası, yüksek bir korozyona karşı koruyucu tesirini mümkün kılar ve onun duruluğu sayesinde, iş parçalarının esas görünüşünün uzun süre değişmeksizin muhafaza edilmesini sağlar.

Kullanılması: Alüminyum, uygulamada metalik malzeme olarak, çelikten sonra, ikinci sırada yer almaktadır. Alüminyum ve alaşımları çok yönlü uygun niteliklere sahip olduğundan, uygulama alanları geniştir (Tablo 1).

- **Ulaşım** (Demiryolu vagonları, taşıtlar, uçaklar, gemiler, halatlı havai hatlar)
- **Yapılar** (Çatılar, cepheler, ayırıcı duvarlar, kaplamalar, kapılar, pencereler)
- **Ambalaj** (Folyolar, tüpler, kutular, güğümler, kovalar, fiçiler, sandıklar)
- **Elektroteknik** (Serbest hatlar, kablolar, kondensatörler, pano elemanları, aydınlatma armatürleri)
- **Ev eşyası** (Mutfak takımı, cihazlar, el sanatları.)
- **Hassas Mekanik ve Optik** (Fotoğraf ve ölçme cihazları, büro makineleri)
- **Metal yapılar** (Hol (Hangar) konstrüksiyonları, direkler, köprüler, krenler (vinçler) silolar)
- **Kimya sanayi ve Aparat Yapımı** (Kaplara, eşanjörler, kurutucular, boru tesisat hatları, boya maddeleri)







Alüminyum malzemelerden ekonomik olarak faydalanma, yapı parçalarının uzun ömürleri sayesinde ve tekrar değerlendirme oranının yükseltilmesi suretiyle ilave olarak artırılır.

3.4.3.2 Mağnezyum (Mg) ve Mağnezyum Alaşımları

Nitelikleri: Mağnezyum, tabiatta sadece kimyasal bileşik halinde mevcut bulunan, gümüş grisi renge bir metaldir.

Kullanılması: Mağnezyum talaş ve toz halinde iken beyazdır, açık renkte parlak bir alevle yanar. Sanayide kullanılan en hafif metaldir. Saf mağnezyum (en az % 99,8), az olan mukavemetinden ve kendisine has yavaşlık özelliğinden dolayı konstrüksiyon malzemesi olarak kullanılmaz. Ham demirin kükürdünün alınmasında, organik bileşiklerin elde edilmesi için kimyasal reaksiyon maddesi ve alaşım katkı metali olarak kullanılır (örneğin alüminyum alaşımlarında olduğu gibi).

Tablo 1: Alüminyum Malzemelerin Kullanılması

İşletme Dalı	Kullanımda ki payı % olarak	Ömrü (Yıl)	Tekrar Değerlendirilmesi % olarak
 Ulaşım	25...30	10	50...75
 Yapı	18...22	10...30	50...70
 Ambalaj	10...12	1	3...20
 Elektroteknik	8...10	10...30	60...70
 Ev eşyaları	6...9	4...12	25...30
 Makina yapımı	6...9	10	50...70

Özgüt ağırlığı (yoğ.)	: 1,75 kg/dm ³
Ergime noktası	: 650 °C
Çekme mukavemeti	:
	Dökülmüş olanında
	100...130 N/mm ²
	Haddeden geçirilmiş
	195...245 N/mm ²
Genleşme	: % 5...10 soğuk

Mağnezyum Alaşımları

Mukavemetin, sertliğin ve korozyona karşı dayanıklılığın artırılması için, mağnezyum ile alüminyum, çinko ve silisyum alaşım yapılır (Tablo 1).

Mağnezyum - Yoğurma Alaşımları, ortalama mertebedeki bir mukavemete ve genişleme değerine ve iyi bir sürekliliğe sahiptir. Onlar makina yapımında, profilli saclar, kaplamalar ve hafif yapı parçaları olarak kullanılır.

İşlenebilirliği, Bükülen veya dövülen parçalar, 180°C....300°C'nin üstünde ısıtılırlar. Talaş kaldırmak suretiyle yapılan işlemler, yüksek kesme hızı (500.....3000 m/dakika) ile sağlanır. Kesici takımların soğutulması için, içerisinde su bulunmayan soğutucu maddelerin kullanılması gerekir.

• Yanan mağnezyum talaşlarının sadece kuru gri döküm talaşları ve kuru kum ile veya D-yangın sınıfına ait yangın söndürme cihazları ile söndürülmesine izin verilir, fakat su ile söndürülmesine izin verilmez.

Başka bir metalle vidalı ve perçin ile yapılan bağlantılarda, temas korozyonundan kaçınılması mecburiyeti vardır; mağnezyum, bağlanan metal karşısında asal olmayan metal olarak çözülmeye doğru gider. Mağnezyum alaşımları, özel sulandırıcı maddeler ile kaynak edilebilir.

Mağnezyum - Döküm Alaşımları

Ortalama değerde bir mukavemete ve genişlemeye sahip olup, darbeye ve ısıya dayanıklı, boşluk meydana getirme eğiliminden dolayı zorlukla dökülebilir ve çentik tesirine karşı duyarlıdır.

Kullanılması, Mağnezyum alaşımları kum -, kokil ve basınçlı döküm yapılarak, otomobil endüstrisinde hafif yapı parçaları olarak şanzıman gövdesi, motor silindir kapağı (Şekil 1) ve jantların imal edilmesinde kullanılır. Ayrıca, büro makinalarının, bilgisayarların ve hoparlörlerin, zincirli testerelerin (Şekil 2) ve ev aletlerinin ince cidarlı gövdelerinin yapımında ve oyuncak sanayiinde kullanılır.

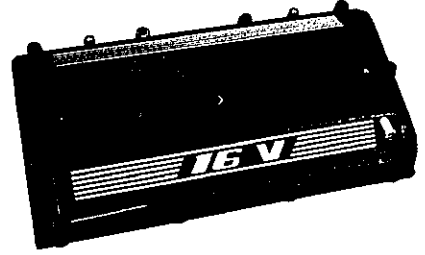
Mağnezyum alaşımları sayılanlara ek olarak, ısıtma suyu besleyici aygıtlarının ve yer altından döşenen tesisatın katodik bakımdan korozyondan korunması için anod olarak kullanılır.

3.4.3.3 Titan (Ti) ve Titan Alaşımları

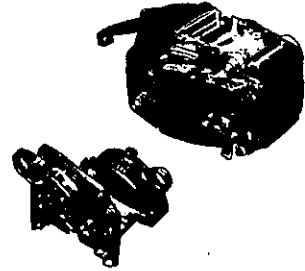
Nitelikleri: Titan, yüksek mukavemeti, büyük sertlik değeri ve sıklığı (özlülüğü) olan, gümüş beyazı renginde, hafif bir metaldir. Korozyona yüksek sürekli esnemeye ve +

Tablo 1 : Mağnezyum Alaşımları

Karakteristik büyüklükler	Karakteristik Değerler
Özgül ağırlığı (yoğunluğu)	
Ergime sahası	
Çekme mukavemeti	
Genleşmesi	
Yoğurma alaşımları	
Döküm alaşımları	



Şekil 1 : Mg-Motor silindir kapağı



Şekil 2 : Bir zincirli testerenin Mg-muhafaza gövdesi

Özgül ağırlığı (yoğ.)	: 4,5 kg/dm ³
Ergime noktası	: 1650...1700°C
Çekme mukavemeti	: 290...740 N/mm ²
Genleşme	: % 15...30 soğuk

500°C ye kadar ısıya karşı iyi derecede mukavemete sahiptir. Titan, yukarıda işaret edilen kendine has iyi özelliklerinden dolayı, tıp teknolojisinde implantat malzemesi olarak kullanılır (Şekil 1).

Titan Alaşımaları

Tamamı % 20'yi geçmeyecek şekilde, alüminyum, vanadyum, molibden, kalay, zirkonyum, bakır ve demirin alaşım malzemesi olarak katılmasıyla saf titanın mekanik nitelikleri önemli ölçüde iyi yerleştirilebilir. Bu alaşım yapıldığı takdirde, çekme mukavemeti 540 N/mm² ile 1320 N/mm² arasında oluşur.

Örnekler: Ti Al 6 Sn 2, Ti Al 7 Zr 12, - Ti V13 Cr 12 Al 3, Ti V 8 Fe 5 Al 1, Ti Al 6 V 4, Ti Al 6.

İşlenebilirliği, Titan ve titan alaşımaları, büyük talaş derinliklerinde, orta ilerleme hızları ve düşük kesme hızları ile talaş kaldırılarak işlenirler. Titan tozu ve titan talaşları kolaylıkla yanabilir; magnezyumda olduğu gibi, aynı emniyet tedbirlerinin alınması gerekir. Soğuk olarak şekil verme, sadece ergitme tavı durumunda mümkündür. Sıcak olarak şekil verme işlemi, 250°C ile 350°C 'de iyi bir şekilde tatbik edilebilir.

İş parçalarının yüzeyi kurşun kalemle çizilmemelidir, çünkü titanın karbonla (kömür ile) reaksiyona girmeye karşı eğilimli oluşu, malzemenin gevrek olmasına yol açar. Titan sertleştirilebilir ve özel metoda kaynak edilebilir.

Kullanılması: Titan ve titan alaşımaları, düşük ağırlıklı, büyük mukavemet, sıklık (özlülük) ve ayrıca yüksek, termik ve kimyasal dayanıklılık gerektiren yapı elemanları için kullanılır.

Esas uygulama alanı, rotorlar, ışınlayıcı ünite parçaları, iç yapı parçaları, korozyona ve ısıya dayanıklı kaplamalar, taşıt şaseleri ve antenler ile titan malzemelerinin kullanıldığı, hava ve uzay teknolojisidir (Şekil 2).

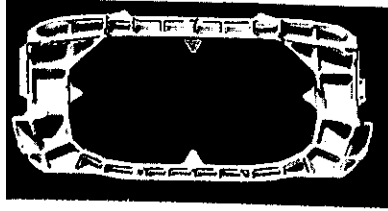
Kimyasal tesis yapımı olarak titan malzemeler, basınç ve reaksiyon tanklarında, soğutucu boru demetlerinde ve pompalarda kullanılırlar.

Tekrarlama Soruları

- 1 DO (Demir olamayan) - metaller nasıl gruplandırılır?
- 2 Saf mataller, kendi alaşımlarına nazaran hangi niteliklere sahiptir?
- 3 DO (Demir olmayan) - metal alaşımlarının kısa işaretlenmesi nasıl yapılır?
- 4 Cu Zn 40 Al 2 olarak kısaltılmış yazılım ne anlama gelir?
- 5 Çinko basınçlı döküm alaşımından yapılmış olan iş parçaları, hangi niteliklere sahiptir?
- 6 Sertleştirilebilen alüminyum alaşımları, hangi alaşım katkı maddeleri ile elde edilir?
- 7 Magnezyum ve titan alaşımlarından talaş kaldırma işleminde dikkat edilmesi gereken husus nedir?
- 8 Titan ve titan alaşımları, hangi özel niteliklere sahiptir?
- 9 Titan malzemeler, nerelerde kullanılır?



Şekil 1: Ti Al 6 V 4'ten yapılmış olan kalça mafsali implantatı



Şekil 2: TiAl 4 Mo 2 Sn'den yapılmış olan uçak kaburgası

3.5 Sinter Malzemeler

Sinterleme işleminin yapılması suretiyle, toz mad-
delerden yapılan, kalıpta preslemeyle üretilen yarı
mamul iş parçaları, kendi nihai mukavemetini elde
ederler (Şekil 1). Metalik iş parçalarının imal edilme-
sinde, saf ve alaşımli metallerden imal edilen tozların
yanında, metal bileşiklerden ve toz karışımlarından
meydana gelen tozlar da kullanılır.

3.5.1 Sinter-Kalıp Parçalarının Üretim Kademeleri

İş parçalarının üretimi, bir çok işlem basamakla-
rından geçirilerek sağlanır (Şekil 2).

Toz Üretimi: Sinter-Kalıp parçaları için çıkış mal-
zemesi, metal ergiyüklerinin bir meme vasıtasıyla
püskürtülmesi veya pülverize edilmesi suretiyle elde
edilen metal tozlardır. Büyük soğutma hızından dola-
yı, toz parçacıklar ince ve homojen bir dokuya sahip
olurlar.

Toz karıştırma işlemi sırasında tozlar arzu edilen
oranlarda karıştırılır. Daha sonra yapılacak olan pres-
leme işlemi esnasında kaymayı kolaylaştırmak için,
toz karışımı içine kaydırıcı maddeler, örneğin **stearin**
maddesi, katılır.

Presleme: Pres kalıplarında (Şekil 3), ka-
rıştırılan tozlar, yüksek basınç altında sıkıştırılır.
Bunun yanında, gözeneklerin daha küçük
olmasına mukabil, toz tanelerinin temas
yüzeyleri büyür (Şekil 4). Adezyon ve mekanik
kenetlenme sayesinde, toz bir anda tutulur.
Presleme esnasında toz parçacıklar temas
noktalarında soğuk olarak sıkıştırılır.

Sinterleme: Sıcaklığa ve zamana göre kumanda
edilen bir ısı işlemde, karışımı hazırlanan toz presle-
nerek üretimi istenen parça elde edilir. Bunun yanında
atomlar, temas yerleri üzerinden bitişindeki toz parç-
acıklarının içine geçer (Diffüzyon). Atomlar aynı za-
manda kristalin yeniden teşekkülünde, daha önceden
soğuk olarak sıkıştırılan temas yüzeylerine gelir (Rek-
ristalizasyon) (Şekil 4). Sıcaklık, tek malzeme tozundan
yapılan sinterleme işlemi esnasında, toz malzemesinin
ergime sıcaklığının altında bulunur. Toz karışımlarında,
en düşük ergitme sıcaklığındaki malzemenin ergime
noktasını açacak şekilde, sıcaklık seçilebilir.

Sinterleme diffüzyon ve rekristalizasyon suretiyle
birlikte asılı kalan kristal dokularının meydana geldiği,
preslenmiş metal tozu parçacıklarının tavlanmasıdır.

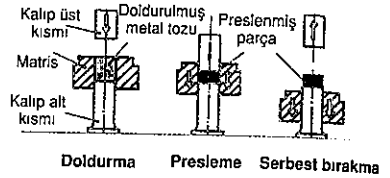
Kalibrasyon: Sinterlenmiş parçalar, genellikle iş
parçaları için olan yeterli ölçü tamlığı ve yüzey kalite-
sine sahiptirler. Şayet bu niteliklerde daha yüksek
özellikler aranırsa, sinterlenmiş olan hazır iş parçaları
tekrar preslenebilir.



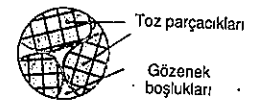
Şekil 1 : Sinterlenmiş dişli
kayış çarkı



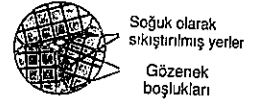
Şekil 2 : Sinterlenmiş bir iş
parçasının üretim kademeleri



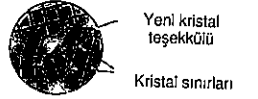
Şekil 3 : Tozun preslenmesi



a) Preslemeden önce



b) Preslemeden sonra



c) Sinterlemeden sonra

Şekil 4: Presleme ve sinter-
leme esnasındaki
değişmeler

Nitelikleri ve Kullanılması

Sinterlenmiş parçaların kullanılması, toz malzemesine ve gözeneklerin büyüklüğüne bağlıdır. Ayrıca, sinterlenmiş parçaların niteliklerine, presleme basıncı ve sinterleme sıcaklığı etki eder. Gözenekliliği %27 olan büyük gözenekli sinter malzemeleri, örneğin monte edilmeden önce yağ ile doldurulan, %6...%12 oranında gözenekli sinter malzemesi filtre olarak, iyi kaydırma ve dengeleme nitelikleri olan yatak malzemeleri olarak kullanılır. Çelikten yapılmış olan sinter parçalar ısıtılma tabii tutulabilir, örneğin sertleştirilebilir.

Sinter Teknolojisinin Avantajları

- Montaja hazır durumda olan iş parçalarının üretimi
- Ölçülü parçaların uygun fiyatla üretimi
- Ergime noktaları çok farklı olan metallerden yapılan alaşımların üretimi
- Uygun toz karışımları vasıtasıyla arzu edilen malzeme niteliklerinin elde edilebilirliği
- Yağ ile doldurulan yataklarda iyi dengeleme nitelikleri
- Az döküntüden dolayı çevre dostu olması sayılabilir.

Sinter Teknolojisinin Dezavantajları

- Daha büyük presleme kuvveti ile presleme işlemi gerektirmesi.
- Pres kalıbı için maliyet yüksekliliği
- İş parçalarının içindeki yüksek presleme kuvvetleri ve az sıkıştırma sebebiyle iş parçası büyüklüğünün sınırlı olması
- Sinterlemeden sonra biçimlendirme zorluğu, örneğin sonradan kesme işleri, enine delik delme ve vida dişi açmak mümkün değildir.

3.5.2 Sinter Dövmeler

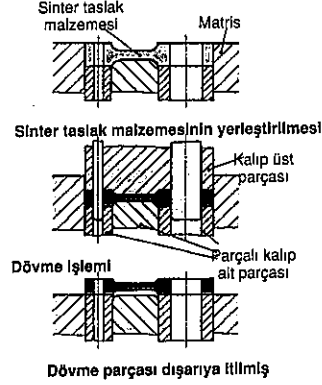
Alaşım haline getirilen çelik tozların preslenmesi ve sinterlenmesi suretiyle imal edilen ön parçalar, bir dövme kalıbının içinde kendi nihai şekillerine getirilir (Şekil 1). Üretilen iş parçaları, dövme kalıbı parçalarına nazaran narin ve her yöndeki geniş ve aynı ölçüdeki doku ve alaşım elemanlarından dolayı %1'in altında bir gözenekliliğe ve daha iyi mekanik niteliklere sahiptir (Şekil 2).

3.5.3 Sıcak İzostatik Presleme

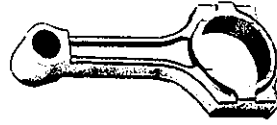
Sıcak izostatik preslemede metal toz, presleme ve sinterleme işlemleri aynı zamanda tatbik edilecek şekilde sinterleme sıcaklığında preslenir. Bu şekilde imal edilen iş parçaları, daha önce pres edilmiş ve ondan sonra sinterlenmiş olan iş parçalarına nazaran daha yüksek özgül ağırlığına ve daha narin bir dokuya sahiptir. Sıcak izostatik presleme sayesinde, örneğin yüksek hız çeliklerinden frezeler, ve sert metalden kesici plakalar, üretilir (Şekil 3 ve 4).

Tekrarlama Soruları

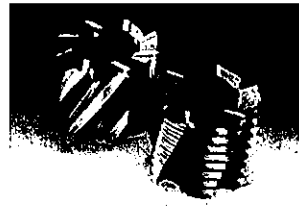
- 1 Presleme ve sinterleme esnasındaki işlem basamaklarını adlandırınız?
- 2 Sinterlemeden ne anlaşılır?
- 3 Sinterlenmiş parçalar hangi özel niteliklere sahiptir?
- 4 Sinterde dövme, kalıpta dövmeye nazaran hangi avantajlara sahiptir?



Şekil 1: Sinter metodu ile dövme



Şekil 2: Sinter metodu ile dövülen biyel



Şekil 3: İzostatik ısıtma metoduyla imal edilen yarı mamulden yapılmış olan freze çakıları



Şekil 4: İzostatik ısıtma metodu ile sıkıştırılan sert metal

3.6 Plastikler

Plastikler, sentetik olarak elde edilen, organik malzemelerdir. Bunlar, petrol gibi hammaddeden kimyasal dönüşüm (sentez) sayesinde imal edilir ve organik maddeler olarak ifade edilir. Çünkü bunlar organik karbon bileşiklerinden meydana gelmektedirler (istisna: Silikon - plastikler).


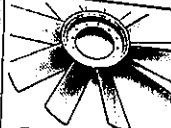

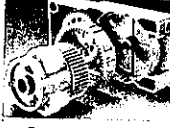



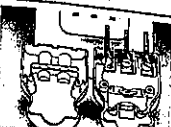




3.6.1 Nitelikleri ve kullanılması

Plastikler, bugün teknolojiye malzeme olarak belirli bir yere sahiptir. Plastiklerin çok yönlü olarak kullanılabilirliği, özel niteliklerinden ve ayrıca çok farklı nitelikleri olan plastiklerin imalat imkanlarından kaynaklanmaktadır. (Tablo 1)

Plastiklerin **tipik nitelikleri** şunlardır:

- Özgül ağırlığın azlığı
- Muhtelif mekanik nitelikler
- Elektriği izole etmesi
- Isıyı söndürdirmesi
- Parlak, dekoratif yüzeyler elde edilmesi
- Korozyona ve kimyasal maddelere karşı dayanıklılığı
- İyi şekil verilebilir ve işlenebilir olması
- Renklendirilebilir olması

Tablo 1 : Plastiklerin Tipik Nitelikleri ve Kullanılması

<p>Az özgül ağırlığı: 0,9 ilâ 1,4 kg/dm³ (İstisna PTFE: ρ = 2,2 kg/dm³)</p>	<p>Depolar Motorlu taşıt parçaları Uçak parçaları</p>	 <p>Fıçılar bidonlar</p>	 <p>Türblin-Hareket çarkları</p>	 <p>Gösterge panoları</p>
<p>Sert ve katı olan- dan yumuşak ve elâstik olanına kadar. İyi şekil verilebilir. İşle- nebilir döküm yapılabilir</p>	<p>Makina eleman- ları, Lastik, elastik yapı parçaları Gövdeler</p>	 <p>Şanzıman parçaları</p>	 <p>Taşıt lastikleri</p>	 <p>Makina gövdeleri</p>
<p>Elektriği izole eder. Isı yalıtım malzemesi</p>	<p>Takımlar, Elektrik yapı parçaları, Isı yalıtım malzemesi</p>	 <p>Takım sapları</p>	 <p>Elektro-izole parçaları</p>	 <p>Isı yalıtım plakaları</p>
<p>Birçok kimyasal maddelere ve zarar verici çev- resel etkilere karşı</p>	<p>Kimyasal kaplar Boru tesisatları, Armatürler kaplamalar</p>	 <p>Kimyasal maddeler için kaplar</p>	 <p>Boru donatım elemanları</p>	 <p>Kaplamlar</p>

Plastikler, kullanılabilirliğini sınırlandıran niteliklere de sahiptir:

- Isıya dayanıklılık özellikleri azdır
- Kısım yanabilirler
- Çok yüksek mukavemet özelliği yoktur
- Halihazırdaki teknolojiye çözücü maddelere karşı dayanıklı değildirler

Diğer bir problem ise, plastik atıkların yok edilememesidir, plastik atıklar tabiatta çürümemekte ve ancak kısmen tekrar kullanılabilirlerdir.

3.6.2 Kimyasal terkibli ve üretimi

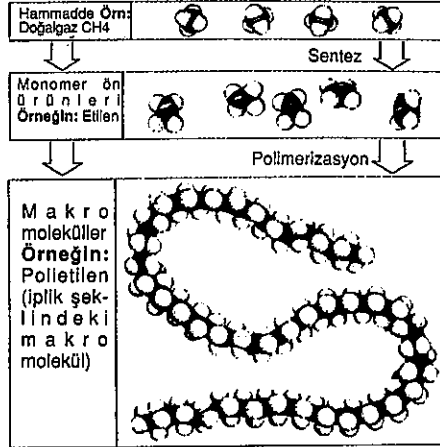
Plastikler, silikonlar hariç, makro molekül olarak birlikte oluşan karbon bileşiklerinden meydana gelir. Plastikler, karbonun yanında hidrojen, oksijen, azot, klor ve flour elementlerini de ihtiva ederler.

Plastik üretimi, petrol ve doğal gaz yana hammaddelerine dayanmaktadır ve tiki dala ayrılmaktadır (Şekil 1).

• **Reaksiyon kabiliyeti olan ön ürünlerin sentezi.** Onlar ayrı ayrı moleküllerden meydana gelmişlerdir ve monomerler olarak adlandırılırlar. (Yunanca'da mon = tek anlamına gelir)

• **Binlerce tek tek moleküllerin makro moleküller halinde bağ teşkil etmesi (İlmeklenmesi).** (Dev moleküller). Bunun yanısıra meydana gelen maddeler polimerler olarak isimlendirilir. (Yunanca'da pol = çok anlamına gelir.)

Tek tek moleküllerin makro moleküller halinde birlikte oluşması, muhtelif reaksiyon tarzlarına uygun olarak sağlanabilmektedir. Polimerizasyon, polikondensasyon ve poliaddisyon suretiyle.

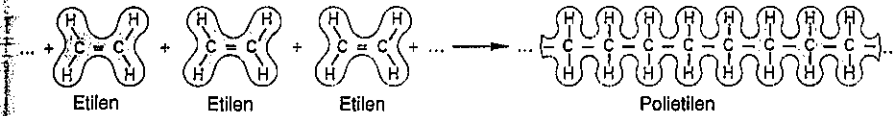


Şekil 1 : Plastiklerin üretimi esnasında molekül alanındaki durumu

Polimerizasyon

Polimerizasyon esnasında, çift bağ kaldırılarak tek bir monomer cinsinin doymuş molekülleri, birbiri ile yan yana dizilerek makro moleküller meydana getirir.

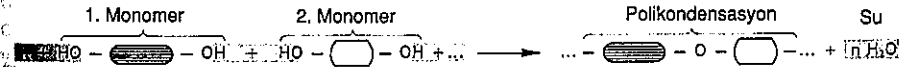
Örnek: Polietilenin, etilenlerden meydana gelişi



Polikondensasyon

Polikondensasyon esnasında, düşük moleküle sahip bir maddenin bölünmesi ile, muhtelif tarzdaki ikili monomer molekülleri makro moleküllere bağlanır.

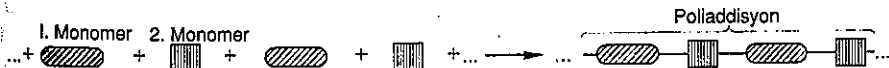
Örnek: Polyester reçinesinin* teşekkülü. Polyester, dar ilmekli olarak ağ teşkil eden makro molekül zincirlerinden meydana gelir.



Poliaddisyon

Poliaddisyon esnasında, aynı veya muhtelif tarzdaki monomer molekülleri bir yan ürün meydana getirmeden makro moleküllere bağlanırlar.

Örnek: Poliüretan'ın teşekkülü, dar veya geniş ilmekli ağ teşkil eden makro molekülleri meydana gelir.



Semboller Sembolleri dallandırıp budaklandırarak yapı meydana getiren molekül parçaları için kullanılır

3.6.3 Teknolojik Bölümlenme ve İç Yapı

Plastikler, kendi iç yapılarına göre üç gruba ayrılır:

Termoplastikler, Duroplastikler ve Elastomerler. Her bir plastik grubu kendine özgü bir iç yapıya sahiptir. Bu iç yapı ise ısıtılma sırasında mekanik olarak aynı özelliği gösterir.

Termoplastikler

Termoplastikler, iplik gibi bir pamuk tıkaçının içine dolanan ve karşılıklı olarak teşkil yerlerine sahip olmayan ip şeklindeki makro moleküllerden meydana gelmektedir (Şekil 1). Onun mukavemeti, sürtünme kuvvetlerinden ve makro moleküllerin dolanmasından meydana gelen bu plastikleri muhafaza eder. Termoplastikler oda sıcaklığında serttirler. Sıcaklığın artması ile elastik hale gelirler ve ısıtmaya devam edilmesi halinde yumuşak plastik ve en sonunda sıvı hale gelirler. Isıtılmış plastik kitlenin soğutulmasıyla sıvı, yumuşak ve elastik durumu takip ederek sert plastik malzeme durumuna dönüşürler.

Termoplastikler, sıcakta şekillendirilebilir ve kaynak edilebilirler. Bu plastikler ısıtılma esnasında yumuşadıklarından, termoplastikler olarak adlandırılırlar (yunanca da thermo=termo=ısı anlamına gelmektedir). Plastiklerin ısıtılması ancak belirli bir sınır değerine kadar mümkündür, çünkü onlar bu sıcaklığın aşılması halinde bozulurlar.

Duroplastikler

Duroplastikler, birçok ağ teşekkül yerlerinde, kimyasal bağlar vasıtasıyla dar ilmekli olarak, birbirleri ile arka arkaya bağlanmış olan makro moleküllerden meydana gelir (Şekil 2). Duroplastikler, ısıtılmak suretiyle kendi mekanik durumlarını sadece biraz değiştirirler, çünkü ağ teşekkül yerleri makro moleküllerinin değişmesine müsaade etmez. Isıtılması esnasında sertliğin ve mukavemetin muhafaza edilmesi niteliğinden dolayı, bu plastikler, duroplastik olarak isimlendirilir (Latincece durus = sert). Bozulma sıcaklığının üzerine kadar ısıtılması halinde duroplastikler yumuşamadan bozulurlar.

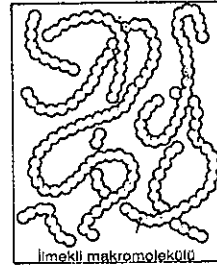
Duroplastiklerin şekli değiştirilemez ve kaynak edilemez.

Elastomerler,

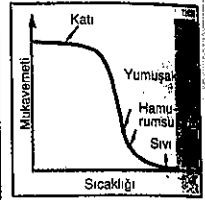
Kördüğüm şeklinde olan ve ayrıca az yerlerde geniş ilmekli olarak ağ teşkil eden makro moleküllerden meydana gelmiştir (Şekil 3). Dış mukavemetlerin tesiri ile elastomerlere yüzde yüzden daha fazla elastik olarak şekil verilir ve kuvvet kaldırıldıktan sonra tekrar kendi eski durumunu alır. Bu mekanik metot lastik elastikiyeti ve bu nitelikteki plastik elastomer adını alır. Isıtma suretiyle elastomerlerin lastik elastikiyet özelliği sadece biraz değişir ve biraz yumuşarlar.

Elastomerler, çok fazla ısıtıldıkları takdirde bozulurlar. Elastomerler, lastik elastikiyetindedir ve sıcak olarak şekil değiştirebilirler fakat kaynak edilemezler.

Yapı Örgüsü

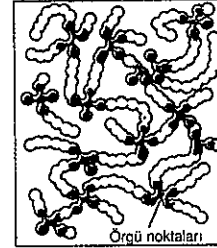


Isıtılma esnasındaki durumu

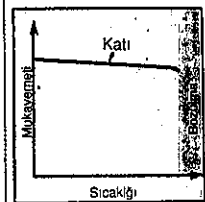


Şekil 1 : Termoplastikler

Geniş ilmekli ağ teşkil etmiş yapı

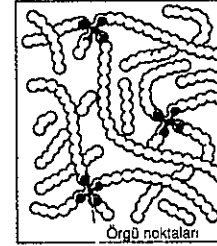


Isıtılma esnasındaki durumu

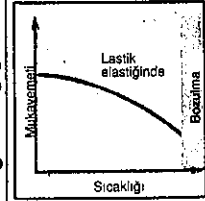


Şekil 2 : Duroplastikler

Geniş ilmekli ağ teşkil etmiş yapı



Isıtılma esnasındaki durumu



Şekil 3 : Elastomerler

3.6.4 Termoplastikler

Termoplastikler, miktar itibariyle en büyük plastik grubu temsil ederler. Buda herşeyden önce kolay işlenebilirliklerinden dolayı parçaların az bir masrafla üretilmesini mümkün kılar (sıcak şekil değiştirilebilir, kaynak edilebilir). Kaldıkları, hemen hemen her kullanıma maksadı için, nitelikli termoplastik tiplerinin geniş bir çeşidi bulunmaktadır.

Polietilenin (PE) Nitelikleri: Renksizden süt. rengine kadar renkte balmumuna benzer yapıda, düz parlak yüzeyleri olan asitlere ve eriyiklere (mahlule) karşı dayanıklıdır.

PE'nin tipik kullanılışı özgül ağırlığı $\rho = 0,92 \text{ kg/dm}^3$, düşük fiyat

Düşük Basınçlı - Polietilen: Katı zor bükülebilir

Yüksek Basınçlı - Polietilen: Yumuşak, kolay bükülebilir.

Kullanılması: Düşük basınçlı - PE (katı): Depolar, borular

Yüksek basınçlı - PE (Yumuşak): Hortumlar folyolar

Polipropilen (PP) - Nitelikleri: Düşük basınçlı - PE'nin (katı) niteliklerine ve görünüşüne çok benzerdir. Polipropilen biraz serttir ve herşeyden evvel, kaynayan suyun içinde sürekli olarak kullanılmasını mümkün kılacak özellikte olup, sıcakta (130°C ye kadar) şekil bakımından polietilenden daha dayanıklıdır.

Kullanılması: Çamaşır makinası ve otomobil parçaları yapımında.

Polivinilklorid (PVC)-Nitelikleri:

Renksiz, şeffaf, aside ve eriyiklere karşı dayanıklıdır. Özgül ağırlığı $= 1.35 \text{ kg/dm}^3$

Sert-PVC: Sert, diri, zor kırılabilir. Bu şekilde isimlendirilen yumuşatıcı maddeler katılmak suretiyle, yumuşak lastik şeklinde ve deri şeklinde PVC - cinsleri imal edilebilir.

Yumuşak-PVC: Lastik elastliğinde veya deri şeklinde

Kullanılması: Sert PVC Borular, muhafaza gövdeleri, profiller ve ventillerin yapımında.

Yumuşak-PVC: Sentetik deri, hortumlar, çizme, koruyucu eldivenler, ayakkabı tabanları yapımında.

Polistirol (PS)-Nitelikleri: Renksiz, parlak, yüzeyleri cam şeffaflığındadır. Sert ve gevrek, darbeye ve vuruşa karşı duyarlı, kırılma esnasında parçalanıp dağılan, inceltilmiş asitlere ve ergiyiklere karşı dayanıklı, çözücü maddelere karşı dayanıksızdır. Özgül ağırlığı $\rho = 1.05 \text{ kg/dm}^3$

Kullanılması: Gözetleme (seviye kontrol) camları, şeffaf çizim aletleri, gıda maddelerinde kullanılan küçük parçaların toplandığı kaplar

Darbeye Dayanıklı Polistirol: Gevrekliğin bertaraf edilmesi için polistirol-çıkış kitlesi akrilnitril, kauçuk elastikiyetinde Butadin veya herikisi (ABS-polimeri) karıştırılır. Bu suretle katılık ve darbeye karşı dayanıklılık gösterir

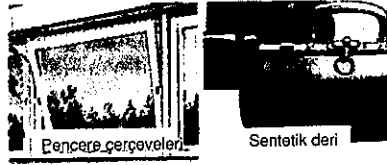
Kullanılması: Şeffaf sentetik maddeler elde edilir. Tornavida plastik çekiç, basma tuşları, makina muhafaza gövdeleri/ , motorlu taşıt parçaları yapımında kullanılır.

Köpük Haline Getirilmiş Polistrol: Polistrol, tahrik maddesi vasıtasıyla köpüklenendirilebilir. O, yaklaşık olarak 0.02 kg/dm^3 lük bir özgül ağırlığa ve ısı yalıtım (izolasyon) niteliklerine sahip bulunan, kapalı gözenek yapılı (sık dokulu) sert bir köpük malzemesinden meydana gelir. Piyasada, styropor (strafor) ve hostapor ticari adı ile bilinmektedir.

PE'nin tipik kullanılışı



PVC'nin tipik kullanılışı



PS'nin tipik kullanılması



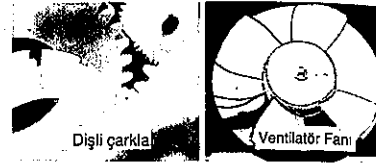
Kullanılması: Isı yalıtım (izolasyon) plakaları ve ambalaj malzemesi olarak kullanılır.

Polikarbonat (PC) - Nitelikleri: Cam şeffaflığında, parlak yüzeyleri olan, güneş ışığından etkilenmeyen, deforme olmayan şeffaflıkta, yüksek mukavemetli, darbeye karşı dayanıklı, kırılmaz, asitlere karşı dayanıklıdır. Fakat, mukavemetli eriyiklerde tuz çözeltilerinden ve diğer çözelti maddelerinden etkilenir. Özgül ağırlığı = 1. kg/dm³ tür.

Kullanılması: Kırılmaz camlar, işaret cihazları, vantilatörler, pompalar, elektrikli şalter ve fişleri, mikro mekanik teknoloji alanında, tıbbi ve elektroteknik cihazlar ve mutfak eşyası yapımında kullanılır.

Palyomid (PA)-Nitelikleri: Süt beyazı renginde, kayma kabiliyeti ve ovulmaya karşı mukavemeti olan yüzeylere sahip, kimyasal ve çözelti meddelerine karşı dayanıklı, sert ve diri, 70 N/mm²ye kadar yüksek çekme mukavemetine sahiptir. Özgül ağırlığı = 1.14 kg/dm³ tür.

PA'nın tipik kullanılması



Kullanılması: Dişli çarklar, yatak zarfları, kaydırıcı kızaklar, kam kasnakları, kamanda kamları, hareket ve kılavuzlama makaraları, koruyucu kasklar (baretiler), yakıt tankları vb. yapımında kullanılır.

Polyamit Elyafı: Polyamidler, elyaflara da bağlanabilirler. Onlardan tekstille dokumalar, fitiller, halatlar imal edilir. Piyasada, Perlon ve Naylon ticari adı ile tanınmaktadır.

Akriglas (PMMA) (Polymethylmethacrylat) Nitelikler:

Renksiz yüzeyleri parlak olan cam şeffaflığında, ışıktan etkilenmeyen (solmayan) optik camları olarak işlenebilir. Sert ve özlü, zor kırılır, birçok asitlere, eriyiklere ve ayrıca çevresel etkilere karşı dayanıklıdır ve bazı çözeltiler içinde eriyebilir. Özgül ağırlığı $\rho = 1.18 \text{ kg/dm}^3$ tür (Pencere camınıninkinin yarısı). Genel olarak fleksiglas olarak ifade edilir.

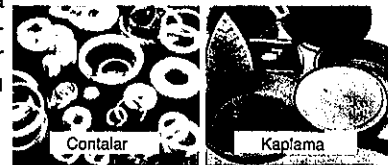
PMMA'nın tipik kullanılması



Kullanılması: Koruyucu gözlükler, çapaklara karşı koruyucu, şeffaf muhafaz gövdesi, camlı çatı döşemeleri, tıpla ilgili alet yapımında kullanılır.

Politetrafloretillen (PTFE)-Nitelikleri: Süt beyazı renginde, muma benzer yapıda, kayma kabiliyeti olan yüzeylere sahip, yumuşak, kolayca eğilip bükülebilir ve aşınmaya karşı dayanıklıdır. Ayrıca kimyasal maddelerden etkilenmez ve ısıya karşı dayanıklıdır (-150°C den +280°C'ye kadar). Özgül ağırlığı $\rho = 2,2 \text{ kg/dm}^3$

PTFE'nin tipik kullanılması



Ticari Adı: Hostafon TF Teflon

Kullanılması: Yatak zarfları, kimyasal armatürler, contalar, katlamalı körükleme kaplamalar, yağlama vasıtaları.

3.6.5 Duroplastik

Duroplastikler, sıvı veya toz şeklinde ön ürün olarak bunları işleyecek işçilere kadar ulaşırlar. İlave olarak bir setliğin verilmesi suretiyle veya ısı ve basıncın etkisi altında, ağ teşkil etmeyen ön ürünün makro molekülleri dar ilmekli olarak ağ teşkil

ederler. Bunun yanında plastik, kendi sertliğini ve mukavemetini muhafaza eder. Bu olay sertleştirme, ve bundan dolayı duroplastik sertleştirilebilir plastik olarak isimlendirilir.

Fenol Reçinesi (PF)- Nitelikleri: Hardal sarısı (sarımsı kahverengi) rengine, sonradan koyulaşan, tipik kokulu, sert, gevrek ve kırılığandır. Özgül ağırlığı $\rho = 1.5 \text{ kg/dm}^3$. Genellikle, kaya taşı tozu, ahşap tozu veya dokuma gibi dolgu maddeleri ile karıştırılır ve preslenerek şekillen-dirilecek işlerin maddesi olarak kullanılır.

Melamin Reçinesi (MF), üre Reçinesi (UF)
Nitelikleri: Renksiz olanıdan açık sarıya kadar, sonradan kararmaz, yüzeyleri parlak, koku-suz ve tatsız, pişmeye karşı dayanıklı sert, gevrek ve kırılığandır. Özgül ağırlığı $\rho = 1.5 \text{ kg/dm}^3$. Genellikle dolgu maddeleri ile karıştırılarak işlenir.

Kullanılması: Ahşap için birleştirme maddesi olarak saf halde (yonga levha=sunta), küçük parçalar ve muhafaza için dolgu maddesi olarak kullanılır.

Doymamış Polyester Reçinesi (UP)
Nitelikleri: Renksiz, yüzeyleri parlak cam şeffaflığında, sert ve gevrek olanından yumuşak ve elastik olanına kadar iyi yapışma kabiliyeti (adhezyon) vardır ve iyi döküm yapılabilir. Özgül ağırlığı $\rho = 1.2 \text{ kg/dm}^3$ tür.

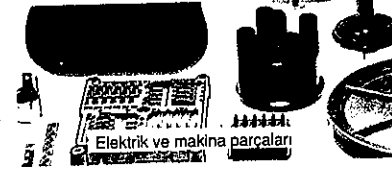
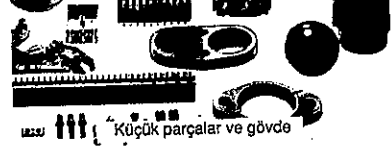
Kullanılması: Metallerin için yapıştırma reçinesi, kazınmaya (çizilmeye) karşı dayanıklı boya, modeller için döküm reçinesi, cam elyaf-ları ile takviye edilen palastikler için bağlayıcı reçine ve elyaf-lar için çıkış reçinesi olarak kullanılır.

Epoksi Reçinesi (EP) - Nitelikleri: Renksiz olanıdan bal sarısı rengine kadarki renklerde, sert, diri, kırılmaz ve iyi dökülebilir özelliktedir. Asitlere, eriyiklere, tuz çözeltilerine EP'ni Tipik kullanılması ve çözücü maddelere karşı dayanıklıdır. Özgül ağırlığı $\rho = 1.2 \text{ kg/dm}^3$ dir. Cam elyaf-larla takviye fotoğraf edilmiş olan plastikler için, yapıştırıcı reçinesi, boya (lâk) reçinesi ve döküm reçinesi ve ayrıca bağlayıcı reçine olarak kullanılır.

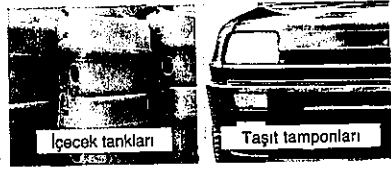
Elyaf-lı Takviye Edilen Polyester ve Epoksi Reçinesi

Polyster ve epoksi reçinelerinin büyük bir kısmı, cam elyaf-ların veya karbon elyaf-ların, cam elyaf-ları ile takviye edilen plastik (GFK) ve/veya karbon elyaf-la takviye edilen plastik (CFK) için bağlayıcı reçinesi olarak kullanılır (308. sayfa). Hafif ve yüksek mertebede dayanıklı olan bu malzemeden kayak botu gövdesi, karoseri parçaları, Uçak parçaları, spor aletleri ve oluklu plakalar imal edilir.

PF MF UF'nin tipik kullanılması



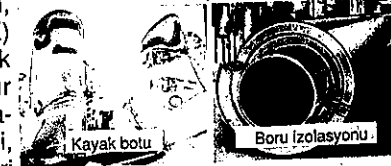
UP'nin tipik kullanılması



EP'nin tipik kullanılması



PUR'un tipik kullanılması



Poliüretan Reçinesi (PUR) - Nitelikleri:

Bal sarısı renginde, şeffaf. Her cinsine göre sert ve diri olanından yumuşak lastik elastikiyetine kadar. iyi yapışkanlık kabiliyeti (Adhezyon) köpürtülebilir. Zayıf asit asitlere, eriyiklere, tuz eriyiklerine ve çözücü maddelere karşı dayanıklıdır.

Kullanılması: Sert-PUR: Yatak zarfları, dişli çarklar yapımında. Orta sertlikte - PUR: Dişli kayışlar, binek taşıt-tamponları, makaralar yapımında kullanılır. Yumuşak -PUR: Conta yapımında kullanılır.

Poliüretan bunlardan başka Lâk (DD-Lâki) olarak ve ayrıca yapıştırıcı maddesi olarak kullanılabilir. Ayrıca: Her ağ teşekkül derecesine göre, sert köpük maddesi veya elastik yumuşak köpük maddesi elde edilebilir.

Silikon Reçinesi(SI)-Nitelikleri: Süt beyazı renginde, su ve yapıştırıcı maddeyi reddeden özelliktedir. Her imalata göre: Sert ve katı olanından yumuşak ve lastik elastikiyeti olanına kadar çeşidi vardır. Yağlara karşı dayanıklı, asitlere, eriyiklere ve çözücü maddelere karşı dayanıksız ve

+ 180°C ye kadar sıcaklığa dayanıklıdır.

Kullanılması: İzole lâki (boyası), su geçirmez boya, Contalar aralık doldurma maddesi ve döküm kalıpları olarak kullanılır.

3.6.6 Elastömerler

Bugün teknolojiye kullanılan elastömerler sentetik olarak üretilmişlerdir. Bunlardan **Sentetik kauçuk** olanı da **Butadien kauçuk** olarak isimlendirilmiştir.

Sentetik Kauçuk-Nitelikleri: Sarıdan koyu kahverengiye kadar renklerde ve genellikle kurum maddesi ile de siyaha boyanır. Her imalata göre sert lastik elastikiyetinden yumuşak lastik elastikiyetine kadar çeşidi olan sarsıntı (titreşim) ve sesi önleyici özellikte (sönümleyici), eskimeye karşı dayanıklı ve sürtünmeye karşı dayanıklıdır.

Kullanılması: Taşıtlar, radyal (çap doğrultusunda) contalar, sızdırmaz conta, koruyucu kapaklar, lastik yağları ve hortumların yapımında kullanılır.

3.6.7 Plastiklere Şekil Verilmesi

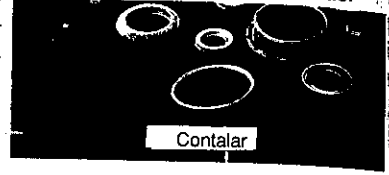
Termoplastikler üreticiler tarafından orta incelikte granüller (taneler) olarak toz veya sıvı halinde duroplastiler ve elastömerler olarak piyasaya sunulur. Plastikler, işleyenler tarafından çok defa bitmiş iş parçasını temsil eden asıl kendi şekline dönüştürmek suretiyle elde edilirler. Daha da şekil vermek için termoplastiklerin şekli değiştirilebilir. Duroplastilerde ve elastömerlerde bu mümkün değildir.

3.6.7.1 Termoplastiklerin Şekillendirilmesi

Ekstrüzyon

Ekstrüzyon, termoplastiklerin işlenmesi için en kapsamlı olan yöntemdir. Ekstruder, daha önceden konulmuş bir profil memesi olan devamlı çalışan bir helisel hat presidir. Plastik granül, ısıtılan silindir içinde dönen plastik helisel (vida taşıyıcısı)

Silikonların tipik kullanılması



Kauçuğun tipik kullanılması



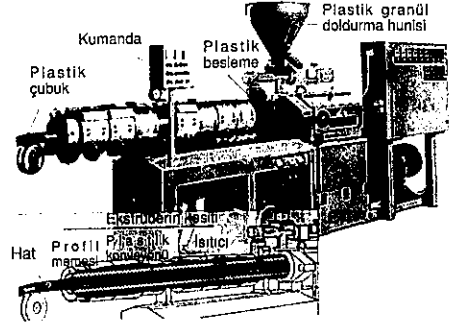
Vasıtasıyla sıkıştırılır, gazı atılır, ısıtılır ve böylece plastik işlemi yapılır (Şekil 1). Helisel, şekil verilebilen plastik kitleyi, onun dışarıya hat halinde çıktığı yere profil memesi vasıtasıyla devamlı olarak öne doğru bastırır. Memenin çıkış ağzının kesiti, dışarıya çıkan çubuğun profilini belirler. Çubuk aynı zamanda hava akımı içinde soğutulur ve katılaştıktan sonra parçalar halinde kesilir. Tipik ekstrüder mamuller, plakalar, bandlar, çubuklar, parofiller ve borular olarak sayılabilir.

Püskürtme Döküm

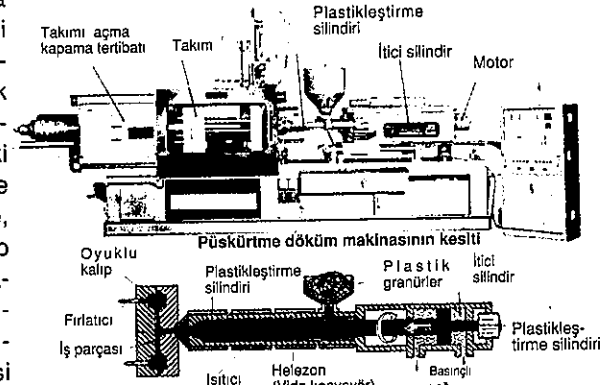
Püskürtme döküm, herşeyden önce termoplastikler için en önemli bir işleme metodudur. Püskürtme döküm makinası, sevk helisel (vida taşıyıcı) olan plastik işlem silindiri, itici silindir ve ayrıca, iki veya daha çok parçalı şekil oyuklu kalıptan meydana gelmiştir (Şekil 2). Plastik işlem silindirinin içinde plastik granüller ısıtılır ve plastik işleme tabi tutulur.

Püskürtme stroku esnasında itici silindirin pistonu, helisel öne doğru bastırır ve yumuşak plastik maddesini büyük bir hızla kalıp boşluklarının içine püskürtür. Kalıbın her iki parçası, termoplastik madde çabucak katılacak şekilde, soğutulur. Ondan sonra kalıp açılır ve bitmiş (üretilmiş) parça dışarıya atılır. Ara zamanda helisel, basınçlı yağ akışının yönünün değiştirilmesi suretiyle çıkış pozisyonuna geri döner. Kalıbın kapanmasından sonra, yeni bir üretim çevrimi başlar. Püskürtme döküm karmaşık yapıları parçaların üretimini yalnız bir işleme hızlı ve ucuz olarak mümkün kılar. Son bir işlem yapılması genellikle gereksizdir.

Püskürtme döküm, ancak kitle halinde parçaların üretimi için ekonomik olur, çünkü püskürtme döküm kalıpları pahalıdır. Tipik püskürtme döküm mamülleri, kova, kira kasaları, televizyon ve telsiz cihazlarının muhafaza gövdeleri, mutfak cihazları, mutfak makinaları, elektrik takımları ve ayrıca dişli çarklar ve civatalar gibi, taşıtlar için guruplar halindeki parçalardır. Sınırlı olarak, duroplastikler ve elastömerler de püskürtme döküm vasıtasıyla işlenir. Plastik işlem silindiri, plastik kitlenin yeter derecede plastiklik derecesini gerçekleştirecek kadar ısıtılır. Kalıp kuvvetli olarak ısıtılır, çünkü burada sertleştirme ısı altında sağlanır.



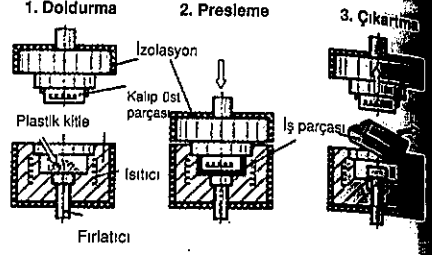
Şekil 1: Ekstrüzyon



Şekil 2 : Püskürtme döküm

3.6.7.2 Duroplastiklerin ve Elastömerlerin Şekillendirilmeleri Kalıpta Presleme

Kalıpla şekil verme işlemi, kalıpta presleme esnasında üç safhada meydana gelir (Şekil 1). İlk önce, sertleştirici maddesinin ilave edildiği, önceden ısıtılmış plastik kitlenin güçlendirilmiş bir porsiyonu matrisin (dışı kalıbın) boşluğuna doldurulur. Ondan sonra kalıp üst parçası aşağıya doğru hareket eder ve plastik kitle, kalıp içindeki boşluklarına doğru preslenir. Bu esnada plastik kitle kalıbın ısıtılmış olan cidarlarında ısınır ve sertleşir. Bundan sonra bitmiş iş parçası dışarıya itilir ve yeni bir üretim çevrimi başlar. Kalıpta preslemek suretiyle, muhafaza ve hazne gibi ince cidarlı parçalar üretilebilir.



Şekil 1 : Kalıpla presleme işlemi

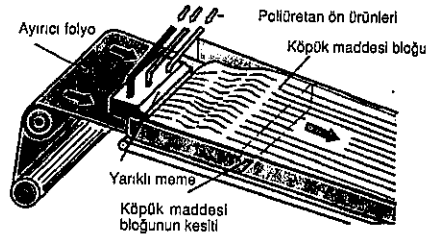
3.6.7.3 Köpük Maddesinin Şekil Değiştirmesi

Plastikten (sentetik maddeden) yapılmış olan köpük maddeleri, birçok küçük gaz kabarcıkları olan sıvı haldeki plastiğin köpüklendirilmesi suretiyle meydana gelir. Onlar bir tahrik maddesinin kimyasal bozulması veya buharlaşması suretiyle teşkil edilirler. En önemli iki köpük maddesi, polistrol köpük maddesi ve poliüretan köpük maddesi'dir.

Köpüklendirilmiş Polistrol, iki kademede üretilir. İlk önce kabartıcı (şişirici) madde ihtiva eden, ince taneli polistrol, bir sıcak hava akımı içinde ısıtılır. Bu esnada polistrol tanecekleri bezelye büyüklüğüne kadar şişerler. Isıtılmış olan köpük maddesi granül, bundan sonra şekillendirme kalıplarının içine doldurulur. Orada taneler tekrar şişerler, köpürürler ve kapalı kalıp içinde bir biçimlendirilmiş cisim halinde birlikte kaynak edilirler.

Köpüklendirilmiş Poliüretan, Genelde sürekli (kontinü) olarak bloklar halinde şekillendirilir (Şekil 2).

Sıvı halindeki poliüretan ön ürünleri bir yarıklı(yırıtmaçlı) memenin içinde karıştırılır ve ince durumda devamlı öne doğru hareket eden bir ayırıcı folyo üstüne serilirler. Ön ürünler birbiri ile reaksiyona girer, bu esnada ısınır ve gazlar serbest olarak açığa çıkarlar. Onlar, meydana gelmiş olan, henüz sıvı haldeki poliüretanı, reaksiyon ısısı sayesinde setleşen, bir köpük gövdesi oluşturacak şekilde şişirirler.



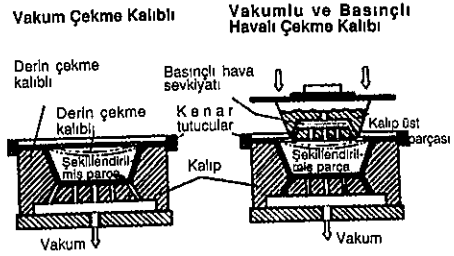
Şekil 2 : Ekstrüzyon

3.6.7.4 Termoplastik-Yarı Mamüllerin Isı ile Şekillerinin Değiştirilmesi

Isı ile şekil değiştirme işlemi, termo plastik maddelerden yapılmış olan büyük ebatlardaki yapı elemanlarının üretimine ilişkin bir metottür. Üretim, infraruj ışınları vasıtasıyla veya hava sirkülasyonu olan fırın içinde şeklinin değiştirilmesi gerekli olan yerde, ısıtılan plakalar, sert folyeler, çubuklar ve borulardan çıkar. Şekil değiştirme tertibatlarında sonradan eğilebilir, doğrultulabilir, preslenebilir ve kenarları bükülebilir. Vakumlu Derin Çekme olarak da adlandırılan sözkonusu genişleme (yayma) kalıpları olan özel (spesiyal) bir sıcak şekil değiştirme metodu ilave bir öneme sahiptir.

Burada aynı ölçüde ısıtılan tabela veya sert folyo kenarlardan bir kalıbın içine gömülür. Kalıbın oyuklu boş kısmı, kanallar üzerinden bir vakum pompasına bağlanmıştır. Vakumun tatbik edilmesi esnasında, biçimini alabilen plaka, kalıbın oyuklu boş kısmının içine çekilir ve soğutulmuş olan cidarlarının üzerine gelir.

Buz dolabının sacı gibi ince cidarlı malzemelere, ancak vakumun emici etkisi sayesinde şekil verilebilir. Örneğin tekne gövdesi gibi kalın büyük yapı elemanları, ilave olarak bir üst parçası ve basınçlı hava ile kalıp içine preslenir (Şekil 1).



Şekil 1 : Genleşme kalıbı
(Vakumlu-derin çekme)

3.6.8 Plastiklerin İşlenmesi

3.6.8.1. Kesme ve Talaş Kaldırarak İşleme

İnce plastik plakalar kesilebilir ve delinebilir. Kalın parçalar testere vasıtasıyla kesilir. Plastikten yapılmış olan iş parçaları, elle eğelemek, kesmek, raspalamak ve kazımak suretiyle talaş kaldırarak işlenirler. Bunun için özel olarak şekil verilmiş olan takımların kullanılması gerekir.

Makina ile Talaş Kaldırılarak İşlenmesi bakımından sadece sert plastikler uygundur. Onlar delinebilir, planyalama işlemine tabi tutulabilir, torna edilebilir, testere ile kesilebilir ve frezelenebilirler. Plastiklerin talaş kaldırılarak işlenmesinde, metallere nazaran önemli ölçüde daha az ısı iletim kabiliyetine sahip olduklarının ve bundan dolayı talaş kaldırma esnasında meydana gelen ısının kötü iletileceğinin dikkate alınması mecburiyeti vardır. Bu bağlamda, şu hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.

- Yüksek kesme hızı ve az ilerleme
- Takımların özel kesici ağız geometrisi: Büyük talaş açısı ve talaş boşlukları
- Yeterli soğutma: Termoplastiklerde su veya yağ ile, duroplastiklerde basınçlı hava ile yapılır. Taşlama ve parlatma, aynı şekilde sert plastiklerde de mümkündür.

3.6.8.2 Birleştirme

Termoplastikler, sökülebilen birleştirme metodları (civatalar ve kavramalı birleştirmeler) ve ayrıca, sökülemeyen birleştirme metodları (perçinler, kalafatlar, yapıştırıcılar ve kaynak) vasıtasıyla birleştirilebilirler. Duroplastik ve elastömerlerde kaynak yapmak mümkün değildir, çünkü onlar ısınma esnasında yumuşarlar (Bak. sayfa 296).

Civatalar, Kavramalı Birleştirmeler

Civatalı bağlantılar plastik veya metal civatalar vasıtasıyla yapılır. Büyük kuvvetleri aktarmak mecburiyetinde olan bağlantılar civata ve somunla birlikte veya içine dökülen veya pres edilen bir vida dişli parçayı tutan bir civata ile vidalanır (Şekil 1).

Daha az kuvvetlere maruz kalan vidalı bağlantılar, delik içindeki vida dişi kendi kendine şekillenen sac vidaları ile yapılır (Şekil 1).

Basit birleştirmelerin yapılmasında esnek birleştirmeler de yapılabilir (Sayfa, 196).

Perçinleme: Perçinli bağlantılar, üzerinde şekil verilen perçin gövdesi ve perçin deliği ile püskürtme yapılarak dökülen kısımlarda faydalı bir şekilde tatbik edilirler (Şekil 2). Perçin başı, temas (kontakt) ısısı veya ses ötesi ile sıcak yağma (şişirme) suretiyle yerleştirilir.

İçine Dökme: Parçaların birlikte dökülmesi, örneğin sinter bronzdan yapılmış olan bir yatak zarfının bir plastik iş parçasının içini, püskürtme dökümünden ve püskürtme presinden önce, metal parçasının yerleştirilmesi suretiyle sağlanır.

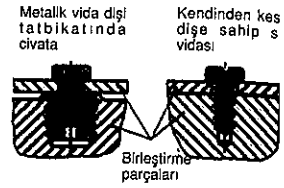
Yapıştırma

Uygun yapıştırıcı madde seçilmiş ve birleştirme parçaları doğru olarak şekillendirilmiş ve yapıştırma yerleri önceden yine doğru olarak işlem görmüşse, plastikler birbirleri ile sağlam bir şekilde yapıştırılabilirler.

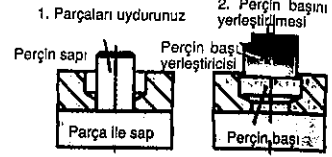
Polivinilklorid, akrilglas, polistiroil ve polikarbonatlar gibi **çözülebilir Termoplastikler** bir çözücü madde ile yüzeylerde çözülürler ve doğrudan doğruya üzeri yapıştırıcı madde sürüldükten sonra birlikte yapıştırılırlar. Yapıştırıcı olarak genellikle birleştirme parçalarının çözücü madde ile sıvılaştırılmış olan plastik madde kullanılır. Yapışma dikişinin mukavemeti, esas malzemenin mukavemetine erişir.

Polietilen, polipropilen ve politetra fluoretilen gibi **çözülemez veya çözülebilir Termoplastiklerin**, yapışma yüzeyleri özel olarak bir ön işleme tabii tutulmak suretiyle sağlam bir şekilde yapıştırılırlar. Onlar okside olan bir gaz ale ile yüzeyler üstten karıncalandırılmak (çopurlanmak) veya alevle işlem yapma suretiyle tırtıllandırılırlar. Yapıştırıcı madde olarak, mümkün olduğu kadar yapışması icap eden parçalarının benzer mekanik niteliklere sahip olması gerekli epoksi reçinesi ve poliüretan reçinesi gibi olan Duroplastik maddeler kullanılır. Yapıştırmalı birleştirmenin mukavemeti genel olarak düşüktür.

Duroplastikler, çözülmeyen termoplastiklere benzer şekilde yapıştırılırlar. Yapışma yüzeyleri gres yağından temizlenir, tırtıllandırılır (pürüzlü hale getirilir), yapıştırıcı madde her iki tarafa sürülür ve yapıştırıcı sertleşinceye kadar, parçalar birleştirilirler. Yapıştırıcı maddeler, polyester, metakrilat, epoksit ve poliüretan reçinelidir.



Şekil 1 : Vidalı bağlantılar



Şekil 2 : Perçin ile birleştirme

Kaynak

Kaynak vasıtasıyla sadece termoplastik niteliğindeki plastikler birleştirilebilir. **Sıcak Hava Kaynağı**, elektrikli bir ısıtıcı eleman, kaynak makinasının içinde elde edilen sıcak hava akımı ile sağlanır (Şekil 1).

Kaynak makinasından elde edilen sıcak hava, birleştirme yüzeylerini ve kaynak çubuğunu, esas malzeme ile ilave malzeme birlikte akacak şekilde hamurumsu duruma gelene kadar ısıtır. İlave malzeme (kaynak çubuğu) bir besleme kılavuzunun tesiri ile aşağıya doğru kayar.

Sıcak Elemanlı Kaynak'ta, birleştirilmesi gerekli olan parçalar, birleştirme yüzeylerine bir sıcak eleman temas ettirilerek hamurumsu bir duruma gelinceye kadar ısıtılır (Şekil 2). Ondan sonra sıcak eleman çekilir ve parçalar kaynak edilecek şekilde, ısıtılmış olan yüzeylerinden birbiri ile karşılıklı olacak şekilde derhal pres edilir.

Sürtünme kaynağı, vasıtasıyla, çubuklar ve borular gibi simetrik olarak döner biçimli parçalar birleştirilir (Şekil 3). Bunun için parçalar bir sürtünme kaynağı makinasına bağlanır. Ondan sonra bir parçası döner durumda yerleştirilir ve sürtünme (sürtme) ısısı sayesinde birleştirme yüzeylerinde kaynak sıcaklığına erişinceye kadar, hareketsiz olarak duran parçaya karşı bastırılır. Bunu takiben döner parça frenlenir ve derhal kaynak ek yeri katılaşıncaya kadar, hareketsiz duracak şekilde bastırılır.

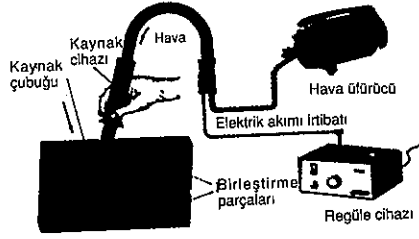
Folyoların Kaynağı, birleştirilmesi icap eden folyolar, kızdırılmış durumdaki bir hat elemanı ile birbirinin üstüne bastırılmak suretiyle sağlanır. Isı folyoları, kaynak hat elemanının basıncı altında birlikte kaynak edilecek şekilde ısıtılır.

3.6.8.3 Plastik Kaplamalar

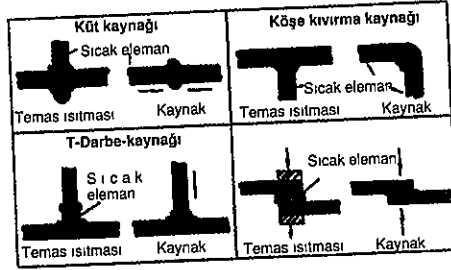
Bir iş parçasını ince bir plastik ile kaplamak için en basit metod laklamaktır (boya-maktr). Laklar, bir ağ teşkil etmeyen Duroplastikten bir çözücü maddeden ve renk pigmentlerinden meydana gelir. Lak sürüldükten sonra çözücü madde buharlaşır. Geriye kalan plastik madde sertleşir ve birlikte plastik bir kaplamayı meydana getirir.

Savurma Sinterlenmesinde, plastik toz depo içine hava tarafından üfürülmek suretiyle girdap olayı meydana getirilir. Bu toz içine, yaklaşık olarak 300°C'nin üstünde ısıtılmış olan, kaplanması icap eden metal parçaları daldırılır. Plastik parçacıklar, ısıtılmış olan metal parçasının üstüne sıkı olarak yapışır ve bir kaplama meydana gelmesi için ergirler.

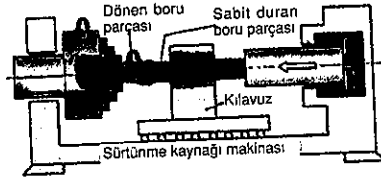
Alevli Püskürtme'de, sıvı haldeki plastik maddesi bir püskürtme tabancası ile iş parçasının üstüne püskürtülür.



Şekil 1 : Sıcak hava kaynağı



Şekil 2 : Sıcak elemanlı kaynak



Şekil 3 : Sürtünme kaynağı

Tekrarlama Soruları

- 1 Plastikler hangi niteliklere sahiptirler?
- 2 Plastikler kaç gruba ayrılır?
- 3 Neden termoplastikler kaynak edilebilirken, duroplastikler kaynak edilemezler?
- 4 Hangi termoplastikler iyi kayma niteliklerine sahiptir?
- 5 Silikon reçinesi hangi niteliklere sahiptir?
- 6 Dişli çarklar, kamlar veya makaralar gibi makina parçaları hangi plastikten yapılırlar?
- 7 Termoplastikler ve/veya Duroplastikler için hangi şekil değiştirme metodu vardır?
- 8 Bir ekstruder nasıl çalışır?
- 9 Çözülebilir plastikler nasıl yapıştırılır?
- 10 Plastik kaynak metodları nelerdir?

3.7 Birleşik (Karma, Kompozit) Malzemeler

Birçok münferit maddelerden meydana gelen ve yeni bir malzeme olarak birleştirilmiş olan maddeler, Birleşik (karma, kompozit) malzemeler olarak adlandırılırlar.

Bu malzeme gruplarının makina yapımındaki en önemli temsilcisi, örneğin, elyaflarıyla takviye edilen plastikler (cam elyafı plastik) veya sert metallerdir.

Alaşımlar, birleşik malzemeler kapsamına dahil değildir. Onlarda münferit malzemelerin (alaşım elemanları), artık tanınamayacak kadar ince olarak dağılmışlardır. Birleşik malzemelerde münferit maddeler değiştirilmeksizin katılırlar ve önemli büyüklükte parçacıklar meydana getirirler.

3.7.1 İç Yapı

Sadece bir maddeden meydana gelen malzemeler, iyi olan niteliklerinin yanı sıra kötü olan niteliklere de yani, bazı mahzurlarada sahiptirler. Örneğin: Çok sert, yüksek mukavemete sahip çelik, ancak az genişlenebilir durumda olup, gevreklerdir. Buna karşılık özlü olarak genişlenebilir çelik, az bir mukavemete sahiptir.

Birleşik malzemelerde ise, birçok münferit malzemelerin iyi olan nitelikleri birleştirilir ve kötü olan nitelikleri bertaraf edilir (Tablo 1).

Böylece cam elyaflarıyla

ile takviye edilmiş olan plastiklerde, cam elyafının yüksek çekme mukavemeti, plastiklerin dayanıklılığı ile kombine edilmiştir, bu suretle cam elyafının gevrekliği ve plastiklerin az olan mukavemeti etkisiz hale getirilir. **Maddelerin gevrekliği ve metallerin az olan sertliğini yetersiz olduğu hallerde**, sert metallerin, sertliği ile metallerin dayanıklılığı yeni bir kompozit malzemede birleştirilir.

Birleşik malzemede, münferit maddelerin iyi olan nitelikleri birleştirilmiş, kötü olan nitelikleri ise etkisiz duruma getirilmiştir. Münferit maddelerin uygun bir seçimi ve kombinasyonu sayesinde, teknolojik bir gereksinimin tam olarak karşılanabildiği niteliklerde birleşik malzemelerin imal edilmesi mümkün olur.

Birleşik malzemede mukavemetin artırılmasına etki eden bir madde, **takviye materyali veya takviye bileşeni** adını alır. Cismin birarada tutunmasını sağlayan diğer madde **Bağlayıcı** veya **Matriks** adını alır.

Tablo 1 : Münferit ve Birleşik Malzemelerin Nitelikleri

Cam Elyafı (Yüksek mukavemet, gevrek)	+	Plastik (Mukavim değil, diri)	→	Cam Elyafı ile Takviye Edilmiş Olan Plastik (Yüksek Mukavemet, diri)
Sert Madde (Sert, gevrek)	+	Metal (Yumuşak, diri)	→	Sert metal (Sert, diri)

Birleşik olarak arzedilen maddeler cinsine göre farklı gruplara ayrılır (Şekil 1).

Elyaf-ve/veya tel ile takviye edilen birleşik malzemeler

Parçacıklarla takviye edilen birleşik malzemeler
Kaplama malzemeleri

Takviye etmek suretiyle birleşik malzemelerin mukavemeti, katılığı (Elastikiyet modülü) ve serliliği artırılır. Ayrıca her birleşik kombinasyona göre, ısı iletim kabiliyeti gibi diğer niteliklerde, karşı dayanıklılığı veya aşınma mukavemetini artırabilir.

3.7.2 Elyaf Takviye Edilen Birleşik Malzemeler

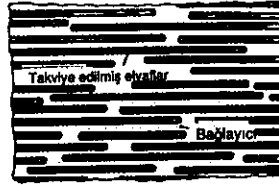
En çok kullanılan takviye elyafları, cam elyaflardır. Onlar yüksek bir çekme mukavemetine (1000 N/mm²'ye kadar), az bir yoğunluğa (yaklaşık 2,5 g/dm³) sahiptir ve fiatı uygundur. Münferit cam elyafı 10 µm ilâ 100 µm kalınlığında olup, daha iyi kullanılması için organ (kaytan çubuk) halindeki binlerce elyaflarla birlikte tutulur veya hasır, dokuma ve yapıştırmalı olarak işlenirler. Örneğin uçak yapımı ve uzay yolculuğu gibi özel gereksinimleri için, karbondan en mukavim ve hafif metallere veya seramikten yapılmış olan elyaflarda kullanılırlar. Bağlayıcı olarak genelde duroplastik esaslı plastik ve ayrıca az miktarda hafif metal kullanılır.

Birleşik malzemede elyaflar, kendi yüksek çekme mukavemetini birleşik malzemeye intikal ettirirler. Fakat bu, içinde elyafların sadece malzeme halinde buldukları yön için geçerlidir (Şekil 2). Bütün yönlerden takviye edilmesi gerekli olduğu takdirde, elyafların bütün yönlerde de tanzim edilmiş olması mecburiyeti vardır. Tercihen bir yönde tatbik edilmesi talep edilen çubuklar, borular ve profiller gibi parçalar için, elyaflar bundan dolayı sadece bir yönde konulurlar. Her tarafından yüklenen, örneğin dişli çarklar gibi iş parçalarında elyaflar bütün yönlerde bulunurlar.

Cam Elyaf Takviyeli Plastikler (CETP)

Kısaca CETP olarak isimlendirilen cam elyafları ile takviye edilmiş olan plastikler, plastik ve cam elyaflarından meydana gelir. Form (şekli) parçaların üretimi esnasında, plastik sıvı durumundadır ve daha sonra sertleşir.

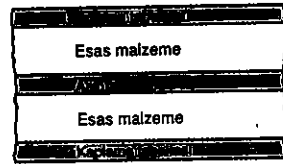
Elyaflarla takviye edilmiş olan birleşik malzeme



Parçacıklarla takviye edilmiş birleşik malzeme

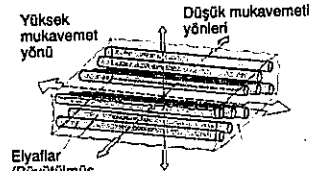


Kaplama malzemesi

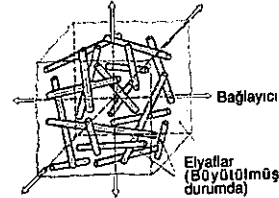


Şekil 1 : Birleşik malzeme cinsleri

Bir Yöndeki Takviye



Bütün Yönlerdeki Takviye



Şekil 2 : Takviye yönleri

Terkibi : Cam elyafları ve plastik
Yüksek mukavemeti: 1000 N/mm²'ye kadar
E (Elastikiyet)- Modülü (Katılık): 30.000 N/mm²'ye kadar
Az özgül ağırlık yaklaşık 1,8 kg/dm³'e kadar

Nitelikleri ve Kullanılması

Cam elyafları ile taviye edilmiş olan plastiklerin nitelikleri, kullanılan plastik ve cam elyaflarının cinsi, toplam hacim içindeki cam elyafların payı ve ayrıca iş parçasının içindeki dağılımıyla tayin edilir. Muka-ve-met, elyafların muhteva oranının yükseltilmesiyle ve elyafların bir yönde tanzim edilmesiyle artırılır.

CETP'nin esas kullanma alanı, şimdiye kadar yapı işleri ve spor malzemelerinin üretimi (kayak, tenis raketleri) idi. Fakat bu malzeme, taşıt, uçak ve malzeme yapımında olduğu gibi diğer sahalara da girmiştir. Örnek olarak, dişli çarklar, özel takımlar, kamyon-yaprak yayları, karoseri elemanları ve uçak yapı parçaları, boru tesisatları ve depolar sayılabilir (Şekil 1).

İşleme

Talaşsız Şekil Verme, ancak anılan **prepregs malzemelere** mümkündür. Bunlar, üretici tarafından sertleştirilmemiş plastikte doldurulmuş olan cam elyaflarından daha önceden üretilmiş hasırlardır. Şekil verilmesi esnasında ön biçimlendirilmiş malzemelere biçim verilir ve bunu takiben ısıtmak suretiyle sertleştirilir. Sertleştirilmiş olan CETP (cam elyafları ile takviye edilmiş plastik)'ya yeniden şekil verilemez.

CETP, sert plastikler gibi bütün **talaş kaldırma metodları** ile işlenebilir. Cam yafaların sert oluşlarından dolayı, sert metal-takımların kullanılması mecburiyeti vardır.

CETP-yapı parçaları, alt alta konularak ve diğer malzemelerle vidalamak, perçelemek veya yapıştırmak suretiyle birleştirilebilir.

CETP-parçalarının hasarlı yerleri kolaylıkla tamir edilebilir. Tamir edilmesi gereken yerleri temizlenir, hasarlı olan kısmı çıkarılıp alınır ve elle levha yapmak suretiyle delik kapatılır (Sayfa, 300).

3.7.3 CETP (Cam Elyaf Takviyeli Plastikler) için Üretim Metodu

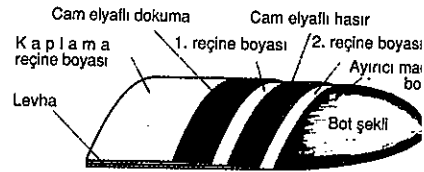
CETP'nin üretilmesi için birçok metodlar vardır:

El ile Levha Yapma, CETP-parçalarının en basit imalat tarzıdır (Şekil 2). Genellikle dokuma veya hasır gibi takviye materyalleri bir ayırıcı madde ile ve ilk reçine boyası ile boyanan form (biçim) üstüne tabaka halinde konular ve arzu edilen boyası kalınlığa erişilinceye kadar, her yeri soğuk olarak sertleşen bir reçine ile teçhiz edilir. Böylece meydana gelen tabaka halindeki malzeme **Laminat (Levha)** olarak isimlendirilir.

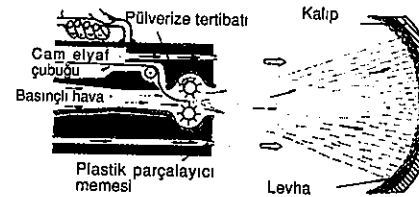
Elyaf Reçinesi Püskürtme de, cam elyaflar parçacıklara ayrılır ve basınçlı bir hava akımı tarafından dışarıya üfürülür (Şekil 3). Aynı zamanda pülverize memeleri tarafından, elyaf parçacıkları ve plastik sisi kalıp üstüne bir levha serecek şekilde, plastik püskürtülür.



Şekil 1: CETP'den yapılmış yapı parçaları



Şekil 2 : El ile levha yapma



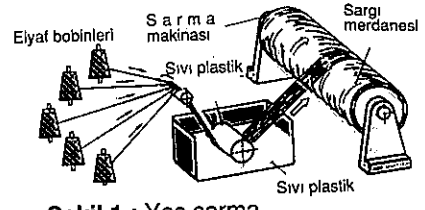
Şekil 3 : Elyaf reçinesi püskürtme

Plastik ve elyaf parçacıklarından yapılmış olan pres hasırı, takviye edilmemiş olan plastikler gibi **Kalıpta Presleme, Püskürtmeli Presleme ve Püskürtmeli Döküm** vasıtasıyla işlenirler (301.Sayfa)

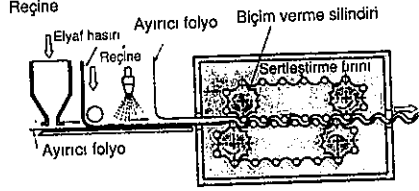
Yaş sarma'da, elyaf çubukları sıvı plastik-içinden geçirilerek çekilir, dolayısıyla tamamıyla emilirler (Şekil 1). Daha sonra ise merdaneye sarılır. Bu üretim metodu ile borular, depolar, tanklar gibi döner simetrik yapı elemanları üretilebilir.

Benzer bir metod olan, **Profil Çekme metodu** ile CETP (Cam Elyafı ile Takviye Edilmiş Sıvı Plastikler)'den yapılmış olan sayısız profiller üretilebilir. Bunun için bir demet plastik içirilmiş elyaf çubukları, elyaf demetini arzu edilen şekle getiren bir profil memesi vasıtasıyla çekilir.

Sonsuz, düz veya oluklu (dalgalı) bandların üretimi anılan **Kontinü Laminer (Levha) Tesis** ile sağlanır (Şekil 2). Bunun için bir ayırıcı folyo üstünde öne doğru hareket ederek reçine ve cam elyafı üstüne getirilir ve ikinci bir ayırıcı folyo ile kaplanır. Bu ön Lamine Levhaya bundan sonra bir sertleştirici fırın içinde bir oluklu bandın meydana getirilmesi için şekil verilebilir. Kesilmiş ön lamine levhalar derin vakumla çekme suretiyle de (Sayfa 303) şekillendirilebilir.



Şekil 1 : Yaş sarma



Şekil 2 :Sürekli (kontinü) levha tesisi

3.7.4 Parçacıklarla Takviye Edilen Birleşik Malzeme

Plastik-Presleme Maddesi: Bunlar, bir duroplastik olan plastik kitleden (bağlayıcıdan) ve bunun içinde ince bir şekilde dağılan dolgu maddesi parçacıklarından (takviyeden) meydana gelir. Plastik olarak, fenol-,üre-,melamin-veya polyester reçinesi kullanılır. Dolgu maddeleri kaya taşı tozu, ahşap tozu veya is (kurum)'dir. Presleme maddesi, saf plastiklere göre yüksek bir mukavemete sahiptir. Bunlar kollar, kulplar, elektrik parçaları, muhafazalar vb. gibi küçük parçaların yapımında kullanılır.



Polimerbeton, bağlayıcı maddesi olarak epoksi reçinesinden ve dolgu maddesi olarak parçalanmış granit tanelerinden meydana gelen parçacık takviyeli bir birleşik (karma) malzemedir. Makina yapımındaki esas kullanımı, takım tezgâhlarının kaideleridir. Bunlar ya tamamıyla polimerbeton malzemesinden yapılırlar ve bu takdirde yapı dönüştürme parçalarının irtibatlandırılması için içine dökülen çelik kayıt hatları ve çelik vida dişleri ihtiva ederler veya bunlar polimerbeton ile birlikte dökülmüş olan oyuklu bir demir döküm şeklinden meydana gelirler. Polimer-beton makina kadesi, kır (gri) dökümden yapılmış olan makina gövdesine nazaran önemli ölçüde titreşim absorbe etme özelliğine sahiptir. Bu sayede takım tezgâhlarının imalat hasasiyeti iyileştirilir.



Polimer betonlu makina kadesi



Taş gövdeleri

Zımpara Taşı ve Honlama Taşı

Bunlar, taşlama tanelerinden (Asal-Korund -Silisyum Karpit-veya elmas parçacıkları) ve bir plastik, yumuşak seramik veya metal bağlayıcıdan meydana gelirler. Bu bileşik malzemelerde, bağlayıcı madde taş gövdesinin birlikte tutulmasını, mukavemetini ve diriliği sağlarken gevrek, sert taş taneleri talaşların kaldırılması görevini üzerine alır (Sayfa, 160).

Sert Metaller ve Oksit Seramik Kesici Maddeler

Sert metaller, gevrek sertlikteki karpitlerden (takviye parçacıklarından) ve çoğunlukla kobalttan veya Nikelden yapılmış olan metalik bir bağlayıcıdan meydana gelirler. Bu kombinasyon, karpitlerin sertliğinde, aşınma mukavemetinde ve metal bağlayıcının diriliğinde olan bir birleşik malzemeyi verir.

Oksi-seramik kesici maddeler, Asal korund parçacıkları TiC-ve ZrO₂ bağlı (Al₂O₃)'den meydana gelirler.

Sert metallere ve oksit-seramik kesici maddelerinden, talaş kaldırıcı takımlar ve aşındırıcı parçaları üretilir.

3. 7. 5 Birleşik Kaplama Malzemeleri

Sert Dokuma, Sert kağıt, Plastik - Preslenmiş

Ahşap: Bu malzemeler, dokuma-, kağıt- veya tabaka

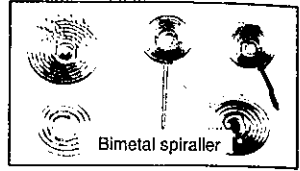
halinde bir yapıştırıcı reçinesi emdirilen ve ondan sonra plaka meydana gelmek üzere pres edilmiş olan birleşik kaplama malzemeleridir. Bunların mekanik nitelikleri ve işlenebilirliği, sert ahşabinkine benzer. Onun esas kullanım alanı, model yapımıdır.

Plaka Haline Getirilen (Kaplama) Saclar. Bunlar, üstüne pas ve aside dayanıklı olan bir malzemenin ince bir tabakasının haddelendiği ucuz bir malzemeden, çoğunlukla da, yüksek mertebede dayanıklı olan alaşimsız bir çelikten meydana gelirler. Üstüne kaplanmış olan malzeme korozyona karşı korunurken esas malzeme mekanik yüklemeleri üstüne alır. Plaka haline getirilen malzemeler, herşeyden önce kimyasal amaçlı aparat yapımında kullanılır.

Bimetaller. Bimetaller, ince sac şeritlerdir. Bunlar, üst üste bindirilerek haddeden geçirilmiş ve bu arada pres kaynağı yapılmış iki farklı metal olan saclardan meydana gelmişlerdir. Bimetal ısıtılırsa, metallerden birisi diğerinden daha fazla genişler. Bunlar birbirleri ile sıkı sıkıya bağlı olduklarından, bimetal az ısı genişleme ile malzemenin yanına doğru eğilir. Bimetaller termometrelerde Bimetal-Spiralleri olarak ve ayrıca şalterlerde kendiliklerinden devreyi açıp kapayan elektrik kontakları olarak kullanılırlar (Bak. sayfa 448).

Tekrarlama Soruları

- 1 Birleşik (karma) malzemeler münferit (tek) malzemelere nazaran hangi avantajlara sahiptir?
- 2 GFK (cam elyafları ile takviye edilmiş plastik) nedir?
- 3 GFK için hangi üretim metodu mevcuttur?
- 4 Neden, sert metal bir birleşik malzemedir?
- 5 İki birleşik kaplama malzemesini tarif ediniz?



3.8 Korozyon ve Korozyondan Korunma

Korozyon, metalik malzemelerin, çevrenin etkili maddeleri ile kimyasal veya elektro kimyasal reaksiyonlar vasıtasıyla etkilenmesi tahribatı (bozulması)dır.

Korozif Vasıta (Tesir maddesi), yapı parçasını kuşatan, malzemenin üstüne tesir eden ve korozyona sebebiyet veren maddelerdir. Örneğin: Ortam havası sanayi kirliliği ihtiva eden veya etmeyen serbest hava atmosferi, deniz atmosferi, su, toprak zemini ve kimyasal maddeler.

Korozyon yoluyla ortaya çıkan zararlar, sadece Federal Almanyada senede yaklaşık olarak 100 milyar DM tutmaktadır. Zararların bir kısmından, korozyon olaylarının bilinmesi ve uygun koruyucu tedbirlerin alınması suretiyle sakınılabılır (Şekil 1).

3.8.1 Korozyonun Sebepleri

Korozyon olayları, her ortama ve her farklı tesir mekanizmalarına göre cerayan eder. Buna göre elektro kimyasal veya kimyasal korozyon farklı olur. Makinalar üzerindeki mutad (herzamanki gibi) korozyon tahribatı genel olarak elektro - kimyasal olaylardan ileri gelmektedir.

3.8.1.1 Elektro-Kimyasal Korozyon Olayları

Elektrokimyasal korozoyonda, korozyon olayları metal yüzeylerinin üstünde, elektrik ileten su tabakasında, Elektrolit olarak ceryan eder. Elektrolit olarak bir çatlak (aralık) içindeki buğu kalınlığında bir rutubet, film tabakası veya su artığı hatta el teri de yeterlidir.

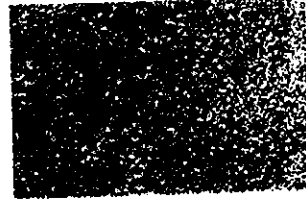
Rutubetli Çelik Yüzeylerinin Elektro Kimyasal Oksijen Korozyonu

Metal parçalarının üst yüzeyleri rutubetli ortamlarda ve açık havada, bir oksit tabakası ile kaplanır. Alaşsız ve düşük alaşımlı çeliklerden yapılmış olan parlak yapı parçaları, bu şartlar altında birkaç gün sonra pas benekleri (lekeleri) ile kaplanır (Şekil 2).

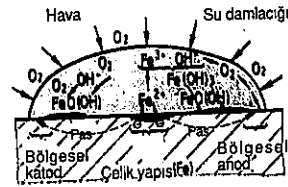
Korozyona dayanan olaylar, havadaki oksijenin demir malzemesinin üstündeki su ile bağlantılı halde tesir etmesinden ileri gelmektedir. Bir su damlasının altındaki bir malzeme bölgesinde, bu münasebetle cerayan eden olaylar izah edilebilir (Şekil 3). Damlaların ortasında, demir Fe^{2+} - iyonları çözülmeye başlar. Bu çözülmeye sahası lokal (yerel) bir anod gibi tesir eder (Lokal Anodu). Damlaların kenar bölgesinde, çözülen havanın oksijeninden oluşan OH^- - iyonları çözülen demir Fe^{2+} ile reaksiyona girer ve ilk önce demir hidroksit $Fe(OH)_3$ ve buradan Pas $FeO(OH)$ oluştururlar. Pas, damlanın kenarında ring şeklinde ayrılır. Benek şeklinde başlayan pas oluşumu çelik yüzeylerde gözlenebilir (Şekil 2). Korozyonun sürekli olarak devam etmesi halinde bütün çelik yüzeyleri bu yerlerinden itibaren paslanır.



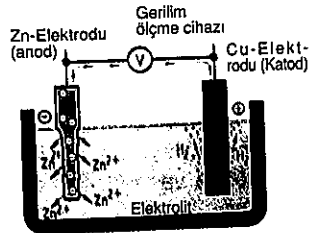
Şekil 1: Korozyon nedeniyle kullanılamaz hale gelmiş yapı parçası



Şekil 2 : Parlak çelik üstündeki pas



Şekil 3: Elektro kimyasal oksijen korozyonundaki olaylar



Şekil 4 : Galvanik eleman

Kozoryon Elemanlarında elektrokimyasal Korozyon

Bu korozyon, bir galvanik eleman içinde cereyan eden aynı olaylardan ileri gelmektedir. Galvanik bir eleman, bir elektrik iletim kabiliyeti olan akışkan, elektrolit içine daldırılan, farklı metallere yapılmış olan iki elektrodta meydana gelir (Sayfa 311., Şekil 4). Bu düzende, her iki metalden daha asal (soy) olanı çözülür. Çözülen metal paslanır (korozyona uğrar). Çinko, bakır, galvanik elemanında bakır-elektrodta (katod) suyun parçalanması nedeniyle hidrojen açığa çıkarken çinko-elektrodta (anod) Zn^{2+} iyonları çözülmeye başlar. Her iki elektrod arasında büyüklüğü elektrod malzemelerine bağlı olan küçük bir elektrik gerilimi hüküm sürer.

Normal bir hidrojen elektrodu ile yapılan ölçümler vasıtasıyla, **Normal Potansiyel** olarak isimlendirilen münferit elektrod malzemelerinin gerilimleri tayin edilmiş ve metallerin gerilim sırası tablosuna aktarılmışlardır (Şekil 1).

Hidrojen-sıfır potansiyelinden itibaren sola doğru asal olmayan metaller, sağa doğru asal metaller yer alırlar. Bir galvanik elemanda daha solda kalan metal çözülür, örneğin Zn/Cu elemanında çinko çözülür (Sayfa 311, Şekil 4). Galvanik elemandaki gerilimin büyüklüğü normal potansiyel farkından hesap edilebilir.

Örnek: Zn/Cu galvanik elemanı Bakırın normal potansiyeli +0.34 V, çinkonunki -0.76V. Böylece galvanik elemanda $+0.34 V - (-0.76V) = 1.1V$ 'luk bir gerilim hüküm sürer.

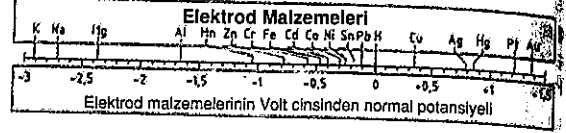
Bir galvanik elemanın şartları makina elemanlarında ve yapı parçalarında birçok yerlerde meydana gelir. Bu sahalar, korozyon elemanları Çinko adını alır. Bu hususta, iki farklı metal (elektrodlar) ve bir miktar su (elektrolit) gereklidir. Tipik korozyon elemanları, örneğin çelik yapı parçaları üstündeki metal kaplamalar üzerindeki hasarlı yerler veya farklı malzemedeki meydana gelen iki yapı elemanının temas etmesi ve ayrıca alaşımların içindeki asal (soy) olmayan metal bu yerlerde çözülmek suretiyle tahribata uğrar.

Pasivasyon (Pasiflendirme):

Pratikte bazı metaller, metallerin gerilim sırası tablosundan beklenmesi gerektiği gibi davranış göstermezler.

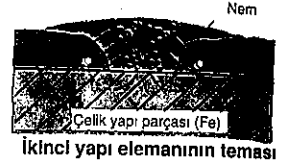
Örnek: Kromla kaplanmış çelik. Gerilim sırasına göre, daha solda bulunan metalin, yani kromun çözülmesi icap ederdi (Şekil 2). Fakat krom tabakasının alt tarafından paslanması ve çatlayıp dökülmesi nedeniyle, kromla kaplanmış olan çeliğin korozyon şekli karakterize edilmiştir. Sebep, üzerinde biriken oksijen molekülleri vasıtasıyla krom üst yüzeylerinin pasivasyonudur. Bundan dolayı çelik paslanır.

Kromun pasivasyon tesiri, krom ihtiva eden çeliklerin korozyona mukavemetinin de sebebidir. Örneğin x 5Cr Ni 18 10.



Şekil 1 : Metallerin gerilim sırası

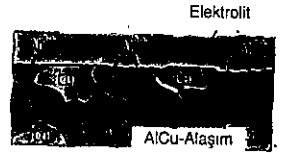
Bir kaplamanın hasar yerleri



İkinci yapı elemanının teması



Farklı dokulu taneler



Elektrolit

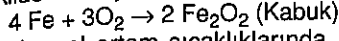
AlCu-Alaşım

Şekil 2 : Korozyon elemanları

3.8.1.2 Kimyasal Korozyon Olayları

Kimyasal Korozyon'da malzeme, su ile birlikte tesir etmeksizin, maruz kalınan tesir maddesi ile doğrudan doğruya reaksiyona girer.

Örnek: Isı değişimi esnasında tav halindeki dövme parçalarının kabuklanması (Şekil 1). Burada, demir (Fe) havanın oksijeni (O₂) ile kabuk meydana getirecek şekilde reaksiyona girer.



Normal ortam sıcaklıklarında, metalik malzemeler kuru maddelerle ancak istisnai hallerde, örneğin aktif klor gazı ile, reaksiyona girer. Metaller kuru hava ile ilk olarak, **yüksek sıcaklık korozyonuna** tekabül eden yüksek sıcaklıklarda reaksiyona girer. Bu korozyon örneğin, iş parçalarının dövülmesi, tavlama ve sertleştirilmesi esnasında meydana gelir (Şekil 1).

3.8.2 Korozyon Cinsleri ve Görünüş Şekilleri

Her malzemeye ve korozif etkiye göre, korozyon cinsleri, kendi tipik görünüş şekilleriyle ortaya çıkarlar (Şekil 2).

Aynı Ölçüdeki Yüzey Korozyonu

Aynı ölçüdeki yüzey korozyonunda, yüzeyler yaklaşık olarak aynı ölçüde ve korozyon etkisi ile yavaş yavaş taşınır. Bu korozyon cinsi, açık havada, saf hava atmosferinin içinde korunmamış durumdaki yapı çeliklerinde veya dövme parçaların kabuk bağlaması esnasında meydana gelir.

Oyuk ve Delik Korozyonu

Bu korozyon, genel olarak ilave oyuk ve delik oluşturarak, yüzeyel bir korozyonu taşımak suretiyle, kendisini belli eder.

Klor iyonları - ihtiva eden aktif sıvı ile temas halindeki paslanmaz çeliklerde, bu korozyon malzemede iğne batırılmış şekilde kertikleri olan yalnız delik aşınması (çürümesi) şeklinde meydana gelir. Bu korozyon çeşidi, basınç altında depo cidarı bulunan iletim hatlarında ve depolarda çok tehlikelidir.

Temas (Kontakt) Korozyonu

Farklı malzemelerden yapılmış olan iki yapı parçası doğrudan doğruya birbirinin sınırlarında ve rutubet altında (elektrolit olarak) ise, temas korozyonu meydana gelir. Asal (soy) olmayan her iki metal bu korozyon elemanında çözülmek suretiyle tahribata uğrar.

Temas korozyonu, örneğin diğer bir malzemenin yapılmış olan bir muhafaza gövdesi içindeki yataklarda, kovanlarda veya ekleme (birleştirme) parçası olarak diğer bir malzemenin birleştirme civatasının kullanılması halinde meydana gelir.



Şekil 1 : Kabuklanmış dövme parçaları

Aynı ölçüdeki yüzey korozyonları

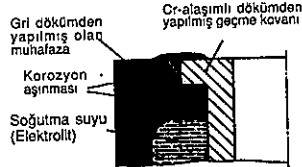
Korozyon vasıtasıyla taşınan malzeme



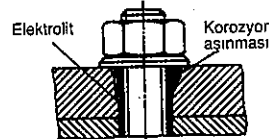
Oyuk ve Delik korozyonlar



Temas korozyonu



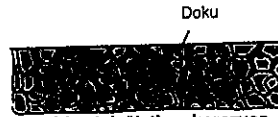
Çatlak (Yarık) Korozyonu



Havalandırma korozyonu



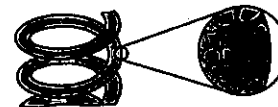
Kristaller arası korozyon



Kristal değiştirme korozyonu



Gerilim çatlak korozyonu



Şekil 2 : Korozyon cinsleri

Çatlak (Yarık) Korozyonu

Havanın girmesine engel olunmasından dolayı, bir çatlak içinde, elektrolitte farklı oksijen konsantrasyonları meydana gelirse, bu durum çatlak korozyonuna sebep olur. İki yapı parçası arasındaki uyuşma çatlığında (uyuşum pası), geçme deliği ile civata arasındaki boşlukta veya birbirinin üstünde bulunan nokta kaynağına maruz kalmış saclarda çatlak korozyonu meydana gelebilir.

Havalandırma Korozyonu

Bu korozyon, kısmen su ile doldurulmuş olan depolarda meydana gelir. Tercih edilen korozyon etkisi akışkan seviyesinin biraz altında gerçekleşir. Suyun yüzeylerindeki ve derin katlarındaki farklı oksijen konsantrasyonu bu korozyona sebep teşkil eder.

Selektif (Seçmeli) Korozyon

Selektif korozyonlarda, malzemenin belirli bir doku bölgesi boyunca tercih edilen korozyon etkisi cerayan eder. Doku bölgesinin her tahribatına göre:

• Eğer tahribat tane sınırları boyunca cerayan ediyorsa, kristaller arası (İnterkristalin) Korozyonu,

• Eğer tahribat tane aralarında cerayan ediyorsa, Kristal değiştiren (Transkristalin) Korozyon olarak farklılık gösterir.

Korozyon tane büyüklüğü bölgesinde meydana geldiğinden yalnız gözle farkedilemez ve bundan dolayı özellikle tehlikelidir.

Gerilim Çatlağı - ve Titreşim Çatlağı Korozyonu

Bu korozyon şekilleri, bir yapı parçasının elektrokimyasal faktörün (örneğin sanayi atmosferi içinde) ve mekanik yüklemenin birlikte tesir etmesi halinde meydana gelir. Korozyon her tesir maddesine ve yüklenme şekline göre, interkristalin veya transkristalin korozyon tarzında cerayan eder.

3.8.3 Korozyondan Korunma Tedbirleri

Yapı parçaları, üretim esnasında, kısmi depolamada, montaj sırasında korozyona maruz kalabilir. Bunlardan sakınmak için, bir dizi koruyucu tedbirlerin alınması gereklidir.

3.8.3.1 Uygun Malzemenin Seçilmesi

Bir yapı parçası için en iyi ve en ucuz korozyon koruyucusu, tahmin edilen ortam şartlarında korozyona maruz kalmayacak şekilde uygun bir malzemenin seçilmesidir. Bunun için, malzemenin muhtelif tesir maddeleri karşısındaki tepkimelerini (davranışlarını) korozyon açısından bilmek gereklidir (Tablo 1).

Malzemeler	Korozyon tepkimesinin genel tanımı	Kuru ortam havası	Bölge atmosferi	Sanayi havası	Deniz atmosferi	Deniz suyu
Alaşımsız ve düşük alaşımlı çelikler	Korozyona az dayanıklı- Korunmasız olarak sadece kuru ortamlarda dayanıklı	●	○	○	○	○
Paslanmaz çelik x5 Cr Ni 1810	Genel olarak dayanıklı, etkili kimyasal maddeler vasıtasıyla korozyon tehlikesi	●	●	○	○	●...○
Alüminyum ve Al-alaşımları	Genel olarak iyi dayanıklı İstisna: Cu- İhtiva eden Al-alaşımları	●	●	○	○	●...○
Bakır ve Cu- Alaşımları	İyi dayanıklı, özellikle Ni- İhtiva eden Cu- alaşımları	●	●	○	○	●...○

Şartlerin açıklanması ● Pratikte dayanıklı ○ Oldukça dayanıklı ○ Dayanaksız ○ Kullanılmaz

Halbuki korozyon bakımından en uygun olan malzemenin seçilmesi teknolojik sebeplerden, mukavemet gereksinimlerinden veya masraflarının yüksek oluşundan dolayı, mümkün değildir. Bundan dolayı daha önceden belirlenen malzemenin, korozyonlara karşı önleyici tedbirlerle korunması mecburiyeti vardır.

3.8.3.2 Korozyon Koruyucu Konstrüksiyon

Yapı parçalarının ve makinaların, korozyon tehlikesini doğuracak yerleri bulunmayacak şekilde, teşkil edilmesi gerekir.

- Temas korozyonu olan yerelerin, yapı parçası gruplarında malzeme kullanmak suretiyle, izole ara tabakası vasıtasıyla birbirinden ayrı tutulması (Şekil 1).

- Civata ile yapılan birleştirmeler yerine doğru yapılmış kaynaklı birleştirmeler sayesinde aralıklardan sakınılması gerekir. Örneğin borular gibi kapalı profillerin kullanılması.

- Taşlama veya polisaj işlemi suretiyle mümkün olduğu kadar düzgün yüzeyler meydana getirilmesi gerekir.

- Keskin kenarlı çentiklerden veya sivri kesit geçitlerinden sakınmak suretiyle, yapı parçasında gerilim etkisene mani olunması gerekir.

3.8.3.3 Etrafını Kuşatan Maddenin Tahrip Etkisinin Azaltılması

Bir çok durumlarda, etrafını kuşatan madde bütünüyle korozif olarak değil, sadece havadaki rutubet veya soğutucu yağ maddesindeki asit iyonları gibi, etraftaki her bir yapı elemanları da tesir eder. Ortamdan kaynaklanan **korozif maddenin** zaptedilmesi suretiyle, korozyon önemli ölçüde azaltılabilir veya tamamıyla ortadan kaldırılabilir. Bunu yapmak pratikte mümkündür.

Örnek: Soğutma yağları ve yağlama maddeleri (önleyici maddeler) karıştırılır. Bunlar, tuz veya asit iyonları gibi beraberinde tahrip etkisi gösteren yapı elemanlarını bağlar.

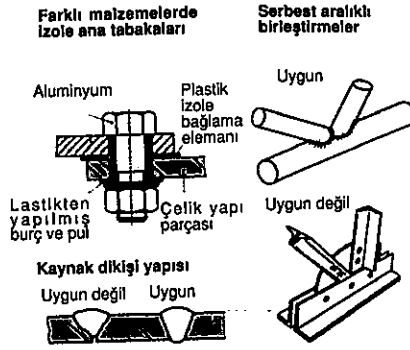
3.8.3.4 Talaş Kaldırma Esnasında Korozyondan Korunma

Talaş kaldırma esnasında, iş parçasının korozyonuna, soğutma yağı ile birlikte karıştırılmış **negatif katalizatörler** vasıtasıyla engel olunur. Bunlar, pasifize edici (etkisizleştirici) etkisi olan yağ veya tuz şeklindeki maddelerdir. Malzeme üstünde, gözle görülmeyen, ancak bir miktar molekül tabakası kalınlığında koruyucu film teşkil ederler.

İmalattan sonra iş parçasının yüzeyleri, üstünde soğutucu yağ maddesi ile birlikte kalan suyun, doğrudan doğruya oradan uzaklaştırılması ve iş parçasının bir sonraki işlem basamağına kadar korunması mecburiyeti vardır. Bu, işlem önleyici (negatif katalizatör) ve su sıkıştırıcı katkı madde ile birlikte korozyondan koruyucu yağ içine daldırmak suretiyle gerçekleşir. Üretimden sonra ambara giden iş parçaları (malzemeler) daldırmak suretiyle, Petrowachs, Landin veya Kalarlack maddesinden meydana gelen ince bir tabaka ile kaplanır. Kuru depolamada koruma, birkaç ay sağlanır.

3.8.3.5 Demir-Malzemelerin Korozyondan Koruyucu Tabakası

Alaşımız veya düşük alaşımlı şekillerde ve ayrıca demir-döküm malzemelerinde yapı parçasının üstüne ince bir film veya bir koruyucu tabakanın gerilmesi suretiyle pasif korozyon koruyucu tatbik edilir. Korunan malzeme yüzeylerinin ve korozyona maruz kalan maddelerin arzu edilen korunma süresine, talep edilen niteliklerine göre, farklı kaplamalar (tabakalar) uygulamaya konulur.



Şekil 1 : Korozyona karşı koruyucu tertip

Çıplak Çelik Parçalarının Korozyona Karşı Korunması

Birçok makina parçası yüzeylerinin çıplak olması mecburiyeti vardır. Böylece onlar kendi görevlerini yerine getirebilir. Kızak (kayıt) hatları, miller, dişli çarklar, merdané yatak bilezikleri, ölçme aletleri bu gruptan sayılabilir. Bu yüzeylerin korozyona karşı dayanıklı olmaları için gerekli olan şart, taşlanmış veya polisaj işlemi tatbik edilmiş yüzeyler olması ve korozyondan koruyucu bir yağ ve/veya korozyondan koruyucu gres yağı ile yağlanması veya kaplanmasıdır.

Kimyasal Yüzey İşlemi Vasıtasıyla Korozyondan Korunma

Bu metotta, iş parçası, bir işlem banyosuna daldırılır ve kimyasal reaksiyon suretiyle kendi yüzeyleri üstünde hemen hemen malzeme ile birleşerek az µm kalınlığında mikro gözenekli bir reaksiyon tabakası teşkil eder (Sayfa 226).

Korozyondan koruyucu yağ ile üzeri yağlanmak suretiyle gözenekler kapatılır ve malzeme suyu geri atıcı bir koruyucu film ile kaplanmış olur.

Brünirleme (karartma) işleminde, iş parçası üzerinde, sıcak tuz banyosuna daldırılarak koyu siyah demir oksit tabakası meydana gelir. Daha sonra parçalar yağlanır. Fosfatlama için sıcak metal fosfat çözeltiler içine daldırılır.

Fosfat tabakaları doğrudan doğruya korozyondan koruyucu olmanın yanında, boya maddeleri için de korozyonu azaltıcı ve yapıştırıcı olarak uygun olur. Brünirleme ve fosfatlama, atelye içinde ve üretim işletmesinde kullanılan parçalar için yeter derecede bir koruyucu tabaka oluşturur.

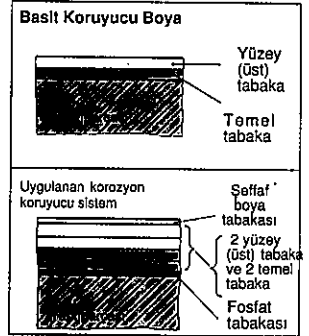
Korozyon Koruyucu Boyalar

Korozyondan koruyucu boyalar, makinaların muhafaza gövdeleri, sac kaplamalar veya çelik taşıyıcı parçalarının üstüne sürülürler. Onlar, ortam ile temas etmesini önleyici, birlikte asılı durumda olan koruyucu bir tabaka ile yapı parçasının üzerini kaplar. Bunların koruma süresi genellikle uzun yıllar için geçerlidir.

Korozyondan koruyucu boyanın dayanıklılığı, kullanılan boya maddesinin yanında, herşeyden evvel kaplanması icap eden yüzeylerin, tekniğine uygun olarak ön işleme tabi tutulmasına da bağlıdır. Onun mutlak olarak yağsız ve yapışmış haldeki kirden ve pastan temizlenmiş durumda bulunması mecburiyeti vardır, Paslanmış olan yapı parçaları, örneğin kum püskürtme veya taşlama suretiyle pastan temizlenir. Yıkama çözeltilerinden meydana gelen yağ alma banyolarına daldırmak suretiyle de yağları alınırlar.

Yapıştırma zemininin ilave olarak temizlenmesi ve alttan paslanmaya karşı korunması, fosfatlama suretiyle veya Wash-Primer (kromat ve fosfat ihtiva eden çözeltiler) vasıtasıyla sağlanır. Sürme, püskürtme, daldırma ve koruyucu boya ile kaplama yapılabilir (Sayfa 225). Basit korozyondan korumak için, örneğin takım tezgahı kaportalarının üstüne, bir kat astar boya bir kat da yüzey (kaplama) boyası sürülür. Masraflı korozyondan korumak için ise, örneğin endüstriyel çelik yapıların üstüne veya karozeri sacının üstüne 6 kata kadar kaplamalar uygulanabilir (Şekil 1).

Eğer korozyondan koruyucu sistemler, yani belirli yüzey zemin ve yüzey kaplamalarından meydana gelen çok katlı boyalar tatbik edilirse, boyalar vasıtasıyla dayanıklı bir korozyondan korunmaya ancak erişilebilir. Kaplama maddeleri, koruma sistemi bağlayıcı maddelerden ve ince taneli (pigmentlerden) meydana gelir (Tablo 1).



Şekil 1 : Korozyon koruyucu boya

Bağlayıcı maddesi	Temel (zemin) Tabaka için pigmentler	Yüzey tabaka için pigmentler
Alkid (Alkyod) Epoxid reçinesi poliüretan reçinesi polyester reçinesi klor kauçuk	Kurşun süyeni çinko kromat çinko fosfat çinko tozu kurşun tozu	Al-Tozu Kurşun beyazı Demir mıkası Titan oksit Karma pigmentler

Atmosferik -yükleme için bağlayıcı maddeleri, sentetik reçinedir. Su ve toprak için en uygun olanları, asfalt veya bitümlerdir.

Metallik Kaplamalar

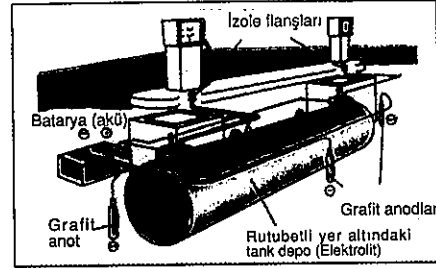
Sıcak Çinko Kaplama: Atmosferik korozyona karşı çelik yapı parçaları için, uygun fiyatlı ve çok dayanıklı olan bir koruyucudur (Sayfa 225). Kar çiçeği şeklinde görünen çinko tabakası, çelik yapı parçası ile bir Zn-Fe-reaksiyon tabakası üzerinden sıkı olarak birleşmiştir (Şekil 1).

Metall Galvanik Kaplamalar

Korozyondan korunmak için ve kendi dekoratif görünüşünden dolayı, örneğin personel taşıtları aksesuar parçaları için kullanılır (Sayfa 226). Tercih edilen kaplama metalleri, nikel ve krom ve ayrıca çok katlı kaplamalı (katlı) malzemelerdir.



Şekil 1 : Metallik kaplamanın yapısı

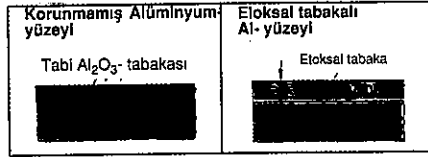


Şekil 2 : Yabancı akım anodlu korozyondan korunma

3.8.3.6 Katodik Korozyondan Korunma

Pasif Anodlu Katodik Korozyondan

Korunmada, yer altında korunması gerekli olan yapı parçası, iletkenlik sağlayarak magnezyum plakaları ile bağlanır. Elektrolit olarak yer rutubeti ile bir galvanik eleman meydana gelir, dolayısıyla asal (soy) olmayan magnezyum plakaları çözülür. Yapı parçası bu suretle katod durumuna geçer ve böylelikle korozyona karşı korunmuş olur.



Şekil 3 : Alüminyumun anodik oksidasyonu

Yabancı Akım Anodlu Katodik Korozyonlardan Korunmada, grafit anot negatif kutba bağlı iken yapı parçası katod \oplus olarak bir bataryaya bağlanmıştır (şekil 2). Yapı parçası bu suretle katod durumuna geçer, böylelikle korozyona karşı korunmuş olur.

3.8.3.7 Alüminyum Malzemelerin Korozyondan Korunması

Alüminyum yapı parçalarında, alüminyumun doğal korozyon mukavemeti, Anodik Oksidasyon sayesinde daha da iyileştirilebilir. Bunun için yapı elemanı anod olarak bir elektroliz hücresine asılır (Sayfa 226). Alüminyum üstünde sert, korozyona dayanıklı ve sıkı olarak yapışmış Al_2O_3 'den meydana gelen bir oksit tabakası teşekkül eder. Bu eloksal (renk) tabakası sayesinde, alüminyum yapı parçası kendi esas metal parlaklığını muhafaza edecek şekilde görünür.

Tekrarlama Soruları

- 1 Oksijen korozyonunda ne meydana gelir?
- 2 Bir korozyon elemanında hangi elektrokimyasal olaylar meydana gelir?
- 3 Hangi korozyon cinsleri farklıdır?
- 4 Talaş kaldırılarak yapılan üretim sırasında hangi tedbirler alınarak korozyondan sakınılır?
- 5 Çelik yüzeyine korozyondan önleyici bir boya işlemi tatbik etmeden önce, nasıl bir işlem yapılır?

3.9 Malzeme Muayenesi (Kontrolü)

Malzeme kontrolünün başlıca üç görevi vardır:

Kendi esas görevi, malzemenin mukavemet, sertlik, korozyona dayanıklılık ve teknolojik niteliklerinin tespit edilmesi dir. Bu suretle malzemenin kullanılabilirliği hakkında bilgi sahibi olunur. Böylelikle, imal edilmiş iş parçalarının tekrar kontrol edilmesiyle çatlak, kabuk bağlama veya çekme boşluğu ihtiva eden kusurlu parçalarının kullanılmasına engel olunabilir. Bu sayede malzeme kusurlarının seba olacağı kazalardan ve masraflardan korunulur.

Malzeme kontrolünün diğer önemli bir vazifesi, bir yapı parçasının kırılmasından sonra, gelecekteki benzer zararlardan sakınmak için zarar (hasar) sebeplerini araştırılmasıdır.

3.9.1 Atelye Kontrolleri

Atelye kontrolleri, her atelyede özel cihaz ve makina olmaksızın tatbik edilebilir basit kontrollerdir. Malzemenin cinsi, terkibi, nitelikleri ve kullanılabilirliği hakkında bilgilerle atelye kontrolleri yapılır. Atelye kontrolleri, sayısal değeri olan sonucu (ta değeri) değil, sadece yaklaşık değerleri verir.

Görünüşe Göre Hüküm Verme

Malzemeler, görünüşe göre kabaca belirlenebilir (Tablo 1).

Bunun için malzemenin küçük bir parçası, metal yüzeyi tanınabilecek şekilde eğelenmek suretiyle açılır. Çeliklerin ve demir-döküm malzeme gruplarının içinde üst yüzeyde ve kendi yapısında diğer bir düzenleme yapılabilir.

Çınlama (Tınlama) Deneyi:

Çınlama deneyinde iş parçası bir iple serbestçe asılır ve bir hafif çekiçle vurulur. Bu suretle sert, yumuşak ve çatlak iş parçası fark edilir (Tablo 1).

Kıvılcım Deneyi: Kıvılcım deneyinde kontrol edilmesi gerekli olan metal parçası karanlık bir oda içinde dönen bir zımpara taşına karşı bastırılır. Bu sırada çıkan kıvılcımı renginden ve şeklinden yararlanarak malzemenin cinsi ve bileşimi hakkında bir karar verilebilir. (323. Sayfa, solda)

Bükme ve Kırılma Yüzeyi

Kontrolü: Çubuk şeklindeki bir deney parçası bir mengineye bağlanır ve bükülür. Gevrek olan malzemeler bükülemez, bilâkis bir şekil değişikliği meydana gelmeden önce kırılırlar. Sert, elastik malzemeler bükülebilir, fakat kırılmaz, bilâkis geriye doğru yaylanırlar. Yumuşak malzemeler kolayca bükülebilir,

önceden dışarıya ve içeriye doğru defalarca büküldükten sonra da kırılırlar. Deney parçasının kırık yüzeyinin görünüşü, malzemenin cinsi ve terkibi hakkında ve ayrıca kendi ısı işlemi hakkında da muhtemelen ilave bilgiler verir (Tablo1).

Tablo 1 : Malzemelerin Tanınma Belirtileri

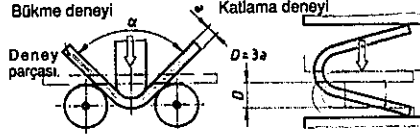
Görünüş	Malzeme
Muhtelif metal renkleri; çelik parlak, kırmızı, sarı, açık gümüş	Metaller Fe, Cu, CuZn (Ms-Pirinç), Al
Kabuk bağlamış üst yüzeyler, yuvarlak kenarlar, tümekli (kubbeli) yüzeyler	Yapı Çelği Sıcak olarak haddelenmiş
Parlak üst yüzeyler, keskin kenarlar, düzlem yüzeyler	Yapı Çelği Soğuk olarak haddelenmiş
Düz, gümüş görünüşünde yüzeyler, tam kesit şekli	Takım Çelği Çekilmiş, kabuğu soyulmuş
Siyah grisi, pürüzlü üst yüzeyler, yuvarlak kenarlar	Dökme Demir
Çınlama (Tınlama)	Malzeme
İnce (Tiz) çınlama sesi	Sert malzeme
Katın (Tok) çınlama sesi	Yumuşak malzeme
Şakırtı sesi	Çatlak malzeme
Bükme Metodu	Malzeme
Bükülemez, sert yüklemde kırılır	Sert, gevrek malzeme, örneğin gri (kır) döküm veya sertleştirilmiş, meneviş verilmiş çelik
Büyük kuvvette bükülemez, geriye yaylanır	Sert, elastik malzeme, örneğin sertleştirilmiş, menevişlenmiş çelik
Kolay bükülebilir, sık sık içeriye veya dışarıya büküldükten sonra kırılır	Yumuşak malzeme, örneğin yumuşak tavlannmış çelik
Kırılma yüzeyleri	Malzeme
Kaba taneli, lif halinde kırılma yüzeyi	Sertleştirilmemiş çelik
İnce taneli, kadife şeklinde kırılma yüzeyi	Sertleştirilmiş çelik
Kaba lifli çekiçtek ve ince taneli kenar tabakası	Yüzey tabakası sertleştirilmiş veya sementasyonla sertleştirilmiş çelik

3.9.2 Şekillendirme Niteliklerinin Kontrolü

Teknolojik kontroller, bir malzemenin ya da bir yarı mamulün belirli bir kullanma amacına veya bir üretim metoduna göre uygun olup olmadığına karar verilmesine yarar. Aşağıda gösterilmiş olan teknolojik kontroller, bir seçimdir (alternatiftir).

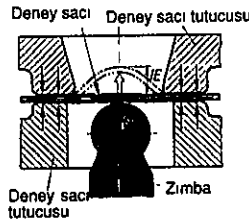
Teknolojik Bükme Deneyi (Katlama Deneyi) 1)

Teknolojik bükme deneyi şekil değiştirme kabiliyetinin kontrolüne hizmet eder. Bu deney iki kısımdan meydana gelir (Şekil 1). **Bükme Deneyinde**, deney parçası tedrici olarak belirli bir bükme açısına erişilinceye veya üzerinde ilk olarak bir çatlak meydana gelinceye kadar bükülür. Erişilen α - bükme açısı kalite ölçüsü olarak belirlenir. **Katlama Deneyinde** ise, evvela ön bükme işlemi yapılır ve ondan sonra $\alpha=180^\circ$ 'ye gelinceye kadar bükülür.

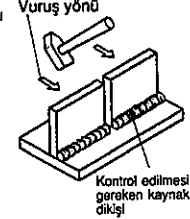


Şekil 1 : Teknolojik bükme deneyi (katlama deneyi)

Derinleştirme Deneyi²⁾ (Erichsen'e göre) Derinleştirme deneyi, sacların derin çekme kabiliyeti hakkında ipucu değerlerini verir (Şekil 2). Bir zımbanın başı, sacın içine, bir çatlak meydana gelinceye kadar bastırılır. mm cinsinden erişilen bastırma derinliği (Erichsen derinliği= I_E), kalite ölçü değeri olarak kabul edilir.



Şekil 2: Derinleştirme deneyi



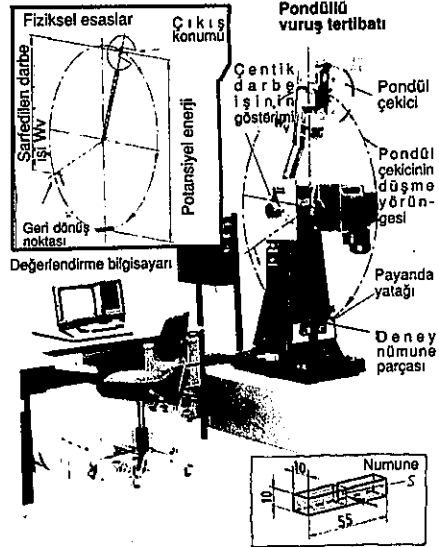
Şekil 3: Kaynak dikişi kontrolü

Kaynak Dikiş Kontrolü 3)

Kaynak dikiş kontrolleri, kaynak dikişinin yapısı ve kaynak katkı malzemesinin (elektrod, kaynak teli) uygunluğu hakkında karar verilmesine yardım eder. Kaynak dikişi olan bir deney parçası, kaynak dikişi kırılıncaya kadar, çekiş darbeleriyle bükülür (Şekil 3). Daha sonra kırık yerin dokusu ve kaynak dikiş hatası hakkında yorum yapılır.

3.9.3 Çentik Darbeli Bükme Deneyi 4)

Çentik darbeli bükme deneyi, bir malzemenin dayanıklılığı hakkında bir fikir verir. Deneyde, standardına uygun bir deney (numune) parçası her iki ucundan, bir pandüllü darbe (vuruş) tertibatının iki payandasına konulur (Şekil 4). Pandül çekici, vuruş konumuna getirilir ve sonra boşa alınır. Pandül çekici dairesel bir yörünge hattı üstünde aşağıya doğru düşer ve darbe tesiri yaptığı veya şekillendirdiği payanda yatağı vasıtasıyla çekildiği, deney (numune) parçasının üstüne isabet eder.



Şekil 4 : Çentik darbeli bükme deneyi

Bu esnada, daha önceden çekişte depolanmış olan potansiyel enerji sarfedilir. Pandül çekici göstergesinin enstrümanında bir sürükleyici ibre tarafından tutuluncaya ve geri dönüş noktasına kadar salınır. Çekicinin hareketi, deney parçası malzemesinin daha dayanıklı olması halinde, daha fazla frenlenir. Çıkış konumu ile geri dönüş noktası arasındaki yükseklik farkı, **Sarfedilen Darbe** işi W_y hakkında bir ölçüyü verir. O ölçü doğrudan doğruya gösterge enstrümanı üzerinden okunabilir ve jül (joule = J) birimi cinsinden kontrol

(deney) sonucu üzerinde belirtilir.

Örnek: W_v (DVM) = 68 J (DVM=standardına uygun deney parçası) Daha önceden kullanılan **Çentik Darbe Kabiliyeti** $a_K = W_v/S$, artık kullanılmamalıdır.

3.9.4 Mekanik Niteliklerin Kontrolü

Malzemelerin mekanik niteliklerinin tayin edilmesi, malzeme kontrolünün önemli bir görevidir. Kontrol esnasındaki yüklemenin cinsine göre, kontroller bir çok gruplara ayrılır: Yükleme yavaş yavaş yapılırsa veya sabit tutulursa, **Statik Kontroller**'den bahsedilir, yükleme darbeli tarzda veya derhal yapılırsa, **Dinamik Kontroller**'den söz edilir.

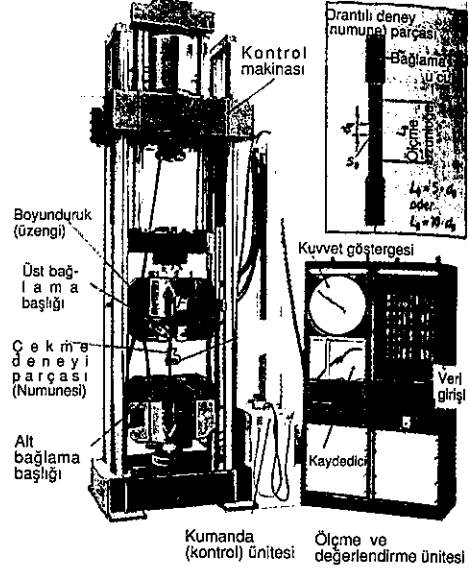
3.9.4.1 Çekme Deneyi

Çekme deneyi, bir malzemenin çekme zorlamaları esnasında karakteristik değerinin tayin edilmesini sağlar. Bu deney kontrol edilmesini gerekli olan malzemeden yapılmış standarda uygun bir çekme deneyi numune parçası üzerinde tatbik edilir (Şekil 1). Numunenin uzunluğu L_0 , kendi çapı d_0 'ın beş katıdır. Bundan dolayı o, orantılı deney(numune) parçası adını alır.

Deneyin Yapılışı: Çekme deneyi numune parçası uçlarından, bir deney makinasının alt ve üst bağlama başlıklarına bağlanır (Şekil 1). Ondan sonra deney makinası deneye hazır duruma getirilir. Üst bağlama başlığı yavaş ve daima yukarıya doğru hareket eder ve çekme deney numune parçası yavaş yavaş büyüyen bir kuvvetle yüklenir. Bu yükün tesiri altında çekme deneyi numune parçası ilk önce görülebilir kesit değişikliği olmadan uzar (Şekil 2 üstteki parça). İşlemin devamında numune, örneğin sertleştirilmemiş yapı çeliklerinde bir yerinden inceler, farkedilecek kadar uzar ve nihayet kopar. Deney esnasında bir ölçme tertibatı ile, çekme deneyi numune çubuğu üzerine tesir eden F çekme kuvveti ve onun uzaması L sürekli olarak ölçülür. Deney makinasının değerlendirme ünitesinde çekme deneyi numune parçasının boyutları ile

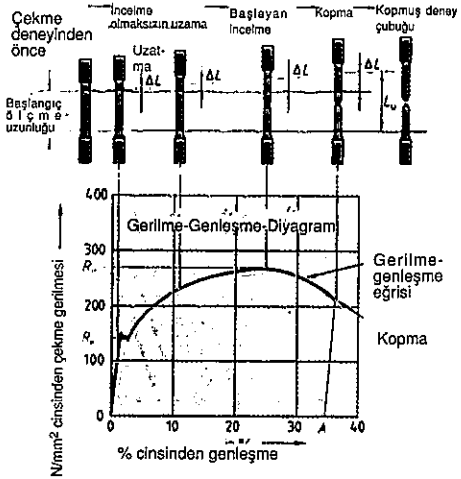
$$\text{Gerilme} \quad \sigma_2 = \frac{F}{s_0}$$

$$\text{Genleşme} \quad \epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot \% 100$$



Şekil 1: Üniversal deney (kontrol) makinası

Çekme deneyi işleminde, numune parçasının şekil değiştirmesi



Şekil 2: Gerilme-Genleşme ve uzama sınırı Diyagramı

Çekme Gerilmesi σ_2 ve Genleşme ϵ hesap edilir.

Bir kaydedici tarafından her iki ölçü değeri Gerilme -Genleşme Diyagramı olarak gösterilir (Şekil 2, Sayfa 320).

Malzeme Karakteristik Değerleri: Gerilme -Genleşme -Diyagramı her malzeme için tipik bir şekle sahiptir. örneğin sertleştirilmemiş yapı çeliği, Belirlenmiş Akma Sınırı olan bir Gerilme-Genleşme Diyagramına sahiptir. Diyagramda gerilme, başlangıç bölgesinde orantılı olarak (aynı ölçüde) genleşme ile artar. Bundan dolayı başlangıç bölgesindeki çizgi (Re'ye kadarki bölüm) bir doğru şeklindedir. Gerilme ve

$$\sigma_2 = \frac{\epsilon}{\% 100}$$

genleşme arasındaki bu orantılı ilişki **Hooke Kanunu** ile tarif edilir.

E sabit sayısı Elastikiyet Modülü adını alır ve malzemenin katılığı hakkında bir ölçüdür.

Akma Sınırı-Re ye erişildiğinde çekme deneyi numune panosu kendiliğinden uzar; deney numune parçasında gerilme artmaksızın kendiliğinden akar"

$$\text{Akma sınırı } Re = \frac{F_e}{S_0}$$

Akma bölgesinden sonra deney numunesi parçasındaki gerilme yavaş yavaş eğrinin en yüksek noktasına kadar yükselir. Gerilmenin bu en yüksek değeri **Çekme Mukavemeti** - Rm olarak ifade edilir.

$$\text{Çekme Mukavemeti } R_m = \frac{F_m}{S_0}$$

Bundan sonra eğri aşağıya doğru düşer. Çekme deneyi numune parçası sünererek incelik ve nihayet kopar. Çekme deneyi numune parçası kopuncaya kadar tecrübe edilen kalıcı genleşme, **Kopma Genleşmesi A** olarak isimlendirilir (Şekil 2, 320.sayfa).

$$\text{Kopma Genleşmesi } A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \% 100$$

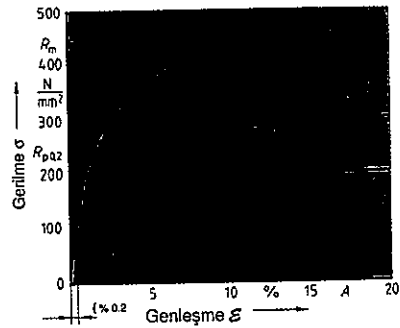
Aluminyum, bakır veya sertleştirilmiş çelik gibi belirli malzemelerde Gerilme - Genleşme eğrisinin bir dirseği (keskin kısmı yoktur. Bu malzemelerde eğri, başlangıçta kesintiye uğramadan yükselir ve ondan sonra tekrar devamlı olarak aşağıya doğru iner (Şekil 1).

Eğrinin en yüksek noktasındaki gerilme burada da çekme Mukaveti -Rm olarak ifade edilir.

Bu malzemelerde bir akma sınırı eksik, fakat mukavemet hesabında bu önemli olduğundan, 0.2 -Genleşme Sınırı ($R_{p0.2}$) dahil edilir.

Bu, çekme deneyi numune parçasının yüklemmeden sonraki %2'lik bir kalıcı genleşmeyi gösterdiği gerilmedir.

$\epsilon = \% 0.2$ 'lik eğri başlangıcına paralel olarak çizilen bir çizgi vasıtasıyla 0.2'lik



Şekil 1 : Üstüne basılı akma sınırı bulunmayan Gerilme-Genleşme -Diyagramı

Tav Renkleri	Tavlaama sıcaklığı °C	Meneviş Renkleri	Meneviş sıcaklığı °C
Koyu kahverengi	550	Fildişi	200
Kızıl kahverengi	630	Saman sarısı	220
Koyu Kırmızı	660	Altın sarısı	230
Kan kırmızısı	740	Sarımsı kahverengi	240
Koyu kiraz kırmızısı	780	Kızıl kahverengi	250
Kiraz kırmızısı	810	Kiremit kırmızısı	260
Açık kiraz kırmızısı	850	Erguvan rengi	270
Koyu turuncu	900	Menekşe Moru	280
Turuncu	950	Koyu mavi	290
Açık turuncu	1000	Boncuk mavisi	300
Sarı	1100	Açık mavi	320
Açık sarı	1200	Gri-Mavi	340
Bej	>1300	Gri	360

Emniyet Renkleri

	Dur, Yasak Dur işareti, Alarm şalt tesisatları, Yasak işareti. bu renkler yangınla mücadelede materyalin işaretilenmesi için de kullanılır. Şekil İşaretinin Rengi: Siyah Kontrast Rengi: Beyaz		Dikkat! İhtimal Tehlike Tehlikeler (Yangın, patlama ışınlama kimyasal tesirler v.s.) hakkında açıklama Su baskınları, tehlikeli sızıntılar, engeller Şekil İşaretinin Rengi: Siyah Kontrast rengi: Siyah
	Tehlikesiz, İlk yardım: kurtarma yollarının en acil (alarm) geçitlerin işaretilenmesi, kurtarma duşları, ilk yardım ve kurtarma istasyonları Şekil İşaretinin Rengi: Beyaz Kontrast Rengi: Beyaz		Talimat İşareti, Açıklama Bir şahsi korunma teçhizatının işlenmesi sorumluluğu. Bir telefonun stand (bulunduğu) yer 1) emniyet rengi olarak ancak teknik emniyet işaretleri üstündeki bir şekil veya bir metin ile bağlantılı olarak geçerlidir. Şekil İşaretinin rengi: Beyaz Kontrast Rengi: Beyaz

Emniyet İşaretlerinin geometrik şekil ve anlamı

○ Talimat ve yasak işaretleri △ Uyarı işaretleri □ □ Kurtarma, Açıklama- ve ilave işaretleri

Kıvılcım Deneyi

Çelik Cinsleri % cinsinden alaşım payları	Kıvılcım Şekli
<p>Sementasyon çelği 21 Mn cr 5 0,21 C/1,25 Mn/1,15 Cr Düzgün ışın (hüzme), az dikenli C- (Karbon) Patlamaları</p>	
<p>İslah Çelği 42 Cr Mo 4 0,42 C/1,1 Cr/0,2 Mo Mızrak uğlu kırmızı ince demetli dikenler şeklinde kıvılcım</p>	
<p>Alaşimsız İslah Çelğ C 45 0,45 C/0,3 Si/0,7 Mn Düzgün ışın (hüzme), birçok diken şeklinde C-Patlamları</p>	
<p>Alaşimsız Takım Çelği C 105 W1 1,05 C/0,2 Si/0,2 Mn Kıvılcım boyunda birçok C- patlamaları, kalın dallanma</p>	
<p>Alaşımlı Takım Çelği 60 Mn Si Cr 4 0,60 C/1,0 Si /1,1 Mn/0,3 Cr Birçok C- Patlamalarından önce temel ışında kabarma</p>	
<p>Alaşımlı Takım Çelği 105 WCr 6 1,05C/1,2 W /1,0 Cr/1,0 Mn İnce hüzmeler, alt tarafından kırılan hüzme uçları olan canlı kıvılcım şekli</p>	
<p>Yüksek alaşımlı sıcak iş çelği X 38 5Cr MoV51 0,38 C/1,1 Si/0,4 Mn/5 Cr/1,0 Mn Düzgün ışın, dağınık C- patlamaları, hüzme uçları portakal renginde</p>	
<p>Hız çelikleri S-10-4-3-10 1,23 C/4,1 Cr/3,8 Mo/3,3V/ 10W/10,5 Co Koyu kırmızı, çizgi şeklinde hüzme, hüzme uçlarında renk açılması</p>	
<p>Paslanmaz Çelik X 5 Cr Ni 18 10 0,07 C/18,5 Cr/ 10Ni C-Patlamları olmayan Düzgün hüzmeler</p>	

genleşme sınırı tayin edilir.

3.9.4.2 Basma Deneyi 1)

Basma deneyinde, basma deneyi numunesi parçası devamlı yavaş yavaş art. bir basma kuvvetine maruz bırakılır ve yırtılıncaya veya çatlayıncaya kadar yükler (Şekil 1). Genel olarak, 10 mm ila 30 mm lik bir çapı olan, boyu çapın 1.5 katına e. olan silindirik deney numune parçaları kullanılır. Baskı kuvveti, basma dene. numune parçasının biçimini bir fiçiya benzer görünüme dönüştürür. Her malzemey. göre, basma deneyi numune parçasının biçimi deney sonunda değişir. Dökme dem. gibi gevrek, sert malzemeler daha büyük parçalar halinde çatlayıp parçalanır. Çel. gibi yoğrulabilen malzemeler, kuvvet yönündeki çatlakları gösteren bir düz plak oluncaya kadar ezilirler. Deney numunesi parçasında maksimum olarak eld. edilebilen basma gerilmesi, Basma Mukavemeti σ_{dB} adını alır. Basma mukavemet maksimum kuvvet F_m 'den ve deney numunesi

$$\text{Basma mukavemeti } \sigma_{dB} = \frac{F_m}{2 \cdot S_0}$$

parçasının kesiti $-S_0$ dan hesap edilir.

3.9.4.3 Kesme Deneyi 2)

Kesme deneyinde, silindirik bir deney numune parçası bir kesme deney tertibatında yavaş yavaş büyüyen bir makaslama kuvveti ile kesme etkisine maruz kalıncaya kadar, yüklenir (Şekil 2). Maksimum kuvvet F_m ölçülür ve

$$\text{Kayma gerilmesi} = \frac{F_m}{2 \cdot S_0}$$

buradan Kesme Mukavemeti $-\tau_{aB}$

3.9.5 Sertlik Deneyleri

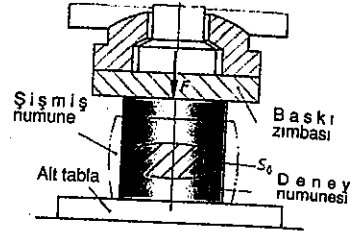
Sertlik, bir malzemenin ezici cismin ezmesine karşı gösterdiği dirençtir.

3.9.5.1 Brinell Sertlik Deneyi 1)

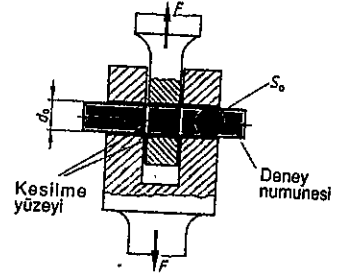
Brinell sertlik deneyinde, sert metalden veya sertleştirilmiş çelikten imal edilmiş bir bilya deney numunesinin içine bastırılır ve meydana gelen bilya izinin çapı ölçülür (Şekil 3).

$$HB = \frac{0.102 \cdot \text{Deney kuvveti}}{\text{Bilya izi alanı}}$$

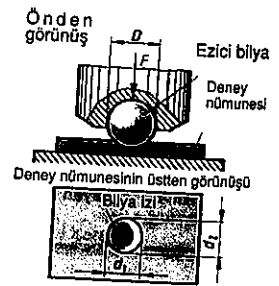
Brinell Sertlik Değeri HB, deney kuvvetinden F , (N cinsinden) ve deney numunesindeki bilya izinin alanından hesap edilebilir. Uygulamada HB-sertlik değeri, deney kuvveti F ve Sertlik Deney Makinası ile birlikte verilen tablodan iz çapı d okunur. Deney kuvveti, makinanın üzerinde ayar edilir (Sayfa 325, Şekil 1),



Şekil 1 : Basma deneyi



Şekil 2 : Kesme deneyi



Şekil 3 : Brinell sertlik deneyi

bilya iz çapı d_1 ve d_2 'nin (Sayfa 324, Şekil 3) ortalama değeri alınmak suretiyle hesaplanır.

Örnek : $D = 2,5$ mm'lik bir deney bilyası ve $F=1839$

N'lık bir deney $d = \frac{d_1+d_2}{2}$

kuvveti ile yapılan Brinell Sertlik Deneyinde, $d=1,35$ mm olarak ortalama bilya izi çapı ölçülür. Böylece tablodan 121 HB'lik Brinell Sertlik Değeri okunur. Bu değer, tek tek hesaplama yöntemiyle de bulunabilir. Brinell Sertlik Değeri ile, yumuşak ve orta sertlikteki malzemelerin sertliği kontrol edilebilir.

Deneyin Yapılışı: Sertlik deneyi genellikle, üniversal-sertlik deney makinaları ile yapılır (Şekil 1). Deney numunesi bir numune masasının üstüne konular veya bir mengene (tutucu tertibat) içine bağlanır. Bir el volanı ile deney numunesi, yukarıya doğru bilyaya kadar hareket ettirilir. Ondan sonra deney kuvveti tatbik edilir. 10 ila 15 saniye sonra baskı bilyası numune üzerinden kaldırılır ve yana alınır. Bu suretle bir ışık perdesi üstüne aksettirilen bilya izi optik bir büyütme tertibatına ulaşır. Orada bilya izi, hareketli bir ölçü cetveli ile tam olarak ölçülebilir.

Farklı büyüklükteki deney bilyaları ile kontrol yapılabilir: 1 mm, 2 mm, 2,5 mm, 5 mm ve 10 mm. Deney kuvvetlerinin, **yükleme derecesi 0,102, F/D^2 'ye eşit** büyüklükte olacak şekilde seçilmesi gerekmektedir. Bundan dolayı, yaklaşık aynı sertlikteki malzeme grupları için her seferinde bir yükleme derecesi tespit edilmiştir. Tablodan, bir ezici bilya çapı için ayar edilmesi gerekli olan deney kuvveti okunabilir.

Kısa İşaret (Sembol): Brinell Sertlik Değeri bir kısa işaret ile ifade edilir. Kısa işaret, sertlik değerinden, HBW (Sert metal bilya) veya HBS (Çelik bilya) karakteristik harflerinden ve deney şartlarından (yandaki örneğe bak) kısa işaret meydana gelir. Tesir süresi 10 saniye ile 15 saniye arasında olduğunda, bu değer kısa işaretlemeye gösterilmez.

Sertlik ve çekme Mukavemeti: Alaşımız çelikte, Brinell Sertlik Değeri-HBS veya HBW'den yaklaşık olarak çekme mukavemeti R_m hesap edilebilir. Dönüştürme hesabı: $R_m \approx 3,5 \cdot HB$ şeklindedir.

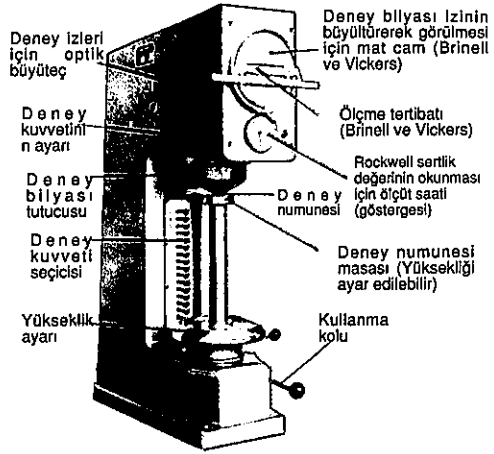
3.9.5.2 Vickers Sertlik Deneyi

Vickers Sertlik Deneyinde, elmaştan yapılmış bir dört kenarlı pramitin ucu (Uç açısı 136°) numune parçasına bastırılır ve meydana gelen pramit izin köşegeni ölçülür (Sayfa 326, Şekil 1).

Vickers Sertlik Değeri HV, deney kuvveti F (N cinsinden) ve pramit iz köşegeni d (mm cinsinden)'den şu formüle göre hesaplanır:

Köşegen d , piramit izin her iki köşegeni d_1 ve d_2 'nin ölçülmesi (Sayfa, 326 Şekil 1) ve ortalama değerinin alınması suretiyle belirlenir.

$$d = (d_1 + d_2) / 2$$



Şekil 1 : üniversal sertlik deney makinası

Örnek				
229 HBW 2,5 / 187,5 / 30				
Sertlik değeri	Brinell'e göre sertlik (sert metal bilya)	mm cinsinden deney bilyası çapı	Deney kuvveti $F = 187,5 \cdot 9,81 \text{ N} = 1839 \text{ N}$	Saniye cinsinden tesir süresi

Uygulamada, Vickers sertlik değeri HV, bir tablodan bakarak okunur.

Örnek: 490,3 N'luk bir deney kuvvetinde köşegenlerin ortalama değeri $d=0.47$ mm olan bir pramit iz 419 HV 50'lik bir Vickers Sertlik Değeri sonucunu verir.

Deneyin Yapılışı Vickers Sertlik Deneyi, alışıla geldiği üzere Brinell deneyine benzer şekilde bir üniversal - Sertlik ölçme Makinasında (325. Sayfa, Şekil 1) yapılır.

Piramit iz daima tam doğru olarak ölçülebilen kenarları verir. Deney kuvvetleri, **Makro Saha** için ölçülmelidir: 49,03 N (HV5), 98,07 N (HV10), 196,1 N (HV20), 294,2 N (HV30), 490,3 N (HV50) ve 980,7 N (HV100). Vickers Sertlik Deneyinde, hem yumuşak hem de sert malzemelerin kontrol edildiği, sadece bir ezici (baskı) elemanı vardır.

Kısa İşareti (Sembölü) Vickers Sertlik Değeri, sertlik değerinden, HV karakteristik harflerinden ve ayrıca deney şartlarından meydana gelen bir kısa işareti ile ifade edilir. Tesir süresi 10 ila 15 saniye arasında ise, bu değer işaretlemeye terk edilir, örneğin 360 HV 50 Yumuşak ve orta sert malzemeler (350 HV'ye kadar) için, Vickers ve Brinell Sertlik Deneyi aynı sayısal değerleri verir. Daha sert malzemelerde, değerler birbirlerinden saparlar.

Vickers-Küçük Yük ve Mikro Sertlik Ölçümü: Ezici (Baskı) eleman izinir mümkün olduğu kadar küçük olması istendiğinde az yüklemeli -Sertlik Deney cihazları kullanılır. Deney kuvvetleri, küçük yüklemeli sertlik deneyinde 2N ila 50N (HV 0,2 ilâ HV 5) değerlerini kapsar ve cihaz üstüne monte edilmiş olan bir mikroskopla ölçülen basınç izlerini meydana getirirler. Küçük yüklemeli sertlik deneyi, ince sert kaplamaların kontrol edilmesinde ve hazır (bitmiş olan) iş parçalarında kullanılır. **Mikro Sahada**, örneğin tek tek doku tanelerinde, sertlik kontrolü için, 2N'dan daha az olan deney kuvvetleri kullanılır.

Knoop Sertlik Deneyi, Vickers Sertlik Deneyine benzer şekilde tatbik edilir. Ezic (Baskı) elemanı, bir eşkenar piramit elmadır.

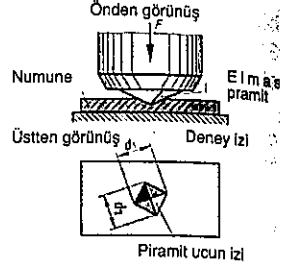
3.9.5.3 Rockwell Sertlik Deneyi 2)

Rockwell Sertlik Deneylerinde (327. Sayfada, Şekil 1 ve 2), koni veya küre şeklindeki ezici (baskı) elemanı ilk olarak deney ön kuvveti ile yüklenir ve ölçü ibres "O" (sıfır)'a getirilir. Ondan sonra esas deney kuvveti (HRC-Metodunda 1373 N), uygulanır ve kısa bir müddet sonra kuvvet kaldırılır. Ezici (baskı) elemanının kalan iz derinliği t_p , ölçü saati üzerinden doğrudan doğruya Rockwell sertlik değerleri olarak okunabilir.

Sert malzemeler için, ezici elemanı olarak, 120°'lik uc açısı olan bir elmas koni kullanılır (HRC ve HRA Metodu). Yumuşak malzemeler, sertleştirilmiş olan 1,59 mm çapındaki bir çelik bilya ile kontrol edilir (HRC ve HRF Metodu).

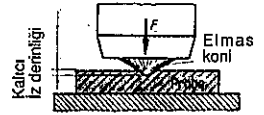
Kısa İşareti (Sembölü): Rockwell Sertlik Değerinin kısa işareti; sertlik değerinden ve uygulanan metodun işaretinden meydana gelir.

İş Akışı, bütün Rockwell Sertlik De-neylerinde aynıdır.



Şekil 1 : Vickers Sertlik deneyi

Örnek			
210 HV 50 / 30'			
Sertlik değeri	Vickers sertliği	Deney kuvveti $F=50,9,81N$ $=490,5N$	Saniye cinsinden tesir süresi



Şekil 2 : Rockwell deneyi

Örnek	
56 HRC	
Sertlik değeri	Rockwell C sertliği

Bu deneyin yapılışı, dört kademedendir (Şekil 1). Deney örneği yanda gösterilmiştir. Deney kuvvetleri aşağıdaki değerleri kapsar:

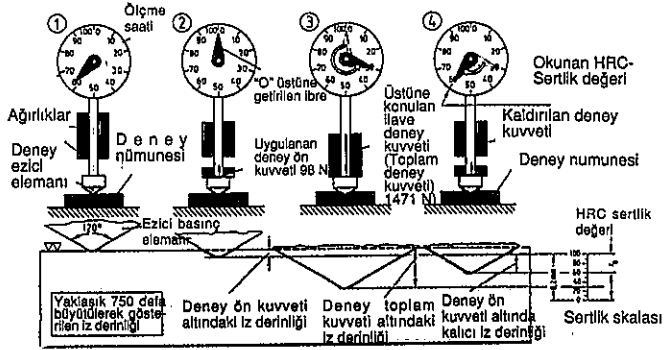
$$\text{HRC} : F = 1373 \text{ N}$$

$$\text{HRA} : F = 490 \text{ N}$$

$$\text{HRB} : F = 883 \text{ N}$$

$$\text{HRF} : F = 490 \text{ N}$$

Hangi malzemeler için hangi sertlik

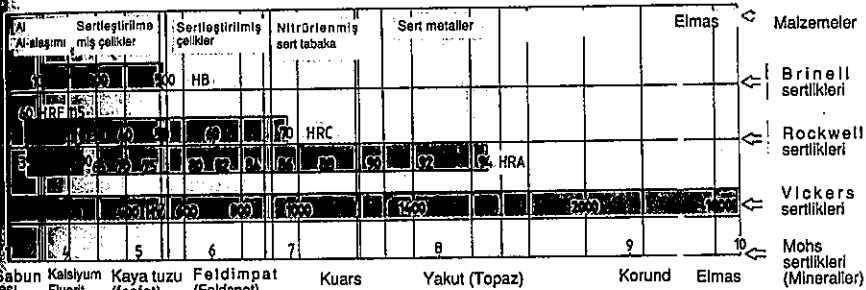


Şekil 1 : Rockwell-Sertlik Deneyindeki (HRC) İş Akışı

Sertlik Deney Metodlarının Mukayesesi

Metod	Ezici (Basıncı) Eleman	Avantajları ve Dezavantajları	Kullanılışı
Brinell	Çelik bilya	Tam, yeniden elde edilebilen değerler, sadece yumuşak ve orta sertlikteki malzemeler için	Tavllanmış ve ıslah edilmiş çelik, hafif metaller, ağır metaller
Vickers	Elmas piramit	Üniversall olarak tatbik edilebilen sertlik deneyi, orta sert ve sert malzemeler için	Sertleştirilmiş çelik, sertleştirilmiş yüzey tabakası, doku elemanları
Rockwell HRC, HRA	Elmas koni	Sertlik değerinin doğrudan doğruya gösterimi, sert malzemeler için	Sertleştirilmiş çelikler ve alaşımlar, sert metaller
Rockwell HRB, HRF	Çelik Bilya	Sertlik değerinin doğrudan doğruya gösterimi, orta sert ve yumuşak malzemeler için	Sertleştirilmemiş çelikler Cu Zn- alaşımları

Ölçme metodunun kullanılacağı, bir karşılaştırma grafiğinden okunabilir (Şekil 2). Bundan, Brinell ve Rockwell Sertlik Ölçme Deneylerinin sınırlandırılan kullanım alanı ve Vickers-Sertlik Ölçme Deneyinin geneli kapsayan (üniversel) kullanım imkanı belirlenir.



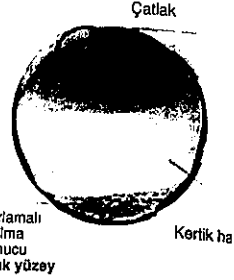
Şekil 2 : Muhtelif sertlik deney metodlarının sertlik değerlerinin kullanım alanları ve mukayesesi

Tekrarlama Soruları

1. Malzeme muayenesi (kontrolü) hangi amaçlar için yapılır?
2. Teknolojik deneyler neye hizmet eder?
3. Çekme deneyinde hangi diyagram elde edilir?
4. Çekme deneyi hangi karakteristik değerleri verir?
5. Sertlikten ne anlaşılır?
6. Brinell sertlik deneyi nasıl yapılır?
7. Vickers sertlik deneyinde, hangi ezici eleman kullanılır?
8. Rockwell sertlik deneyinin, Brinell ve Vickers sertlik deneylerine göre hangi avantajları vardır?

3.9.6 Sürekli Mukavemet (Yorulma) Deneyi 1)

Makinalarda, yapı elemanları kullanım süreci içinde sık sık tekrarlanan yüklemelere (zorlamalara) maruz kalırlar. Bu durum, özellikle civatalar, akslar ve miller gibi makina elemanları için geçerlidir. Bu yapı elemanları, eğer değişen yükleme, malzemenin çekme mukavemeti dışında kalırsa, kırılmaya kadar gidebilir. Bu kırılma tarzı, **sürekli kırılma** veya **yorulma kırılması** adını alır. Sürekli kırılmalar, kendi kırık yüzeyinin tipik görünüşünden tanınabilirler (Şekil 1). Kırık yüzeylerde bir çatlak, kertik hattı olan bir sürekli kırılma yüzeyi ve zorlamalı kırılma sonucu **artık yüzey** vardır. Bundan dolayı malzemelerin kendi sürekli salınım mukavemeti bakımından kontrol edilmeleri şarttır.



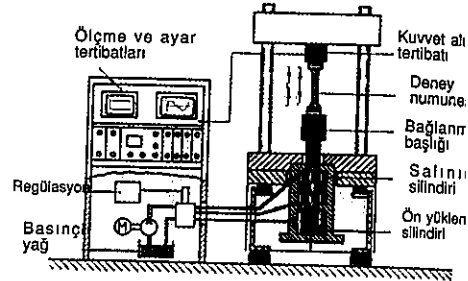
Şekil 1 : Bir milin yorulma kırılması

Sürekli Salınım Deneyi, değişken bir çekme ve basma kuvveti ile hızlı değişim (örneğin saniyede 50 salınım) frekans halindeki deney numunesinin yüklendiği bir makinede yapılır (Şekil 2).

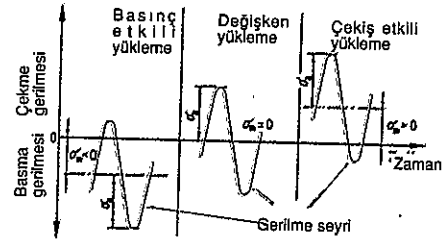
Sürekli mukavemet kontrolünde, çeşitli zorlama alanları mümkündür (Şekil 3). Zorlama sıfır noktasında ($\sigma_m=0$), buna **Değişken Yüklemeye (Değişim Zorlaması)** denilir. Ortalama gerilim değeri, basınç sahasında ($\sigma < 0$) veya çekme sahasında ($\sigma > 0$) bulunursa, **Basınç Etkili Yüklemeye** ve/veya **Çekiş Etkili Yüklemeye** denilir. Gerilmenin en yüksek değeri, σ_a adını alır.

Bir parçanın sürekli salınım deneyi, numune kırılıncaya kadar ve/veya deney numunesi $10^7 = 10\ 000\ 000$ sayılı bir yük değişimini taşıyuncaya kadar devam ettirilir. Kırılma-Salınım Sayısı-N olarak adlandırılan, dayanılan salınım hareketlerinin sayısı ölçülür.

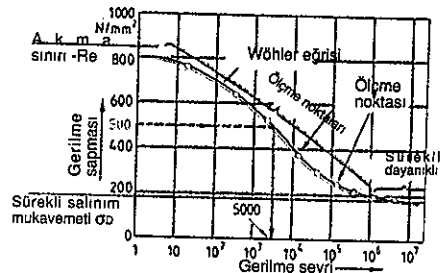
Bir sürekli salınım deney serisi, aynı malzeme numuneleri ile yaklaşık olarak 10 ayrı deneyden meydana gelir. Değişken yüklemenin gerilme (gerilim) sapması σ_a , deneyden deneye gidile-rek Akma sınırı R_e 'den aşağıya çekilir. Teker teker deney sonuçları bir diyag-rama birlikte aktarılır (Şekil 4). Her de-ney için elde edilen ölçme noktalarının birleştirilmesi, anılan Wöhler Eğrisini verir. (August Wöhler : Materyal Araş-tırmacısı). Eğri ilk önce aşağıya doğru gider ve yaklaşık olarak $10^6 = 10\ 000\ 000$ 'lık salınım sayısından itibaren yatay bir şekilde devam eder. Buna ait olan gerilmeye,



Şekil 2 : Sürekli salınım makinası



Şekil 3 : Salınım zorlama alanları



Şekil 4 : Alaşımli bir çeliğin Wöhler eğrisi

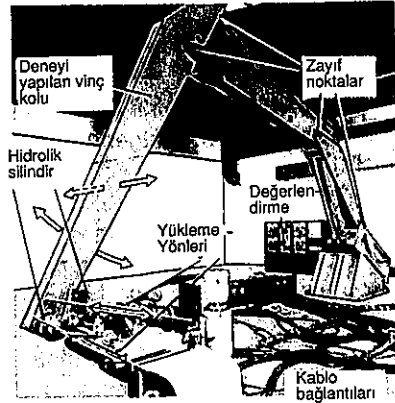
Sürekli Salınım Mukavemeti σ_D denir.

Malzeme, sürekli salınım mukavemeti, altında bulunan bir değişken gerilme (gerilim) ile yüklendiğinde, sonsuz sıklıktaki salınımda da yorulmazsa, bunun sürekli dayanıklı olduğu ifade edilir. Örneğin şekil 4'te (Sayfa 328'e bak) gösterilen alaşım çelik, 180 N/mm²'lik değişken yüklemde sürekli dayanıklıdır. Malzeme, sürekli salınım mukavemetine nazaran daha büyük olan bir gerilme ile de yüklenirse, **Zaman mukavemetli** olarak tabir edilen kırılma- salınım sayısından sonra kırılır. Şekil 4'teki malzeme, örneğin, 500 N/mm²'lik değişken bir yüklemde, aşağı yukarı 5000 salınımda zaman mukavemetlidir.

Şekil Mukavemeti, sürekli salınım deneyinde bulunan malzeme karakteristik değerleri, düz deney çubukları için geçerlidir. Makinaların yapı parçaları, kendi fonksiyonlarına uygun bir şekle (forma) sahiptir. Somut bir yapı parçasının yüklenebilirliği hakkında bir şey söylemek için, deney numunelerinin yapı parçasının şekli ile sürekli salınım deneyinde kontrol edilmesi mecburiyeti vardır. Bunun yanında araştırılarak bulunan sürekli mukavemet, şekil mukavemeti olarak ifade edilir. Bu kontrolde imal edilen makina parçaları, daha sonraki işletme de meydana gelen yüklemelerle kontrol edilir.

3.9.7 Yapı Parçası-İşletme Yükü Kontrolü

Yapı parçası çalışma sırasında çok miktarda, aynı anda tesir eden yüklerle yüklendiğinden, bu kontrol gereklidir. Örneğin bir kazıcı (kepçe) kolu aynı anda hem çekme, hem basma, hem döndürme ve hem de silkeleme şeklinde yüklenir. Bu üst üste gelen yükler ve yapı parçasının üstüne tesiri, malzemenin bir deney numunesi üzerinde değil, ancak üretimi bitmiş olan yapı parçası üzerinde kontrol edilebilir. Bunun için, yapı parçası simülasyonla yapılan bir kontrol (deney) ortamında işletme yüklemelerine (zorlamalarına) maruz bırakılır. Bir kazıcı kolu, örneğin hidrolik-silindirler vasıtasıyla kazıcı kol doğrultusunda ve eninde değişen kuvvetlerle yüklenir (Şekil 1). Yapı parçasının zayıf noktaları, bu durumda deformasyon (şeklinin bozulması) veya kırılma suretiyle kendilerini gösterir. Bu sonuca göre tasarım iyileştirmeleri ve daha uygun malzeme kullanımı sayesinde olumsuzluklar giderilir.



Şekil 1 : Bir kazıcı Vinç Kolunun işletme yük kontrolü

3.9.8 Tarhribatsız Malzeme Muayenesi (Kontrolü)

Bu kontrol, yarı mamul ve bitmiş iş parçalarındaki kusurların (çatlaklar, boşluklar, katmerler) tespit edilmesine yarar. Bunun için, ne bir malzeme deney numunesinin alınması ne de kontrol edilmesi gerekli olan parçanın hasara uğratılması söz konusu değildir.

Nüfuz Metoduyla Kontrol

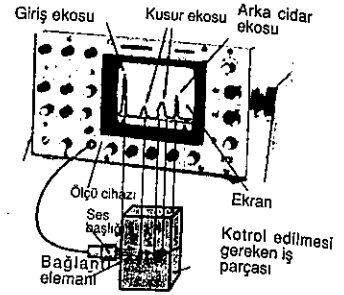
Bunlar, **Kapılar (Kılcal) Metodu, Emme Metodu veya Penetrasyon (İçine Nüfuz Etme) Metodu** adları ile de bilinirler. Kontroller, iş parçasının üst yüzeyine kadar ulaşan kılcal çatlağın aranıp bulunması için yararlı olur.

Met-L-Chek-Metodunda, kırmızı renkli boya maddesi kontrol edilmesi gerekli olan iş parçasının üstüne püskürtülür. Bu madde, tesirden dolayı mevcut kılcal çatlağın içine nüfuz eder. Böylece iş parçası iyice ıslanır. Ondan sonra, çatlakların içine nüfuz etmiş olan kırmızı boya maddesini dışarıya çeken beyaz bir boya maddesi püskürtülür. Daha önceden mercekle (büyüteçle) bile fark edilemeyen çatlaklar böylece görünürler.

Met-L-Chek-Metodunda olduğu gibi benzer şekilde **Flöresan Metodunda**, nüfuz akışkanı olarak, karartılan bir oda içinde ultra viole ışığı ile ışınlamada kusurlu yerleri aydınlatan floresan etkisi yapan maddeler kullanılır.

Ultrasonik (Ultrases) Kontrol

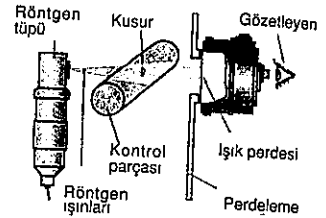
Ultrasonik kontrol ile, iş parçalarının içindeki kusurlar (hatalar) tespit edilebilir. Ultrasonik Kontrol cihazı, bir ses başlığından ve küçük taşınabilir ekranlı bir ölçme cihazından meydana gelir (Şekil 1). Kontrol için ses başlığı iş parçasının üstüne konulur. Bu başlık iş parçası vasıtasıyla, insan kulağı tarafından farkedilmeyecek kadar yüksek titreşim sayısında ultrasonik dalgaları gönderir. Ultrasonik dalgaları iş parçasına nüfuz eder ve iş parçasının ön ve arka yüzünde ve ayrıca iç taraftaki mevcut kusurlar geriye yansıtılır. Geri dönen ses dalgaları ekranda titreşim halinde görülebilir. İş parçasındaki kusurların durumu ve büyüklüğü, ekrandaki titreşimin durumundan ve büyüklüğünden anlaşılır.



Şekil 1 : Ultrasonik kontrol

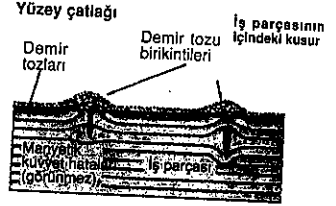
Röntgen veya Gama Işınları ile Kontrol¹⁾

Bu metodlarda, röntgen ve gama ışınlarının, metallerin içinden geçme kabiliyetinden yararlanılır. Kontrol edilmesi gereken iş parçası, röntgen tüpü ile bir film veya ışık perdesi arasına konulur (Şekil 2). Burada iş parçasının gölge görüntüsü, kusurlu (hatalı) yerler daha açık olarak farkedilebilecek şekilde, görülebilir. Röntgen ışınları, bir röntgen tüpü içinde üretilir. Bu ışınların, çelikte 80 mm'ye kadar, bakırda 50 mm'ye kadar ve alüminyumda 400 mm'ye kadar kalınlık, içinden geçme özelliği vardır.



Şekil 2 : Röntgen ışınli kontrol

Gama ışınları ile yapılan kontrolde, kobalt 60 gibi radyoaktif maddeler ışınlayıcı olarak kullanılır. Gama ışınları, oldukça kalın malzemelerin, örneğin 200 mm'ye kadar çeliğin içinden geçerler. Işınlar ağır sıhhi zararlara sebebiyet verebileceğinden, röntgen ve gama ışınları, uzmanı tarafından kontrol altında tutularak kullanılmalıdır.



Şekil 3 : Manyetik toz metodu

Manyetik Toz Metoduyla Kontrol

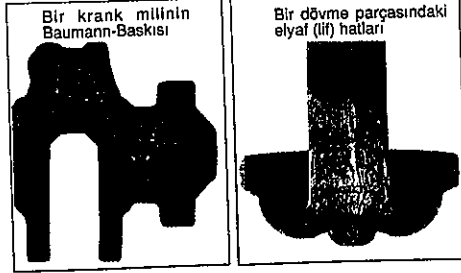
Manyetik toz metodunda, iş parçası mıknatıslandırılır. Manyetik kuvvet hatları, iş parçasındaki kusurların ve çatlakların mevcut bulunduğu yerlerde yoğunlaşırlar. Demir tozları ile karıştırılmış olan petrol (mazot) iş parçası üzerine döküldüğünde, yüksek alan hattı yoğunluğundan dolayı kusurlu yerlerin etrafına toplanır, böylece çatlaklar görünür (Şekil 3).

3.9.9 Metalografik Muayeneler

Metalografik muayeneler, malzeme-lerin iç yapısını, yani dokusunu görüle-bilir hale getirirler. Bunun için malze-me-den bir parça alınır, kesit yüzeyi taşlanırlar ve polisaj işlemi ile parlatılır.

Büyütülmemiş Doku Şekilleri

Yeni taşlanmış bir yüzey özel hazırlanmış bir (preparatlanmış) fotoğraf kağıdına basıldığında, çelik içinde demirle birlikte bulunan fosfor ve kükürt dağılımı fotoğraf kağıdında görülebilir (Şekil 1). Bu "Baumann-Baskısı" sızıntıların kontrol edilmesinde kullanılır. Uygun bir dağılayıcı (kostik) maddenin taşlanmış yüzeye sürülmesi suretiyle, "Elyaf Hatları" denilen kristalit örtü ortaya çıkar (Şekil 1). Bundan, şekil değiştiren iş parçalarının kontrol edilmesinde yararlanır.



Şekil 1 : Büyütülmemiş doku şekilleri



Şekil 2 : Mikroskopik doku şekilleri

Mikroskopik Doku Şekilleri

Polisaj işlemi ile parlatılan ve dağlanan (asitle temizleme) metal yüzeyleri, metal mikroskobuyla gözetlendiğinde, doku görülür (Şekil 2). Taşlanmış parçaların büyütülmüş şekilleri, dokunun kontrol edilmesine ve iş parçalarının tekniğine uygun olarak ısıtma işlem görmesine yardım ederler.

Elektron Mikroskobu ile düzgün olmayan yüzeylerden 10 000 defaya kadar büyütülmüş derinlik boyutu olan resimler elde edilebilir (Şekil 2). Böylelikle örneğin kırılma olayları muayene edilebilir.

Tekrarlama Soruları

1. Sürekli kırık bir yüzey nasıl görünür?
2. Şekil mukavemetinden ne anlaşılır?
3. Yapı parçası - işletme yükleri kontrolünün yapılmasının amacı nedir?
4. Ultrasonik (Ultrases) kontrolü nasıl yapılır?

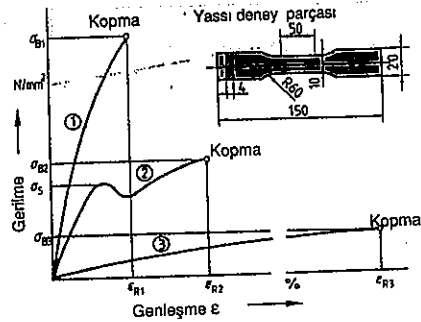
3.9.10 Plastiklerin Muayenesi (Kontrolü)

Plastiklerin genel niteliklerinin kontrol edilmesinde metaller için uygulanan kontrol metodlarının aynı veya benzeri tatbik edilir. Plastiklerin özel nitelikleri, özel plastik kontrol metodları ile araştırılıp bulunur.

Mekanik Niteliklerin Kontrol Edilmesi

Çekme Deneyi¹⁾ Plastikler için çekme deneyi metaller için de olduğu gibi, aynı makinalarla ve aynı çalışma seyrine göre tatbik edilir (320. Sayfa). Deney numune parçaları olarak, düz deney numune parçaları kullanılır (Şekil 3).

Çekme kuvveti ve deney parçasının uzama miktarı ölçülür. Onlardan, bir



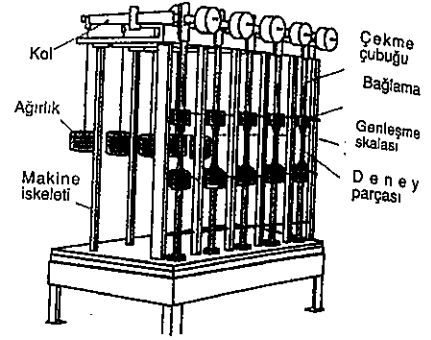
Şekil 3 : Çeşitli plastiklerin şekil değiştirme olayları

Gerilme-Genleşme Diyagramı elde edilir. Buradan kopma Mekanik karakteristik değerleri okunur (Sayfa 331, Şekil 1). Çekme Mukavemeti σ_B Akma gerilmesi Genleşmesi ϵ_R . Farklı şekil (biçim) değiştirme gösteren plastikler vardır.

Buna göre plastik tipleri üç gruba ayrılır:

- Polistrol gibi sert gevrek plastikler ①
- Polietilen gibi yumuşak, eğilebilen, belirli akma gerilmesi olan plastikler ②
- Butadien kauçuk gibi lastik elastikiyetinde, büyük kopma genleşmesi olan plastikler ③

Plastikler için de, metallerde olduğu gibi aynı veya benzer şekilde, basma deneyi, bükme deneyi, kesme deneyi, çentik darbeli bükme deneyi, sürekli titreşim deneyi ve sertlik deneyi gibi diğer deneyler de tatbik edilebilir (325 ilâ 327. sayfalar).



Şekil 1 : 5 adet deney parçası için zamana bağlı deney makinesi



Şekil 2 : Sünme Eğrileri-Diyagramı

Zamana Bağlı Çekme Deneyi 2)

Mekanik yükleme süresi uzadıkça plastik malzemeler daha az mekanik yüklemelerde dahi deforme olur. Bu metod malzemenin "sünmesi" olarak ifade edilir. Plastikten yapılmış parçaların kullanılması bakımından sünme durumu özellikle önemlidir.

Sünme durumu, -çekme deneyinde kontrol edilir (Şekil 1).

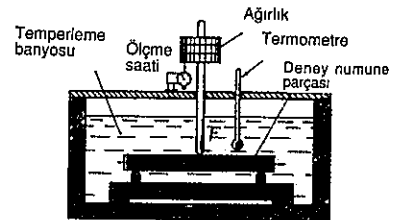
Bunun için, muhtelif, sabit çekme kuvvetleri ile yüklenen birçok deney numune parçası, kopuncaya kadar devam eder. Her çekme deney parçası için, bir diyagrama taşınan bir sünme eğrisi elde edilir (Şekil 2).

Şayet plastik malzeme belirli bir zaman zarfında sadece belirli bir değerde genişirse, o sınır olan gerilme değerine kadarki diğer değerler oradan okunabilir.

Örnek: Bir plastik-yapı parçasının 100 saatte en fazla %0.5 genişemesi gerekiyor. Diyagramdan, onun en fazla 10 N/mm² ile yüklenmesine müsaade edileceği okunur.

Özel Plastik-Kontrol (Deney) Metodları

Isı Ortamında Şekil Dayanıklılığı, yükseltmiş sıcaklıklarda plastiğin şekil bakımından dayanıklılığı hakkında bir sıcak referans değerini verir. Metod, bir deney parçasının kuvvet altında bükmeli şekil değiştirmesine dayanmaktadır (Şekil 3). O, ancak mukayese değerlerini verir.



Şekil 3 : Şekil dayanıklılık kontrolü

Plastikler için diğer özel kontrol (deney) metodları şunlardır:

- Alev alabilirlik (tutuşabilirlik) ve yanabilirlik
- Düşük sıcaklıklarda gevrekleşme
- Elektrik izolasyon kabiliyeti
- Kimyasal dayanıklılık (korozyona dayanıklılık)
- Bu kontroller, özel deney tertibatlarında uygulanır.

Plastik Çeşitlerinin Tanınması

Bir plastiğin basit metodlarla tanınması mümkündür. Bunun için belirli nitelikler kontrol edilebilir ve bu nitelikler **Nitelik Tablosu** ile mukayese edilir (Tablo 1).

Görünüş ve mekanik özellik, deney parçasının gözden geçirilmesi ve/veya hissedilmesi suretiyle ve ayrıca el ile bükme suretiyle tespit edilebilir. Isı ortamındaki özelliği, bir sıcak hava akımı içinde yavaşça ısıtmak suretiyle kontrol edilir. Eğer plastik bu esnada ısınır, bu plastik bir termoplastik (T)'dir, veya ertitilmeden bozuluyorsa, bir Duroplastik (D) dir. Tutuşma esnasındaki özelliği, bir plastik çubuğun bir hamaç alevine tutulması suretiyle tespit edilir. Dumanın kokusu, yanan plastik parçanın üflenip söndürülmesi suretiyle ve yükselen buharların yelpaze ile yel verilmesi suretiyle kontrol edilir.

Tablo 1 : Plastik Çeşitlerinin Tanınma Belirtileri

Plastik Cinsi	Görünüş, nitelikler		Tutuşma Özelliği	Dumanın Kokusu
	Termoplastik (T)	Duroplastik (D)		
Polietilen PE	Parlak, yüzeysel balmumu gibi bükülür, sert	T	Hemen hemen tutuşabilir camlar	Hafif parafin tarzında
Polivinilklorid PVC	Sert-PVC: Sert, kırılmaz Yumuşak-PVC: Lastik gibi	T	Alevde yanar, alevsiz ortamda söner	Hidroklorik asite göre, tipik kokulu
Polistiren PS	Parıldayan yüzey, sert, gevrek	T	Sürekli yanar Kuvvetle tüter	Stirol (Styrol)'e göre tatlımsıdır.
Polyamid PA	Parlak yüzey, diri, kırılmaz	T	sürekli yanar kabarcıklı damlar	Yanmış boynuz kokusu
Akril Cam PMMA	Şeffaf, cam açıklığında sert, kırılmaz	T	Parıltılı yanar ve çatırdarak devam eder	Meyve kokusunu andırır
Poltetrafluor etilen PTFE	Parlak balmumu gibi yüzeyler, diri, elastik	T	Zor ateşlenebilir damlamaz	Hidroflor asidine göre, keskin
Polikarbonat (Polycarbonat) PC	Parıldayan yüzeyler, sıkı, diri	T	Alevler içinde yanar dışında söner	Fenol gibi
Fenol reçinesi PF	Sarımsı kahverengi ila siyah, sert, gevrek	D	Zor ateşlenebilir islenerek (kurumlaşarak) kömürleşir	Fenol gibi
Melamin reçinesi (Mf) Üre reçinesi (UF)	Açık renkli Sert, gevrek	D	Zor ateşlenebilir kömürleşir	Amonyak göre, tiksindirici koku
Polyester reçinesi UP	Parıldayan yüzey sert, gevrek	D	Alevlenerek, islenerek sürekli yanar	Stirol gibi
Epoksi reçinesi EP	Bal sarısı sert, kırılmaz	D	Alevlenerek islenerek sürekli yanar	Fenol gibi
Pollüretan reçinesi PUR	Bal sarısı, her cins göre, diri sert olanından lastik yumuşaklığına kadar	D	Alevlenerek sürekli yanar	İzosyanat (Isocyanat)'a göre keskin
Silikon reçinesi SI	Söt beyazı renginde diri sıkı olanından lastik yumuşaklığına kadar	D	Zor ateşlenebilir, beyaz duman	Kokusuz

3.10 Metal İşleyen İşletme ve Çevre

Malzemeler ve yardımcı maddelerle yapılan çalışmalarda ve ayrıca üretim tesislerinin işletilmesinde, çalışan insanlara ve çevreye sayısız zararlar verilir.

İmalat metodu, malzemeler ve yardımcı maddelerin seçilmesi, sadece imalat ve işletme ekonomisi bakımından değil, ayrıca aşağıdaki hususlar bakımından da gereklidir.

- Birlikte çalışanların sağlığına zarar veren, zehirli maddelerin serbest bırakılmaması
- Su, hava ve toprak gibi doğal hayat varlıklarına bulaşmaması
- Enerji ve ham madde rezervlerinin bilinçli kullanmak suretiyle korunması
- Birlikte çalışanların çalışma şartları altında çalışabilmeleri

3.10.1 Metal İşleyen İşlemelerde Sağlığa Zararlı Olan Maddeler

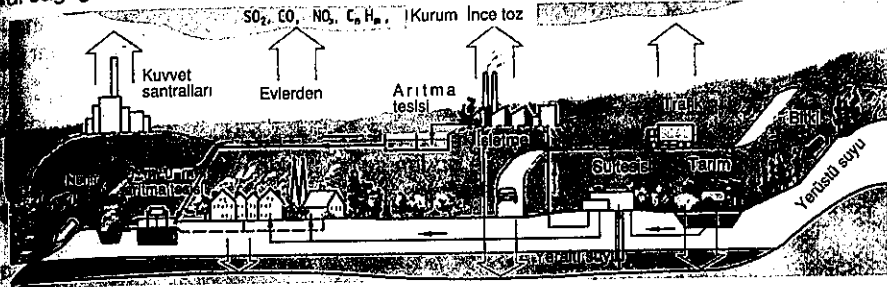
Sağlık ve hayat, insanın sahip olduğu en önemli varlıklardır. Çalışma esnasında da bunun muhafaza edilmesi ve korunması herkesin ve işletmenin görevidir.

İş yerinde, sağlık için zararlı olan maddelerle temas söz konusu olabilir. Standartta uygun tedbir sayesinde bu maddelerin sağlığa zararlı etkisinden sakınılabılır (Tablo 1).

Tablo 1 : Zararlı Maddeler, Etkileri, Tedbirleri		
Sağlığa zararlı Maddeler	Sağlığa Zararlı Etkileri	Tedbir Hakkında Açıklama
Soğutma yağları (sıvıları) (kimyasal madde katkılı madensel yağlar)	Cild hastalığına yol açması (yüzde çıkan sivilceler, yağ ekzemaları, çibantlar) organları hastalığı (uyanmalar, enfeksiyonlar)	Soğuma sıvıları ile temasının kesilmesi ve/veya azaltılması: Makinaları muhafaza için alınması, yağ sisinin emilerek tahliye edilmesi, koruyucu eldivenlerin giyilmesi, koruyucu kremler
Temizlik- ve Gres Yağı Çıkarma Maddeleri Soğuk temizleyiciler: Trikloretan (Tri), Tetraklormetan (Tetra) Perkloretlen (per)	Buharlarının sık sık cilde teması solunumu böbrek ve karaciğer hastalığı yol açar Kanser tehlikesi	Buharların cilt ile temas etmesinden ve teneffüs edilmesinden sakınınız. İyi bir havalandırma, temin ediniz. Şayet mümkünse, etrafına sıcak buharlı temizleme tesisi döşeyiniz.
Ağır metal ihtiva eden ince tozlar ve buharlar Lehimlemede: Kurşun, kadmiyum Kaynak işleminde: Çinko, mangan, krom	Kanın yavaş yavaş zehirlenmesi ve zarar görmesi	İnce toz ve buhar teneffüs etmeyiniz Kapalı ortamlarda çalışma yapılırken emme (aspirasyon) tertibatı kullanınız
"Zehirli Olan" İnce toz ve kurum partikülü Dökümhanelerden, taşıma atelyelerinden, sertleştirme (ısı işlem) bölmelerinden, çelik imalatından çıkan	toz içeren havanın uzun süre teneffüs edilmesinde solunum organları hasara uğrar: Bronşit, tozlu akciğer, akciğer kanseri	Havalandırma ve aspirasyon sayesinde kâfi derecede taze hava ve tozsuz teneffüs havası temin ediniz
Sertleştirici Tuzlar (Potasyum silyanid- kalium cyanid- KCN, Sodyum -Siyanid- NaCN)	Çok zehirli ağız ve burun yoluyla tozların alınması ihtimali	Sertleştirici tuzlar ile çalışma esnasında gıda maddesi alınmaması, emme tertibatları
MAG- Kaynağında Koruyucu Gazlar (Ark kaynağında CO ₂ gazından, CO-gazı meydana gelir.	Çok zehirli (Kan zehirli)	Kapalı ortamlarda kaynak yapılırken emme tertibatı
Asbest Contaların içindeki elyaf mineral, frenbalataları, asbestli çimento	Asbest içeren havanın uzun süre teneffüs edilmesi, asbest hastalığına kanser hastalıkları nedeniyle erken ölümlere yol açar.	Asbest kullanmaktan kaçınınız. Asbest içeren parçaları kesmeyiniz. Asbest tozunu teneffüs etmeyiniz. Gaz maskesi kullanınız.

3.10.4 Çevrenin Yüklmesi ve Korunması

Metal işletmede her işçi kendi iş yerindeki özel şartların (zorlamaların) yanında, kendi sağlığı bakımından çevre şartının genel etkilerine de maruz kalmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1 : Metal işletmelerden çıkan atıksu için temizleme tesisati

Havanın Kirlenmesi

Hava, esas itibariyle termik santrallerinden, konut ve binaların ısıtma tesislerinden, taşıtların motorlarından çıkan zararlı maddeler ve ayrıca endüstriyel tesislerin (çelikhaneler, kimya fabrikaları, petrol rafinerileri) çıkış gazlarından dolayı kirlenir (Şekil 1).

Fosil esaslı yanma maddelerinin yanmasından zehirli olmayan yanma ürünleri karbondioksit CO₂ ve su H₂O'nun yanısıra, sağlığa zararlı maddeler kükürtdioksit SO₂, karbonmonoksit CO, azot oksitleri C_nH_m, hidrokarbonlar NO_x ve ayrıca kurum partikülleri ve ince tozlar meydana gelir.

Endüstriyel tesislerden, yanma ürünlerinin yanı sıra, her şeyden önce zehirli kimyasal maddeler, kokulu maddeler ve ince tozlar havaya karışır. Bu maddeler, insanların sağlığını ve refahını (Baş ağrıları, yorgunluk, bulantı, solunum yollarının yanması, kanser hastalıkları) tehlikeye sokar ve bitkilere, özellikle ağaçlara zarar verirler (Orman ölümü). Bundan başka, makinelerin ve taşıtların korozyonu suretiyle kamu ekonomisi bakımından büyük zararlara ve ayrıca binaların ve anıtların harap olmalarına neden olurlar.

Havadaki zararlı maddelerin azaltılması için uygun olan tedbirler şunlardır:

— Kükürt alma (SO₂), azot alma (NO_x) ve toz ayırma suretiyle büyük yakma tesislerinin -çıkış (eksoz, baca) gazlarının temizlenmesi (336. sayfa, Şekil 2).

— Kurşunsuz benzin kullanılması ve bir katalizatörün monte edilmesi suretiyle benzinli motorların eksoz gazlarının (CO, NO_x, C_nH_m) zehirinin giderilmesi ve ayrıca dizel (diesel) motoru egzoz gazlarının kurumdan (isten) arındırılması.

Suyun Kirlenmesi

Ayrılan suyun büyük kısmına, evlerde ve endüstriyel işletmelerde ihtiyaç duyulur. Kullanıldıktan sonra suyun büyük kısmı kirlenir ve temizlenmesi mecburiyeti doğar (Şekil 1).

Evlerden çıkan kanalizasyon suyu zararlı maddeler olarak herşeyden önce dışkı maddelerini ve çamaşır suyunu içerir. Endüstriyel atıksuları, örneğin metal işleme ve galvanik işletmelerden çıkan zehirli tortular, rafinerilerden çıkan yağ tortuları ve ayrıca kimyasal fabrikalardan çıkan çözücü maddeler ve kimyasal maddeler nedeniyle kirlenir. Bu zararlı maddelerin, işletmelerin içinde özel temizleme tesislerinde ayrılması, gerekir. Ön temizleme işlemi tatbik edilmiş olan atık su, bir açık durulama tesisinde ve kanalizasyon suları ile birlikte temizlenir ve doğal su halinde tekrar kullanılabilir.

Yer Altı Suyu ve Toprağın Kirlenmesi

Yer üstü ve yer altı suyu için özel bir tehlike, atık yağların, kimyasal temizlik maddelerinin ve diğer zehirli kimyasal maddelerin yere sızması ve ayrıca bitki koruyucu maddelerinin ve suni gübrenin (nitratların) aşırı ölçüde kullanılmasıdır. Bu tür sorunların önlenmesi için bu tür maddeler bilinçli ve sorumluluk duygusu ile kullanılmalıdır.

4. Makinalar ve Takım Teknolojisi

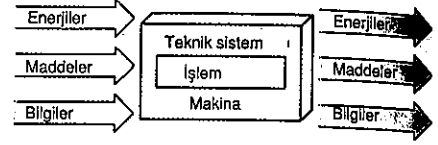
Makinalar ve teknolojik takımlar, insanlara kendi çalışmalarında destek sağlar ve talimata göre çalışmaları bağımsız olarak yerine getirirler. Onlar, insanları usandırıcı ve bedensel olarak yorucu iş yükünden kurtarırlar, yüksek kalitede iş yaparlar ve bu suretle insanların başarılı olması gereken iş hacimini artırırılar.

4.1 Teknik sistemler Olarak Makinalar

Bir makinanın fonksiyonu ve etki tarzını bilmek için; genel olarak enerjinin, malzemelerin veya bir işlemi gerçekleştiren ve ondan sonra makinaı tekrar terkeden bilgilerin sevkedildikleri teknik sistem olarak gözlenebilir (Şekil 1).

Bu sistem tekniğinin dikkate alınma tarzına göre makinalar aşağıda belirtildiği şekilde gruplara ayrılır.

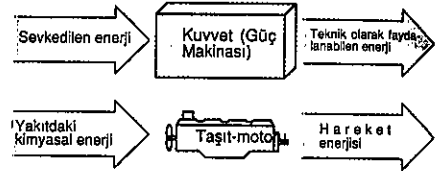
- Enerjiyi dönüştüren makinalar: Kuvvet (Güç) makinaları
- Maddeyi dönüştüren makinalar: İş makinaları
- Bilgiyi dönüştüren makinalar: EDV-makinaları



Şekil 1 : Teknik sistem olarak makina

4.1.1 Kuvvet (Güç) Makinaları

Kuvvet makinaları, enerji dönüştüren makinalardır. Onlara sevk edilen bir enerji, belirli bir kullanma amacı için gerekli olan enerji şekline dönüşür. Bu, kuvvet (güç) makinasının içine giren ve dönüştükten sonra teknik bakımdan kullanılabilen enerji olarak tekrar çıkan, bir enerji akışının yardımıyla açık bir şekilde gösterilir. Örneğin taşıt motoru, bir kuvvet makinasıdır. Bu makinada, yakıt içinde depo edilmiş olan kimyasal enerji, taşıtın hareketi için gerekli olan hareket enerjisine dönüşür (Şekil 2).



Şekil 2 : Kuvvet (Güç) makinasının teknik sistemi

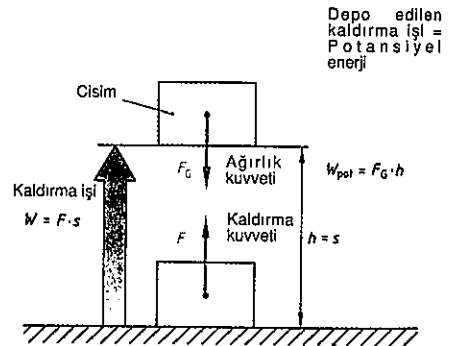
4.1.1.1 İş, Enerji, Güç, Verim

Kuvvet ve yol'dan meydana gelen ürün, hareket olaylarında iş olarak ifade edilir: $W=F \cdot s$ İşin birimi, Joule (J)'dür. 1 N'luk kuvvet 1 m'lik yol boyunca etki ederse, 1J'luk iş yapılır. $1J=1N \cdot m$

Bir cisim bir hat boyunca yukarıya kaldırılırsa, bir yukarıya kaldırma işi yapılmış olur (Şekil 3). Talaş kaldırma esnasında da (talaş kaldırma işi) veya ivmeleme (ivmeleme işi) esnasında da iş yapılır.

Yukarıya kaldırılmış cisimlere, yukarıya kaldırma işi depo edilmiştir. Aşağıya düşme olaylarında o tekrar serbest kalacaktır.

Bir cismin içine depo edilen iş ve/veya onun iş yapma kabiliyeti, enerji olarak ifade edilir. Onun birimide Joule (J)'dür.



Şekil 3 : İş ve enerji

Enerji Şekilleri. Enerji çeşitli şekillerde bulunur:

- **Potansiyel Enerji (Konum enerjisi)**, örneğin depo edilen bir yukarıya kaldırma işi veya bir yayın içine depo edilen deformasyon işidir: $W_{pot} = F_G \cdot h$

- **Kinetik Enerji (Hareket Enerjisi)**, hareket eden cisimlerin içine giren enerjidir.

Bu, $W_{kin} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ formülüne göre hesaplanır (m = kütle, v = hız)

- **Isı enerjisi**, ısıtılan cisimlerin, örneğin bir türbini tahrik eden sıcak bir gazın içinde bulunur.

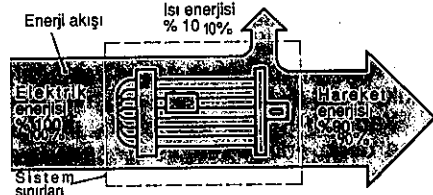
- **Elektrik enerjisi**, elektrik akım halinde depo edilir ve örneğin bir lambanın direnç (kızdırıcı) telini kızgın duruma getirebilir veya bir elektrik motorunun içinde manyetik alan meydana getirebilir.

- **Kimyasal Enerji**, kimyasal bileşiklerde depo edilmiştir. Eğer kimyasal bileşik parçalanırsa açığa çıkar. Bu, örneğin bir yakıtın yakılması esnasındaki durumdur.

Atom Enerjisi, atom yapı elemanlarını (çekirdek ve elektronlar) bir arada tutar ve atomun parçalanması sonucu bu enerji açığa çıkar.

Enerji Dönüşümü, Çeşitli enerji şekilleri, birbirlerine dönüşebilir (Şekil 1).

Elektrik motorunda, örneğin elektrik akımının enerjisi, motor milinin hareket enerjisine dönüşür. Aynı zamanda elektrik motoru ısınır, çünkü elektrik enerjisinin bir kısmı ısı enerjisine dönüşür.



Şekil 1 : Elektrik motorunda enerji akışı

Enerjinin Sakınımı (Korunumu) Prensibi, Enerji için kütlede olduğu gibi bir sakınım prensibi geçerlidir. Enerji yoktan üretilmez. Bir enerji şekli, daima diğer bir enerji şeklinden kazanılır ve daima bir diğer veya birçok enerji şekillerine dönüştürülür.

Enerji Bilançosu, Teknolojide, olaylarda bilançoya dayalı bir gözlem yapılması alışılmıştır. Bunun için bir teknik sistem etrafına tasarlanan bir sınır çizilir ve sistemin içine giren ve sistemden dışarıya çıkan enerjiler gözlenir. Örneğin elektrik motoruna belirli bir miktarda elektrik enerjisi gönderilir (Şekil 1). Isı enerjisinden teknik olarak faydalanırken, bir kısmı da ısı enerjisi olarak kaybolur. Genel olarak enerjiler, geriye dönen enerjilerin yüzde (%) olarak ifade edilmesidir.

Güç. Makinaların birbirleriyle mukayese edilebilmeleri için, dönüştürülen enerji ve/veya yüklenen iş, bunun için gerekli olan zamana bölünür.

Bu değer, **Güç P** adını alır. $Güç = \frac{İş}{zaman}$

Gücün birimi, Watt (W)'tır 1 Watt = 1 $\frac{joule}{Saniye}$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$$

$$1 W = 1 \frac{J}{s} = 1 \frac{N \cdot m}{s}$$

Makinalar için, güç birimi olarak, 1 kW= 1000 W genellikle kilowatt (kW) kullanılır.

Verim. Makinalarada ve takımlarda sevkedilen (verilen) gücün (enerjinin) ancak bir kısmı teknolojik olarak kullanılabilen güç haline dönüşebilir, diğer kısmı teknolojik olarak kullanılmaz. Teknolojik olarak faydalanılabilen gücün P_2 'nin, sevkedilen güce P_1 'e oranı, verim olarak ifade edilir.

$$Verim = \frac{\text{Teknolojik olarak faydalanılabilen güç}}{\text{Sevkedilen (verilen) güç}} \quad \eta = \frac{P_2}{P_1}$$

Verim, ya ondalık kesir olarak veya, % 100 ile çarpılarak yüzde değeri cinsinden ifade edilir.

Örnek: $\eta = 0.85 = 0.85 \times 100 = \%85$

4.1.1.2 Kuvvet (Güç) Makinalarının Cinsleri

Elektrik Motorları, endüstriyel alanlardaki ekseriya kullanılan sabit kuvvet makinalarıdır. Onlar, takım tezgahları, kaldırma makinaları, taşıma (konveyör) sistemleri, pompalar, kompresörler v.b. için tahrik ünitesi olarak kullanılır (Şekil 1). Bu motorlarda elektrik enerjisi hareket enerjisine dönüşür. Elektrik motorları, yüksek bir verimde çalışır ($\eta = \% 70..95$). Fakat onlar, pahalı elektrik enerjisi kullanılır, düşük Watt'dan birkaç onbin kilowattlık güç değerine kadar büyüklüklerinde yapılır (379. sayfa), az gürültülü ve az sarsıntılı olarak çalışır, derhal işletmeye hazır duruma geçer ve kısa zamanda yüksek mertebede yüklenebilirler. Bundan başka elektrik motorları çevreye zarar vermezler, çünkü onlar ekzoz (çıkış) gazı yaymazlar.

Yanmalı Kuvvet Makinaları, bir yakıt içine depo edilen kimyasal enerjiyi yakmak suretiyle ilk önce ısı enerjisine ve ondan sonra termodinamik dönüşüm (Isı-kuvvet-dönüşümü) suretiyle hareket enerjisine dönüştüren makinalardır. Örneğin gaz tirbünleri ve ayrıca Benzinli (otto) ve dizel motoru, yanmalı kuvvet makinalarıdır (Şekil 2). Bunlar, taşıtlar veya inşaat makinaları gibi sabit olmayan makinalar için tercih edilen tahrik üniteleridir. Verimleri, $\% 30... \% 40$ arasındadır.

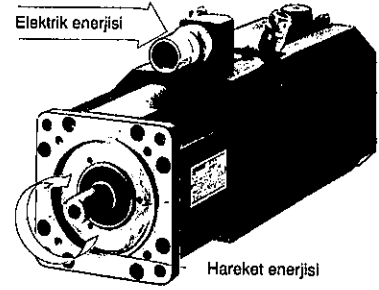
Yanmalı kuvvet makinalarının modern bir uygulanması, kuvvet- ısı-kavraması (kablını) vasıtasıyla minikuvvet santrali olarak kullanılmasıdır. Burada bir dizel motoru, bir jenarötörü tahrik etmekte ve elektrik akımı üretmektedir. Dizel motorunun verdiği ısı, binanın ısıtılmasında kullanılır. Böyle bir kullanımın toplam verimi, $\% 90$ 'a kadar çıkmaktadır.

Hidrolik Kuvvet (Güç) Makinaları

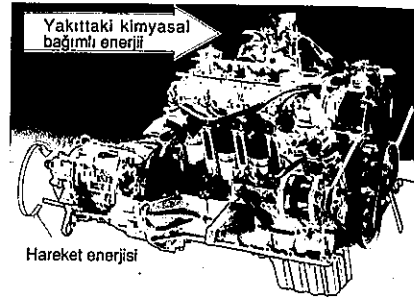
Örneğin su kuvvet makinaları ve ayrıca hidrolik yapı elemanları, hidrolik motorlar ve hidrolik silindirlere, hidrolik kuvvet makinalarıdır (Şekil 3). Hidrolik kuvvet makinalarında, akışların akış ve basınç enerjisi, hareketli yapı elemanlarının mekanik enerjisine dönüşür. Su kuvvet makinaları elektrik akım jeneratörlerini çevirir. Hidrolik motorlar, bir dönme hareketini; hidrolik silindirlere, doğrusal bir hareketi elde ederler. Hidrolik yapı elemanları ile küçük bir hacimde çok büyük kuvvetler elde edilebilir.

Pnömatik Kuvvet (Güç) Makinaları

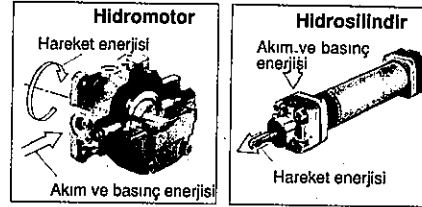
Örneğin rüzgar kuvvet makinaları, pnömatik silindirlere ve basınçlı hava motorları pnömatik kuvvet makinalarıdır (Şekil 4).



Şekil 1: Elektrikli - Alternatif Akım Motoru



Şekil 2: Benzinli (Otto) Yanmalı Motor



Şekil 3 : Hidrolik Yapı Elemanları

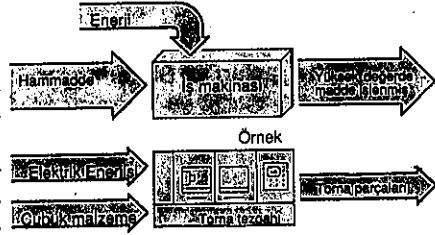


Şekil 4 : Pnömatik Kuvvet Makinaları

pnömatik güç makinelerinde, hareketli olan veya basınç altında bulunan havanın akış veya basınç enerjisi, mekanik hareket enerjisine dönüştürülür. pnömatik kuvvet makineleri için sık sık kullanılan uygulamalar, takım tezgahlarında basınçlı hava darbeli civata sıkıcısı ve ayrıca basınçlı hava ile işletilen silindir ve döndürücü tahrik ünitesidir.

4.1.2 İş Makinaları

İş makineleri, önemli, madde dönüşürücü makinalardır. İş makineleri ile maddeler, enerjinin yardımıyla bir yerden diğer bir yere nakledilir (madde nakli) veya bir diğer biçime getirilir (madde dönüşümü) veya bir diğer enerji haline dönüştürülür (Şekil 1). Bir torna tezgahında, çubuk malzemeden elektrikli tahrik enerjisinin yardımıyla parçalar imal edilir. Bir pompa veya bir tav fırını da bir iş makinasıdır: Bir madde hareket ettirilerek veya ısıtılarak yüksek bir enerji durumuna getirilmektedir.



Şekil 1 : İş makinasının teknik sistemi

4.1.2.1 Madde Miktarı, Madde Cinsleri, Madde Nakli, Madde Bilançosu

Madde miktarı m (kütle), kilogram (kg) veya ton (t) cinsinden ifade edilir.

Özgül Ağırlık (Yoğunluk) ρ , bir maddenin her birim hacimdeki kütesini verir.

Özgül ağırlığın birimleri, katı maddeler ve akışkanlar için kg/dm^3 , g/cm^3 , gazlar için kg/m^3 'tür.

$$\text{Özgül Ağırlık} = \frac{\text{Kütle}}{\text{Hacim}} = \frac{m}{V} \quad 1\text{t}=1000 \text{ kg}$$

Madde Cinsleri. Her kullanma amacına göre, maddeleri gruplandırmak için, çeşitli yollar vardır:

- Fiziksel yapısına göre **katı, sıvı ve gaz** halindeki maddeler olarak gruplara ayrılır.
- Malzeme teknolojisi için, teknik olarak kullanılabilen malzemeler ön planda bulunurlar: Bunların gruplanması **metaller, metal olmayanlar ve karma malzemeler** olarak yapılır.

İmalat uzmanları şekilsiz maddeler (akışkanlar, toz, granül) ve belirli geometrik şekli olan maddeler (yarı mamüller, iş parçaları, yapı parçaları) olarak gruplara ayırır.

Madde Nakli. Bir maddenin taşınması hız ve kütle akışı ile karakterize edilir.

Hız V , birim zamana da katedilen yolun oranıdır. Şu formülle hesaplanır:

$$V = \frac{\text{Yol}}{\text{Zaman}} \quad V = \frac{s}{t}$$

Hızın birimleri şunlardır: m/s, m/dak, mm/dak, km/sa

Devir sayısı n (Devir frekansı) ile, dönen bir makina parçasının devir hareketi tarif edilir. Devir sayısı, z devrinin t birim zamandaki oranını ifade eder.

$$n = \frac{\text{Dönüşler}}{\text{Zaman}} \quad n = \frac{z}{t}$$

Devir sayısının birimleri şunlardır: devir/dakika (d/dak) veya devir/saniye (d/s)

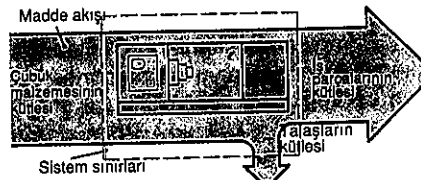
Nakledilen maddenin miktarı, katı maddelerde **kütle akışı Q** ile ve akışkanlarda **hacim akışı V** ile tarif edilir. Burada t birim zamanda nakledilen kütle ve/veya her birim zamanda sevkedilen hacim sözkonusudur.

Kütle ve/veya hacim akışının birimleri kg/s veya t/sa ve/veya l/s , 1/dak veya m^3/sa

Maddenin Sakınımı Kanunu

Madde üretilmez ve yok edilemez.

Madde Bilançosunun esası, bu prensiptir. Bu prensip şunu ifade eder. Bir sisteme giren kütle, sistemden çıkan kütle kadar büyüktür (Şekil 2). Örneğin bir torna tezgahı-



Şekil 2 : Bir takım tezgahında madde akışı

na çubuk malzeme olarak sevkedilen kütle, iş parçaları ve talaşların toplamı kadar

4.1.2.2 İş Makinalarının Çeşitleri

Metal işleyen işletmelerde sıkça kullanılan iş makinaları, sevk vasıtaları, ta tezgahları ve ayrıca ısıl işlem fırınları ve ısıtma tesisatlarıdır.

Sevk Vasıtaları

Sevk vasıtaları, görevi maddelerin nakli olan iş makinalarıdır.

Kaldırma Araçları ve Sistemi

Kaldırma makinaları ve vinç sistemi yüklerin kaldırılmasında, makinaların yüklenmesinde ve boşaltılmasında, montajında, ağır paletli araçların nakledilmesinde ve ağır iş parçalarının takım tezgahlarına bağlanmasında kullanılır.

Köprü Vinç (Gezer vinç) vinç köprüsünden, hareket arabasından ve elektrik motorundan meydana gelir (Şekil 1). Üç hareketi olan kaldırma-İndirme, araba hareketi ve vinç hareketi ile bir imalat atelyesinin bütün alanlarına ulaşılır ve böylelikle ağır yüklerin atelyenin her yerine nakledilmesi mümkün olur.

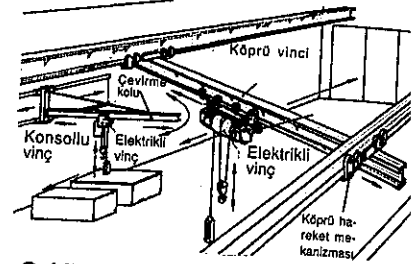
Yukarıya malzeme nakli sözkonusu ise ilave olarak bir **Konsullu Vinç** ile tezhiz edilir.

Taşıyıcılar (Konveyörler), Nakliye Sistemleri

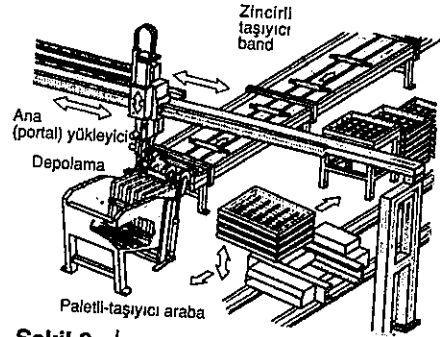
İş parçalarının bir imalat tesisinin işleme istasyonları arasındaki nakliyesi taşıyıcılar tarafından yerine getirilir (Şekil 2). Büyük seri imalatla, her iş parçası büyüklüğüne ve iş parçası şekline göre; bir baklı zincir veya bir rulolu hatta sahip olan nakliye bantları ve askılı konveyör kullanılır. Taşıyıcılar, sürekli bir materyal akışını gerçekleştirirler. Depo tampon (kısa vade ihtiyaç karşılama) olarak vazife görür. Küçük ve orta serilerde iş parçaları (altıklı taşıyıcı vasıtaları) nakliye arabaları ile veya bir forklift ile yer değiştirilirler. İş parçalarının nakliye bandından veya paletten alınmasını ve işleme makinasına yüklenmesini, otomatikleştirilmiş, imalatla elektronik olarak kumanda edilen **yükleyici** üzerine alır.

Pompalar, Kompresörler

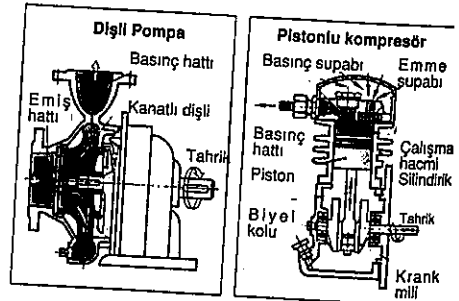
Pompalar akışkanların (sıvıların) sevkedilmesini sağlar. Kompresörler gazların sevkedilmesi için ve basıçlı gazın elde edilmesi için kullanılır. Pompalarda ve kompresörlerde tahrik ünitesinin enerjisi akış ve basınç enerjisi olarak akışkana



Şekil 1: Bir imalat atelyesindeki vinç sistemi



Şekil 2 : İş parçaları için taşıma sistemleri



Şekil 3 : Pompa veya kompresör yapı tarzları

veya gaza taşınır. Her iki en önemli yapı tarzı dişli ve pistonlu pompalar, akışlı ve pistonlu kompresörlerdir (Şekil 3).

Dişli pompalarda, akışlı kompresörlerde akışkan gaz, aksel doğrultuda girer ve hızla dönen bir kanatlı dişli tarafından döndürülerek yer değiştirilir. Pistonlu pompa, pistonlu kompresörde akışkan, gaz silindiri içine ileri ve geri hareket eden bir piston tarafından birlikte sıkıştırılır.

Takım Tezgahları

Takım tezgahları iş makineleridir ve iş parçalarının imalatını sağlar. İmalat metoduna göre şu şekilde gruplara ayrılır.

İlk Defa Şekil Veren Takım Tezgahları

Çalışma malzemesi, örneğin bir metal ergiyük, bir metal tozu veya bir plastik granül gibi şekilsiz bir maddedir. Tezgahta, şekilsiz maddelere, yarı mamül veya bitmiş parça haline gelmesi için şekil verilir.

İlk defa şekil veren takım tezgahları, örneğin düşük sıcaklıklarda ergiyen DO (demir olmayan) metaller (Sayfa, 54) için basınçlı döküm makineleri (Sayfa, 292), sinter parçalar için form parça presleri veya plastikler için ekstruderdir (Şekil 1).

Şekil Değiştiren Takım Tezgahları

Çıkış malzemesi, profilli malzemeden kesilen bir parça, kesilen bir sac veya çubuk malzemeden kesilerek önceden hazırlanan bir ham parçadır. Onların şekli takım tezgahlarında değiştirilir. Şekil değiştiren takım tezgahları, örneğin bükme tezgahları (makinaları) derin çekme makineleri, dövme presleridir (Şekil 2).

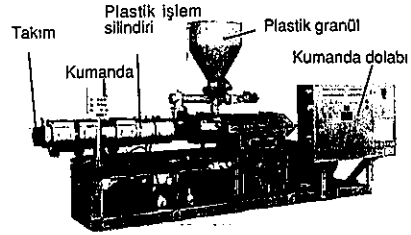
Talaşlı İmalat Takım Tezgahları

Çıkış malzemeleri, çubuk ve profil malzemelerden kesilen parçalar ve ayrıca işlenmeye hazır duruma getirilen daha önceden imal edilen iş parçalarıdır. Talaşlı imalat takım tezgahlarında iş parçasına şekil verilir veya kesilir. Kesici ve talaş kaldırıcı takım tezgahları, testereler, taşlama tezgahları, matkap tezgahları, freze tezgahları, torna tezgahları ve işleme merkezleridir (Şekil 3). İş parçasına şekil verilmesi için gerekli olan enerji, takım tezgahlarının içine monte edilmiş olan elektrik motorundan karşılanır.

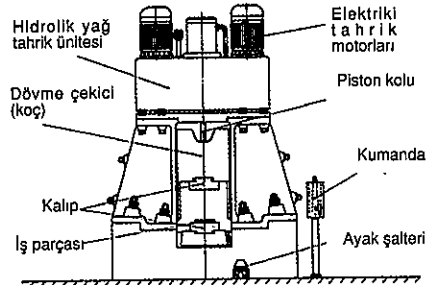
Isıl İşlem Fırınları, Isıtma Tesisleri

Fırınlar ve ısıtıcılar, maddelerin enerji durumunu yükseltmek için veya onların içindeki madde değişimlerinin (bünye değişimleri) sağlanması için, ısı enerjisini hazır durumda bulunduran tesisler (iş makineleri)'dir.

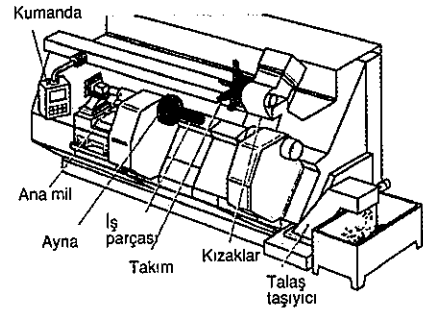
Isıl İşlem Fırınlarında örneğin, çelikten imal edilmiş olan iş parçalarının malzeme bünyesinin arzu edilen değişikliklerini elde etmek için, iş parçaları ısıtılır ve uygun ortamda soğutulur (Şekil 4). Bu suretle çeliklerin mekanik nitelikleri önemli ölçüde iyileştirilebilir.



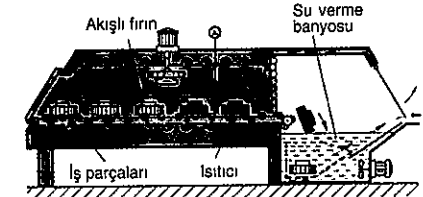
Şekil 1 : Plastikler için ekstruder



Şekil 2 : Dövme presi



Şekil 3 : Torna tezgahı



Şekil 4 : Isıl işlem-akışlı fırın

Isıtma kazanlarında, bir ısı taşıyıcısı (hava veya su) ısıtılır ve oradan ısınin 96 rekli olduğu yere nakledilir.

4.1.3 Elektronik Veri İşleme Cihazları (EVİ - Tesisleri)

EVİ - Cihazları, verileri ve giriş komutlarını alır ve onları işleyerek veriler ve kumanda komutları olarak verirler (Şekil 1). Onlar genel olarak bilgi dönüştürme (işleme) cihazları olarak ifade edilirler.

Bu çalışma tarzı kısaca **GlÇ - Prensibi** adını alır: Verilerin Girişi - Verilerin İşlenmesi - Verilerin Çıkışı.

EVİ - Tesisleri, anılan Hardware yapı elemanlarından meydana gelmektedir (Şekil 2). Veri Girişi, giriş ünitesi üzerinden, örneğin bir klavye üzerinden veya bir CNC-kumandasının kumanda panosu üzerinden sağlanır. **Verilerin işlenmesini**, bilgisayar üzerine alır. Bilgisayar bir santral ünitesinden ve ayrıca iç ve dış belleklerden meydana gelir. Bilgisayar çalışma talimatlarını programlardan, Software'den (yazılımdan) alır.

Veri çıkışı, ekranda gösterimi olarak veya takım tezgahlarının ilerleme motoru için çalıştırma komutu olarak sağlanabilir.

EVİ Cihazlarının Cinsleri (Şekil 3).

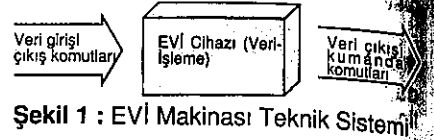
Cep hesap makinası, basit bir EVİ cihazıdır. Onunla hesap işlemleri (+, -, x, /, x², x) yapılabilir.

Personel bilgisayarı, çalışmaların verilerini yüklenabilir. Ana kullanım alanları, metin işleme, basit grafiklerin çizilmesi, örneğin muhasebe işlemlerinde, ambar işlerinde ve ayrıca makinaların (tezgahların) ve bütün imalat tesisinin kumandasında verilerin yönetimidir (409. sayfa). ile, bir ham parçanın bağlanması imalatı tamamlanmış parçanın sökülüp alınmasına kadar, imalatın teker teker kademeleri, otomatik olarak kumanda edilebilir (459. sayfa).

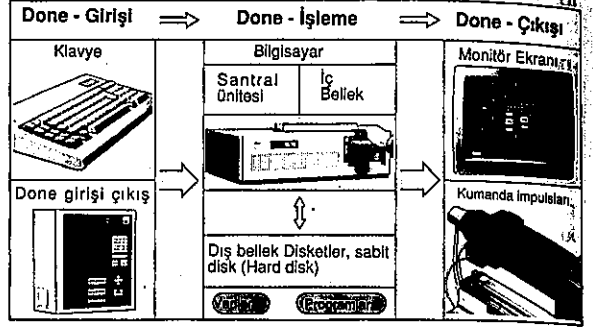
CAD-Tesisleri (Computer Aided Design = Bilgisayar Destekli Tasarım), konstrüksiyon resimlerinin bilgisayar ekranı üzerinde çizilmesine hizmet eder.

Tekrarlama Soruları

- 1 Kuvvet (Güç) makinalarının iş makinalarından farkı nedir?
- 2 Bir yanmalı motor üzerinde enerji akışını açıklayınız?
- 3 Bir makinanın veriminden ne anlaşılır?
- 4 Bir freze tezgahı örneğinde, madde dönüştürücü makina kavramını açıklayınız.
- 5 İş parçalarının, işleme tezgahlarına taşınması için hangi tertibatlar vardır?
- 6 Bir matkap ve freze tezgahı üzerinde enerji - madde akışını açıklayınız ?



Şekil 1 : EVİ Makinası Teknik Sistemi



Şekil 2 : EVİ Tesisinin Yapısı

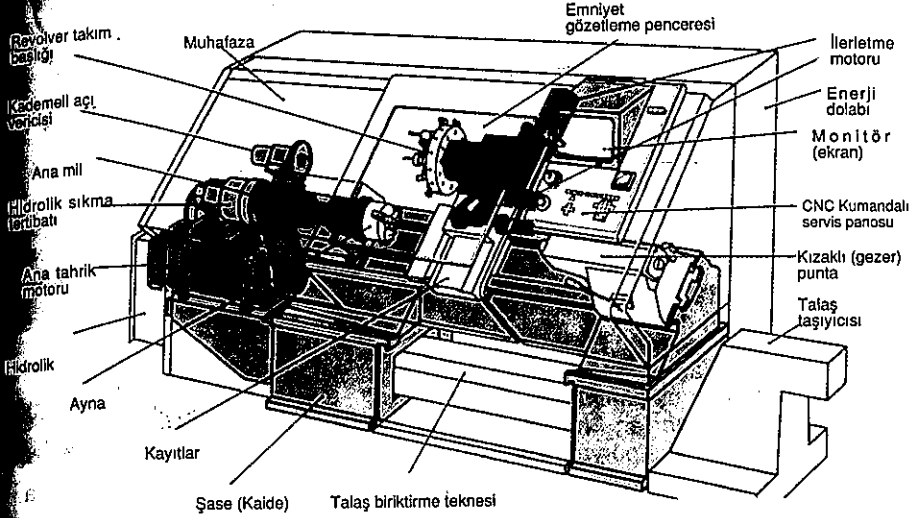


Şekil 3 : EVİ Cihazları

4.2 Makinaların Fonksiyon Üniteleri (Birimleri)

Hem basit ve hem de yüksek mertebede geliştirilmiş makinalar sınırlı sayıda fonksiyon ünitelerinden meydana gelir. Teker teker ünitelerin fonksiyonu (görevi) ve onun birlikte yaptığı etkisi tanındığında, makinanın çalışma tarzı tümüyle çabucak anlaşılabilir.

4.2.1 Bir CNC-Takım Tezgahının Fonksiyon Üniteleri



Şekil 1 : CNC- Kumandalı Üniversal Torna Tezgahı

Tahrik Üniteleri

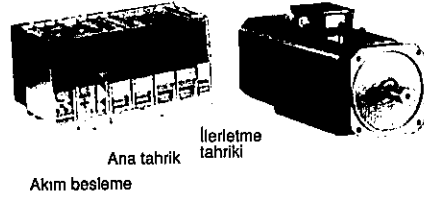
Tahrik üniteleri, bir tezgahın işletilmesi için gerekli olan mekanik enerjiyi hazır tutarlar. Takım tezgahlarında bunlar, ana tahrik ve ilerletme tahriki için ve ayrıca hidrolik ve talaş taşıyıcısı gibi donatım üniteleri için gerekli olan **elektrik motorlarıdır**. Tam bir tahrik ünitesi, elektrik motorundan ve elektrik kumanda dolabının içine yerleştirilen bir regüle ünitesinden meydana gelir (Şekil 2). Tahrik ünitesi akımın beslenmesini temin eder ve kademesiz olarak devir sayısının ayarlanmasını mümkün kılar.

Enerji İletim (Aktarma) Üniteleri

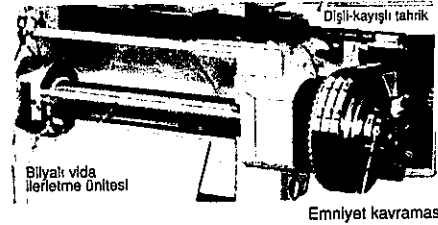
Tahrik ünitesi tarafından hazır tutulan hareket enerjisinin iş ünitesine iletilmesi ve onun iş ünitesinin taleplerine karşılık gelecek şekilde devir sayısına dönüştürülmesi gerekir. Enerji iletimine ait yapı elemanları, kayışlar, miller, iş milleri, kavramalar, dişli çarklar ve şanzımanlardır (Şekil 3). Örneğin CNC-kumandalı torna tezgahında (Şekil 1), ana tahrik milinden iş parçasına enerji iletimi, bir kayışlı tahrik kavrama, ana iş mili ve ayna üzerinden sağlanır.

Bir takım tezgahının Motor-Regüle Ünitesi

Ana Tahrik Elektrik Motoru



Şekil 2 : Komple Tahrik Ünitesi



Şekil 3 : Enerji iletim elemanları

İş (Çalışma) Üniteleri

Bir tezgahın iş ünitesi, esas işi yapar. CNC-kumandalı torna tezgahında bunlar, iş parçası için sıkma (bağlama) tertibatı olan iş mili ve ayrıca iş parçasını işleyen takımları olan revolver başlıktır (Şekil 1).

Dayanma ve Taşıma Üniteleri

Bir tezgahın temel dayanma ve taşıma ünitesi onun şasesi (kaidesi)dir (Şekil 2). Bunun üstüne, diğer bütün yapı grupları monte edilmiştir. Kaydırılabilir durumda bulunması gerekli olan yapı parçaları, örneğin revolver takım başlığı olan kayıtlar, kızaklar üstünde hareket ettirilir. Dönen yapı elemanları yataklara kılavuzlanmışlardır ve onlar etki eden kuvvetleri muhafaza gövdesi üzerinden şaseye iletir.

Bağlama (Birleştirme) Elemanları

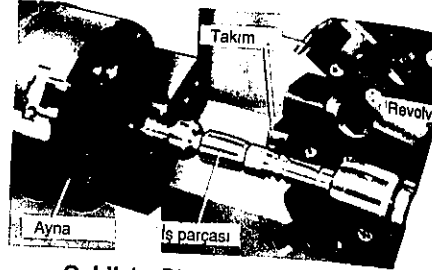
Bağlama elemanları yapı parçalarını ile yapı gruplarının bağlanmasını sağlarlar. Bağlama elemanlar, örneğin, çatalar ve somunlar, aks-porya-bağlantıları sıkma elemanları ve takım tutucularıdır (Şekil 3).

Ölçme, Regüle ve Kumanda Üniteleri Ölçme tertibatları, örneğin devir sayıları, katedilen hareket yolu ve iş parçası ebatları gibi işleme büyüklüklerini (boyutlarını) ölçerler.

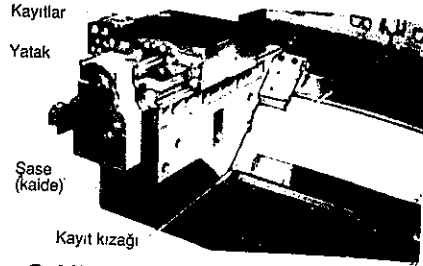
Kombine edilmiş ölçme ve regüle üniteleri seçilen bir büyüklüğe (boyuta) riayet edilmesini sağlar. Daha önceden verilmiş olan ilerleme yolundan sapılması halinde regüle ünitesi ilerleme yolunu, gerekli (teorik) değerine erişinceye kadar düzeltmeye devam eder (Sayfa 415).

Kumanda üniteleri, tezgahın üstündeki ön faaliyetlerin ve iş faaliyetlerinin otomatik olarak cereyan etmesini sağlar. Örneğin CNC-kumandalı tezgahta program, servis panosu üzerinden kumandaya girilir ve belleğe alınır. Makina, verilen iş sırasını buna göre tatbik eder (Şekil 4).

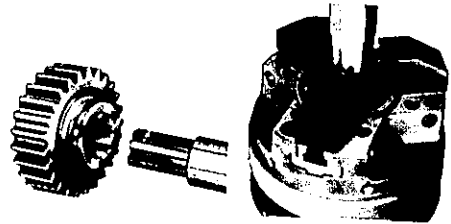
Çevre Koruma ve İş Emniyet Üniteleri Ara işlerin (artıkların) ortadan kaldırılmasını, CNC kumandalı tezgahta örneğin talaş taşıyıcısı sağlar. Tezgahı kullanan operatörün ve diğer birlikte çalışan işçilerin korunması için, tezgah, soğutma sıvısı sisinin emilebileceği ve sürgülenebilen bir kapalı muhafazaya sahiptir. Çalışma emniyeti, örneğin emniyet gözetleme penceresi ve Alarm Kapama Şalteri aracılığıyla sağlanır (Sayfa 407).



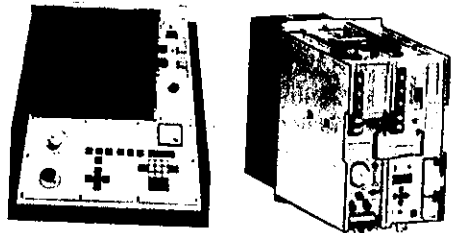
Şekil 1 : Bir Torna Tezgahının İş Üniteleri



Şekil 2 : Bir CNC-Kumandalı Torna Tezgahının Dayama ve Taşıma Üniteleri



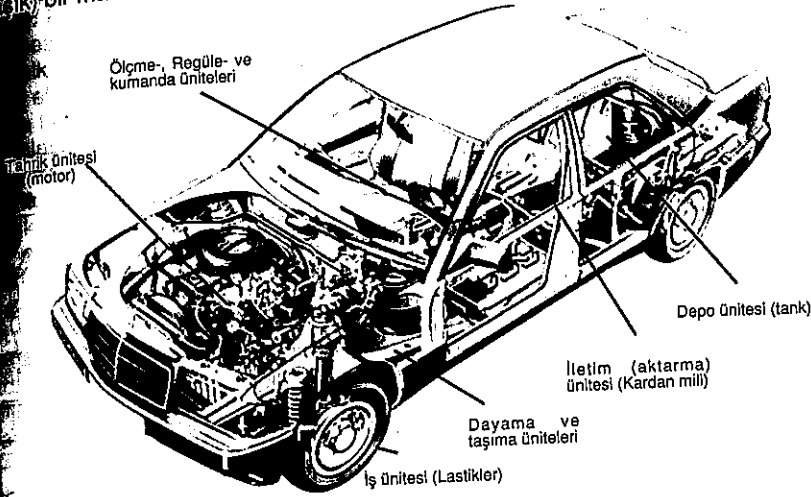
Şekil 3 : Bağlama (Birleştirme) Elemanları



Şekil 4 : Kumanda ve Regüle Üniteleri

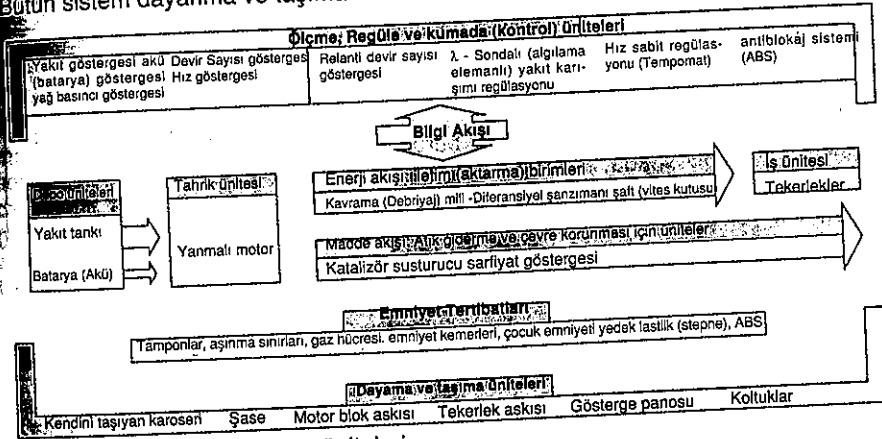
BİR TAŞITIN FONKSİYON ÜNİTELERİ

Bir taşıt (otomobil), onbinlerce ayrı parçalardan meydana gelen, çok komplike bir makinedir (Şekil 1).



Şekil 1 : Bir taşıtın açık (röntgen) şekli

Bir otomobilin merkezi fonksiyon üniteleri şunlardır: Depo üniteleri -tahrik ünitesi (İletim (aktarma) üniteleri - iş ünitesi (Şekil 2). Onlar, ölçme, regüle ve kumanda üniteleri tarafından kontrol edilirler. Burada ana bilgi akışı cereyan eder. Personel taşıyıcı taşıtın birçok yerlerinde şahıslar ve taşıt için emniyet tertibatları monte edilmiştir. Bütün sistem dayanma ve taşıma üniteleri tarafından taşınır.



Şekil 2 : Bir taşıtın fonksiyon üniteleri

Tekrarlama Soruları

345. sayfadaki, şekil 1'deki CNC kumandalı torna tezgahının üzerinden fonksiyon birimlerini teker teker gösteriniz!
- Bir takım tezgahında hangi üniteler elektrik motorları tarafından tahrik edilirler?
- Ölçme-, regüle ve kumanda ünitelerinin hangi görevleri vardır?
- Bir kolonlu matkap tezgahının fonksiyon ünitelerini tarif ediniz.

4.3 Yükleme (zorlanma) ve Mukavemet

Bir makina parçasının yüklenmesi, bu parçanın üstüne etki eden kuvvetlere sebep olur.

Yükleme çeşitleri (Şekil 1)

- Çekme
- Basma ve yüzey presleme
- Makaslama
- Eğilme
- Burulma (Dönme)

Bir makina parçasında çok defa aynı anda birden çok yüklenme tarzları meydana gelir. Örneğin bir şanzıman mili eğilme ve burulma bakımından yüklenir. Böyle durumlarda bileşik yüklenmeden bahsedilir.

Yüklenme iş parçasında bir gerilme (gerilim) meydana getirir. Bu gerilme, kuvvete ve kesitin büyüklüğüne, eğilme ve burulmada ise kesitin şekline bağlıdır. Gerilmeye herbir milimetre karede Newton (N/mm^2) cinsinden ifade edilir.

Bir malzemenin koptuğu gerilme, ilgili malzemenin mukavemeti olarak ifade edilir. Her yüklenme çeşidi bir mukavemete karşılık gelir, örneğin çekmenin yüklenme çeşidi, çekme mukavemetine, basıncın yüklenme çeşidi basma mukavemetine karşılıktır.

Yüklenme Çeşitleri

Makina parçalarının üstüne etki eden kuvvetler, kendi süreci içinde salınma gösterebilir.

Statik Yüklenme'de (Yüklenme Durumu I), bir makina parçasının üstüne etki eden kuvvet dolayısıyla gerilme, sıfırdan itibaren en yüksek değerine kadar yükselir ve ondan sonra aynı büyüklükte kalır (Sayfa 349, Şekil 1).

Örnek: Bir vantilatörün tahrik milinin burulma gerilme devresi açıldığı esnada, sıfırdan itibaren en yüksek değerine kadar yükselir ve ondan sonra sabit kalır.

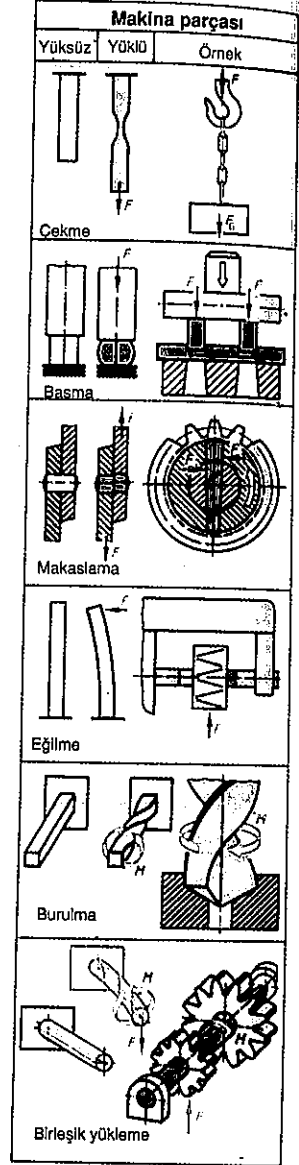
Dinamik yüklemeye büyüklük (değer) değişir ve icap ettiği taktirde gerilmenin yönü devam eder. Dinamik-artan, dinamik-değişen ve genel-dinamik yüklenme şeklinde gruplara ayrılır.

Dinamik Artan Yüklenmede (Yüklenme Durumu II), gerilme sıfır ile en yüksek değer arasında sapma gösterir (Sayfa 349, Şekil 9).

Örnek: Bir motor subabın açılması esnasında bir kulbutör kolundaki eğilme gerilmesi.

Dinamik Değişken Yüklenmede (Yüklenme Durumu III) pozitif en yüksek değer ile negatif en yüksek değer arasında sürekli salınır (Sayfa 349, Şekil 1).

Örnek: Döndürülen bir aksta, bir çekme gerilmesinden bir basma gerilmesine her dönüşte gerilme değişir.



Şekil 1 : Teknik sistem olarak makina

Dinamik Genel Yüklenme'de gerilme en yüksek bir değer ve en düşük bir değer arasında aynı ölçüde olmaları, değerlerde salınımlar gösterir (Şekil 1).

Örnek: Bir silindirik frezede bir freze iş milindeki burulma gerilmesi.

Dinamik olarak yüklenen parçalar, malzeme yorulması ve çentik etkisi nedeniyle statik olarak yüklenen parçalara göre daha fazla tepkimeye (riske) maruz durumdadır. Bu sebepten dolayı sürekli mukavemet statik olarak yüklenen yapı parçalarının mukavemetinden daha düşük değerde bulunur.

Çentik Tesiri

Çentiksiz iş parçalarında kesit üzerinden aynı ölçüde devam eden kuvvet hatları, çentik açılmış kesitlerde çentik yerlerinin bölgesinde sıkışmaktadır (**Yoğunlaşmaktadır**) (Şekil 2). Çentik bölgesinde gerilmenin bu suretle sebebiyet verilen artışı, iş parçasının çatlamasına ve sürekli olarak kopmasına yol açabilir. (Sayfa 328).

Çentikler genel olarak mil çıkıntıları, kanallar, vidalar veya ham yüzeyler gibi yapı kısmında kesit değişikliklerine yol açar. Lamel grafitli dökme demirdeki grafit lameler, iç çentikler gibi etki eder.

Çentik tesiri, çentiğin şekline ve büyüklüğüne çok yakından bağlıdır (Şekil 3). Bundan dolayı sürekli mukavemet, çentik şekline bağlı olarak yaklaşık çentik faktörü α kadar küçültülür.

Örnek: Çelikten yapılmış, freze ile kama kanalı açılmış bir milde, $\alpha=0.4$ 'lük çentik faktörü vardır. Bundan dolayı bu milin sürekli mukavemeti, düz bir milinkine göre 0.4 katı kadardır.

Mil çıkıntılarının üzerindeki radyüsler sayesinde ve yük boşaltma çentikleri vasıtasıyla aşırı gerilmeler azaltılır (Şekil 4).

Esas Sınır Gerilmesi

Bir yapı parçası için esas sınır gerilmesi, hasarlı kir şekil değişikliğinin veya kırılmanın meydana gelebildiği, gerilmelerdir. O, malzemeye, yüklenme ve zorlanma çeşidine bağlıdır. Böylece örneğin statik yüklenmelerde diri malzemelerde çekme bakımından esas sınır gerilmesi olarak, akma gerilmesi R_e veya %0.2 genişleme sınırı $R_{p0.2}$, gevrek malzemelerde **çekme mukavemeti** R_m kullanılır (Sayfa 324). Dinamik yüklenmede sürekli mukavemet esas sınır gerilmesidir.

Müsade Edilen (Emniyetli) Gerilme

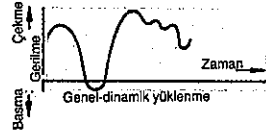
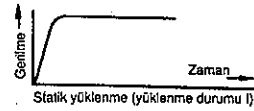
Emniyet nedenlerinden dolayı, bir yapı parçası için müsade edilen gerilme esas sınır gerilmesinin altında bulunmalıdır. Eğer esas sınır gerilmesi emniyet katsayısı V 'ye bölünürse, müsade edilen gerilme elde edilir.

Örnek: Bir karşı ağırlık için bir çekme halatının malzemesi, $R_e=540\text{N/mm}^2$ lik bir akma sınırına sahiptir. Emniyet katsayısının $V=1.8$ olması halinde müsade edilen gerilme.

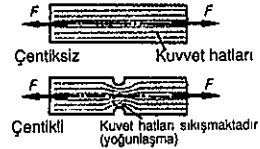
$$G_{em} = \frac{R_e}{V} = \frac{540 \text{ N / mm}^2}{1.8} = 300 \text{ N / mm}^2$$

Tekrarlama Soruları

- 1 Yüklenme hangi gruplara ayrılır?
- 2 Bir malzemenin mukavemetinden ne anlaşılır?
- 3 Çentik etkisinin azaltılması için gerekli tedbirleri açıklayınız?
- 4 Neden müsade edilen gerilme, esas sınır gerilmesinde daha azdır?



Şekil 1: Yüklenme çeşitleri



Şekil 2: Bir çekme çubuğunda kuvvet hatları



Şekil 3: Bir çekme çubuğunda gerilme



Şekil 4: Yükü alan çentiklerde kuvvet hatlarının durumu

4.4 Yataklar ve Kızaklar

Yataklar ve kızaklar, makina parçalarının kendi hareket yönlerinde tam olarak yuzlanması ve kuvvetlerin hareketli olan makina parçasından hareketsiz olan makina parçasına az sürtünme kayıpları ile iletilmesi (Aktarılması) görevlerine sahiptir.

4.4.1 Sürtünme ve Yağlama Maddeleri

Yağlama maddeleri, hareketli parçalar arasındaki sürtünmeyi ve aşınmayı azaltır. Hareketli parçaların yüzey temasına engel olunması gerekir (Şekil 1).

Sürtünme Etkileri

Yataklardaki ve kızaklardaki sürtünme kuvveti, hareket yönüne karşı yönde etki eder (Şekil 2). Sürtünme, her şeyden önce şunlara bağlıdır:

- Sürtünme yüzeyine dik yöndeki F_N kuvvetine
- Malzeme çiftine
- Yağlama durumuna
- Kayma yüzeylerinin yüzey yapısına
- Sürtünme şekline

Malzeme çiftinin, yağlama durumunun, yüzey yapısının ve sürtünme çeşidinin etkileri, μ sürtünme katsayısı vasıtasıyla göz önüne alınır. Sürtünme katsayıları, deneylerle araştırılarak bulunur (Tablo 1).

Sürtünme kuvveti = Sürtünme katsayısı x Normal kuvvet.

$$F_R = \mu \cdot F_N$$

Kaydırma kuvveti F , sürtünme kuvveti F_R (Şekil 2)'den daha küçük olduğunda, parçalar birbirlerinin üstünde hareket etmezler (Yapışma sürtünmesi), onlar eşit iseler, iş parçaları, birbirlerinin üstünde kayarlar (Hareket sürtünmesi).

Yataklardaki sürtünme kuvveti F_R , bir sürtünme momenti olan M_R 'e neden olur (Şekil 3). Bu sürtünme momenti, milin iletilebilen dönme momentini düşürür.

$$M_R = F_R \cdot r$$

Mil yarıçapı

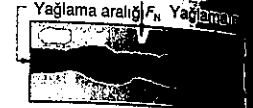
Sürtünme momenti = Sürtünme kuvveti x mili radyüsü. Sürtünme kuvvetinden dolayı, yataklarda ve kızaklarda sürtünme işi W_R 'nin uygulanması zorunludur.

$İş = Kuvvet \times yol$ ve $Yol = Hız \times zaman$ bağlantılarından sürtünme

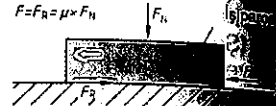
$$W_R = F_R \cdot V \cdot t$$

Sürtünme Durumları

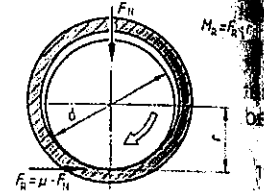
Katı Cisimlerin Sürtünmesi. Katı cisim sürtünmesinde birbirlerinin üstünde kayan yüzeyler birbirlerine temas ederler ve yüzeylerin tepeleri (çıkıntıları) deforme olur (Şekil 4). Uygun olmayan malzeme çiftine daha büyük yüzey preslenmesinde ve daha büyük hız halinde birbirleri ile temas eden yüzeylerin bazı yerleri kaynayabilir. Devamlı tekrarlanan olay, daha büyük ısı gelişmesinde, şiddetli sürtünmeye ve nihayet karınca lanmaya, tamamiyle kaynamaya yol açar. Katı cisim sürtünmesi yağlama yapılmaması durumunda meydana gelir.



Şekil 1: Yağlama maddesi vasıtasıyla ayrılan kayma yüzeyleri



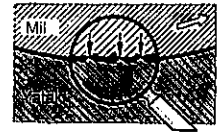
Şekil 2: Etki eden kuvvetler



Şekil 3: Sürtünme momenti

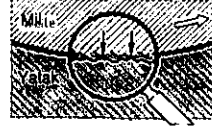
Tablo 1: Sürtünme katsayıları (Ort. değerler)

Malzeme Çifti	Yapışma sürtünme katsayısı μ H kuru	K a y m a sürtünmekatsayısı	
		Kuru	Yağlanmış
-Dökme demir üstünde çelik	0,2	0,18	0,09
-Çelik üstünde çelik	0,2	0,15	0,07
-Cu-Sn alaşımı üstünde çelik	0,2	0,1	0,04
-Sürtünme balatası üstünde çelik	0,6	0,5	0,25



Şekil 4: Katı cisim sürtünmesi

Karışık Sürtünme. Hareketin başlangıcında veya hızlanmayan yağlama durumunda meydana gelir. Bu tür sürtünme, yüzeyleri o anda henüz ayrı ayrı yerlerde temas eder (Şekil 1). Bu esnada meydana gelen sürtünme ve aşınma, katı cisim sürtünmesinden daha azdır. Sürekli yağlama için bu durum uygun değildir.



Şekil 1: Karışık

Akışkan (Sıvı) Sürtünmesi. İdeal şartlar altında yağlama yüzeyleri arasında, yüzeyleri birbirlerinden ayırarak kayma kadar yağlama maddesi bulunur (Şekil 2). Bu tür sürtünme, sadece yağlama maddesi moleküllerinin bir üstünde kayması suretiyle meydana gelir.



Şekil 2 : Akışkan (sıvı) sürtünmesi

Sürtünme Çeşitleri

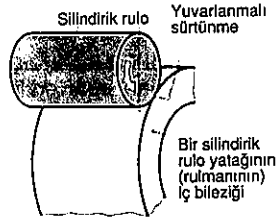
Kaymalı Sürtünme, birbirinin üstünde kayan iki iş parçası arasında, örneğin bir kaymalı yatakta (Şekil 3) olduğu gibi meydana gelir.

Yuvarlanmalı Sürtünme, birbirlerinin üzerinden yuvarlanan iş parçalarında aşınan direnç olarak isimlendirilir. Yuvarlanmalı sürtünmede, örneğin silindirik elemanlı (masüralı) rulmanlarda silindirik elemanlarla iç bilezik arasında olduğu gibi, iş parçaları nokta ve hat (Çizgi) şeklinde temas ederler (Şekil 4.)

Kaymalı-Yuvarlanma Sürtünmesi, ilâve olarak kaymalı sürtünmenin meydana geldiği, yuvarlanmalı bir sürtünmedir. Rulmanın bilyası, örneğin bir hat üstündeki dış bileziğe, yani yiv (oluk) çapının çeşitli çaplarına temas eder (Şekil 5). Çeşitli temas çaplarından dolayı, belirli bir bilya yolunda yiv çevresindeki farklı yollar katedilir. Burada yuvarlanma ile bir kayma birleşmiştir. Rulmanların bundan dolayı mutlaka yağlanması gereklidir.



Şekil 3: Kaymalı sürtünme



Şekil 4 : Yuvarlanmalı sürtünme

Yağlama Maddeleri

Yağlama maddelerinin en önemli görevleri şunlardır:

- Sürtünmenin azaltılması
- Darbelerin sönümlenmesi
- Korozyondan korunma
- Isının başka yere nakledilmesi
- Aşınma parçacıklarının başka yere nakledilmesi
- Yağlama maddeleri aşağıda belirtilen niteliklere sahip olmalıdır:
- Basınca dayanıklılık
- Az iç sürtünme
- Asitsiz ve susuz
- Yapışma kabiliyeti
- Katı parçacıkları içermemesi
- Az viskozite değişikliği
- Yüksek alevlenme noktası
- Yüksek yanma noktası
- Düşük akma sınırı
- Eskimeye karşı dayanıklılık

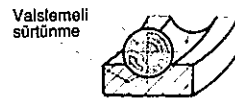
Yağlama maddelerinin nitelikleri, kısmen karakteristik değerlerle ifade edilir.

Viskozite (Akışkanlık), yağlama maddesi mamüllerinin arasında meydana gelen, yağlama maddesinin iç sürtünmesi hakkında bir ölçüdür. Yüksek viskoziteli akışkanlar (bal) yapışkan, düşük viskoziteli akışkanlar (su) akıcıdır (Sayfa 352, Şekil 1).

Alevlenme noktası, bir yağlama maddesinin yanabilir gaz geliştirdiği sıcaklıktır.

Alevlenme noktasında, yağlama maddesi tarafından teşkil edilen gazlar kendi kendine devamlı yanarlar. **Ateşlenme noktası,** yağlama maddesi hava karışımının kendiliğinden ateşlendiği sıcaklıktır. **Akma sınırı,** yağlama maddesinin soğutulması esnasında artık damlamadığı veya akmadığı sıcaklık olarak ifade edilir.

Bilya Bir rulmanın dış bileziği



Şekil 5: Kaymalı yuvarlanma sürtünmesi

Yağlama Maddeleri Cinsleri Sıvı (Akıcı) Yağlama Maddeleri. Sıvı yağlama maddeleri olarak ekseriya madensel (Mineral) yağlar veya sentetik yağlar kullanılır (Tablo 1)

Madensel (mineral) Yağlar, petrolden destile edilir ve bunu takiben temizlenir. Yüksek kalitedeki mineral yağları, örneğin basma (basınç) mukavemetini, eskimeye karşı dayanıklılığını ve korozyondan korunma mertebesini artırarak için, katkı maddelerini içerir. Madensel yağların viskozitesi sıcaklığa sıkı sıkıya bağlı olduğundan (Şekil 1) bu yağların içine, yağların büyük bir sıcaklık değişim sahasında kullanılmasını mümkün kılan etki maddeleri karıştırılabilir. Kullanılan her katkı maddelerine göre, madensel yağlar -20°C ilâ +100°C arasında kullanılabilir.

Sentetik Yağlar, çoğunlukla karbonlardan imal edilir. Sentetik yağlar, madensel yağlara göre önemli ölçüde daha uygun viskozite sıcaklık oranına ve eskimeye karşı daha yüksek bir mukavemete sahip, fakat pahalıdır.

Yağlama gresleri, baryum, sodyum, veya lityum sabunları ile pasta şeklinde yağlama maddesi olarak koyutmuş olan, madensel veya sentetik yağlardan meydana gelirler. Bu yağlar, yüksek yüklemeli rulmanlarda ve kaymalı yataklarda veya sürtünen yerlerin toza karşı sızdırmazlığının sağlanması gereği bulunan yerlerde kullanılır.

Katı yağlama maddeleri, çok az kayma hızından dolayı sıvı veya katı (gres) yağdan bir yağ tabakası teşkil edilmezse veya işletme sıcaklığı çok düşük veya çok yüksek ise, katı yağlama maddeleri kullanılır. Katı yağlama maddeleri olarak, örneğin her ikisi de ince pulcuklardan meydana gelen, grafit (Graphit) ve molibden disülfid MoS_2 kullanılır. Yağlama aralığı içinde onlar iş parçası yüzeylerinin pürüzlerini doldurarak düzeltirler ve oyun kartlarının üst üste vurulması gibi iş parçalarının hareketinde kayıp giderler (Şekil 2). Grafit ve MoS_2 'ni yanı sıra plastik PTFE de katı yağlama maddesi olarak kullanılır.

Gazlar. Gazlar az bir viskoziteye sahiptir. Kayma yüzeylerini ayırmak için, örneğin küçük delikler vasıtasıyla hızla dönen milin yatağının içine basılır.

Tekrarlama Soruları

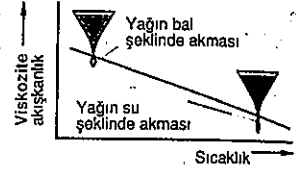
- 1 Karışık sürtünmeden ne anlaşılır?
- 2 Sürtünme tarzları (cinsleri) hangi gruplara ayrılırlar?
- 3 Yağlama maddelerinin görevleri nelerdir?
- 4 Hangi sebepler kayma olayında aşınma (karıncalanma) yapabilir?
- 5 Viskoziteden ne anlaşılır?

Tablo 1: Sıvı (Akıcı) Yağlama Maddeleri

Madde grupları semboller	Karakteristik harfler	Yağlama maddesi cinsi, nitelikleri, ...
Madensel yağlar □	N	Özel gerektirmeyen uygulamalar için normal yağlama yağları
	C	Yatak ve şanzıman için katkısız eskimeye karşı dayanıklı yağlama yağları
	L	Su verme-ve manevisleme banyoları için yağlar
Sentetik yağlar □	PG	İyi karışık sürtünme nitelikli poligliserol eskimeye karşı yüksek dayanıklılık, kışın ile karışabilir
	SI	Silikon yağları, özellikle yüksek ve düşük sıcaklık için uygun, şiddetli su reddedici (fıstık) eskimeye karşı yüksek dayanıklılık

Tablo 2: Katı yağlama maddeleri

	Renkler	İşletme sıcaklığı °C	Dayanıklılık		Sürtünme katsayısı
			Kimyasal maddelere karşı	Korozyon karşı	
Grafit	Gri siyah	-18 ilâ +450	Çok iyi	İyi	0,17 0,22
Molibden disülfid	Gri siyah	-180 ilâ +400	İyi	kötü	0,04 0,09
PTFE	Beyaz şeffaf arası	-250 ilâ +260	İyi	İyi	0,04 0,09



Şekil 1: Viskozitenin sıcaklığa bağlılığı



Şekil 2: Katı yağlama maddeli yağlama aralığı

4.4.2 Yataklar

Yataklar, radyal (çap doğrultusundaki) ve aksiyal (eksenel doğrultudaki) kuvvetlerle yüklenen millere ve akslara kılavuzlama ve destekleme yapar. Makina parçalarının arasında meydana gelen sürtünmenin cinsine göre, kaymalı (düz) yataklar ve rulmanlar (Şekil 1), yatak tarafından maruz kalınan kuvvetlerin yönüne göre, radyal yataklar ve eksenel yataklar olarak gruplara ayrılır (Şekil 2).

4.4.2.1 Kaymalı (Düz) Yataklar

Kaymalı yataklarda mil muyluları, bir yatak zarfının veya burcunun içinde dönerler. Mil muylusundan yatağın üstüne etki eden normal kuvvet F_N vasıtasıyla, hareketi durdurmak isteyen, bir sürtünme kuvveti F_R üretilir (Sayfa 350). Sürtünme kuvvetini ve böylelikle sürtünme momentini küçük tutmak için, kayan parçalar arasında yeterli derecede yağlama maddesi bulunmalıdır.

Hidrodinamik Yağlama

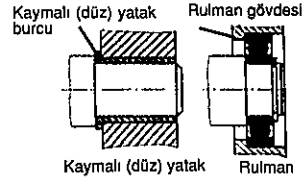
Hidrodinamik yağlamalı kaymalı yataklarda, muylunun dönme hareketi sayesinde yağ filmi meydana getirilir (Şekil 3). Milin dönmeye başlaması esnasında, muylu ve yatak zarfı yağ filmi ile henüz tamamiyle ayrılmamıştır (Karışık sürtünme). Arızan devir sayısı ile yüklenmemiş yatak tarafına sevk edilen yağlama yağı muylu tarafından daralan yağlama aralığının içine çekilir. Yağlama aralığında yükselen basınç, milin yukarıya kaldırılması ve bu suretle sürtünmenin azaltılması yönünde etki eder. Yeterli derecede büyük kayma hızına erişildiğinde kayan parçalar arasındaki aralık, muylu, yağ filmi üstünde yüzecek (Sıvı sürtünmesi) kadar büyük olur.

Çok Yüzeyle Kaymalı (Düz) Yatak, birçok yağlama aralıklarına sahiptir (Şekil 4). Mil muylusunun eksantrik durumunda, tesadüf ettiği yağlama aralığının mili tekrar merkezleyecek yağ basınçları üretilir. Hidrodinamik olarak yağlanan devirmeli segmentli eksenel kaymalı (düz) yataklar, dik milli su turbünlerinin yağ kanallı yataklarında olduğu gibi çok yüksek eksenel kuvvetleri üstüne alabilir (Şekil 5).

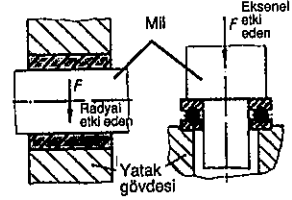
Yağlama Tertibatları

Yağlama maddesinin yağlama delikleri ve yağlama cepleri vasıtasıyla kaymalı yataklara sevk edilmesi gerekir. Bunlar yüklenmemiş yatak tarafında bulunmalıdır. Gres yağları, gresörlüklerden veya ince boru tesisatları ile bir merkezi yağlama tertibatından yataklara basılabilir.

Yağ banyolu yağlama ile kaymalı yatakların yağlanması yağ, dalgıç bilezikler veya yağlama diskleri gibi dönen parçalar vasıtasıyla yağlanması gerekli olan yerlere nakledilir. Yüksek mertebelerde yüklenen millerde, **yağ sirkülasyonlu yağlama** kâfi miktarda yağ maddesini temin eder. Bir pompa vasıtasıyla yağ, 0.5 ila 3 bar arasındaki bir basınçla yatağın yağ aralığına basılır. Oradan yağ, yağ haznesine geri akar. Fazla yüklenmeden dolayı aşırı ısınmış olan yataklarda, yağın bir yağ soğutucusunda soğutulması gerekir.



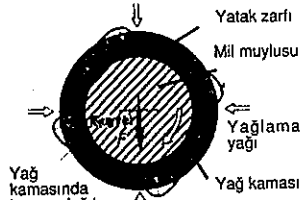
Şekil 1: Kaymalı ve yuvarlanmalı yataklar



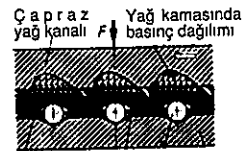
Şekil 2: Radyal yatak ve eksenel yatak



Şekil 3 : Yağ kamasında basınç dağılımı



Şekil 4 : Hidrodinamik çok yüzeyle kaymalı (düz) yatak



Şekil 5: Devirmeli, segmentli eksenel kaymalı (düz) yatak

Devirmeli segment Yağ kaması Bilya Gövde

Bir pompa vasıtasıyla yağ, 0.5 ila 3 bar arasındaki bir basınçla yatağın yağ aralığına basılır. Oradan yağ, yağ haznesine geri akar. Fazla yüklenmeden dolayı aşırı ısınmış olan yataklarda, yağın bir yağ soğutucusunda soğutulması gerekir.

Hidrostatik Yağlama

Hidrostatik yağlamalı kaymalı yataklarda yağlama yağı yüksek basıçlı bir pompa ile, yatağın çevresinde taksim edilmiş olan yağ ceplerine basılır (Şekil 1, 2). Bu ceplerden yağ, yatak aralığına akar. Yatak yağlama aralığında etkili olan yağ basıncı, gerek hareketsiz duruş konumunda ve gerekse hareket halinde mil muylusunun ve yatak zarfının birbirlerine temas etmemesini ve böylece daima sıvı sürtünmenin oluşmasını sağlar. Bundan dolayı hidrostatik yağlamada bir kakışlı (darbeli) kaymaya mani olunmuştur.

Ölçme cihazlarının yuvarlak tabla yataklanmasında olduğu gibi, hidrostatik biçimde yataklandırılmış kaymalı yataklarda yağlama maddesi olarak hava kullanılır. Bunun yanında birçok küçük cepler üzerinden yatak zarfının etrafına hava sevk edilir. Bu tip yataklar, çok az bir sürtünmeye sahiptir.

Avantajları

- Hareket başlangıcında aşınma olmaması.
- Çok az aşınma sayesinde az ısınma
- Yüksek hassasiyette dönme hareketi
- Kakışlı (darbeli) kayma olmaması (Stick-Slip-etkisi)

Dezavantajları

- Kaymalı yüzeylerin hassas işlenmesi.
- Masraflı yağlama tertibatı
- Fonksiyonunun itina ile gözlenmesi.

Az Bakım Gerektiren veya Gerektirmeyen Kaymalı Yataklar

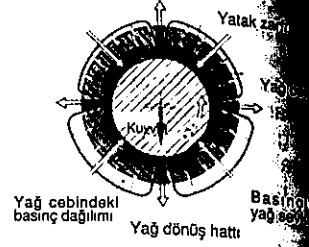
Küçük kayma hızlarında ve düşük yüklemelerde, az bakım gerektiren veya gerektirmeyen kaymalı yataklar kullanılır.

Az bakım gerektiren yataklarda, yağlamanın sadece büyük zaman aralıklarında tekrar kontrol edilmesi zorunludur. Bakım gerektirmeyen kaymalı yataklara tüm kendi ömrü boyunca bakım yapılması gerekmez (Şekil 3).

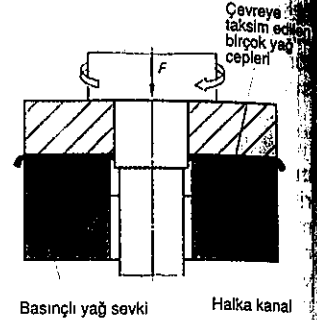
Bakım gerektirmeyen kaymalı yatak için örnekler.

- Plastik yatak
- Montajdan önce yağlama maddesi doldurulan sinter yatak.
- Katı yağlama maddesi içeren yüzey kaplamalı yatak.

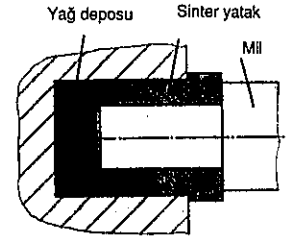
Bakım gerektirmeyen birleşik kaymalı yataklar, örneğin bir çelik destek zarfından ve bir yüzey tabakasından meydana gelir. Yüzey kaplaması olarak, gözenekleri örneğin bir plastik PTFE ile ve kurşun ile doldurulan sinterlenme işlemine tabi tutulmuş bir bronz tabaka görev yapar (Şekil 4). Böyle yataklar iyi mekanik netelikler yanında az sürtünmeye sahip-



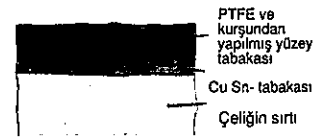
Şekil 1 : Hidrostatik radyal yatak



Şekil 2: Hidrostatik aksenal yatak



Şekil 3 : Bakım gerektirmeyen sinter yatak



Şekil 4 : Bakım gerektirmeyen bir kaymalı yatağın yapısı

ve 280°C'ye kadarki sıcaklıklar için uygundur.

Kaymalı Yatak Malzemeleri

Yatak malzemesinin, muylu malzemesinin ve yağlama maddesinin kaymalı yataklarda birbirleri ile temasını sağlaması gerekir.

Mil muylusunun yüzey tabakasının, yatak zarflarının bakımından aşınmasını önemli ölçüde sınırlamak için onun yatak malzemesinden 3 ila 5 defa daha sert olması gerekir. Muylu malzemesi olarak genellikle yüzey tabakası sertleştirilmiş ve talaşlanmış çelikler kullanılır. Yatak malzemeleri olarak bakır, kalay, kurşun, çinko ve alüminyum alaşımları ve ayrıca dökme demir, sinter metaller ve örneğin poliamid gibi bazı plastikler uygundur.

Yatay Malzemelerinin aşağıda belirtilen özelliklere sahip olmaları gerekir.

- Aşınmaya karşı yüksek dayanıklılık
- İyi dengeleme özelliği
- Yağlama maddesi için iyi yayılabilirlik (dağılılabilirlik)

- Aşınan parçacıkları dibe çökertme kabiliyeti
- Sürtünme ısısını uzaklaştıracak yüksek ısı iletim kabiliyeti

Çok maddeli kaymalı yatak, çok yüklenen, hızlı dönen millerde, örneğin krank millerinde kullanılır (Şekil 1). Bu tip yataklar çelik destekli zarftan ve bir çok ince yatak metal tabakalarından meydana gelirler. Bu yataklar az bir montaj hacminde yüksek bir taşıma kabiliyetine sahiptir. Yatak malzemelerinin mücadele edilen (caiz olan) yüzey basıncı çok farklıdır. Tecrübe değerleri, tablodan alınabilir (Tablo 1).

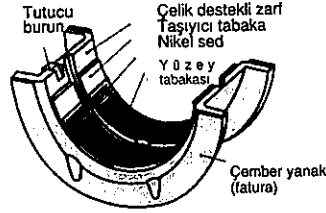
$$\text{Yüzey basıncı} = \frac{\text{Normal Kuvvet}}{\text{Taşıyıcı yüzey}} = \frac{F_N}{A}$$

Taşıyıcı yüzey A, mil muylusunun izdüşüm yüzeyidir (Şekil 2).

4.4.2.2 Rulmanlar

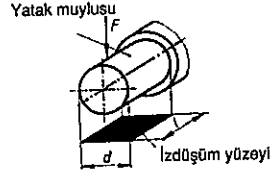
Rulmanlarda, mil muylusundan yatak gövdesine kuvvet iletimi (güç aktarımı), her iki dönen bilezik arasındaki yuvarlama elemanları üzerinden sağlanır (Şekil 3). Bu esnada meydana gelen yuvarlanma sürtünmesi, bir kaymalı yataktaki sürtünmeden daha azdır. Özellikle hidrodinamik yağlamalı kaymalı yataklara nazaran faydası, düşük devir sayılarında ve ilk hareket esnasında daha az sürtünmesidir.

Yuvarlanma elemanları olarak bilyalar, silindirik makaralar, konik makaralar, fiç makaralar ve iğne makaralar kullanılır (Şekil 4). Yuvarlanma elemanları, bir veya iki sıralı olarak düzenlenebilir. Kafes, yuvarlanma elemanlarını birbirinden eşit uzaklıklıkta tutar ve yatakların parçalanması halinde yuvarlanma elemanlarının dışarıya

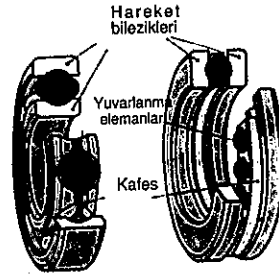


Şekil 1 : Çok maddeli kaymalı yatak

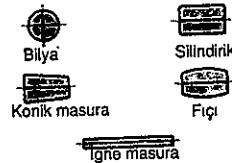
Malzeme	P mül N/mm ²
SnSb 12 Cu 6 Pb	15
PbSb 14 Sn 9 CuAs	12,5
G-CuSn 12	25
GG-25	5
PA 66	7



Şekil 2: Yüklenen projeksiyon yüzeyi



Şekil 3 : Rulman üzerindeki tanımlar



Şekil 4: Yuvarlanma elemanları

düşmelerine engel olur.

Hareket bilezikleri ve yuvarlanma elemanları, sertleştirilebilen rulman çeliğinden, örneğin 100 Cr 6 veya 100Cr Mo 6'dan imal edilirler. Yatak kafesleri, çelik veya CuZn-sactan, masif CuZn'den veya plastikten meydana gelirler.

Kaymalı yataklara göre karşılaştırıldığında rulmanlı yataklar şu avantajlara ve dezavantajlara sahiptir:

Avantajları

- Kire karşı dayanıklılık
- Düşük devir sayılarında yüksek taşıma kabiliyeti
- Daha az yağlama maddesi sarfiyatı
- Standarda uygun yatak ebatları değiştirilebilirlik
- Oynak yataklarda millerin salgısına uyum sağlama

Dezavantajları

- Az sürtünme ve ısı artışı
- Darbeli yüklenmeye karşı duyarlılık
- Yüksek derecede gürültülü olması
- Sınırlı ömür ve devir sayısı
- Daha büyük montaj çapı
- Aynı (eşit) yapı büyüklüğünde daha az taşıma kabiliyeti

Rulman Cinsleri

Rulmanlar temel yapılarına göre, **bilyalı rulmanlar** ve **Masuralı rulmanlar** olmak üzere iki gruba ayrılır (Şekil 1).

Bir ve iki sıralı yapıdaki iğneli rulmanlar, orta radyal ve küçük aksel yüklemeler için ve yüksek devir sayıları için uygundur.

Omuzlu ve Eğik rulmanlar, bir yöndeki aksel kuvvetleri üzerlerine alabilirler. Onlar genellikle çiftler çiftler monte edilir ve karşılıklı olarak sıkılırlar.

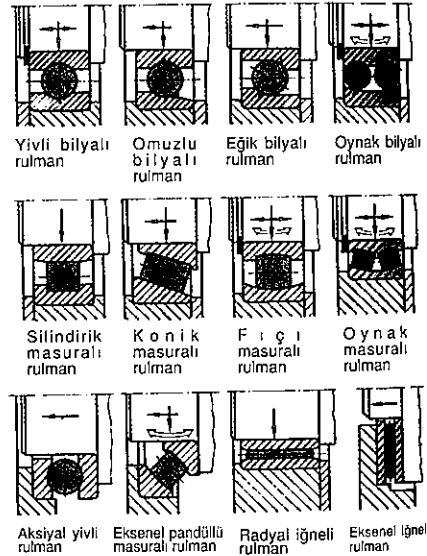
Eksenel-iğneli rulmanlar, sadece aksel yatak kuvvetlerini üstlerine alırlar. Onlar daima radyal yataklarla birlikte monte edilirler.

Silindirik masuralı yataklar, yüksek radyal yüklerde ve büyük mil çaplarında kullanılır.

Konik masuralı rulmanlar, parçalarına ayrılabilirler ve büyük radyal ve aksel kuvvetleri karşılayabilirler. Onlar da imaya çiftler çiftler monte edilirler.

Oynak bilyalı rulmanlar, **Oynak masuralı rulmanlar** ve **fiçi masuralı rulmanlar**, büyük radyal ve aksel kuvvetler için uygundur ve milin eğilmesi halinde kendilerini buna ayarlayabilirler.

iğneli rulmanlar, Özellikle mil ve yatak gövdesi arasına hareket bilezikleri olmadan monte edilirse, rulmanlı yataktan daha az, kaymalı yataktan biraz fazla montaj yerine ihtiyaç gösterirler (İğne fa-



Şekil 1 : Rulman tipleri

turaları (Şekil 1).

Yatağın Tanzimi

Millerin yataklanmasında, bir yatak genellikle sabit yatak ve diğeri gezer yatak olarak monte edilir (Şekil 1). Milin genişmesi durumunda gevşek yatak eksenel yönünde kayabildiğinden, sabit yatak eksenel kuvvetleri karşılar. Bu suretle bir rulman gövdesinin hareket bileziklerinin içinde sıkışıp kalmasına engel olunur. Yani tahdit faturası bulunmayan silindirik masuralı rulmanlarda ve iğneli rulmanlarda eksenel yöndeki kaymalar kendi kendine dengelenebilir.

Rulmanların Montajı

• Rulmanlar kirlere ve korozyona karşı çok duyarlıdır. Bundan dolayı azami temizliğin temin edilmesi gerekir. Yatakların daima orijinal ambalajları içinde muhafaza edilmeleri gerekir. Yatakların üzerindeki korozyondan koruyucu yağın yıkanmasına (çıkarılmasına) izin verilmez.

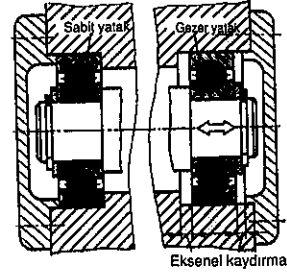
• Bir yatağın montajında herşeyden evvel, presleme kuvvetinin yatak gövdesine itikall ettirilmesine dikkat edilmesi icap eder (Şekil 2). Bundan dolayı yatağın çektilmesine ait pres kapaklarının daima sıkı geçmeli hareket bileziğinin, üzerine oturtulması gerekir.

• Daha büyük rulmanlarda presleme kuvvetleri çok yüksek olabildiğinden, **bu yataklar yağ banyosunun içinde veya elektrikli bir ısıtıcı aygıtın yardımı ile 80°C ilâ 100°C'de ısıtılır ve bunu takiben derhal ve kenarlarını kıvrımadan mil muylusunun üstüne geçirilir.**

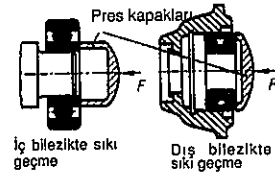
* Büyük yataklarda, dış bilezik üzerinde sabit (sıkı) bir bağlama gerekli ise, yatak gövdesinin ısıtılması veya rulmanın örneğin kuru buz vasıtasıyla -50°C ye soğutulması gerekir.

* Konik delikli (Koniklik 1:12) yataklar, ya doğrudan doğruya milin konik muylusu üstüne veya bir sıkma veya çektilme kovani ile silindirik mil üstüne tesbit edilir (Şekil 3).

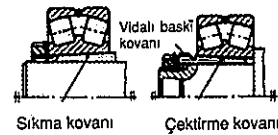
* Konik delikli büyük rulmanlar, hidrolik metodu yerlerine sıkıca takılabilir (Şekil 4). Geçme yüzeyleri arasına o esnada yağ kanalları üzerinden, yatağın içli bileziğinin aralığını çok az açacak şekilde tazyik yağ basılır. Bundan sonra yatak elle veya bir



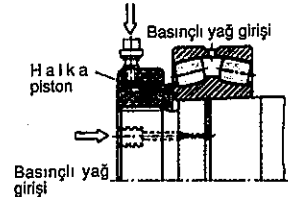
Şekil 1 : Sabit ve gezer (kayar) yatak



Şekil 2 : Rulmanların montajı



Şekil 3 : Sıkma ve çektilme kovaneleri



Şekil 4 : Hidrolik metod

halka pistonlu presleme tertibatı yardımıyla mil muylusunun üzerine geçirilebilir.

Rulmanların Sökülmesi (Demontajı)

Rulmanların sökülmesi için uygun bir çektirme tertibatının kullanılması gerekir. Çektirme kuvvetinin rulman gövdesine etki etmemesine dikkat edilmelidir (Şekil 1).

Çektirme kovanlarının üstüne monte edilmiş olan rulmanlar, bastırma somununun etkisiyle kolayca sökülür (Sayfa 357, Şekil 4). Hidrolik metotla da büyük, sıkı olarak oturmuş olan rulmanlar sökülebilir. Rulmanlarda yağlama maddesi, rulmanın yuvarlanan ve kayan parçaları arasında bir ayırıcı tabaka oluşturur. Bundan başka yağlama maddesi yatakları korozyondan korur ve gres yağı ile yağlanması halinde yabancı cisimlerin içeriye nüfuz etmesine engel olur. Rulmanların ancak rulman imalatçıları tarafından tavsiye edilen yağlama maddeleri ile yağlanmasına izin verilir.

Basit olarak tekrar yağlama imkânından ve iyi bir sızdırmazlık sağlamasından dolayı genellikle rulmanlar gres yağları ile yağlanırlar, bu münasebetle yatağın ilgili boşluğunun yarısının bölümü gres yağı ile doldurulur. Sızdırmazlık diski bulunan rulmanlar, rulman imalatçıları tarafından, yatağın ömrü boyunca yetecek kadar gres yağı ile doldurulur.

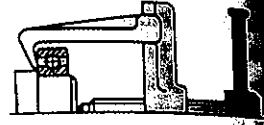
Şayet yüksek devir sayılarından dolayı sürtünme ısısının uzaklaştırılması gerekiyorsa veya bitişindeki (örneğin, şanzımanın içindeki dişli çarklar gibi) makina elemanları da sıvı yağ ile yağlanıyorsa, o zaman rulmanlar için sıvı yağ ile yağlama sistemi tatbik edilir.

Sıvı yağ beslenmesine göre; yağ banyolu (daldırma) yağlama, yağ sirkülasyonlu yağlama, yağ sisi ile yağlama ve yağ-hava karışımı ile yağlama şeklinde gruplara ayrılır.

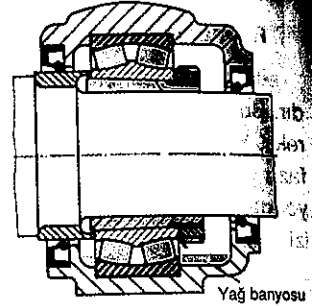
Yağ banyolu yağlamada, her rulman alt yarısına kadar sıvı yağ banyosunun içine daldırılır (Şekil 2). Dönme hareketi ile bütün yatak kısımları yağ ile yeterli derecede yağlanır.

Yağ sirkülasyonlu yağlamada, yağlama yağı bir pompa vasıtasıyla yatağa sevk edilir (Şekil 3). Yataktan çıkan yağ bir geri dönüş kanalı üzerinden yağ deposuna tekrar döner.

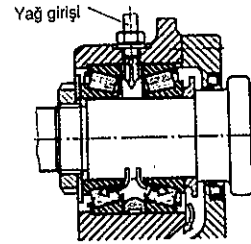
Bilhassa hızlı dönen rulmanlarda, **yağ sisi ile yağlama veya yağ hava karışımı ile yağlama** sistemi kullanılır. Yağ sisi ile yağlamada, yağ sürekli olarak basınçlı hava ile yağ sisi haline getirilmesine ve yağlama yerlerine üflenmesine karşılık, yağ-hava karışımı ile yağlamada yağ belirli zaman aralıklarında yataklara püskürtülür.



Şekil 1 : Bir rulmanın sökülmesi



Şekil 2 : Yağ banyolu yağlama



Şekil 3 : Yağ sirkülasyonlu yağlama

4.4.3 Kızaklar

Kızaklar, örneğin takım tezgahlarında kayıtlarda olduğu gibi, makina kısımlarının (parçalarının) doğrusal olarak hareket etmesini mümkün kılar.

Kızaklar, aşağıda belirtilen niteliklere sahip olmalıdır.

- Az boşluk sayesinde yüksek mertebede ilerleme tamlığı (hassasiyeti)
- Kızak boşluğunun yeniden ayarlanma imkanı
- az sürtünme ve düşük aşınma
- Mümkün olduğu kadar iyi sönümlenme nitelikleri
- Basit bakım ve yağlama imkanı
- Kir ve talaşlara karşı sızdırmazlık
- Kızaklar; kızak rayının şekline göre, açık ve kapalı kızaklardaki kayıtlardan kızak rayı üstüne aktarılan kuvvetlerin yönüne göre ve kaymalı ve yuvarlanmalı kızaklardaki sürtünmenin cinsine göre bölümlendirilebilir.

Kızakların Şekilleri

Kızak rayının şekline göre, düz kızaklar, V-Kızaklar, kırlangıç kuyruğu kızaklar ve yuvarlak kızaklar şeklinde gruplara ayrılır (Şekil 1). Çeşitli kızak cinslerinin avantajlarından yararlanmak için, birden fazla şekil birbiri ile kombine edilebilir (birleştirilebilir).

Düz kızaklar, basit olarak yapılmışlardır. Belirli uygulamalarda kullanılır ve kızak boşluğunun ayar edilmesi için bir ayar (boşluk alma) lamasına ve ayrıca kayıtın kalkmasına engel olan bir kapak lamasına ihtiyaç duyulur (Şekil 2).

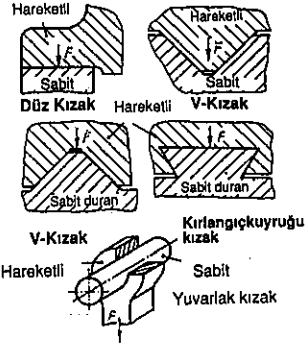
V-Kızakları, küçük enine doğrultusundaki kuvvetleri de karşılar. Kullanılması esnasında bağımsız olarak kendi kendilerini konumda tutar. Bir kapak laması, kayıtın kalkmasına engel olur. V- Kızakları, sık sık düz kızaklarla kombine edilir (Şekil 3).

Kırlangıç Kuyruğu Kızaklar, kendine özgü şekli sayesinde masanın (tablanın) kalkmasına engel olur. Bir lama ile boşluk istenildiğinde ayar edilebilir veya aşınma dengelenebilir (Şekil 4).

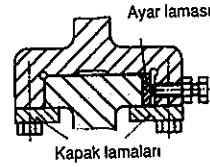
Yuvarlak Kızaklar, basit ve boşluksuz olarak imal edilmiştir. Bu kızaklar çalışmayı engelleyici zorlamalara karşı, örneğin kanallar vasıtasıyla veya diğer kızaklarla birlikte kombinasyonu ile emniyete alınabilir (Şekil 5).

Açık ve Kapalı Kızaklar

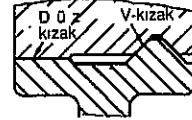
Açık kızaklarda, kayıtlar ancak belirli yönlerdeki kuvvetleri karşılayabilir (Şekil 3). **Kapalı kızaklar**, hareket yönünün enine bütün yönlerdeki kuvvet iletimine izin verir (Şekil 2,4,5).



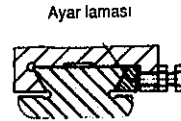
Şekil 1 : Kızak şekilleri



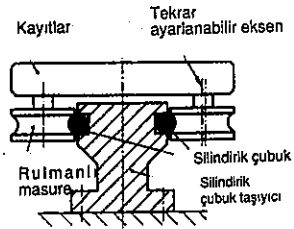
Şekil 2 : Düz kızak



Şekil 3 : Kombine edilmiş V-Kızağı



Şekil 4 : Kırlangıç kuyruğu kızak



Şekil 5 : Yuvarlak kızak

Kaymalı ve Yuvarlanmalı Kızaklar, kaymalı yataklar gibi yağlanır (Bak Sayfa 353). Az kayma hızından dolayı olarak yağlanan kızaklarda sık sık karışık (birleşik) sürtünme olayı meydana gelir. Bundan dolayı takım tezgahları genelde, iyi kayma ve sönümleme niteliklerine sahip olan ve uygun (ucuz) fiatla imal edilen, plastik kaplı kızaklara sahiptirler.

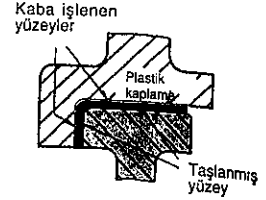
Bir düz kızakta örneğin alt parçanın yüzü sertleştirilir veya sertleştirilmiş olan kızak rayları alt parçanın üstüne civatalarla bağlanabilir. Parçaya bağlı olarak yüzeyler taşlanmak suretiyle son işlem gerçekleştirilir (Şekil 1). Kızaklanması gerekli olan makina parçasının şekli kaba olarak işlenir ve diğer bir parça ile, iş parçalarının arasında yaklaşık olarak 2,5 mm mevcut bulunacak şekilde konumlandırılır ve tespit edilir. Yan tarafların sızdırmazlığı sağlandıktan sonra parçalar arasında meydana gelen boşluk hacminin içine epoksi reçineli baz halinde bir kaydırıcı kaplaması dökülür. Ayırıcı vasıtası, reçinenin taşlanan yüzeylerle birleşmesine engel olur. Sertleşme sürecinden sonra plastik yüzeylere, üzerleri rasplanmak suretiyle yağlama maddesinin tutunabildiği küçük oyuk tarzındaki pürüzler kazandırılır.

Hidrostatik olarak yağlanan kaymalı kızaklarda, hareket ettirilen makina parçası, bir pompa tarafından elde edilen yağ basıncı sayesinde yukarıya kaldırılır. Aerostatik kaymalı yataklar hemen hemen sürtünmesiz olarak çalışır. Bu yataklarda, yağ yerine basınçlı hava kullanılır.

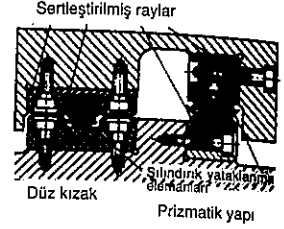
Yuvarlanmalı Kızaklarda, kuvvet iletimi bilyalar veya masuralarla sağlanır. Yuvarlanmalı kızakların avantajları ve dezavantajları, rulmanlarda olduğu gibidir (Sayfa 355). Yüksek yüzey basıncından dolayı yuvarlanma elemanları, takım tezgahlarının gövdesi üzerine civatalarla tespit edilen veya yapıştırılan, sertleştirilmiş ve taşlanmış olan kızak rayların üstünde çalışır (Şekil 2).

Yuvarlanmalı Kızaklar, kısa ve uzun devridaim hareketli olarak yapılır. Uzun devridaim hareketine ait yuvarlanmalı kızaklarda yuvarlanma elemanları yüklenme bölgesinin terkedilmesinden sonra, yüklenme bölgesinin başlangıcına tekrar dönmek için bir geri dönüş kanalının içinde devamlı sirkülasyon yapar (Şekil 3).

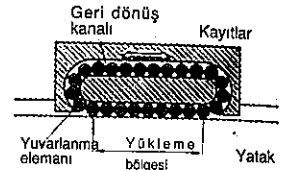
Silindirik kızak rayları olan bilyalı kızaklar, uzun sirkülasyon hareketi için bilyalı kovanlara sahiptir (Şekil 4). Bilyalı kovanlar doğrusal hatlı hareketin yanında, dairesel hareketlere de izin verir. Rastgele zorlanmaya karşı dayanıklı olan bilyalı kızaklar, hareket hattı yivleri bulunan millere sahiptir (Şekil 5).



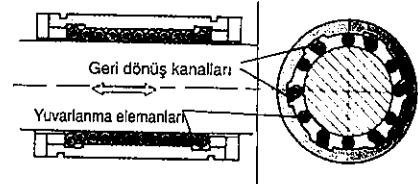
Şekil 1: Plastik kaplanmış kızak



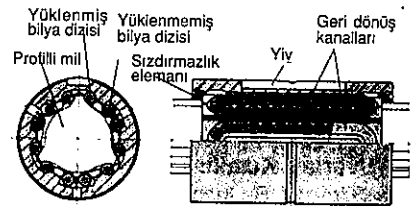
Şekil 2: Yuvarlanmalı yapı



Şekil 3: Sirkülasyon yolu yuvarlanmalı kızak



Şekil 4: Bilyalı kovan



Şekil 5 : Kakılmaya karşı dayanıklı olan bilyalı kızak

Tekrarlama Soruları

- 1 Hidrodinamik yağlamalı kaymalı yataklarda, yağ filmi nasıl meydana gelir?
- 2 Neden hidrostatik olarak yağlanan yatak aşınmadan çalışılır?
- 3 Yuyulanmalı yataklar, kaymalı yataklara göre hangi avantajlara ve dezavantajlara sahiptir?
- 4 Kızakların hangi niteliklere sahip olmaları gerekir?
- 5 Kapalı kızaklardan ne anlaşılır?

4.5 Dönme Momenti Aktaran (ileten) Makina Elemanları

4.5.1 Akslar ve Miller

4.5.1.1 Akslar

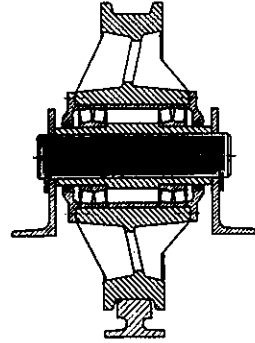
Akslar hareketsiz duran, dönen veya salınım hareketi yapan makina parçalarının taşınmasını sağlar. Dönme momentlerini aktarmaz ve öncelikle eğilmeye karşı yüklenir. Örneğin raylı vinç tekerleklerinde ve halat makaralarında olduğu gibi **Sabit duran akslar** ve ayrıca örneğin raylı taşıtlarda olduğu gibi dönen akslar olarak gruplara ayrılır (Şekil 1 ve Şekil 2). Dönen aksların yatakları daha iyi yağlanabilir. Çünkü yağ oyuklu olarak delinmiş olan aks kanalıyla değil, yatak muhafaza gövdesi içinden sevk edilir.

Pimler, piston ve biyel kolu veya zincirin parçaları (bakkaları) gibi makina elemanlarını, hareketli olarak birbirine bağlayan kısa akslardır. Pimlerin kaymaya ve çöğü şartlarda dönmeye karşı, emniyet bilezikleri, maşalı pimler veya aks tutucu parçalar vasıtasıyla emniyete alınması gerekir.

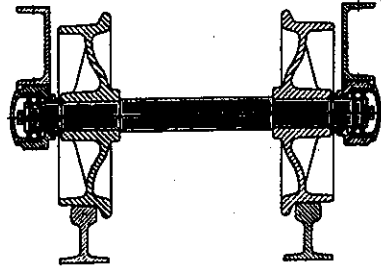
4.5.1.2 Miller

Miller, dönen makina elemanlarıdır. Dişli çark, kayış kasnak veya kaplin (kavrama) vasıtasıyla kendilerine iletilen dönme momentini aktarır. Miller dönmeye ve eğilmeye zorlanır. **Rijit miller**, **mafsallı miller** ve **esnek miller** olmak üzere gruplara ayrılır (Sayfa, 182).

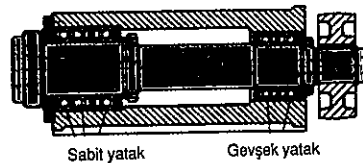
Takım tezgahlarında, bazı miller iş mili (fener mili) olarak ifade edilir. Rijit miller, kesit durumuna göre düz ve eksantrik, sürekli ve kesik yüzeyli (yüzeye profil açılmış) miller; ayrıca dolu ve delikli miller olarak gruplara ayrılır. Takım veya iş parçası bağlama aparatlarının bağlanması için takım tezgahlarının iş milleri genellikle delikli miller olarak imal edilir (Şekil 3). Çapının yarısı çapında delinen bir mil, dolu bir mile göre %25 kadar daha az eğilir, fakat hemen hemen aynı dönme momentini aktarabilir.



Şekil 1 : Bir kreyinin (Gezer köprü vinç) sabit duran aksı



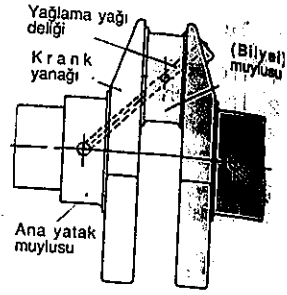
Şekil 2 : Bir raylı taşıtın dönen aksları



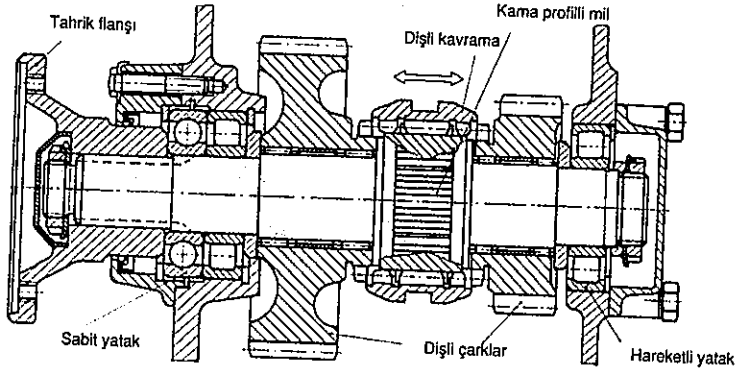
Şekil 3 : Hassas matkap iş mili

Krank milleri, pistonlu kompresörlerde ve içten yanmalı motorlarda olduğu gibi, doğrusal hare-ketleri dönme hareketlerine dönüştürür veya bunun tersini yapar (Şekil 1). Krank milleri dökülerek, kalıpta dövülerek veya preslenerek; çekme veya civatalarla birleştirilerek değişik metodlar ile elde edilebilir.

Şanzıman milleri, genellikle çok kademeli ve kamalı yapılmıştır. Mil grubu; yatakları, dişli çarkları, kayış kasnakları, kaplinleri (debriyajları veya kavramaları) ve mil segmanlarını kolay monte edilebilir şekilde taşır ve aksenal olarak konumda kalmalarına hizmet eder (Şekil 2).



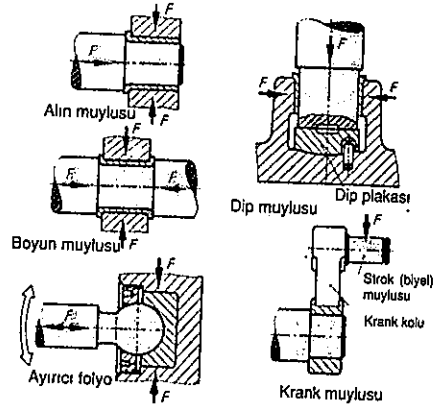
Şekil 1 : Krank mili



Şekil 2 : Şanzıman (Hız kutusu) mili

Sonsuz vida dişli millerinde vidanın dişleri yer kazanmak için genellikle doğrudan doğruya mil üstüne açılır.

Bir aksın veya milin bir yatak tarafından kuşatılan kısmı **muylu** adını alır. Her muylunun görevine ve şekline göre, alın, boyun ve krank muylusu; ayrıca dip ve krank muylusu şeklinde gruplar vardır (Şekil 2). Yatak muyluları eğilme ve yüzey basıncı bakımından zorlanır. Yüksek zorlamalar altında kalan ve hızlı dönen mil ve akslarda, muyluların yüzeyleri sertleştirilir ve taşlanır. Çentik etkisi nedeniyle sürekli kırılma tehlikesi vardır (343. Sayfa). Kademelerin dibine, amaca uygun olarak büyük yarıçaplı veya standart bir kavris yapılması çentik etkisini azaltır.



Şekil 3 : Muylu cinsleri

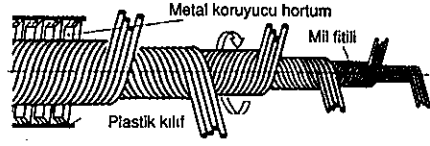
Mafsallı Miller

Mafsallı miller, örneğin motorlu taşıtların tahrik aksında olduğu gibi, bir milin tah-

rik tarafının konumunun değişebildiği her yerde kullanılabilir. Mafsallı miller, kavramalar için gereklidir.

Esnek Miller

Esnek miller, örneğin el taşlama motorları (makinaları), döner zımpara taşları ve takometre tahriki gibi, küçük moment ve yüksek devir sayılarına sahip, çalışma yerinde değiştirilen elektrikli takımların tahrik edilmeleri için elverişlidir (Şekil 1). Bu miller, sağlı ve sollu olarak vida şeklinde sarılmış, çok katlı çelik tellerden meydana gelir. Mil, korunması ve klavuzlanması için, sürekli olarak yağlanmak üzere doldurulmuş, gres yağı ihtiva eden metalden yapılmış bir hortum (kılıf) içinde döner.



Şekil 1 : Esnek mil

Tekrarlama Soruları

- 1 Aks ve miller nasıl gruplandırılır?
- 2 Neden hız kutusu milleri genellikle kamalı yapılmıştır?
- 3 Hangi mıyılı cinsleri vardır?
- 4 Esnek millerin yapısı nasıldır?

4.5.2 Kavramalar

Kavramalar çeşitli görevleri yerine getirir (Şekil 2 ve 3).

- Örneğin motor milinin şanzıman mili ile bağlanmasında olduğu gibi, millerin şekil ve kuvvet (güç) olarak bağlanması

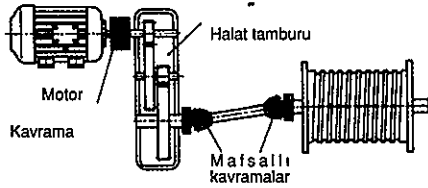
- Örneğin motorlu taşıt kavramasında (debriyajında) olduğu gibi dönme momentlerinin aktarılması veya kesintisinin yapılması

- Örneğin takım tezgahlarının hız kutularında olduğu gibi dönme kademesi veya devir sayısının değiştirilmesi,

- Örneğin NC-Kumandalı makinalarda ani problem çıkmasında olduğu gibi, aşırı yüklenmelere karşı korunma

- Örneğin taşıyıcı (konveyör) tesislerinde olduğu gibi, darbelerin sönmülmesi
- Örneğin mafsallı kavramalarda olduğu gibi, karşılıklı konumu farklı millerin bağlanması (Kardan mili).

Kavramalar, cinslerine ve fonksiyonlarına göre aşağıda belirtilen gruplara ayrılır.



Şekil 2: Kavramaların kullanılması



Şekil 3 : Mil konum değişiklikleri



4.5.2.1 Ayrılmayan Kavramalar

Ayrılmayan kavramalar da, tahrik edilen mil, işleme esnasında tahrik eden milden ayrılmaz.

Rijit Kavramalar

Rijit kavramalar, aksenal yönde birbirleri ile sabit (sıkı) olarak bağlanması gereken, aynı hizaya getirilmiş iki milin arasında kuvvet ve moment aktarılmasında kullanılır. Bu tip kavramalar, konum değiştiren millerin birbiri ile uyumlu çalışmasını sağlar.

Flanşlı kavramada, bir merkezleme parçası vasıtasıyla veya bir merkezleme bileziği vasıtasıyla mil flanşlarının karşılıklı olarak merkezlenmesini sağlar (Şekil 1).

Konik kovanlı mil kavraması, bir merkezleme parçası veya bir merkezleme bileziği vasıtasıyla mil flanşlarının karşılıklı olarak merkezlenmesini sağlar aynı çaptaki iki hizalanmış mili birleştirir (Şekil 2). Kavrama, konik tutunma yüzeyleri vasıtasıyla mil uçlarında alıştırma payları olmadan tespit edilebilir.

Döner rijit kavramalar

Bu kavramalar dönme hareketlerini varolan rijitliği bozmadan aktarabilir ve aynı zamanda mil konumu kaymalarını dengeleyebilir.

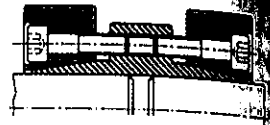
Helisel (Spiral) dişli kavramalar, küçük fiziksel büyüklüğe rağmen aktardıkları büyük dönme momentleri ve izin verdikleri yüksek devir sayıları sayesinde yaygın kullanım alanı bulmuştur (Şekil 3). Her iki mil ucunda, belirli bir çapta küresel parça şeklinde dişliyi taşıyan bir kavrama parçası bağlanmıştır. Küresel şeklindeki dişler, muhafaza gövdesinin düz iç dişlisini kavrar ve böylece şekilce bağımlı bir dönme momenti aktarılması mümkün olur.

Mafsallı kavramalar, eğik aksenal kavramalar olarak büyük mil konum değişikliklerini dengeleyebilir. Eşit hareket mafsallarında, bilyalar dönme hareketini her iki mil arasında aktarır. **Çanak mafsallar**, aksenal konum değiştirme imkanı olan eşit hareket mafsalıdır (Şekil 4). Bir kafes vasıtasıyla kılavuzlanan ve doğrusal hat boyunca hareket eden bilyalarla donatılmıştır. Bu kavramalar, 20°'ye kadar eğilme açısına ve 30 mm'ye kadar aksenal konum değiştirme hareketine izin verir. Eşit hareketli mafsallar, tercihen motorlu taşıtlarda aks milini tahrik etmek için kullanılır.

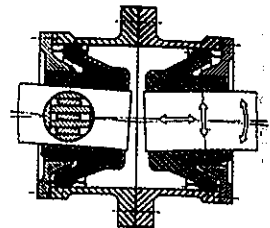
Mafsallı miller (kardan milleri) iki istavroz mafsallı kavramadan ve uzunlamasına ayar için kullanılan bir iç içe kayan parçadan meydana gelir (Şekil 5). Takım tezgahlarının yapımında mafsallı miller, çok millî matkap tezgahlarının iş milini tahrik etmesi için ve küçük freze tezgahı tablalarını ilerletme tahriki olarak kullanılır.



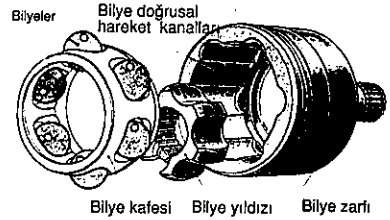
Şekil 1 : Flanşlı kavrama



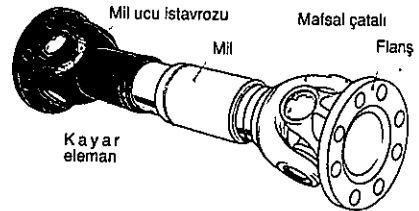
Şekil 2 : Konik kovanlı kavrama



Şekil 3 : Helisel dişli kavrama



Şekil 4 : Çanak mafsal



Şekil 5 : İstavroz mafsallı kavrama mili

Elastik Kavramalar

Elastik kavramalar, döner rijit kavramalar gibi, radyal (çap doğrultusunda) ve aksiyal (eksenel) mil konumunu yer değişikliklerini dengeleyebilirler. Elastik kavramaların çevresel yönde ilâve uyum sağlayabilmesi sayesinde darbeler ve titreşimler sönmüştür ve yumuşak bir şekilde harekete başlaması sağlanır. Kavramalar, örneğin pistonlu pompalar ve pistonlu kompresörlerde olduğu gibi, şiddetli salınımlı dönme momentleri olan iş makinalarının tahrik edilmesi için sık sık kullanılır. Elastik elemanlar olarak, lastik maddesinden yapılmış olan form parçaları ayrıca civatalar, yaprak yaylar ve lastik kaplamalar kullanılır (Şekil 1). Metal yaylı kavramalar, yüksek işletme sıcaklıkları için de uygundur. Boşluksuz bir işletmeye erişmek için, yay elemanları ön gerilim altında monte edilir.

4.5.2.2 Ayrılabilen Kavramalar

Her iki milin zaman zaman bağlantısının kesilmesi gerekirse, ayrılabilen kavramalar kullanılır. Dönme momenti aktarımının her tarzına göre kinematik ayrılmalı (geçmeli) ve kuvvet bakımından temaslı (sürtünmeli) kavramalar; mekanik, hidrolik, pnömatik veya elektromanyetik olarak işletim şekline göre gruplara ayrılır.

Şekil Bağlı (Geçmeli) Kavramalar

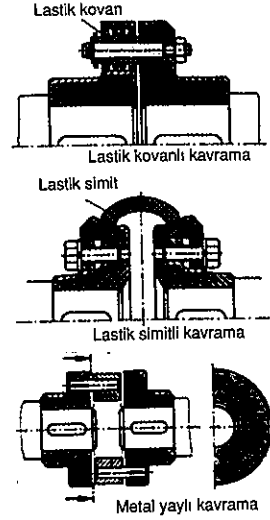
Bu kavramalarda, dönme momenti arka arkaya birbirini içiçe kavrayan elemanlar vasıtasıyla aktarılır. Kuvvet aktarımını devam ettirmek için, kavramanın gerçekleştiği durumda bağlama (kilitleme) kuvvetine lüzum yoktur. Yaygın olarak kullanılan kinematik bağlantılı kavramalar, tırnaklı kavramalar (Şekil 2) ve dişli kavramalardır. Bu kavramalara, ancak her iki milin hareketsiz durumunda veya az devir sayısı farkı bulunduğu durumda temas bağlantısının yapılmasına (kavranmasına) izin verilir.

Dişli kavramalar öncelikle motorlu taşıtların şanzımanlarında kullanılır. Kavisli dişli kavramaların yapısına benzer. İç tarafına diş açılmış olan mil kovanlarının kaydırılmasıyla seçmeli tarzda, sağ veya sol kavrama parçaları, temas kovanları ile bağlanabilir. Dişli kavramaların yağlanması, genellikle bir yağ banyosu vasıtasıyla sağlanır.

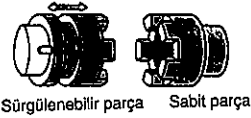
Kuvvet Bağlı (Sürtünmeli) Kavramalar

Kuvvet Bağlı kavramalarda, dönme momentinin aktarılması sürtünme vasıtasıyla sağlanır. Sürtünme yüzeyleri, kavrama teması sağlandığı esnada harici bir bağlama (kilitleme, bastırma) kuvvetiyle arka arkaya bastırılmalıdır. Kavramanın kapatılması esnasında tahrik edilen mil yavaş yavaş birlikte döndürüldüğünden, kavramalar, yük altında ve yüksek devir sayılarında bile temas fonksiyonlarını yerine getirebilir. Her temas olayında sürtünme ısı ve aşınma meydana geldiğinden, yeteri kadar soğutma (ısının atılması) işleminin de yapılması gerekir.

Sürtünme yüzeylerinin şekline ve sayısına göre, tek diskli, çok diskli, lamelli ve konik kavramalar şeklinde gruplara ayrılır.



Şekil 1 : Elastik kavramalar



Şekil 2 : Tırnaklı kavrama

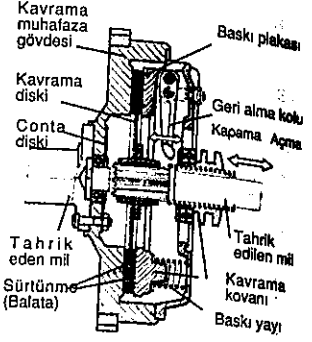
Tek diskli kavramada, kavrama diski birçok baskı yayları vasıtasıyla veya membranlı (diyafram-
lı) yay vasıtasıyla bir baskı plakası ile birlikte, tahrik milinin üstüne tespit edilmiş olan kavrama muhafaza gövdesine karşı basılır (Şekil 1).

Kavrama diskinin her iki yüzündeki sürtünme kaplaması (balatalar) ile dönme momenti, kavrama muhafaza gövdesinden kavrama diskine ve oradan tahrik miline aktarılır. Kavramanın ayrılması (temasının açılması) esnasında, baskı plakası kavrama kovanının ve geriye alma kolunun yardımıyla yay ön gerilmesine karşı kavrama diskinden ayrılır, bu kavrama türü, genellikle motorlu taşıtlarda kullanılır.

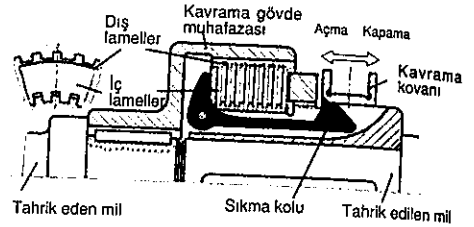
Lamelli kavrama, lamelleri dıştan değiştirilebilir, kavrama muhafaza gövdesi ve içten tahrik mili ile dönme yönünde kinematik, fakat eksenel hareketli olarak, bağlanan bir lamel paketine sahiptir (Şekil 2). Lameller, mekanik işletmeli olanlarda, kavrama kovanı ve sıkma kolu ile birlikte arka arkaya bastırılır ve böylece tahrik eden mil ile tahrik edilen mil birbirine bağlanır.

Elektromanyetik işletmeli (elektromanyetik olarak çalışan) lamelli kavramalar, özellikle otomatik çalışan makineler için uygundur (Şekil 3). Baskı sargısına elektrik akımı verildiğinde, baskı plakası yaylara karşı çekilir. İç ve dış lameller birbirinin üstüne basılır ve tahrik eden ve tahrik edilen miller kinematik (kuvvet-güç akışlı) olarak bağlanır.

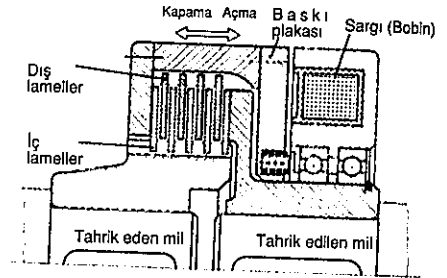
Konik kavramalar küçük fiziksel yapısıyla büyük dönme momentlerinin aktarılmasını sağlayan ve konik şeklinde birbirlerini iç taraftan kavrayan sürtünme yüzeylerine (balatalara) sahiptir (Şekil 4). Kavrama kovanının eksenel yönde kaydırılmasıyla konik sürtünme yüzeyleri dirsekli kol üzerinden büyük kuvvetle üst üste bastırılır. Sürtünme yüzeylerinin konik şekli, diskli ve lamelli kavramalarda olduğu gibi yumuşak kavrama fonksiyonuna imkân sağlamaz.



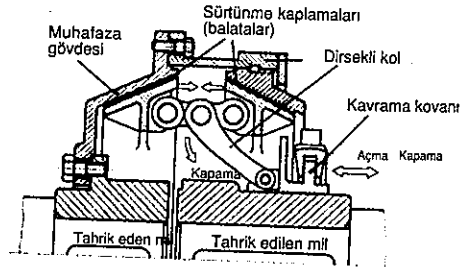
Şekil 1 : Tek diskli kavrama



Şekil 2 : Mekanik lamelli kavrama



Şekil 3 : Elektromanyetik lamelli kavrama



Şekil 4 : Konik kavrama

4.5.2.3 Özel Amaçlı Kavramalar

Emniyet kavramaları: İzin verilen dönme momenti aşırsa, emniyet kavramalarının, iki milin arasındaki kuvvet akışını kesmesi gerekir. En basit emniyet kavramaları, **makaslama pimli** ve **kırılma pimli** kavramalardır (Şekil 1). Kırılma pimle müsaade edilen dönme momentinin aşılması halinde kesilecek şekilde yapılırlar.

Kaydırmalı emniyet kavramaları, lamelli veya tek diskli kavramalara benzer şekilde yapılmıştır (Şekil 2). Bu kavramalarda, dönme momenti, sürtünme diski üzerinden aktarılır. Aktarılabilen moment, baskı yaylarının ön gerilmesinin ayarlanması sayesinde sınırlandırılabilir. İzin verilen dönme momentinin aşılması (geçilmesi) halinde, kavramada kayma (boşa dönme) oluşur (Momentin daha fazlası iletilmez).

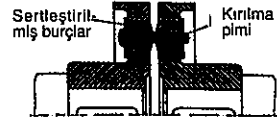
NC Kumandalı makinalarda emniyet kavramaları, (örneğin sürüklenme hata esaslı kavramalar), tahrik eden ve tahrik edilen miller arasındaki devir sayısı farkları (sürüklenme hatası) bir ölçme sistemi ile tespit edilir. Bu sürüklenme hatası, örneğin aşırı yüklenme veya karışıklık nedeniyle meydana gelebilir; bu durumda makinanın tahriki bir ALARM-KAPAMA-Sistemi ile korunmuş olur.

Yol verme kavramaları, genellikle, kuvvet (güç) makinası ile iş makinası arasına monte edilir. Kuvvet makinasında (örneğin bir yanmalı motorda), yüklemeye yapılmadan, hızın artırılmasını mümkün kılar. Başlangıçta, belirli bir devir sayısından itibaren iş makinası otomatik olarak kavranır.

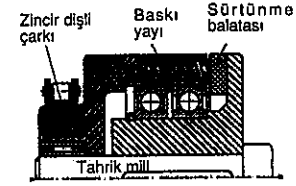
Demir tozlu (Partiküllü) yol verme kavramasında (Şekil 3), tahrik mili ile sıkı olarak bağlı bulunan kavrama muhafaza gövdesi çelik veya demir tozları (talaşları) ile doldurulur. Tahrik milinin dönmeye başlaması ile tozlar dış tarafa doğru savrulur ve kavrama muhafaza gövdesinin içinde, rotoru ve bununla birlikte tahrik milini yumuşak ve darbesiz bir şekilde bağlayan bir bilezik oluşturulur.

Merkezkaç kuvvet kavramalarında, merkezkaç (savurma) ağırlıkları tahrik mili ile birlikte bağlanmıştır (Şekil 4). Yükselen devir sayısı ile merkezkaç ağırlıkları dışarıya doğru kayar ve tahrik eden ve edilen arasındaki sürtünme yüzeylerini üst üste sıkıştırır.

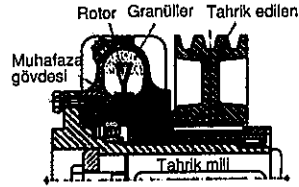
Boş (Yüksüz) hareket kavramaları, boş veya geçme kavramaları, kavramanın tahrik eden ve edilen parçaları arasına monte edilen, kilit mandalları, tespitleme elemanları veya bilyalar vasıtasıyla dönme momentinin aktarılmasını sağlar. Örneğin bir bisiklet teker göbeğinde olduğu gibi (Şekil 5).



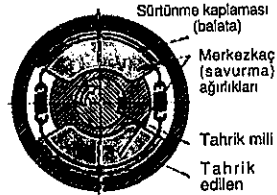
Şekil 1 : Kırılma pimli kavrama



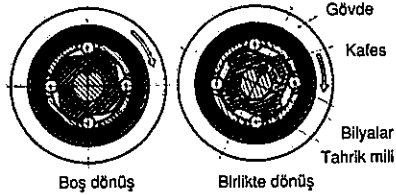
Şekil 2 : Kaydırmalı - Emniyet kavramaları



Şekil 3: Granüllü - yol verme kavraması



Şekil 4 : Merkezkaç kavrama



Şekil 5 : Boş hareket kavraması

Tahrik mili gövdesine göre daha hızlı dönerse, bilyalar, milin içindeki kanalların şekli sayesinde dışarıya doğru bastırılır ve böylece tahrik eden ve tahrik edilen milleri birbirine bağlarlar. Kavrama gövde ile birlikte döner. Buna karşılık, gövde tahrik miline göre daha hızlı dönerse, kanalların içindeki bilyalar iç tarafa doğru kayar ve kuvvet (güç) aktarımı kesilir.

Tekrarlama Soruları

- 1 Kavramaların hangi görevleri vardır?
- 2 Elastik kavramalar nerelerde kullanılır?
- 3 Tek diskli kavrama nasıl çalışır?
- 4 Emniyet kavramaları ne için kullanılır?

4.5.3 Kayışlar

Kayışlar, çekme etkili çalışan mekanizmalardır. İki ve daha çok mil arasındaki dönme momentlerini ve hareketleri, yüksek devir sayılarında, büyük eksenler arası mesafeler olmasına rağmen aktarır.

Avantajları

- Elastik olarak kuvvet (güç) iletimi
- Gürültü ve sarsıntının sönmülmesi
- Yağlamaya gerek olmaması

Dezavantajları

- Kayma (kaydırma)
- Aşırı yatak yükleri
- Büyük yer ihtiyacı

4.5.3.1 Sürtünmeli (Kuvvet Bağlı) Kayış Tahrikleri

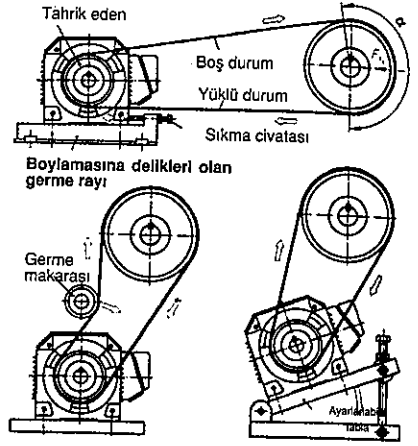
Kuvvete bağlı kayış tahrikleri dönme momentini, kasnak ile kayışlar arasındaki sürtünme sayesinde aktarır. Aktarılan dönme momenti, kayıştan kasnağa tesir eden normal kuvvet F_N ve kasnağın sarma açısı α ve her ikisinin arasındaki sürtünme katsayısı μ 'ye bağlıdır. Bir kayış tahrikinde kasnağın sarma açısı, kasnağın üstünde bulunan kayışın bir kısmı tarafından oluşturulur (Şekil 1).

Normal kuvvet, yüksek kayış ön gerginliği vasıtasıyla büyütülebilir. Gerekli olan kayış ön gerginliğine, doğru kayış uzunluğu sayesinde, eksenler arası mesafe büyüklüğü değiştirilerek veya germe makarası kullanılarak erişilir (Şekil 1). Germe makaraları, kasnağın sarma (çevreleme) açısını büyütür. Germe makaraları, küçük kasnaklarda büyük kasnaklara göre daha küçük olduğundan, küçük kasnağın yakınına, yük taşımayan kayış tarafına monte edilir.

Kayışın, kasnak üstünde çevre kuvveti ve az miktarda kayması nedeniyle genişlemesi, yaklaşık olarak %2'lik bir kaymaya sebebiyet verir. Bundan dolayı kuvvete bağlı kayış tahrikleri, iki mil arasında tam aktarma oranı için uygun değildir.

Düz kayışlar meşinden (deriden) veya çok katlı, meşin plastik ve dokuma katlarından imal edilir.

Tekstil kayışlar, polyamiddan veya polyester dokumadan sonsuz şekilde imal edilir. Özellikle az gürültülü ve sarsıntısız çalışır ve bundan dolayı örneğin delik taşıma iş milinin tahrik edilmesi için uygundur. Çok katlı kayışlar, elastomer malzemeden veya meşinden yapılmış bir sürtünme tabakasına sahiptir. Çekme tabakası, ya bir veya çok katlı polyamit dokumadan veya eğrilmemiş (bükümlü) polyester elyaf kaytanlardan (iplerden) meydana gelir.



Şekil 1 : Kayış tahriklerinde germe tertibatları

Çok katlı kayışların avantajları

- İyi çekiş kabiliyeti
- Küçük kayış kalınlığı sayesinde fazla esneklik
- 6000 kW'a kadar güç aktarımı
- 100 m/s'ye kadar kayış hızları mümkün

Kayış kasnakları, düz kayışlara ait kayış kasnakları dökme demirden, çelik sacdan, hafif metalden ve plastik malzemeden imal edilebilir. Kasnakların kayışla temas ettiği yüzeylerin düzgün olması gerekir. Aksi takdirde kaydırma (kayma) nedeniyle kayış aşınması çok büyük olur. Bir veya her iki kayış kasnağının hafif yüzey bombeliği sayesinde, kayışlar daima kasnağın ortasında döner.

V-Kayışları, trapez kesitli olan eklemsiz olarak imal edilen lastik kayışlar, çekme dayanımının artırılması için genellikle polyester lifleri ihtiva eder. Düz kayışların tersine, çevresini kuşatan kuvvet kayışın iç tarafındaki sürtünme ile değil, bilakis V-Kayışının eğik yan yüzelerindeki yüksek baskı kuvvetlerinin sonucu olarak sürtünme kuvvetleriyle aktarılır (Şekil 1).

V-Kayışlarının Avantajları

- Az yapı büyüklüğünde yüksek kapasite
- Az kayma ile büyük çekme kuvveti
- Yanyana tanzim edilen V-Kayışları sayesinde çok yüksek güç aktarımı

V-Kayışlarının Dezavantajları

- Fiyatları, düz kayışlara göre yüksek
- Eksenler arası ayar mesafesi sınırlıdır

V-Kayışların profilleri, her kullanma yerine göre çeşitli gruplara ayrılır (Şekil 2).

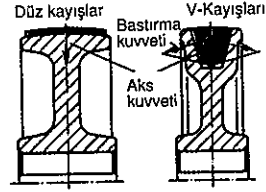
Normal V-Kayışları, yüksek kapasitedeki dar V-Kayışlarına göre geniş ölçüde farklılık gösterir. Daha geniş bir güç artışına, özellikle küçük kasnak çaplarında, **yan yüzeyleri açık olan dar V-Kayışları** sayesinde erişilir (Şekil 3). Vulkanize edilen kayışın alt kısmında enine duran kısa plastik elyaflar, kayışların yan yüzelerinin yüksek oranda esnemesini ve aşınmaya karşı dayanımı sağlar. Kayışların alt tarafına ilave olarak yapılan dişler, özellikle küçük çaplı kasnak bağlantılarını mümkün kılar.

Çok kaburgalı V-Kayışlarında çevreyi kuşatan kuvvet, kaplama (örtü) bandı vasıtasıyla bütün kayış genişliği üstüne aynı ölçüde yayılır. Bu kayışlar, büyük eksen ara mesafeleri ve yüksek yüklemeler için uygundur.

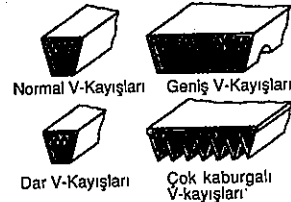
Geniş V-Kayışları, kademersiz olarak ayarlanabilir tahrik elemanları olarak kullanılır.

V-Kayış kasnakları 32° ile 38°'lik bir yanak (eğim) açısına sahiptir. V-Kayışlarının, kasnak kanal dibinine oturmasına ve kasnakların dış çapının üzerine sıkmasına müsaade edilmez. Sadece çok kaburgalı V-Kayışlarının, kasnak kanallarını (yivlerini) tamamen doldurması gerekir (Şekil 4).

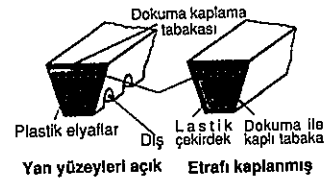
Çok sayıda paralel kayışları olan bir V-Kayış tahrikinde, V-Kayışının çatlaması halinde, bütün V-Kayışlarının takım halinde yenilenmesi gerekir.



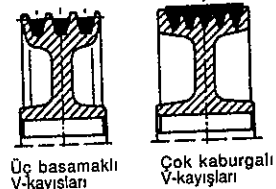
Şekil 1: Düz ve V-kayışlarında kuvvet aktarımı



Şekil 2 : V kayışları



Şekil 3 : Yan yüzeyleri açık ve etrafı kaplanmış V-kayışları

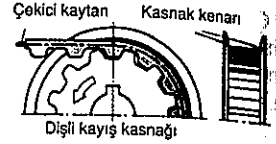


Şekil 4 : V-kayış kasnakları

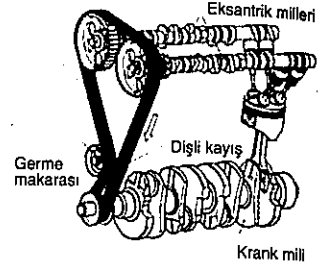
4.5.3.2 Senkron Bağlantılı Kayış Tahriki

Dişli kayış tahriklerinde (senkron kayış tahriklerinde) kuvvet aktarımı sürtünmeyle değil, bilakis kayışın ve kayış kasnağının dişlerinin birbirlerini içeren kavramasıyla senkron bağlantılı olarak sağlanılır (Şekil 1). Dişli kayışlar, düz ve V-Kayışlarının avantajları, dişlerin kaymayı önleme özelliği ile birleştirilir.

Dişli kayış tahriki, az kayış ön gerginliği sayesinde ve bundan dolayı küçük yatak yüklemeleri sayesinde kendilerini kabul ettirmiştir. 80 m/s'lik çevresel hızlarda küçük ve orta güçlerin **kayma olmadan aktarılmasına** elverişlidir. NC-Kumandalı makinelerin ilerletme tahriklerinde ve portatif taşıtlarda eksantrik (kam) mili tahrik elemanı olarak kullanılır (Şekil 2).



Şekil 1 : Dişli kayış tahriki



Şekil 2 : Eksantrik mil tahriki

Tekrarlama soruları

1. Tahrik kayışlarının kayması ne anlama gelir?
2. Hangi V-Kayış profilleri vardır?
3. Dişli kayışlı tahrikler kendilerini hangi özelliği ile kabul ettirir ?

4.5.4 Dişli Çarklar

4.5.4.1 Dişli Çarkların Görevleri

Dişli çarklar devir hareketlerini bir milden bir diğer mile kinematik bağlantılı olarak aktarır. Aktarma anında, tahrik eden ve edilen çarkların dişleri birbirlerini kavrar. Diş sayılarının ve bu suretle iletim oranlarının seçilmesi suretiyle, tahrik milinde arzu edilen devir sayısı veya gerekli olan dönme momenti elde edilir (Şekil 3).

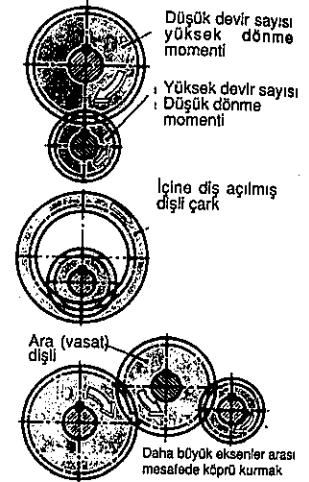
Dıştan diş açılmış bir dişli donanımında, tahrik edilen dişli çark, tahrik eden dişli çarka göre ters yönde döner. İç tarafından diş açılmış bir dişli donanımında her iki dişli çarkının yönleri aynıdır. Dişli çarklar kendi bölüm daireleri üstünde temas ettiklerinden, arzu edilen eksen ara mesafesi dişli çarkların büyüklüğüyle sınırlandırılır. Büyük eksenler arası mesafelerde, ara dişli çarkların kullanılması gerekebilir.

4.5.4.2 Dişli Çark Ölçüleri

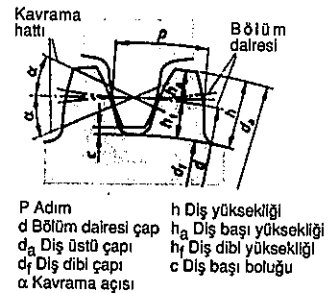
Bir dişli çarkta bir dişli yan yüzünün bir sonraki aynı yöndeki diğer diş yüzüne olan mesafesi, dişli çarkın **adımı P** olarak isimlendirilir. Adım, **bölüm dairesi** üstünde kavis uzunluğu olarak ölçülür (Şekil 4). P adımı Z diş sayısı ile çarpıldığında, bölüm dairesinin çevresi bulunur. $U = z.p$

Bölüm dairesi çapı d'yi elde etmek için çevrenin π 'ye bölünmesi gerekir.

$$d = \frac{z.p}{\pi}$$



Şekil 3: Dişli çarkların görevleri



Şekil 4 : Dişli çark ölçüleri

Adımın π sayısına bölünmesi, bölüm dairesi çapı için tam bölünmeyen bir desimal kesirli bir sayıyı verir. p/π değeri için, **modül (m)** olarak isimlendirilen sabit bir sayı kullanılır. $m = \frac{p}{\pi}$ ve düz dişler için geçerlidir. $d = z \cdot m$

Modül standardize edilmiştir ve her uzunluğun bir birimi vardır, (örneğin $m = 2\text{mm}$). Modül ne kadar büyük olursa, adım ve diş profili de o kadar büyük olur. (Şekil 1). Bir çarkın diş üstü dairesi ile karşı çarkın diş dibi dairesi arasında, **diş başı boşluğu C** olarak anılan bir boşluk olmalıdır. Bu boşluk büyüklüğü, 0,1 m (0,1 modül) ve 0,3 m arasında bulunmalıdır. Düz diş açılmış dişli çarklarda, diş üstü yüksekliği (h_a) modül m'e eşittir.

Bir alın çarkının modülü, diş sayısı ve diş başı boşluğu bilindiğinde, dişlerin açılması için gerekli olan bütün ölçüler hesaplanabilir veya tablolardan alınabilir.

4.5.4.3 Diş Açma Şekilleri

Dişli çark çifti birbirini kavradığında diş yan yüzeyleri birbiri üzerinde yuvarlanmalı (kaymalı) ve bunun yanısıra mümkün olduğu kadar az kayması ile daha az aşınma, ısınma ve gürültünün elde edilmesi gerekir. Diş yan yüzeylerine, her diş pozisyonunda iletme oranı ve buna bağlı çevresel hızın her iki dişli çarkı bölüm dairesi üstünde bir dönüş boyunca sabit kalacak şekilde biçim verilmiş (Şekillen-dirilmiş) olmalıdır. Ayrıca dişlerin mümkün olduğu kadar basit takımlar vasıtasıyla ucuz fiyatla imal edilmesi gerekir. Dişli yan yüzeylerinin profili bir **sikloid** veya bir **evolvent** yuvarlanma eğrisi olursa, bu şartlar sağlanır.

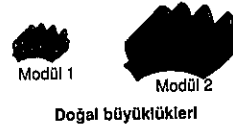
Diş Yan Yüz Profilleri

Sikloid bir dairenin bir düzlem veya bir silindir üstünde yuvarlanmasıyla elde edilir (Şekil 2). Sikloid dişlisi, mikro teknolojiye ve saat sanayiinde takım dişli çarklar halinde kullanma alanı bulmaktadır.

Evolvent örneğin gerilmiş yay bir silindirden (temel dairesinden) salınırsa, yay üzerinde alınan bir nokta **evolvent** eğrisini oluşturur (Şekil 3). Artan temel dairesi çapı ile evolvent eğrisi azalır. Sonsuz büyüklükteki bir temel dairesi çapında evolvent düz doğru, dişli çark, dişli çubuğu (kramayer) haline gelir. Bundan dolayı bir evolvent dişlisi, doğrusal diş yan yüzeyi olan bir takımın yuvarlanmasıyla imal edilebilir.

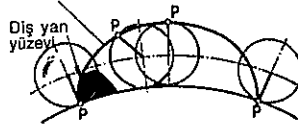
Normal Diş Açma

Dişli çarklarda dişlilerin temas noktaları, tahrik eden ve edilen dişlilerin oluşturduğu bir **kavrama hattı** doğrusu üstünde hareket eder. Kavrama hattı, bölüm dairesinin temas noktasındaki teğete göre $\alpha = 20^\circ$ kavrama açısı kadar eğik durumdadır (Şekil 4). Kavrama açısı $\alpha = 20^\circ$ olan bir evolvent dişlisi, normal dişli adını alır.



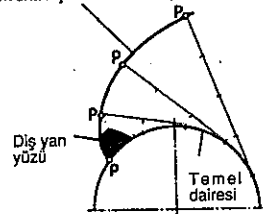
Şekil 1: 1 ve 2 modül dişler

Sikloid = Yuvarlanma esnasında P noktasının yolu

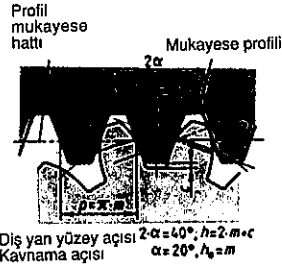


Şekil 2: Sikloid eğri

Evolvent: Açma esnasında p noktasının yolu



Şekil 3: Evolventler



Şekil 4: Evolvent dişlisinin mukayese profili

Dişin kavrama açısı, yarım diş yan yüz açısıdır. Bir normal dişin **karşılaştırma profili**, diş yan yüz açısı $2\alpha = 40^\circ$ olan bir dişli çubuğu (kramayer)'dir. Birbirlerini kavraması gereken dişli çarkların, aynı modüle ve aynı kavrama açısına sahip olmaları gerekir.

4.5.4.4 Dişli Çark Cinsleri

Dişli çarklar, eksenlerinin her durumuna göre, çeşitli dişli çark cinslerine ayrılır (Şekil 1). Küçük, genellikle tahrik eden dişli çark pinyon; daha büyük olanı da büyük çark veya çark olarak ifade edilir.

Paralel eksenlerde, dönme momentinin aktarımı dış ve iç dişleri olan alın çarkları vasıtasıyla sağlanır. Bir alın çarkı bir dişli çubuğu (kramayer) ile birlikte çalışırsa, dönme hareketi doğrusal harekete dönüştürülür.

Bir noktada kesişen eksenlerde, doğrusal (düz) veya helisel dişleri olan konik dişli kullanılır.

Çapraz eksenlerde, dönme momentleri helisel profilli dişleri olan konik çark (Hipoid dişli) helisel çark veya sonsuz vida çarkı donanımları ile aktarılabilir. Bütün dişli çarklı mekanizmalarda, yuvarlanma ve kayma sürtünmeleri meydana geldiğinden, yeterli derecede bir yağlamanın sağlanması gerekir.

Büyük kaza tehlikesinden dolayı dişli çarklı mekanizmaların, mekanizmayı kirlenmeye karşı da koruyan **koruyucu tertibatlarla** kapatılması gerekir.

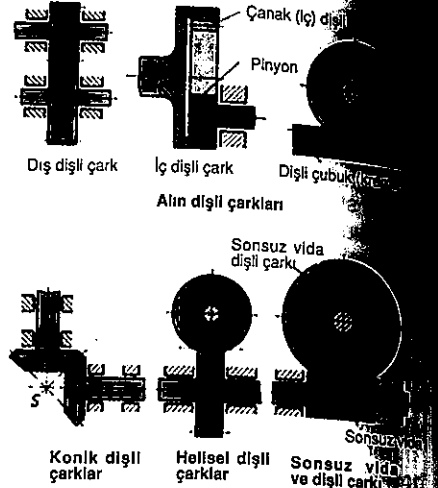
Alın Dişli Çarkları

Diş yan yüzeyi profilinin yönüne göre, düz (doğrusal), helisel ve ok dişli alın çarkları olarak gruplara ayrılır (Şekil 2).

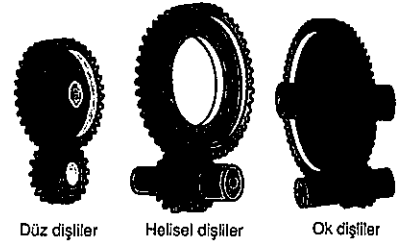
Düz (doğrusal) dişli alın çarkları, aksel kuvvetleri meydana getirmez.

Helisel (eğik) dişli alın çarklarda, daima birkaç diş aynı anda kavramış durumdadır. Dişler aynı zamanda bütün diş genişliğini kavramadığından, helisel olarak diş açılmış olan alın çarkları düz dişli çarklara göre daha sessiz (gürültüsüz) çalışırlar. Ayrıca helisel çarklar, daha büyük momentleri aktarabilir. Birbirini kavrayan, iki adet helisel dişli çarkın karşılıklı olarak konulmuş doğrultuda eğik dişlere sahip olması gerekir (Şekil 2).

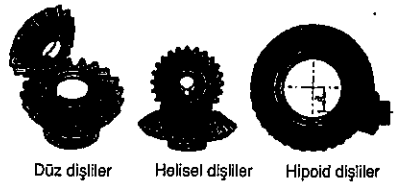
Helisel dişli, mekanizma (şanzıman) yataklarının karşılamaya mecbur oldukları aksel kuvvetleri üretir. Aksel kuvvetlerin çok büyük olmaması için, helis açısının 20° 'den daha büyük olmaması gerekir. **Oklu** veya **karşılıklı çift eğimli** dişli alın çarklarında, aksel kuvvetler karşılıklı olarak ortadan kalkar. Bu dişli çarklar çok büyük dönme momentlerinin aktarılmasında kullanılır.



Şekil 1 : Diş çark çeşitleri



Şekil 2 : Alın dişli çarklar



Şekil 3 : Konik dişli çarklar

Konik Dişli Çarklar, düz (doğrusal), helisel veya kani diş profiline sahip olacak şekilde imal edilir (Sayfa 72, Şekil 3).

Çarkların eksenleri bir noktada kesiştiğinden, dişler mil eksenine doğru odaklanmıştır. Bundan dolayı montaj sırasında, dişlerin boşluklu veya sıkışık montajından kaçınmak için çark eksenlerinin aksenal yönde oluşan ölçüleme içinde bulunmalarına dikkat etmek gerekir (bkz. Sayfa 392).

Hipoid dişli çarklar, eksenleri bir noktada kesişmeyen konik dişli çarklardır.

Sonsuz vidalı dişli çarklar, iki mili 90°'lik bir açı altında kesişen ve büyük iletme oranları gerektiren her yerde kullanılabilir (Şekil 1).

Tek ağızlı sonsuz vida çarkı donanımında tek yönlü hareket aktarımı mümkündür. Sonsuz vidaların çok ağızlı olanları da vardır.

4.5.4.5 Dişli Çarkın İmalatı

En yaygın talaş kaldırılarak yapılan dişli çark imalat metodu, azdırmalı ve vargellemeli yuvarlanma metodlarıdır. CNC-Kumandalı diş açma tezgâhları, yuvarlanmanın oluşturulması esnasında, 4 ile 5 eksenli kumandaların ayrı ayrı tahrik edilmeyle takımın iş parçasına göre her türlü konuma getirilmesini mümkün kılar (bkz. sayfa 465).

Bu suretle en uygun (optimum) diş profili imal edilebilir.

En uygun bir diş profili,

- Aktarılabilen dönme momentini
- Hareket düzgünlüğünü ve ömrü
- Verimi artırır

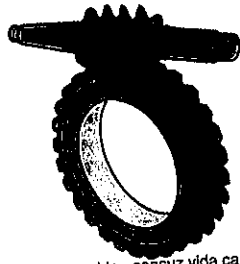
Azdırma frezeleri, genellikle alın dişlerin açılması için uygulanır (Şekil 2).

Helisel şeklindeki azdırma frezeleri, imal edilmesi gereken dişli çarkı işleyerek şekillendirir. İlerleme ve azdırma (yuvarlanma) hareketine kılavuzluk eder ve tam olarak talaş derinliğine ayar edilir. Azdırma frezesinin helis helis adımı, dişli çarkın adımına karşılık gelir.

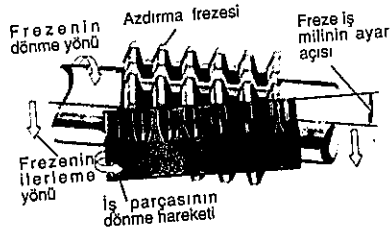
Azdırma frezesinin eksenini, düz dişli çarklarda yükselme açısında, helisel dişli çarklarda ilave olarak çarkın eğiklik açısında ayarlanır.

Vargellemeli frezelerde, takım ve iş parçası, dönme hareketine (yuvarlanmaya) uyum sağladığında imalat yapılır. Aynı anda takım (kesici çark), talaş kaldırması için gerekli olan ileri geri hareketini (kesme hareketi) eksen boyunca yapar. Helisel dişlerin imal edilmeleri için kesici çark (freze çakısı), ilâve bir vidalama hareketini de yapar. Vargellemeli metod sayesinde dar olarak arka arkaya bulunan çeşitli dişliler imal edilebilir (Şekil 3).

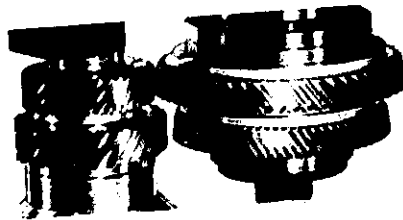
Talaşsız imalat metodu, özellikle küçük



Şekil 1 : Sonsuz vida mekanizması



Şekil 2 : Azdırma frezesi ile diş açma



Şekil 3 : Vargel bıçağı ile diş açma

alın ve konik dişli çark imalatında uygulama alanı bulmaktadır. Yaygın olarak (örneğin mikro teknoloji, ayrıca ev ve büro makinelerinde) püskürtme dökümlü plastik malzemeden yapılmış dişli çarklar kullanılır. **Tablo 1**, dişli çark imalatı için çeşitli metodlar hakkında bir özet vermektedir.

Talaflı İmalat			Talaşsız İmalat	
Metod	Takım	Uygulama	Metod	Uygulama
Azdırma Frezelleme	Azdırma freze çakısı	Düz ve helisel dış diş açma konik ve helisel çarklar	Döküm	Az özelliği olan dökme demir çarklar, döküm ve temper dökümlü yapılmış alın- ve konik çarklar
Vargelleme (Frezelleme)	Kesici çark Paket Takım	Düz ve helisel, iç ve dış diş açma	P ü s k ü r t m e döküm basınçlı döküm	Plastikten ve hafif metalden yapılmış, düz olarak dişleri yapılmış alın- ve konik çarklar
Profil frezesi	Profil freze çakısı	Düz ve helisel dış diş açma, mtek tek imalata	Hassas dövme	Taşıtlar için düz olarak yapılmış konik çarklar
Dişli taşlama	Taşlama diski	Düz ve helisel dış diş açma sertleştirilmiş çarklar	Sinterleme	Düz olarak yapılmış konik çarklar
			Soğuk presleme	Düz dişli olarak yapılmış, küçük alın- ve konik çarklar
Raspalama	Raspa çarkı	Düz ve helisel dış diş açma	Sıcak presleme	Düz dişli olarak yapılmış, küçük konik çarklar

Tekrarlama Soruları

- 1 Bir dişli çarkın modülünden ne anlaşılır?
- 2 Bir evolvent nasıl meydana gelir?
- 3 Bir normal dişin karşılaştırma profili nasıl görünür?
- 4 Hangi dişli çark çeşitleri vardır?
- 5 Helisel dişli çark hangi avantajlara sahiptir?
- 6 Azdırma frezelemenin, vargelli frezelemeye göre farkı nedir?
- 7 Dişli çarklar nasıl imal edilir?

4.6 Mekanik Hız Kutusu

Hız kutuları, devir sayılarını ve dönme momentlerini iletir ve devir yönlerini değiştirir. Örneğin Şekil 1'deki **dişli çarklı hız kutusunda** çevresel (teğetsel) kuvvet F_u ve çevresel (teğetsel) hız v , her iki dişli çarkta aynıdır, fakat çark boyutları farklıdır. Bu suretle tahrik edilen çark için iletme oranından

$$i = n_1/n_2 = d_2/d_1$$

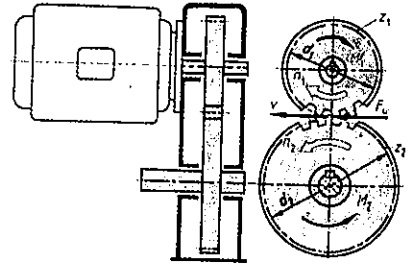
Devir sayısı ve

$$n_2 = \frac{n_1}{i}$$

Dönme Momenti elde edilir.

$$M_2 = M_1 \cdot i$$

Mekanik hız kutularında döner hareketlerin doğrusal hareketlere dönüştürüldüğü tahrikler de hesaplanabilir. Böylece ileri geri hareket (vargelleme) yapan bir makinada manivela dönme hareketini, manivela sarkaç kolu üzerinden darbe hareketine

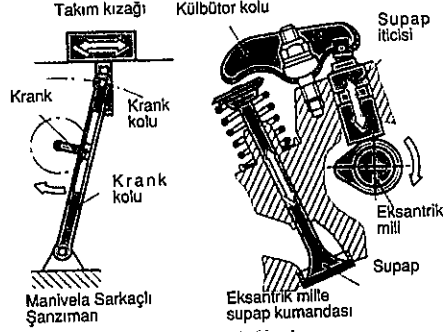


Şekil 1 : Dişli çark hız kutusu

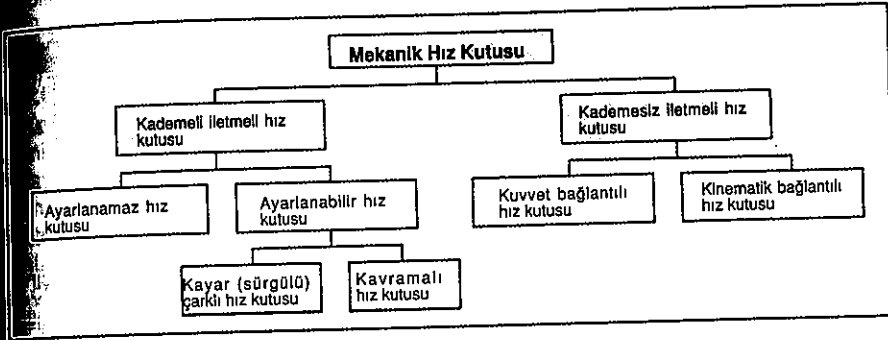
üstür (Şekil 1). Supap kumanda-
da supabın doğrusal hareketi, kam
dönme hareketiyle elde edilir.

4.6.1 Hız Kutusu Yapı Tarzları

Sabit tahrik devir sayılı ve kademeli
krank hız kutuları, sadece bir tahrik
devir sayısına sahiptir. Ayrılıp birleştirile-
n (vitesi değiştirilebilen) hız kutusu
kademeleri ile değişik tahrik devir sayı-
ları elde edilir (Şekil 2). En düşük devir
sayısı ile en yüksek devir sayısı arasın-
da tahrik mili devir sayılarının istenildiği
biçimde ayar edilmesi gerektiğinde hız kutu-
larının mutlaka kademersiz olarak ayar
edilebilir olması gerekir.



Şekil 1 : Dönme hareketlerinin doğrusal hareketlere dönüştürülmesi örnekleri

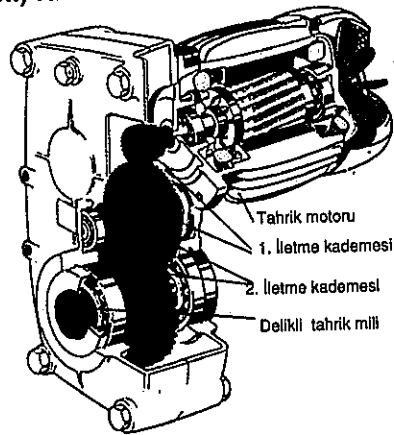


Şekil 2 : Hız kutusu yapı tarzları hakkında özet

4.6.2 Kademeli İletmeli (Dönüştürmeli) Hız Kutuları

Ayarlanamaz Hız Kutuları

Ayarlanamaz hız kutuları, tahrik eden
mil ile tahrik edilen mil arasında bir veya
daha fazla sabit iletme oranlarına sahiptir.
Şekil 3'deki motorlu hız kutusunda
elektrik motorunun tahrikli yüksek devir
sayısı iki iletme kademesinde düşü-
rölmektedir ve böylece motorun küçük
dönme momenti, iletme oranı kadar
büyütmektedir. Dişli çark çiftinden dişli
çark çiftine aktarılan dönme momenti ile
yapı parçalarının yükü büyür. Motorlu
redüktör içindeki miller, yataklar ve dişli
çarkların, bundan dolayı düşen devir sayı-
sı ile orantılı ve daha kuvvetli olarak yapı-
maları gerekir.



Şekil 3 : Motorlu hız kutusu (Şanziman)

Devri - Ayarlanabilir Hız Kutuları

Devir Sayısı Kademesi, ayarlanabilir hız kutuları sayesinde bir giriş devir sayısında birçok çıkış devir sayıları elde edilebilir. Takım tezgahlarında, hız kutularının çıkış devir sayıları, aritmetik ve geometrik olarak kademelendirilmiştir. **Aritmetik kademelendirme de**, iki sınırlı devir sayısının arasındaki aralık sabittir. Örneğin 20 devir/dakika'dır. Bu suretle örneğin aşağıda belirtilen devir sayısı dizisi elde edilir.

100-120-140-160-180-200 devir/dakika

Aritmetik olarak kademelendirilmiş olan devir sayıları, öncelikle vida dişlerinin açılmasında kullanılan ilerleme hız kutularında gereklidir.

En düşük devir sayısı, sabit bir q ileme oranı ile çarpılırsa, buradan elde edilen devir sayısı tekrar q ile çarpılırsa ve böyle devam ederse, geometrik olarak kademelendirilmiş devir sayıları elde edilir. Örneğin $q = 1.58$ ve $2 = 8$ olan torna ana milinde $n_1 = 56$ devir/dak ve $n_8 = 1400$ dev/dak olan aşağıdaki devir sayıları elde edilir.

56-90-140-224-355-560-900-1400 dev/dak

Geometrik devir sayısı kademeli hız kutuları iş millerinin tahrik edilmeleri için ve ilerleme fonksiyonları için kullanılırlar.

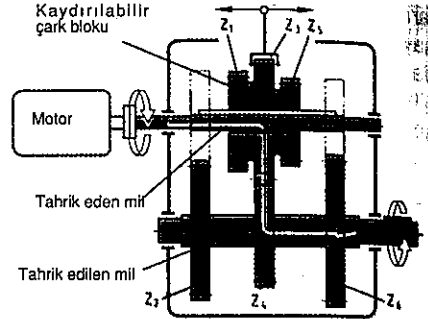
Kayar Çarklı Hız kutuları Bu hız kutularında, bir hız kutusu mili üstündeki dişli grubu blokunun aksel yönde kaydırılması suretiyle çeşitli devir sayıları elde edilir (Şekil 1). Kaydırma elle, hidrolik ve pnömatik silindireler veya elektrik motorları vasıtasıyla sağlanabilir. Kayar çarklı hız kutuları yük altında değil, ancak her iki mil arasındaki devir sayısının az olduğu veya hareketsiz durumda dişli çark gurubunun konumu değiştirilebilir. Şekil 2'deki hız kutusu ile, tahrik edilen mil üzerinde 3 değişik devir sayısı elde edilir.

Kavramalı Hız Kutuları

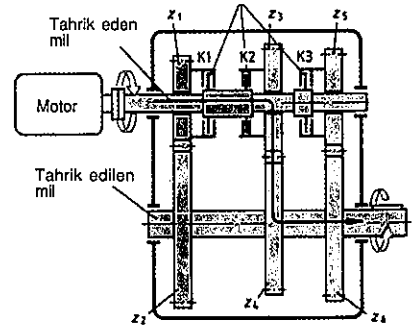
Kavramalı hız kutularında, değişik dişli çark çiftleri kavramalar vasıtasıyla sistemde görev yapar. Aynı anda bütün dişli çarklar devamlı olarak kavranmış durumdadır (Şekil 2). K2 kavraması birleştirilirse (güç-devir bağlantısını kurarsa) ve böylece tahrik mili üstünde boş pozisyonda birlikte dönen Z_3 dişli çarkı üzerine kuvvet aktarılırsa, örneğin Z_4/Z_3 iletimi (aktarımı) elde edilir. Diğer kavramalar bu esnada çözülmüş durumdadır. Sürtünme esaslı kavramalar, örneğin lamelli kavramalar kullanıldığında, devir sayıları yük altında da değiştirilebilir.

Aritmetik olarak kademelendirilmiş devir sayılarının hesap.		
a	Devir sayısı farkı	$n_2 = n_1 + a$
n_1	En düşük devir sayısı	$n_3 = n_1 + a = n_1 + 2a$
n_2	En yüksek devir sayısı	\vdots
z	Devir sayıları adedi	$n_z = n_{z-1} + a = n_1 + (z-1)a$

Geometrik olarak kademelendirilmiş devir sayılarının hesap.		
q	Kademe sıracaması	$n_2 = n_1 \cdot q$
n_1	En düşük devir sayısı	$n_3 = n_2 \cdot q = n_1 \cdot q^2$
n_2	En yüksek devir sayısı	\vdots
z	Devir sayıları adedi	$n_z = n_{z-1} \cdot q = n_1 \cdot q^{z-1}$



Şekil 1 : Kayar çarklı hız kutusu



Şekil 2 : Kavramalı hız kutusu

Cok Kademeli Hız Kutuları

İki mil arasında iletim için üç dişli çark çiftinden daha fazlası monte edilemez. Çünkü, aksi takdirde miller çok fazla eğilecek kadar uzun olur. Örneğin sadece bir giriş devir sayısında 6 adet çıkış devir sayısının elde edilmesi talep edildiği zaman, iki diğer dişli çark çiftini ihtiva eden diğer bir mile ihtiyaç duyulur. Z_7 ve Z_{10} olan dişli çarklar ile, mil II'nin her üç sayısının iki katı iletilir. Verilen motor devir sayısı ve verilen diş sayıları ile bu şekilde yaklaşık tarzda aşağıda belirtilen standart devir sayıları elde edilir:

$$n = 224 - 355 - 560 - 900 - 1400 - 2240 \text{ dev/dak}$$

İki devir sayılı kutup bağlantılı bir motor kullanıldığında, mil III'ün üzerinde toplam $2.3.2=12$ tahrik edilen mil devir sayıları elde edilebilir.

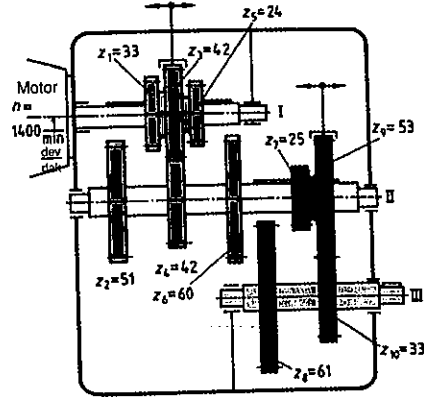
4.6.3 Kademesiz Hız Kutuları

Kademesiz hız kutularında, tahrik edilen mil devir sayıları, tahrik eden milin devir sayısı sabit iken en küçük devir sayısı ile en büyük devir sayısı arasında kademesiz olarak ayar edilebilir. Farklı ileme oranlarına, tahrik eden çark ile tahrik edilen çarkların etkili çapları değiştirilerek erişilir.

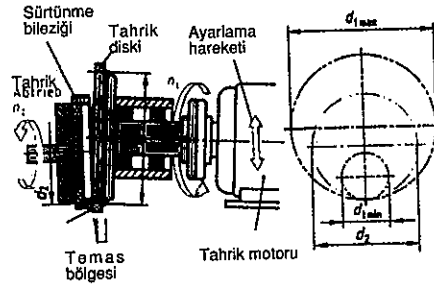
Kademesiz hız kutularında tahrik eden disk, tahrik edilen diski doğrudan doğruya veya bir ara elemanı (örneğin bir çekici elemanı) üzerinden tahrik kuvvet veya kinematik bağımlı olarak kavrar. Mekanik kademesiz hız kutuları çeşitli konstrüksiyonlarda imal edilir.

Sürtünme çarklı hız kutusu yol olarak (çap doğrultusunda) kayacak şekilde ve böylece etkili çapı değiştirilen konik bir tahrik diskinde sahiptir (Şekil 2). Tahrik eden sürtünme bileziğinin çapı, sabit kalır.

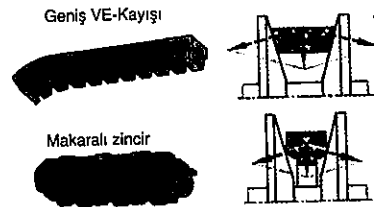
Çekici Elemanlı hız kutularında hareket, kayışlar veya zincirler vasıtasıyla tahrik eden milden tahrik edilen mile aktarılır (Şekil 3). Genellikle bu hız kutuları, disklerin ara mesafesinin kayışlı olarak ayar edilebildiği iki konik disk çifti gurubuna sahiptir (Şekil 4). Farklı ayarlar yapmak suretiyle hem daha hızlı ve hem de daha yavaş iletmeler elde edilecek şekilde, hareket çapları değiştirilir.



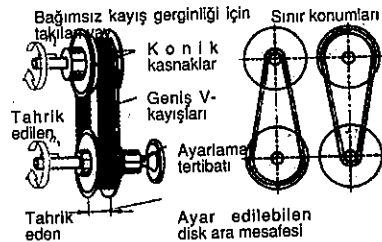
Şekil 1: Çok kademeli hız kutusu



Şekil 2: Sürtünme çarklı-hız kutusu

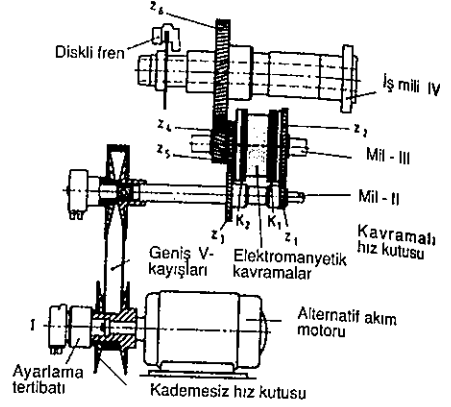


Şekil 3: Kuvvet bağımlı (esaslı) hız kutusu çekici elemanları



Şekil 4: Geniş V-Kayışlı hız kutusu

Kuru olarak dönen tahrik mili için bağlantı elemanı olarak genellikle geniş V-kayışları kullanılır (Sayfa 377, Şekil 1). Kayışlar sayesinde sakin, titreşimleri sönmülmüş olan hareket elde edilir (Sayfa 377, Şekil 4). Kayışın genişliği vasıtasıyla, normal V-kayışlardakine göre daha büyük disk ayarlama imkânı mümkündür. Geniş V-kayışlı hız kutularında, tahrik edilen diskler yay gerginliğinin altında iken sadece tahrik eden disk çiftinin ayarı değiştirilir ve kayışın çekilmesiyle birbiri üstüne bastırılır.



Şekil 1 : Bir torna tezgâhının iş (fener) mili tahriki

4.6.4 Kombine Hız Kutusu

Kademesiz hız kutusu dişli çark hız kutusuyla kombine edildiği zaman, yüksek devir sayılarının ve küçük dönme momentlerinin aktarıldıkları yerlerde, kullanılır. Şekil 1'deki torna tezgâhının iş milinde alternatif akım motoru, tahrik eden konik disk çiftinin ayar tertibatıyla ayarlanabildiği, kademesiz geniş V-kayışlı hız kutusunu tahrik eder. Böylece mil-II'nin, devir sayıları Z_1/Z_2 dişli çark çifti veya Z_3/Z_4 -dişli çark çifti ile mil III üstüne aktarılan kademesiz bir devir sayısını verir. Z_2/Z_1 -iletimi K1 ve Z_4/Z_3 iletimi K2 lamelli kavrama vasıtasıyla sağlanır. Değiştirilemeyen Z_5/Z_6 dişli çark çifti, mil-III'ün devir sayılarını bir defa daha düşürür. Ondan sonra iş milinde, yerleştirilen her iletim oranına göre ya doğrudan doğruya birbirinin üzerinde sınırlandırılabilen veya üst üste konulabilen iki kademesiz devir sayısı sahası kullanılır. Örneğin, iş parçasının değiştirilmesi gerekli ise, diskli fren ile iş mili derhal hareketsiz duruma getirilebilir.

Terkarlama Soruları

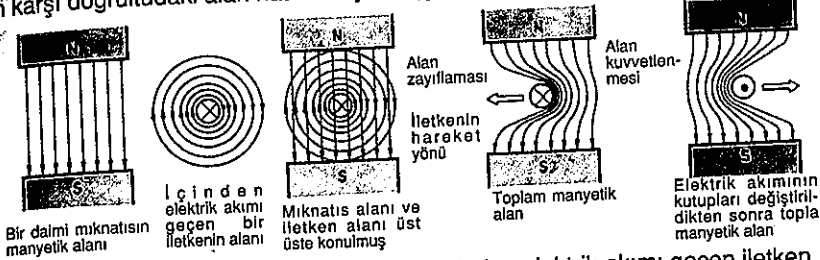
- 1 Hız kutularının hangi görevleri vardır?
- 2 Hangi hız kutularında dönme hareketi ileri-geri doğrusal hareketlere dönüştürülebilir?
- 3 Hangi yapı tarzları mekanik hız kutularında farklıdır?
- 4 Kayar çarklı - hız kutularında neden hareket esnasında devir değişmesi yapılamaz?
- 5 Eğer tahrik motoru sadece bir devir sayısına sahipse, altı kademeli devir sayısı, kayar çark bloğu (grubu) bulunan bir hız kutusuyla nasıl gerçekleştirilebilir?
- 6 Kademesiz hız kutuları hangi avantajlara sahiptir?
- 7 Kuvvet bağımlı (esaslı) çekici elemanlı hız kutuları fonksiyonlarını nasıl yapar ?

4.7 Tahrikler

Genelde iş makinaları elektrik motorları ile tahrik edilir. Onlar çok yüksek bir verimle sahip olup, elektrik şebekesine masrafsızca bağlanabilir, az gürültülü, temiz olup, çevreye zarar vermezler, fiyatları da uygundur ve her tahrik fonksiyonuna kolayca uyum sağlarlar.

4.7.1 Elektrik Motorları

Elektrik motorları, elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürür. Elektrik akımı-
nın cinsine göre doğru akım motorları ve dalgalı veya alternatif akım motorları olarak gruplara ayrılırlar. İki manyetik alan birlikte etki ederse, (örneğin içinden elektrik akımı geçen bir iletkenin alanı ve bir daimi mıknatıs alanı) motoru tahrik eden elektromanyetik kuvvet meydana gelir. Bu esnada aynı doğrultudaki alan hatları kuvvetlenirken karşı doğrultudaki alan hatları zayıflar (Şekil 1).

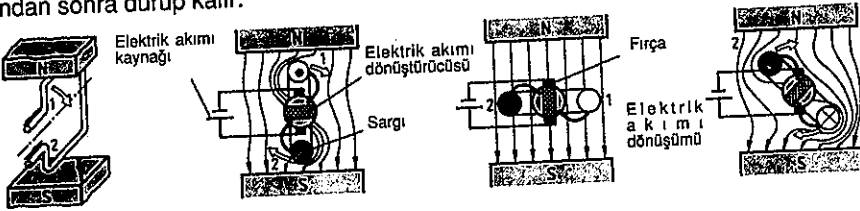


Şekil 1 : Bir daimi mıknatısın alanı içinde, içinden elektrik akımı geçen iletken

Toplam manyetik alanda her akım yönüne göre bir yanda alan zayıflaması olurken, diğer yanda alan kuvvetlenmesi olayı meydana gelir. Bu suretle iletkenin üstünde, alan kuvvetlenmesinin olduğu yerden alan zayıflaması olan tarafa doğru etki eden bir kuvvet oluşur. İletkendeki elektrik akımının yönü (veya manyetik alanın yönü) değiştiği zaman, kuvvetin yönü de değişir.

4.7.1.1 Doğru Akım Motorları

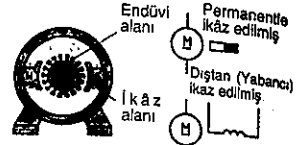
Ekseni dönelir şekilde yataklarıdırılan, içinden doğru akım geçirilen bir iletken sargısı, örneğin bir daimi mıknatısın manyetik alanının içine konulursa, bir dönme momenti meydana gelir (Şekil 2). Bu suretle iletken sargısı yatay konumda döner ve ondan sonra durur kalır.



Şekil 2 : Doğru akım motorunun prensibi

Bu konuma erişildiğinde dönmeye devam etmesi istenirse, elektrik akımının kutup değiştirmesi gerekir. Doğru akım motorlarında, motorun sabit alanı içinde stator sahasında bulunan dönelir bir silindir, rotor veya endüvi üstüne birçok iletken sargıları sarılmıştır. Stator sahası ya daimi mıknatısla veya doğru akım iletken bobini vastasıyla oluşturulur. Bu alana ikaz alanı denir. Rotorun iletken sargıları bir akım değiştiricisi (komütatör) üzerine bağlanmış olup, elektrik akımının daima istenen yönde akmasını temin eder.

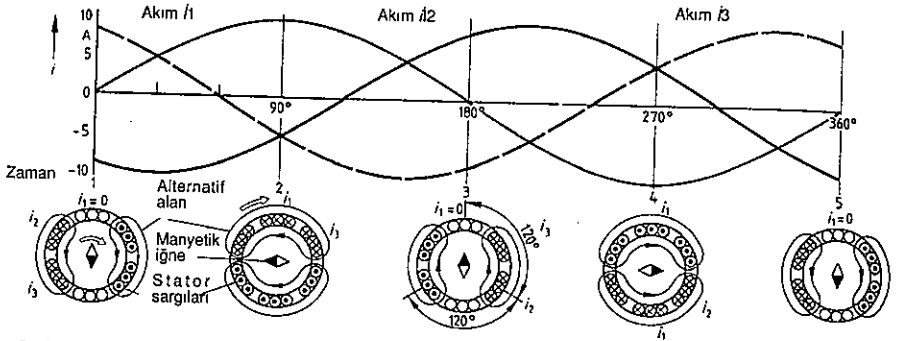
Doğru akım motorları, ikazın cinsine göre gruplara ayrılır. Büyük daire sayısı ayar sahası olan ilerleme tahriki ve, ikaz alanı için genellikle daimi mıknatıslar kullanılır. Büyük kapasitelerde, motorun ikazı doğru akım bobinleri ile (Yabancı-dış ikaz) elde edilir (Şekil 1). Devir sayısının kumandası, endüvi geriliminin değiştirilmesi suretiyle sağlanır.



Şekil 1 : Doğru akım motorlarının ikaz alanları

4.7.1.2 Alternatif Akım Motorları

Alternatif akım motorları, motor statorunun içinde kendi kendine dönen bir manyetik alana sahiptir. Şayet bunlar üç alternatif akım tarafından arka arkaya içinden elektrik akımı geçirilirse, bu alternatif alan 120° 'lik pozisyonlarda yerleştirilen bobinlerde meydana gelir (Şekil 2). Motor muhafaza gövdesinin ortasına bir manyetik iğne konulursa, o alternatif alan ile birlikte döner.



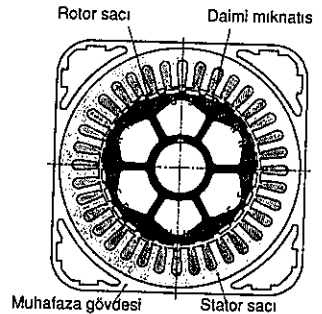
Şekil 2 : Bir elektromanyetik alternatif alanın (sahananın) elde edilmesi

Senkron Motorlar

Senkron motorlar, motor statoru içinde bir alternatif alana ve rotorun içinde birçok ayrı ayrı daimi mıknatıslar tarafından oluşturulan bir manyetik alana sahiptir (Şekil 3). Rotor yol aldıktan sonra döner alan ile devir sayısı eşitlenir ve birlikte aynı devirde döner (Senkron). Bir elektrik kumanda ile alternatif alanın devir sayısı ve böylece motorun devir sayısı kumanda edilebilir. Bir senkron motorlu tahrik az bakım gerektirir, çünkü motorun fırçaları yoktur. Motorlar, rotorun savurma kütlelerinin az olmasından dolayı çabuk hızlanırlar, frenlenirler ve ters çalıştırılabilirler.

Asenkron Motorları

Asenkron motoru, işletmede iletken sargıları kısa devre yapan bir rotora sahiptir. Motor statorunun alternatif alan vasıtasıyla bu kısa devre iletkenlerinde, transformotorda olduğu gibi bir gerilim indüklenir. Bu suretle, rotor içinde bir manyetik alan üreten elektrik akımı akar. Bu rotor manyetik alanı, motor statorunun alternatif alanı ile birlikte tahrik momentini meydana getirir. Şayet stator alternatif alanı ve rotor aynı hızla (yani asenkron) dönmezlerse, ancak bu takdirde bir dönme momenti meydana gelebilir. Eşit harekette (senkron halinde) rotor içinde gerilim indüklenmez.



Şekil 3: Bir senkron motorun kesiti

Asenkron motorları sarğı bilezik rotorlu olarak kısa devre rotorlu olarak yapılır.

Sarğı Bilezik Rotorlu Motorlar

Sarğı bilezik rotorlarda rotor sarğılarının uçları sarğı bilezikleri ile donatılmıştır (Şekil 1). Alternatif akım asenkron motorları yol verilmesi esnasında nominal işletmeye göre üç ila altı katı büyüklüğüne kadar bir elektrik akımını çektiğinden sarğı bilezikleri üzerinden akıma yol verilmesi esnasında sınırlandıran ayarlı dirençler bağlanmıştır. Buna bağlı olarak o geriye alındığı müddetçe adsal devir sayısına kadar erişilir. Sarğı bilezik rotorlu motorlar, büyük yük altında yol verilmesi gereken tahrikler için uygundur. Çünkü sarğı bileziğinin kömür fırçaları sürtünme suretiyle çalıştığından sarğı bilezikleri büyük motorlarda yol verildikten sonra kısa devre yapılır ve fırçalar kaldırılır.

Kısa Devre Rotorlu Motorlar

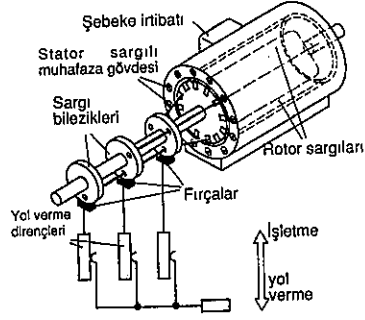
Kısa devre veya kafes rotorlu (sincap kafesli) motorlarda rotor sacları demetinin uçlarına dökülen kafes (bilezik) vasıtasıyla uçları kısa devre bağlanan ve bir cins kafes teşkil edilen alüminyumdan yapılmış çubuklar bulunur (Şekil 2). Her bir çubuk, içinden indüklenmiş akımın aktığı akım iletkeni olarak rol oynar. Bu esnada meydana gelen rotor manyetik alanı, stator sarğılarının alternatif alanı ile birlikte dönme momentini üretir ve sarğılı bilezik rotorunda olduğu gibi, motorun milini tahrik eder. Kısa devre rotorlu motorlar, en önemli elektrikli tahrik makineleridir. Onlar basit yapıda, uygun fiyatta, çok sağlam, bakım gerektirmez durumunda olup, uzun bir ömre sahiptir.

Kısa Devre Rotorlu Motorlar İçin Yol Verme Kumandaları

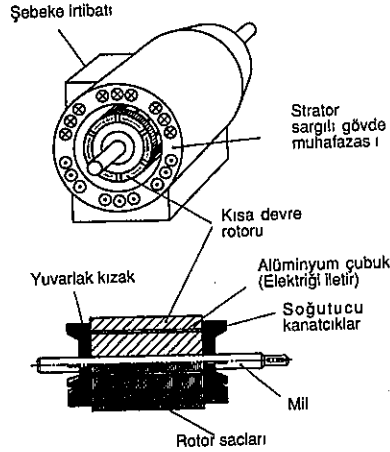
Asenkron motorları, şalter açıldığı esnada çok yüksek bir elektrik akımı çeker. Eğer nominal devir sayısına erişilmişse, elektrik akımı nominal değerini alır. Bundan dolayı, alternatif akım şebekesinin aşırı olarak yüklenmemesi için asenkron-kısa devre rotorlu motor, bir yol verme kumanda sistemine sahiptir. Dolayısıyla motor sarğıları ilk önce Y (Yıldız) konumunda 220 V'luk gerilim ile ve ondan sonra (üçgen) konumunda 380 V'luk tam gerilimle beslenir.

Asenkron Motorları İşletme Grafiği:

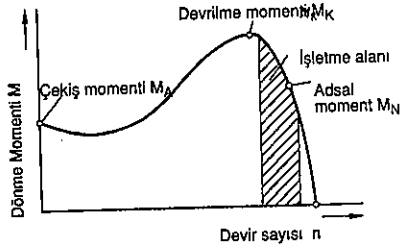
Asenkron motorların işletme grafiği, dönme momenti-devir sayısı-kerakteristik eğrisinden okunabilir (Şekil 3). Hareketsiz durumda iken motor devresinin açılması esnasında, sonradan artan devir sayısı ile biraz düşen, **Çekiş Momenti** oluşturulur,



Şekil 1 : Sarğı bilezik rotorlu asenkron motoru



Şekil 2 : Kısa devre rotorlu-Motor



Şekil 3 : Asenkron motorların işletme grafiği

sonra tekrar yükselir ve en büyük dönme momenti olarak, **devrilme momentine** M_K 'ye erişilir. Asenkron motorun, anma momenti- M_N 'ye motor etiketinin üstünde belirtilen anma devir sayısında erişilir. 50 Hz'lik şebeke frekansına karşılık gelen, 3000 devir/dakika'lık devir sayısı ile dönme momenti elde edilmez, çünkü rotor alternatif alan ile birlikte senkron halde döner ve hiç endüksiyon gerilimi üretilmez.

Bir asenkron motor yüklendiğinde, devrilme momentine erişilinceye kadar, dönme momenti yükseldikçe daha yavaş döner. Motor kendisini yüke göre ayarlar. Yükleme max. momenti aştığı zaman, motor olduğu gibi durup kalır, yani "devrilir". Bundan dolayı asenkron motor, devrilme momenti ile anma moment arasındaki dengeli devir sayısı alanında çalıştırılır. Asenkron motorların kumanda edilmesinde, genellikle, büyük bir devir sayısı seçeneğinden sabit bir dönme momentinin veya sabit bir gücün elde edilmesini mümkün kılan, elektrik kumanda cihazları kullanılmaktadır (Sayfa 384).

Alternatif Akım Motorlarının Devir Sayısı Kumandası

Alternatif akım motorlarının devir sayısı, ancak kutup sayısının devresinin ve alternatif alan frekansının değiştirilmesi suretiyle kumanda edilebilir. Basit takım tezgahlarında kullanıldığı gibi, kutup devresi değiştirilebilen makinalarda, iki devir sayısına kumanda edilebilir. Motorun devir sayısının kademersiz olarak ayar edilebildiği frekanslı kumanda için **frekans modülatörüne** ihtiyaç vardır. Modülatör ile 50 Hz'lik şebeke frekansı, kumanda edilebilen bir alternatif alan frekansına dönüştürülür.

4.7.1.3 Üniversal Motorlar

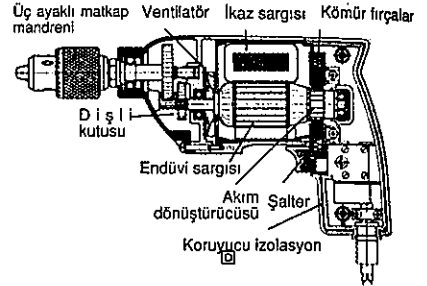
Üniversal motorlar, doğru akımla ve tek fazlı dalgali akımla işletilebilir ve örneğin toz emiciler (Elektrik süpürgeleri), el matkap makineleri veya vantilatörler gibi birçok ev ve küçük cihazlara monte edilmişlerdir (Şekil 1).

Üniversal motorun ikaz ve endüvi sargısı, bir doğru akım-seri bağlı motorda olduğu gibi, seri olarak bağlanmıştır. Üniversal motor, motor statorunun ayrı sac paketten yapılmış olmasından dolayı bundan farklıdır. Bu suretle girdap akımı kayıpları düşük tutulabilir. Çoğunlukla üniversal motorlar sadece bir dönüş yönünde çalıştırılabilirler.

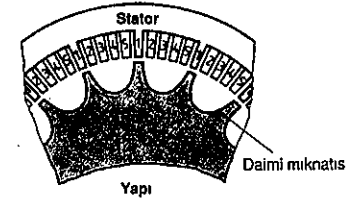
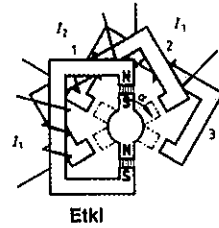
4.7.1.4 Step (Adımlı) Motorlar

Step motorları, kısa akım impulsları (dijital impulslar) ile kumanda edilir ve küçük bir açı ile bir tek impulsla küçük bir açı altında dönerler (Şekil 2). Rotor dış açılmış daimi mıknatıstan meydana gelir. Motor statorunda, içinden elektrik akımı geçmesi esnasında manyetik kutuplar oluşturan, birçok bobin hazırlanmıştır.

Rotor, bir dış bir manyetik kutbun karşısında duracak şekilde kendisini daima ayarlar. Bu suretle step motor hareketsiz durumda bir durdurma momenti üretir. Bobinler 1, 2, 3 numara sırasına göre, akım impulsları ile mıknatıslandırıldıklarında rotorun dönüşünü sağlarlar. Bir step motor ne kadar çok dişlere ve kutuplara sahip ise, step (adım) açısı o kadar küçük olur. Impulslar çabucak sıralan-



Şekil 1: Üniversal motorlu El Matkap Makinası (El Breyzi)



Şekil 2 : Step (adımlı) Motor

...sürekli olarak dönme hareketi mey-
...çelir.

İşletme Şartları

Step motorlar, bir regüle devresine imkaldan dijital elektrik akım sinyallerinden doğruya ayar değiştirme açısı ayol menzili haline dönüştürdüğünden, bu pozisyonlama için elverişlidir (Şekil 1). İşletme emniyetine sahip olup, bakım gerektirmezler. İşletmeye alınması esnasında masraflı ayarlama çalışmaları söz konusu değildir. Tek tek adımlar halinde de çok bir dönme momentine ve ikaz edilen hareketsiz durumunda büyük bir duruma momentine sahiptir. Dezavantajları ise, onun gücünün az olması (Maksimum 10W) ve pozisyonlama hızının orana uygun olarak yavaş olmasıdır. Aşırı yüklenme durumunda dışarıya çıkarlar ve tekrar istenen pozisyona kendiliğinden regüle olamazlar.



Şekil 1 : Step motorun kumanda zinciri

4.7.2 Takım Tezgâhlarının Elektriki Olarak Tahriki

Bir takım tezgâhının tahriki, kendi nitelikleri vasıtasıyla iş parçalarının kalitesine olumsuz etkiler zamanına etki eder. Onlardan, çok yüksek taleplerin karşılanması gerekmektedir (Tablo 1). Fonksiyonlarına göre, ilerleme tahriki ve ana (iş) mili tahriki olarak gruplara ayrılır. İlerleme tahrikinin CNC kumanda komutunun verilmesinden sonra ayrı ayrı eksenlerin hareketlerini, iş parçalarının istenen hassasiyette imal edilecek şekilde uygulaması gerekir. Ana milinin tahrik edilmesi ile talaş kaldırma, kesme veya kesme işlemleri için gerekli olan güç intikal ettirilmiş olur, dolayısıyla

Tablo 1 : Takım tezgâhlarının tahrikinde dair talepleri

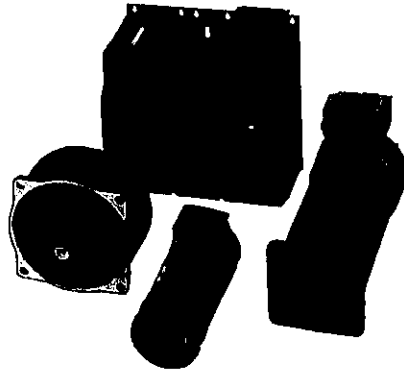
İlerleme Tahriki	Ana Tahrik
Pozisyonlamada büyük hassasiyet Yüksek işlem hızı Devir sayısı teorik değerinin değiştirilmesinde çabukluk İşletmeye Bütün devir sayılarında aynı şekilde hareket Yüksek başlangıç hareketi momenti ve büyük durdurma momenti	Büyük bir devir seçeneği üzerinden büyük güç ve sabit güç karakteristiği Hızlı harekete başlama ve frenleme Büyük devir sayısı ayar sahası ile kademesiz devir sayısı kumandası Takım değiştirme esnasında açılan pozisyonlama imkânı
Ortak talepler ve ana tahrike dair ortak talepler	
- Mümkün olduğu kadar daha az bakım masrafı - Düşük enerji kaybı ısıyı soğutma özelliği	- Daha az gürültülü oluşu - Daha az yer kaplama ihtiyacı

İlerleme devir sayıları mümkün olduğu kadar büyük devir sayısı seçeneği içinde ayar edilebilir olmalıdır.

4.7.2.1 İlerleme Tahriki

Takım Tezgâhlarında ilerleme tahriki için genellikle servo motor kullanılır. (Latince : servis: hizmetçi, köle) Servo tahrikler, devir sayısı ve konumu (Pozisyonu) regüle edilen yardımcı tahriklerdir. Onlar, bir servo motordan ve bir elektrik kumanda cihazından meydana gelmişlerdir (Şekil 2).

Bunun için doğru akım motorlarında, doğru akım redresör devresinden meydana gelen akım redresörleri kullanılır. Dalgalı akım motorlarının kumanda edilmesi için,



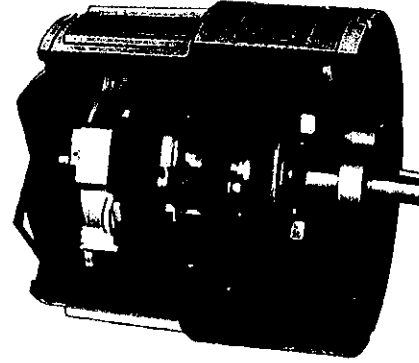
Şekil 2 : Elektronik kumanda aygıtları ve servo motorlar

stator alternatif alanın frekansının ve akım şiddeti ayarlarının değiştirilebildiği modülatörler kullanılır.

Pozisyonun ve devir sayısının regülasyonu için, servo motorlar, monte edilmiş ölçü değeri verici cihazına sahiptir. Bunlar, pozisyonun ölçülmesi için devir ikaz cihazı ve devir sayısının ölçümü için tako jeneratörlerdir.

Mümkün olduğu kadar kısa ivmeme ve frenleme zamanlarına ulaşmak için, servo motorlar hafif, taşınma kolaylığı olan rotorlarla donatılırlar.

Servo motorlar, doğru akım motorları olarak veya fırçasız dalgalı akım motorları olarak, örneğin senkron - veya asenkron motorlarda olduğu gibi, yapılabirler (Şekil 1).



Şekil 1 : Disk rotorlu bir motorun kes

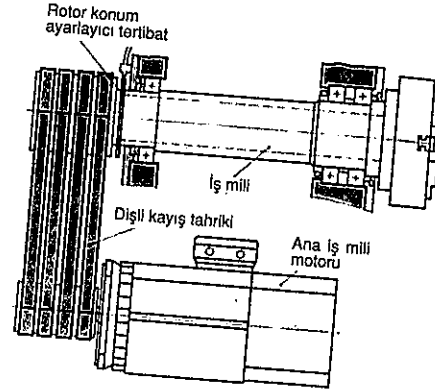
Doğru akım Servo Motorları

Mekanik olarak tesir eden akım dönüştürücü doğru akım motoru az elektronik masrafla kumanda edilebilir. Onun mahzuru, akım dönüştürücünün yıpratılması ve arızalanma durumudur. Kısa kumanda zamanına erişmek için, doğru akım motorlarının rotoru disk rotor olarak veya ince uzun boylu rotor olarak yapılır.

Üstüne basılmış iletkenleri olan disk rotorun plastik diski çok hafif ve az ataletli durumdadır (Şekil 1).

Motorun kollektöründeki ikaz alanı, daimi mıknatısla elde edilir. Disk rotorlu motorlar, kendine özgü kısa yapı tarzından ve az olan, ağırlığından dolayı, örneğin robot mafsallarında tahrik motorları olarak kullanılır.

Bir ince uzun rotorlu doğru akım motorunda, az olan rotor çapından dolayı atalet momentinin küçük kalmasına karşılık, rotorun sargılarının büyük boyları sayesinde gerekli dönme momenti meydana gelir. Kendilerine özgü ince uzun biçimden dolayı takım tezgahları tablasının içine monte edilmesi için elverişlidirler.



Şekil 2 : Ana (iş) mili tahriki

Tablo 1 : İlerleme ve ana (iş) mili tahriklerinin mukayesesi

İlerleme Tahriki	Ana İş Mili Tahriki
Büyük bir devir sayısı seçeneğinde sabit dönme momenti	Büyük bir devir sayısı seçeneğinde sabit güç
3000 devir/dakika'ya kadar hızlı hareket devir sayıları	15000 devir/dakika'ya kadar yüksek devir sayıları
Adsal devir momentinin dört katına kadar ve dönme momentleri	Adsal devir momentinin iki katına kadar büyük dönme momentleri
18 kW'a kadar güç	120 kW'a kadar güç

Fırçasız Servomotorlar

Senkron servomotorlar, elektronik olarak kumanda edilen motorlar olarak da tanımlanan senkron motorların fırçaları yoktur ve bundan dolayı bakım gerektirmezler (Sayfa 380, Şekil 3). Elektrik akımı dönüşümüne, içine monte edilen, bir rotor dönüşüm değiştiricisi ve bir elektronik modülün aracılığıyla kumanda edilir. Rotor statorunda, rotor manyetik alanını üreten, bir bobinin kobalt samaryumdan yapılmış bir ince bir daimi mıknatıs yapıştırılmıştır. Statorunda, kumanda edilebilen alternatif alan için üç fazlı bir sargı bulunur.

Asenkron Servo Motorları, az ataletli kısa devre rotorlu motorlara karşılık gelir ve pozisyon ve devir sayısı regülasyonu için en büyük elektronik kumanda ve regülasyon masrafına ihtiyaç gösterir.

4.7.2.2 Elektrik Ana (İş) Mili Tahriki

Ana (iş) mili tahrik üniteleri olarak dış ikazlı doğru akım motorları ve asenkron motorlar kullanılır (Bkz. sayfa 384, Şekil 2).

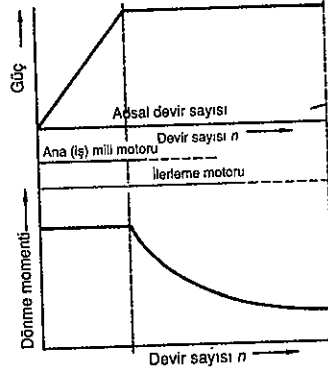
Doğru akım motorları, çok büyük bir durdurma momentine sahiptir ve hareketsiz durumda kuvvetli olarak yüklenebilirler. Fırçaların aşınmasından dolayı periyodik bakımları yapılmalıdır. Asenkron motorlar bakım gerektirmezler ve az aletli rotorlar ile kısa bir kumanda zamanına sahiptir. Dezavantajı, alternatif alan ayarının yapılması için masraflı kumanda elektroniği olmasıdır.

İşletme Şartları

Servo ve ana (iş) mili tahrik üniteleri benzer dönme momenti ve güç karakteristilerine sahiptir (Şekil 1). Fakat servo tahrik (ünitesi) her şeyden evvel sabit dönme momenti alanı içinde işletmesine karşılık, iş mili tahrikinde sabit güç alanı içindeki devir sayısına kumanda edilir. Bu alan içinde dönme momenti düşer (Bkz. sayfa 384, Tablo 1).

Tekrarlama Soruları

1. Elektromanyetik kuvvetten ne anlaşılır?
2. Bir doğru akım motorunda dönme hareketi nasıl meydana gelir?
3. Bir alternatif alandan ne anlaşılır?
4. Senkron motorlar hangi niteliklere sahiptir?
5. Ünlversal motorlar ne için kullanılırlar?
6. Step motorların hangi avantaj ve dezavantajları vardır?
7. Bir servo motordan ne anlaşılır?
8. Bir ilerleme ünitesi ile bir ana mili ünitesi arasında hangi farklar vardır ?



Şekil 1 : Elektronik olarak kumanda edilen tahriklerin güç dönme momenti karakteristikleri

4.8 Montaj Tekniği

Makina yapımındaki montaj, kendisine mahsus imalatın ve ticari parçaların hazır olarak işlenmiş olan tek tek parçalarından, fonksiyon kabiliyeti olan bir mamulün imal edilmesi için, gerekli olan bütün faaliyetleri kapsar.

4.8.1 Montaj Plânlaması

Şartları

Montaj planlaması, mamulün tasarlanması esnasında başlar. Tasarımcı tek tek parçaları, düşük maliyetle monte edilebilecek şekilde tasarlamalıdır (Şekil 1). Kalite kontrolü, teker teker bütün parçaların kendi fonksiyonlarını yerine getirdiğini, temizlendiğini, çapaklarının alındığını ve montaj esnasında tekrar işlenmesine gerek kalmayacağını güvencesini vermelidir.

Montaj Plânı

Montaj planı, montaj için gerekli olan resimlerden başka montaj akışının uygulanmasına ait bütün talimatları kapsar.

Montaj Planında Şunlar Belirtilir

- Birlikte yapımın takip sırası
- Gerekli tertibatlar, takımlar ve yardımcı maddeler
- Ölçme ve kontrol araçları
- Montaj için öngörülen zamanlar

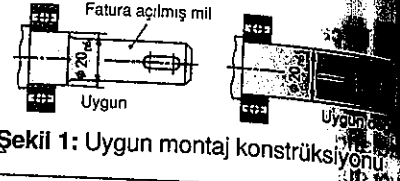
Montaj için gerekli olan herşey, önceden verilen zaman, montaj yeri için mevcut imkânlar, montaj planına dahil edilir (Şekil 2).

Montaj (Aşamaları)

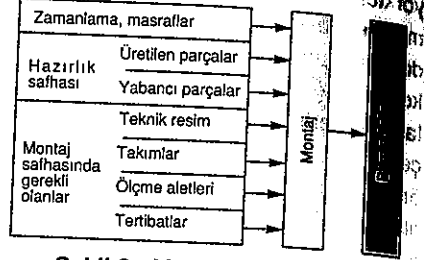
Yapı Grup Montajları: Birçok durumlarda tek tek parçaların ilk önce yapı grupları olarak monte edilmesi amaca uygundur (Şekil 3). Hassasiyeti ve böylelikle bir makinanın kullanılabilirliğini gerçekleştirmek için, tek tek parçaların karşılıklı durumları, yapı grubu (komple kısmı) montajı esnasında kontrol edilir. Tespit edilen sapmalar, tekrar ayar edilerek veya tekrar işlenerek ortadan kaldırılır.

Son (Nihaî) Montaj: Nihaî montajda, teker teker yapı grupları bitmiş makina haline gelecek veya bitmiş cihaz haline gelecek şekilde monte edilirler (Şekil 4).

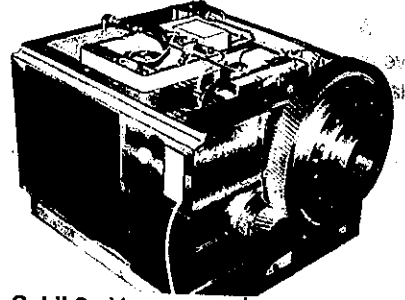
Demontaj: Daha iyi nakliye imkânından dolayı da büyük makinalarda tekrar kontrol ve onarım için montajı bitmiş mamüller demonte edilir. Montajda olduğu gibi, demontajda itinalı olarak planlanmalıdır.



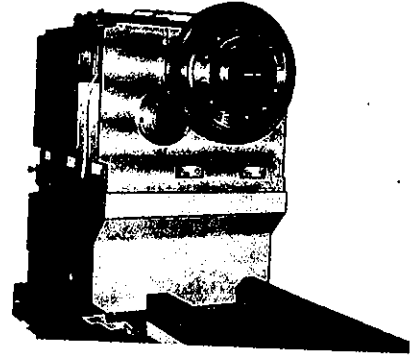
Şekil 1: Uygun montaj konstrüksiyonu



Şekil 2 : Montaj plânlaması



Şekil 3 : Yapı grubu (Iş mili kompleksi)



Şekil 4 : Bitmiş montaj (Torna tezgâhi)

2 Montajda Organizasyon Şekilleri

1) Birlikte ayrılmamış ve dallara ayrılmış montaj akışı

birlikte ayrılmamış montaj akışında çalışmaları arka arkaya (Şekil 1). Ayrılmış montaj akışında ise birbirine paralel olarak uygulanır (Şekil 2).

1) Montaj

Montajda, yapı grupları veya bitmiş ürünler, örneğin bantlar üzerinde veya yollarında hareketli veya sabit düzlemde monte edilir. Bu metod büyük seri montajda uygulanır. Hareketli seri montaj (Şekil 3) monte edilmesi gerekli olan parçaların nihai montajdaki otomobillerde olduğu gibi işçilerin önünden geçer. Sabit seri montaj sayesinde, örneğin seri yapılan freze tezgâhları imal edilir. Burada iş gücü (işçiler) her bir montaj hareket ederler (Şekil 4).

Hareketli (seri) montajda imalat zamanları, montajdakine göre daha kısadır, çünkü işçi daima aynı işle meşgul olmaktadır. Montaj akışından sakınmak için, bir çok parçanın bir montaj grubunda beraber çalıştırılması gerekir. Böyle bir grup sonradan örneğin bir makine grubunu veya bütün bir makineyi monte eder.

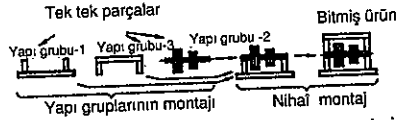
2) Sabit (İstasyonlu) Montaj

Sabit montajda, sabit bir stand (montaj istasyonu) içinde birlikte toplama montajı yapılır. İşçi her bir montaj istasyonunda örneğin büyük takım parçalarını monte eder (Şekil 5). Bu metodun avantajları, ağır makina parçalarının montaj akışı esnasında hareket ettirilmesi zorunluluğunun bulunmamasıdır. Dezavantajları ise; teker teker parçaların en önemli avantajları olan (kısmi komple parçaların) montaj tertibatlarının montaj yerine getirilmesi zorunluluğunda kalmasıdır.

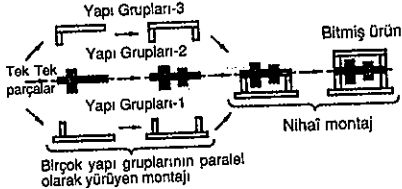
4.8.3 Montajın Otomatizasyonu (Otomatikleştirilmesi)

Montajın otomatizasyonu

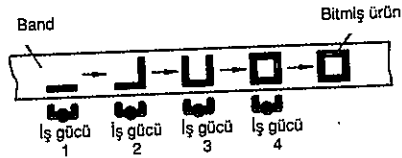
Mamül kalitesinin yükselmesini, montaj zamanlarının kısaltılmasını, iş verimliliğinin artırılmasını sağlamalıdır. Montaj akışı zor otomatize edilir. Bu süreçte pahalı tertibatlar gerektirir. Şayet büyük seri halinde imalat yapılması gerekirse, ancak otomatizasyonun bir anlamı yoktur. Böylece örneğin bir otomobil imalatında personel taşıtlarının rüzgâr siperlik camları robotlar tarafından yapılandırılır.



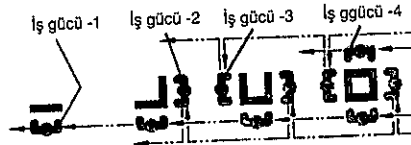
Şekil 1: Dallara ayrılmamış montaj akışı



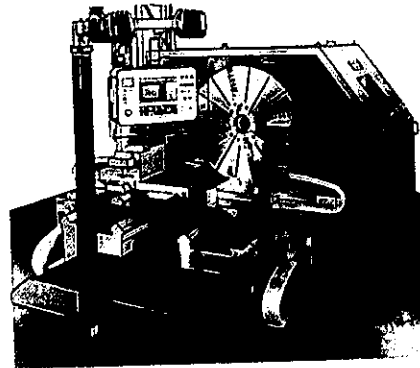
Şekil 2: Dallara ayrılmış montaj akışı



Şekil 3: Yürüyen akışlı montaj



Şekil 4: Sabit akışlı montaj



Şekil 5: Bir torna tezgâhının sabit istasyonlu montajı

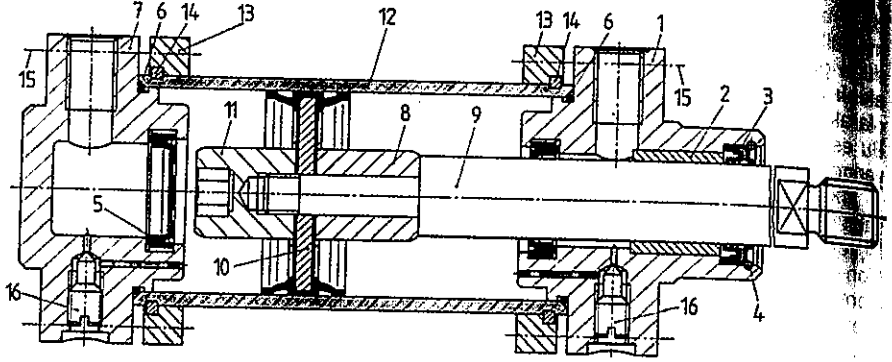
4.8.4 Montaj Akışı

Bir Basıncılı Hava Silindirin Montajı

Basıncılı hava silindiri (Şekil 1), ilk önce kendisi monte edilen ve ondan sonra diğer parçaların monte edilmesiyle birlikte monte edilen üç yapı grubundan meydana gelir.

Yapı Grubu A

Yapı grubu A, bitmiş (son) montajdan evvel ön kapak (1) içine monte edilen parçaları kapsar. Bunlar 2. parça ile 6. parçalardır (Bkz. sayfa 387, Şekil 1). Montaj, kılavuzlama burcunun (2) eklenmesi ile başlar. Burcu kendi içine girtilen ve üstünde merkezleyen, fatura açılmış bir pimin yardımıyla, daha önceden hafifçe açılmış olan deliğin içine, deliğin düz yüzeyine dayanıncaya kadar basılır.



Parça Listesi : Pnömatik Silindir.

Pozisyonu	Miktarı	Adı	Pozisyonu	Miktarı	Adı
1	1	Ön kapak	9	1	Piston kolu
2	1	Kılavuzlama burcu	10	1	Piston
3	1	Sıyırıcı-Conta-elemanı	11	1	Amortisörlü piston
4	1	Kilitleme bileziği	12	1	Silindir
5	2	Amortisörlü-Conta	13	2	Silindir flanşı
6	2	Yuvarlak sızdırmazlık contası	14	2	Emniyet bileziği
7	1	Zemin kapağı	15	8	Silindirik bağlı civata
8	1	Amortisörlü piston	16	2	Amortisör civatası

Şekil 1 : Basıncılı hava silindiri- (Pnömatik silindir) grup resmi ve parça listesi

Bundan sonra, **sıyırıcı conta elemanı** (3) monte edilir. Bu eleman piston kolu ile muhafaza gövdesinin arasındaki sızdırmazlık görevini üstüne alır ve aynı zamanda piston kolunun kirlerine karşı sıyırıcı olarak etki eder. Bir aparatın kullanımı ile tutulan bir **kilitleme bileziği** (4) ile sıyırıcı conta elemanı kendi konumunda tespit edilir.

Lastik elastikiyetindeki plastik malzemeden yapılmış olan **amortisörlü conta** (5) elle beraber bastırılır ve deliğin içine itilir. Birazcık eksenele yönde boşluğa sahip olması gereken delik kanalının içine gevşek bıraktıktan sonra, o kendi kendine merkezlenir. İnceden gres yağı ile yağlanan yuvarlak (kesitli) sızdırmazlık contası (6) ön kapakta bulunan kanalının içine konulur. Montaj esnasında conta hasar görmemelidir.

Yapı Grubu B

Yapı grubu B, zemin kapağı (7) ve contalar (5) ve diğer parçaları meydana getirmiştir (Şekil 2). Onlar, yapı grubu B'ye monte edilmiş contalar gibi monte edilir.

Yapı Grubu C

Yapı grubu C, piston (10) ile sıkı olarak bağlanan diğer parçaları kapsar (Şekil 3).

İlk önce amortisörlü piston (8) piston kolu (9)'nun hafifçe yağlanmış fatura açılmış yerine elle sürülür. Lastikle kaplanmış metal bir diskten meydana gelen ve iki contası (Sızdırmazlık) veya kısmına sahip olan, piston kolunun üstüne sürülür. Sonunda **amortisörlü piston** (10), piston çubuğunun vidalı kısmının üstüne vidalanır ve altı köşeli bir anahtarla önceden talimatı verilmiş bir sıkma momentiyle sıkılır. Karşılıklı tutulması için parça 9'un anahtar ağız yüzeylerine oturtulan bir çatal anahtar kullanılır. Bu suretle parçalar aynı ölçüde sıkılmış olur ve piston (10)'un amortisör pistonları (8) ve (11)'in düzlem yüzeylerindeki sızdırmazlığı sağlanır.

Bitirme Montajı (Nihai Montaj). İlk önce silindir flanşları (13, silindir (12) üzerine sürülür ve emniyet bilezikleri (14) silindir boşluğunun içine açılmış olan kanallara yerleştirilir.

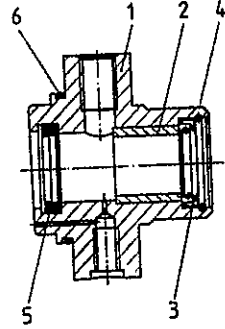
Yapı grubu C'yi yapı grubu A'nın içine monte etmeden önce, piston çubuğu (9) gres yağı ile yağlanır ve ondan sonra ön kapağın yatak burcu (2)'nin içine sokulür. Bu esnada contaların hasar görmemelerine özellikle dikkat edilmelidir.

Bunu takiben piston (10) üzerindeki yağlama maddesi yerleri gres yağı ile doldurulur. Bunlar sızdırmazlık yaka kısımları ile kılavuz kısmı arasında bulunur ve ekstenel yönde tanzim edilen kanallardan geçerek çok miktardaki ceplere ayrılırlar. Piston kolu vasıtasıyla yapı grubu A ile bağlanan piston, pistonun sızdırmazlık yaka kısımlarının hasar görmemesi için, itina ile silindir (12) içine sokulur ve ön kapak ile, fatura (kanal) açılmış deliğinin yuvarlak kesitli conta (6) tarafından sızdırmazlığının sağlandığı düzlem yüzeyine kadar silindir boyunca basılır, ön kapak (1)'e dayandırılır.

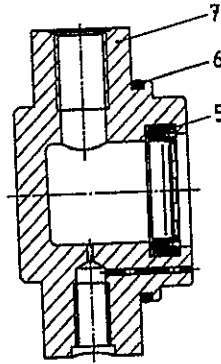
Çapraz kısım üzerinde ilk önce hafifçe ondan sonra kuvvetlice ve sonunda sıkı olarak daha önceden talimatları verilen momentle sıkılan 4 adet **silindirik başlı civatalarla**, ön kapak silindir flanşına tespit edilir.

Nihai kontrol, kolaylıkla hareket ettirilebilirlik kontrolü ile başlar. Bu esnada piston nihai pozisyon durumuna gelinceye kadar, piston kolu ekstenel yönde sürmek suretiyle hareket ettirilir.

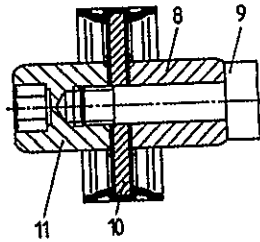
Amortisör (sönümlleme) civataları (16)'nın sıkılmasından sonra **sızdırmazlık kontrolü** yapılır. Bütün conta elemanlarının, ilk önce yaklaşık 1 bar'lık bir basınçta bunu takiben her iki silindir boşluklarının (hacimlerinin) 6 bar'lık bir basınç altında sızdırmazlık bakımından kontrolü yapılır.



Şekil 1 : Basınçlı hava silindirinin yapı grubu -A



Şekil 2 : Basınçlı hava silindirinin yapı grubu -B



Şekil 3 : Basınçlı hava silindirinin yapı grubu -C

Nihai fonksiyon kontrolünde nihai ko- num sönümleme (amortisyon) mertebeleri amortisör civataları (16) ile ayar edilir. Amortisör civataları, bundan sonra üst de- lik kenarının mekanik şekli sayesinde kay- bo-lup gitmesine karşı emniyete alınır.

Tip etiketlerinin yapıştırılmasından sonra, basınçlı hava silindireleri sevkiyat için plastik folye ile ambalajlanır.

Konik Dişli Çarklı Şanzımanın Montajı

Konik dişli çark şanzımanın (Sayfa 391, Şekil 1). İki yapı grubu (kısmi komple) halinde ön montajları yapılır ve ondan son- ra nihai montajı yapılır.

Yapı Grubu A

Yapı grubu A, nihai montajdan önce mil (15) ile birleştirilmesi gereken sözkonusu yapı parçalarını kapsar. Bunlar 12 -13 -15 - 16 - 17 -20 - 22 No'lu parçalardır (Şekil 1).

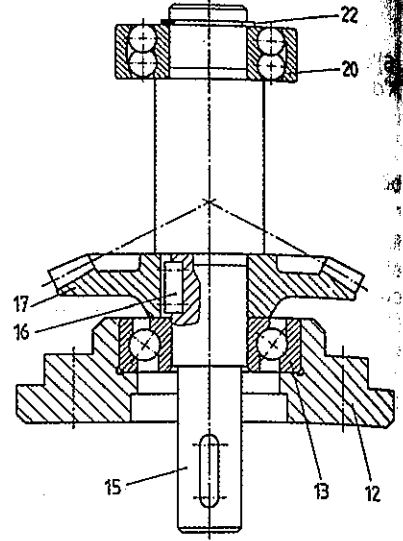
Konik Dişli Çarkın Montajı İlk önce mil kaması (16) mil kama kanalına preslenir. Bu montaj için mil, amaca uygun olan iki adet prizmaya konulur. Mil kaması ile kama kanalı yüzeyleri arasında bir mik- tar boşluk olabileceğinden, mil kamasının muhtemel hafif çekiç darbeleri ile kanalın içine oturtulması gerekebilir. Bu esnada mil- in kama yuvası yüzeylerinin hasar görme- mesine dikkat edilmelidir.

Mil (15) hafifçe yağlandıktan sonra, ko- nik dişli çark (17) milin üstündeki rulman oturma yuvasına kadar sürülür sonra kanal ve mil kaması birbirini hizalayacak şekilde konulanır. Bundan sonra konik dişli çark poryasının üzerindeki mil omuzuna da- yanıncaya kadar, mil oturma yeri üstüne bir zımbalı pres ile bir dereceye kadar bastırılır.

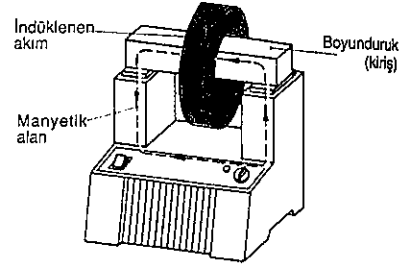
Rulmanların Montajı Konik dişli çarklı şanzımanın içinde öngörülen bütün rul- manlarda iç bileziklerin çevre yükünü karşılaması gerekir. Bundan dolayı alıştırma (uyumlar) dar ve böylelikle bileziklerin montaj (birleştirme) kuvvetleri büyük oldukla- rından, rulmanlar ilk önce millerin üstüne monte edilir. Esas itibariyle her rulman montajında sabırlı, itinalı ve temizlik açısından dikkatli olunmalıdır.

İndüksiyonla ısıtma cihazı (Şekil 2). ile ilk önce (13) yaklaşık olarak 100°C'ye kadar ısıtılır ve ondan sonra yüklemeye yönüne dikkat edilerek milin rulman oturma yüzeyine doğru sürülür. Aynı şekilde oynak rulman (20) monte edilir ve bir emniyet bileziği (22) vasıtasıyla emniyete alınır. Bu esnada emniyet bileziği bir açıcı özel pen- se ile esnetilerek açılır ve radyal yönde hissedilebilen bir boşluğu bulunan mil kanalı- nın içine eksen yönünde kaydırılır.

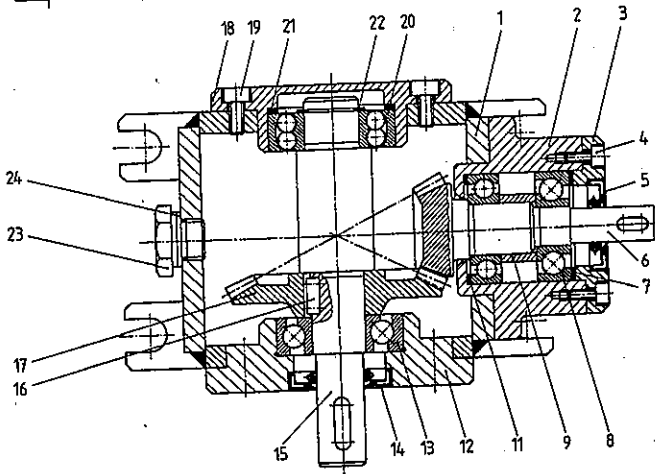
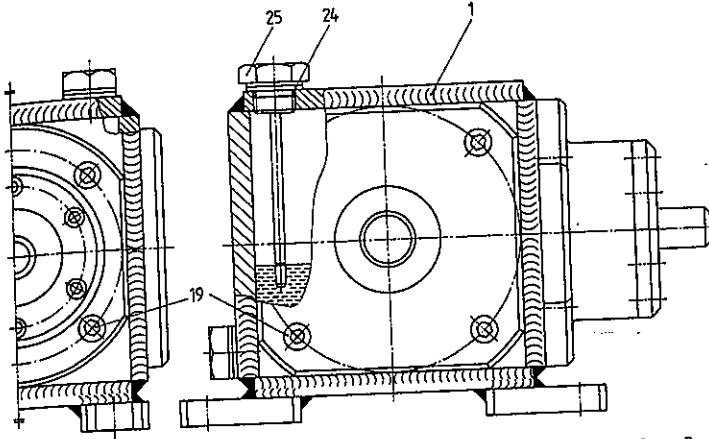
Çok büyük mil alıştırma çapları ile önceden ısıtılan yatak soğutulduktan sonra rul- manın içindeki mevcut boşluk sıfır mertebesine gelinceye, hatta muhtemelen bir faz- lalık meydana gelinceye kadar geriye gidebilir. Bu sebepten dolayı monte edilen rul- manlar bu durumda dış bilezikleri hissedilir derecede döndürülmek suretiyle kolay dönelirlik bakımından kontrol edilir.



Şekil 1: Konik dişli çarklı şanzımanın yapı grubu -A



Şekil 2 : İndüksiyonla ısıtma cihazı



Parça Listesi: Konik Dişli Çarklı Hız kutusu (Şanzıman)

Poz.	Miktarı	Adı	Poz.	Miktarı	Adı	Poz.	Miktarı	Adı
1	1	Şanzıman gövdesi	10	1	Yivli bilyalı rulman	19	12	Silindirik başlı civata
2	1	Yatak gövdesi	11	1	Alıştırma disk	20	1	Oynak rulman
3	1	Yatak kapağı	12	1	Yatak gövdesi	21	1	Yayı ara mesafe disk
4	6	Silindirik başlı civata	13	1	Eğik bilyalı rulman	22	1	emniyet bileziği
5	1	Radyal-mil sızdırmazlık contası	14	1	Radyal mil sızdırmazlık cont.	23	1	Tapa
6	1	Pinyon konik dişli çark	15	1	Mil	24	2	Düz sızdırmazlık bileziği
7	1	Alıştırma disk	16	1	Mil kaması	25	1	Yağ seviye çubuklu tapa
8	1	Eğik bilyalı rulman	17	1	Konik dişli çark			
9	1	Ara mesafe bileziği	18	1	Yatak gövdesi			

Şekil 1 : Konik dişli çarklı hız kutusu-Grup resmi ve parça listesi

Yatak Gövdesinin Montajı Bundan sonra yatak gövdesi (12), deliği hafifçe yağlandıktan sonra eğik bilyalı rulmanın (13) dış bileziğinin üzerine, deliğin düz yüzeyleri dış bileziğe dayanıncaya kadar sürülür. Bunun için gerekli olan montaj kuvveti küçüktür, çünkü dış bilezik ile gövde deliği arasında biraz boşluk vardır.

Yapı Grubu B

Yapı grubu B, yatak gövdesi (2)'nin monte edilmesi gereken parçalarını kapsar. Bunlar, 2-6-8-9-10-11'No'lu parçalarıdır (Şekil 1). Nihai montajda diğer bir disk ile değiştirilen disk (11)'in yerine takılmasından sonra, **yivli bilyalı rulman** (10), 10-11-12 No'lu parçlar arasında boşluk kalmayınca kadar sürülür.

Şanzımanın içinde eğik bilyalı rulmanın iç bileziğine aksenal kuvveti aktaran **ara bileziği** (9) deliğinin içine sürülen eğik bilyalı rulmanın yardımıyla kabaca merkezlenir.

Pinyon konik dişli çark (6)'nın içine preslenmesi için, eğik bilyalı rulmanın iç bileziği bir kovan ile desteklenir.

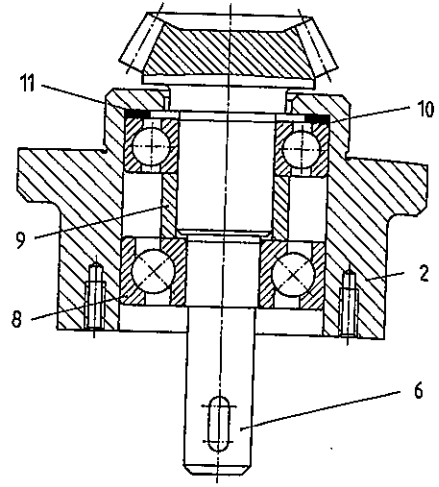
Son (Nihai) montaj

Yapı Grubu A'nın Montajı şanzıman gövdesi (1) üzerindeki yatak gövdesi (12)'nin dayama yüzeyleri sıvı sızdırmaz bir tabaka oluşturduktan sonra, yapı grubu A, oynak rulman (20) ile şanzıman gövdesinin içine yerleştirilir. Bu esnada yatak gövdesi deliğinin içine sürülür ve yatak gövdesinin geçme delikleri şanzıman vida dişli deliklerle aynı hizaya gelecek şekilde döndürülür (Şekil 1). Silindirik başlı civatalar (19)'in içine vidalanması ve hafifçe sıkılması suretiyle, yatak gövdesi ve şanzıman gövdesi bir biri ile bağlanırlar (Şekil 1). Bir yaylı ara mesafe disk (21)'in yatak gövdesi (18)'in içine yerleştirilmesinden sonra, bu, düz yüzeylerin üzerine sıvı conta maddesi sürülür. Sonra, şanzıman gövdesinin içine ve aynı zamanda oynak bilyalı rulman (20)'nin dış bileziğinin üzerine sürülür.

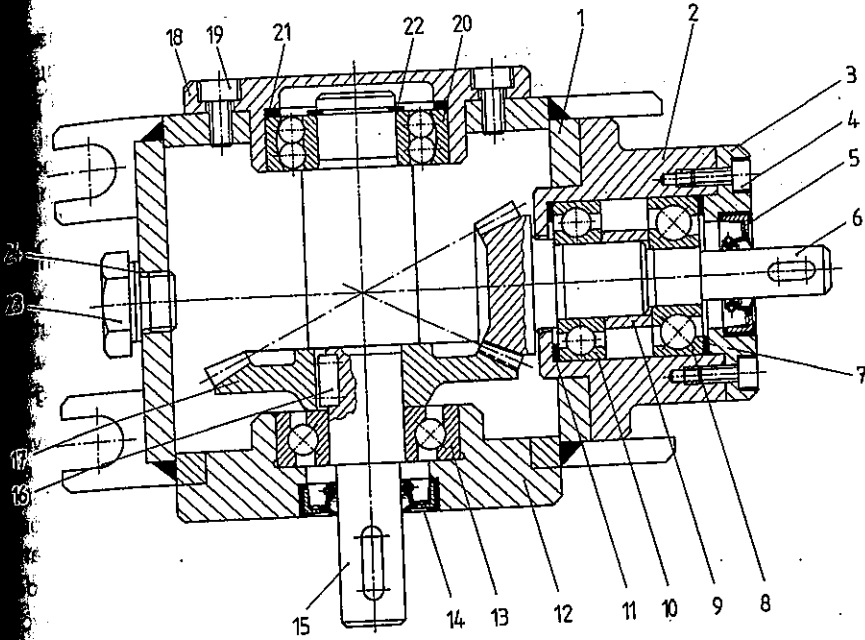
Yatak gövdesi konumunun düzeltilmesinden sonra, her iki taraftan silindirik başlı civata (19)'lar doğru sıkma momenti (tork) değerinde sıkılır. Bundan sonra (15)'in rahat dönebilirliği kontrol edilir.

Yapı Grubu B'nin Montajı: İlk önce yatak gövdesi (2)'nin düz yüzeyine sıvı sızdırmazlık (conta) maddesi sürülür. Yapı grubu B'nin şanzıman gövdesinin içine yerleştirilmesi esnasında dış konumuna dikkat edilmelidir.

Birbirinin içine geçmiş olan konik dişli çarklarda, deneme montajı yapmak suretiyle doğru montaj ara mesafesi araştırılıp bulunur. Bu esnada pinyon konik dişli çark (6)'in durumu aksenal yönde karşılık gelen (uygun) kalınlıktaki bir disk (11) vasıtasıyla yerine alıştırılabilir.



Şekil 1 : Konik dişli çarklı şanzımanın yapı grubu -B



Şekil 1 : Konik (Mahrutli) Dişli Çarklı Şanzıman (kesit)

Herşeyden evvel yatak gövdesi (2), doğru olan gövde tarafının düz yüzeylerine radyal olarak eşit ölçüde dağılım yapılmış olan öreğin 0.8 mm 3 adet aralık mastarına dayanıncaya kadar sürülür. Bu durumda rahat hareket ettirebilirlik veya konik dişli çarkların dişleri arasındaki mevcut boşluk, pinyon konik dişli çark (6)'ın kısa ve hızlı illeri ve geri dönüdürlmesi suretiyle tespit edilir. Daima daha ince aralık mastarları ile yoklamak suretiyle doğru montaj ölçüsü aranıp bulunur. Örneğin 0.4 mm'lik bir aralık mastarı kalınlığında rahat hareket edebilirlik özelliği mevcut ise, yapı grubu B şanzıman gövdesinden çekilir ve arka arkaya sökülür. Çünkü disk (11)'in bu durumda 0.4 mm kalınlığında olan bir diğeri ile değiştirilmesi gerekir. Yapı grubu B'nin yeniden yapılan montajından sonra bu silindirik başlı civatalarla şanzıman gövdesine tespit edilir. Disk (7)'in doğru kalınlığının belirlenmesi, bundan sonra sağlanır. Bu esnada, içine yerleştirilen şimdilik henüz çok kalın olan bir diskin aralık mastarları (Sentilleri) ile yatak gövdesi (2)'nin ve yatak kapağı (3)'nin karşılık gelen düz yüzeyleri arasındaki ara mesafe tespit edilir. Aralık master ölçüsünden daha ince olan bir disk (7)'in monte edilmesi suretiyle, 6 adet silindirik başlı civata (4)'nin sıkılmasından sonra, düz yüzeyler arasında artık hiçbir boşluk kalmayacak duruma erişilir.

Bu durumda her iki radyal-mil conta bilezikleri (5 ve 14) yerlerine monte edilir. Bunların gövdenin içine conta alın kısımlarının her zaman içeriye doğru dönük durumda oturmaları gerekir. Mil conta bileziklerinin montajı için, her iki ucunda uzun diş konikliğe sahip bulunan az cidar kalınlığı olan kovanlar kullanılır.

Mil conta bilezikleri bu kovanların üzerinden milin üstüne sürülür. Bu yardımcı va-

sita olmadan, mil conta bileziğinin mil kama kanalının üzerinden takılması esnasında conta alın kısımlarının hasara uğraması tehlikesi vardır. Conta bileziği - dış çap ile yatak deliği arasında basınç olduğundan, conta bileziklerinin kovanların yardımıyla kenarları katlanmadan dayanma yüzeylerine kadar bastırılır (sürülür).

Yağ Doldurma

Düz conta bilezik (24)'li, yan tarafta bulunan vidalı tapa (23)'nin vidalanması suretiyle yağın içeriye doldurulması için şanzıman gövdesinin ön hazırlığı yapılır. Dişlerin yan yüzeyleri üzerindeki büyük yüzey basıncından dolayı, mutlaka daha önceden talimatı verilmiş olan yağın kullanılması zorunludur. Bu yağ vidalı tapa (25)'nin deliğinden içeriye doldurulur (Şekil 1). Vidalı tapa (25)'nin yağ seviye çubuğu üzerinden, yağ seviyesinin doğru olup olmadığı görülebilir.

Deneme Çalışması

En sonunda saatlerce süren bir deneme çalışması yapılarak konik dişli çarklı şanzıman **yük altında** kontrol edilir. Deneme çalışması esnasında, herşeyden evvel, gövdenin içinde sürtünmeyle meydana gelen sıcaklık artışının, daha önceden talimat olarak verilen sınırlar arasında kalıp kalmadığı tespit edilir. Bundan başka gövde muhtemel bir sızıntı bakımından kontrol edilir. Deneme çalışmasından sonra, muhtemelen aşınma parçacıkları bulunan şanzıman yağı boşaltılır. Bundan sonra yağ boşaltma tapası tekrar kapatılır. Konik dişli çark yan yüzeylerinin taşıyıcı profilini kontrol etmek için, bütün yapı Grubu -B şimdilik şanzıman gövdesinin dışına çıkarılır. Yapı grubu B nin yeniden yapılanma montajından sonra, şanzıman gövdesi yeni yağ ile doldurulur. Bu durumda konik dişli çarklı şanzıman kullanılmaya hazır durumdadır.

Tekrarlama Soruları

- 1 Bir yapı grubu (kısmi komple) nedir?
- 2 Akışlı montajın hangi avantajları vardır?
- 3 Sabit montajdan ne anlaşılmaktadır?
- 4 Büyük makinalar neden sabit olarak monte edilir?
- 5 Contaların neden itinalı olarak monte edilmeleri gerekir?
- 6 Hangi durumlarda rulmanlarda dış bilezik iç bilezikten önce monte edilmelidir?
- 7 Bir makinanın deneme çalışmasının amacı nedir?

4.9 Optik Yapı Elemanları

Optik ölçme cihazları, lazer cihazı, mikroskop ve ışık odalarındaki optik elemanların görevi; ışığı, ışığa duyarlı bir alıcıya doğru hedeflenmiş bir şekilde saptırmasıdır. İnsan gözü, film ve foto veya foto hücreleri örn. eğer ışığın yönü, dağılımı ve dalga boyu, ışığa duyarlı bu alıcıların özelliklerine tam anlamıyla cevap verebiliyorsa ışık ancak resim veya işaretlere (sinyallere) dönüştürülebilir. Işık sapsması için çoğu zaman ışığı yansıtan veya kıran optik yapı elemanları kullanılır.

4.9.1 Optik Işığın Özellikleri

Işık; radyo ve radar dalgaları gibi elektromanyetik dalgalardan oluşmaktadır. Optik ışığın kapsamına, insan gözü ile algılanabilen, görülebilen ışık boylarının yanı sıra, insan gözü ile algılanması mümkün olmayan dalga boylarına sahip kızılötesi veya morötesi ışık dalga boyları da girilmektedir (Şekil 1). 0.4 mm 0.8 mm arasında çok küçük bir ışık dalga boyu alanı gözle görülebilmesine rağmen, bu alan içinde kalan çeşitli dalga boyları renk özelliklerinden dolayı fark edilebilir. Beyaz ışık, ışık kırılması sayesinde her bir dalga boyuna ayrıştırılır ve renk tayfı şeklinde (Gökkuşağı) görülür. Bu tayf içinde mor, mavi, yeşil, turuncu ve kırmızı renkler görülür.

Işın yayılması bütün elektro dalgalar, boşluk içerisinde (vakum da denir) düzgün doğrular şeklinde ve saniyede 300.000 km 'lik bir hızla (ışık hızı) yayılırlar. Diğer bütün ortamlarda, örn. Hava, su, cam gibi ortamlar içerisinde ışığın yayılma hızı daha düşüktür. Düzgün doğrular dalga yayılmasını daha açık, anlaşılır ve basitçe göstermek için "ışık optiği" ya da "optik geometrisi" adı da verilen sistem kullanılır. Bununla, her bir ışık şuasının, ışık demetinin yansıma ve kırılma durumlarındaki hareketleri sergilenir ve tanımlanır.

Optik Ortamlar

İçinde ışık şuasının yol aldığı bütün maddelere optik ortam denir. Vakum da sınırlı olarak bu sınıfa dahil edilebilir. Bir optik ortamın en karakteristik özelliği, ışığın o ortam içerisindeki yayılma hızıdır. Bu ortam kırılma katsayısı ile ifade edilir.

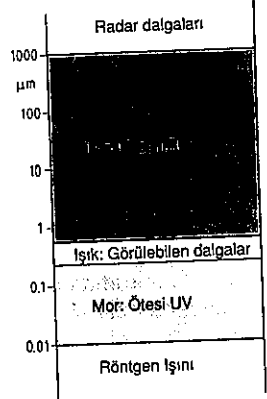
Kırılma katsayısı n, hava içindeki ışık hızının bir başka optik yoğun ortamdaki ışık hızına oranına eşittir (Şekil 2).

Optik olarak daha yoğun olan ortamda ışık daha yavaş yayılır. Bu nedenle bunların kırılma katsayıları, optik olarak daha az yoğun olan ortamından daha büyüktür.

4.9.2 Işığın Kıran Optik Elemanlar

Işık kırılması, ışığın bir başka ortama geçerken maruz kaldığı yön değişikliğidir. Işık, optik olarak daha az yoğun ortamdaki daha yoğun ortama geçerken, dik eksene doğru kırılır (Şekil 3). Bunun tersi durumunda ışık yönü bu sefer dik eksenden uzaklaşarak kırılır.

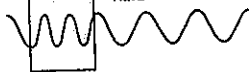
Her iki ortamın optik yoğunlukları birbirinden ne kadar farklı olursa, kırılma ile oluşan ışığın yön değişimi o kadar büyüktür.



Şekil 1 : Optik şuasının dalga boyları

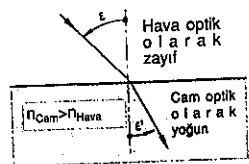
Cam, optik olarak yoğun
 $C_{cam} = 200000 \text{ km/s}$

Hava, optik olarak zayıf
 $C_{hava} = 300000 \text{ km/s}$



$$\text{Kırılma sayısı } n_{cam} = \frac{C_{hava}}{C_{cam}} = 1.5$$

Şekil 2: Optik yoğun ortamda ışık hızının azalması



Şekil 13: Optik yoğun ortama geçişte kırılma olayı

Optik yapı elemanlarının sınır yüzeylerinin biçimi ve konumu, ışığın yayılma hızına etki ederler (Şekil 1).

Paralel plakalar, ışığın yayılma yönünü değiştirmezler, fakat az miktarda paralel kaydırmaya sebep olurlar.

Prizmalar, ışığı saptırırlar. Sapma açısı, prizma açısı ve malzemenin optik yoğunluğu (Kırılma katsayısı) ile büyür.

Mercekler, yüzeylerinin bombe büyüklüğüne ve mercek malzemesinin kırılma katsayısına bağımlı olarak, ışık demetinin çapını değiştirirler.

Toplayıcı Mercekler, paralel gelen ışınları öyle saptırırlarki, bütün ışınlar merceğin odak noktasında (F) kesişirler. Dağıtan mercekler ise paralel gelen ışınları öyle dağıtırlar ki, sanki bütün ışınlar zahiri bir odak noktasında (F') geliyormuş gibi görünürler.

Tam yansımaya, bir sınır açının aşılması durumunda, ışığın yoğun olan ortamdaki dışarı çıkamadığı görülür. Bu durumda kırılma yoktur, bilakis tam yansımaya meydana gelir (Şekil 2). Hava tarafındaki yüzeyin aynalı olmasına bu durumda hiç gerek yoktur. Refleksiyon (yansımaya) prizmaları (sayfa 397) ve ışık taşıyıcıları (Şekil 3) bu prensip ile çalışırlar.

4.9.3 Yansıtıcı Optik Elemanlar

Işığın yansımaya kanunu, tüm ışık yansıtıcı yüzeyler için geçerlidir (Şekil 2 ve şekil 4).

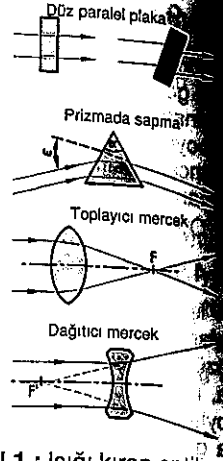
- Yüzeğe çarpan (gelen) ve yansıyan ışık aynı düzlem üzerindedir.
- Geliş açısı dönüş açısına eşittir.
- Işığın yolu döndürülebilir.
- Yansımaya kanunu, ışığın dalga boyundan bağımsız tüm dalga boyları için geçerlidir.

Düz kaygan yüzeylerde, yüzeyin her yerinde düzenli yansımaya olmaktadır. Pürüzlü yüzeyler ise ışığı geliş güzel, kuralsız (düzensiz) yansıtır. Bu durumda dağılmış yansımaya bahsedilebilir (Şekil 4).

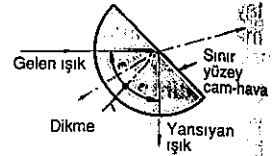
4.9.3.1 Aynalar

Bir aynanın yüzeyinin, geometrik formu, ışık demetinin dağılımını etkilemektedir. Aynalar, düz, tümsek ve çukur aynalar olmak üzere ayrılırlar.

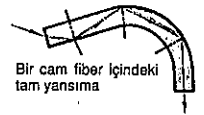
Düz aynalar, ışığın yüzünü değiştirmede (çapına) kullanılır. Paralel ışınlar ise paralel olarak kalırlar (Şekil 4). Tam aynada ışığın tam yansımaya gerekirken, yarı geçirgen aynalarda ise ışığın yalnızca bir kısmı yansıtılır. Işığı kısmen yansıtıcı aynalar olarak bilinen düz plakalar, üzerine metal buharı vasıtasıyla ince bir metal tabaka çekilmiş ve ışığın bir kısmını yansıtıcı aynalardır. Ayna üzerindeki tabakanın kalınlığı ile yansıtılan ve geçirilen ışık şiddeti ayarlanabilir (değiştirilebilir). Işık şiddetinin parçalara ayrılması, yüzey aynalı şeritlerle donatılmış düz plakalar veya prizmalarla da yapılabilir.



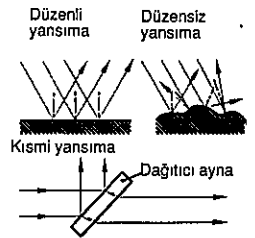
Şekil 1 : Işığın kırılan optik yapı elemanlarındaki ışığın hareketi



Şekil 2 : Tam yansımaya



Şekil 3 : Bir ışık iletken içindeki ışık hareketi



Şekil 4 : Paralel ışınların yansımaya

Bölmeli (Parçalı) Aynalar

Yansıtıcı ışık odalarındaki görevi, kaynağından yayılan ışığı gönderilen ve alınan ışık parçalarına bölmektir (Şekil 1). Işık alıcısı, yansıtıcı tarafından geri yansıtılan ışığın, ışık yolunu kesen bir ışık kesici tarafından engellenmesini kolayca algılar.

Döner aynalar, döndürülebilir şekilde yerleş-tirilmiş aynalardır. Işığın geliş yönü sabit tutulur ve ayna belli bir derecelik açıda döndürülecek olursa, ışık dönme açısının iki misli bir açıda sapmaya uğrar (Şekil 2). Sapmanın iki kat (olması) ışık ölçme çıkışında göstergenin büyümesine neden olur.

Açılı aynalar, iki düz aynanın bir açı altında birbiriyle birleştirilmesi ile oluşur. Işığın yansıma açısı, aynanın köşe açısının daima iki katıdır (Şekil 3). Köşeli aynalar, büyük mesafelerdeki açı ölçümlerinde kullanılır.

Çukur aynalar, aynanın iç yüzeyinden yansıyan ışınların bir noktaya yönlendirmesi ve toplaması (odaklanması) özelliğine sahiptir (Şekil 4). Aynanın biçimi otomobil farlarında olduğu gibi küre veya parabol şeklinde olabilir. Odak noktasından çıkarak ayna yüzeyine çarpan ışınlar ile de ayna eksenine paralel olarak yansıtılabilir bir ışık kümesi oluşturulabilir. Bunun tam tersi olarak, ayna eksenine paralel gelen ışınlar odak noktasında kesişecek şekilde yansıtılır.

Tümsek (Dışbükey) aynalar, ışını dağıtıcı özel-liğe sahiptir. Küçük ve düzgün duran bir resim veren otomobil dikiz aynası, tümsek aynalara örnek verilebilir.

- Düz aynalar ışığın yönünü değiştirirler.
- Eğri aynalar ışık demetinin çapını değiştirirler. Çukur aynalar, ışığı toplayıcı, tümsek aynalar ise dağıtıcı özelliğe sahiptir.

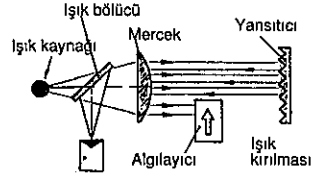
• Parçalı aynalar, bir optik yönlendirici gibi görev yapar ve ışının bir kısmını başka yöne saptırmaya yarar.

4.9.3.2 Tam Yansıma Prizmaları

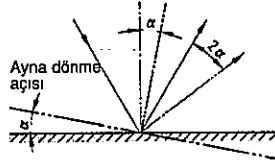
Tam yansımadan azami faydayı sağlamak için, düz yüzeylerin ayna haline getirilmesinden genellikle vazgeçilebilir (Sayfa 396). Yön değişimini, bir görüntünün paralel kaydırılması veya döndürülmesi için aynalar yerine, yüzeyleri çok temiz olarak işlenmiş düzlemlerden oluşan saydam cisimler (cam prizmalar) sağlar (Şekil 5).

90° Sapma	
Paralel kaydırma	
Işık demetinin seviyesi korunarak resim konumunun ters çevrilmesi	

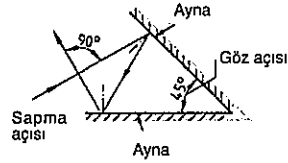
Şekil 5 : Yansıma prizmaları



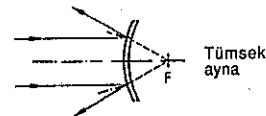
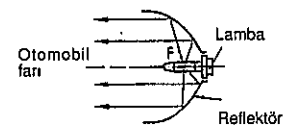
Şekil 1 : Bir yansıtıcı ışık odasının yapısı



Şekil 2 : Döner aynada yansıma



Şekil 3 : 45°'lik açılı aynada sapma



Şekil 4 : Çukur ve tümsek aynalarda ışığın karakteri

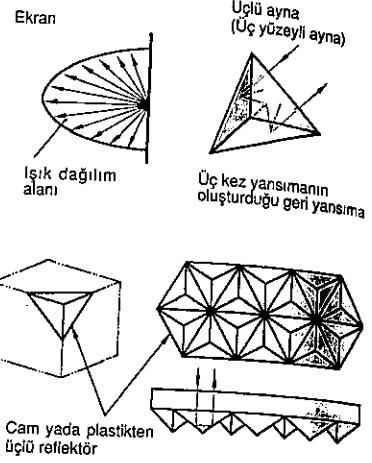
4.9.3.3 Ekran ve Reflektörler

Ekranlar ve reflektörler üzerine gelen ışığın, mümkün olduğunca tamamının izleyici veya ışık alıcısına doğru yansıtılması gerekmektedir. Arzu edilen hacim açısında yayılma, yönlendirilmiş ışık dağılımı ile mümkün olur (Şekil 1).

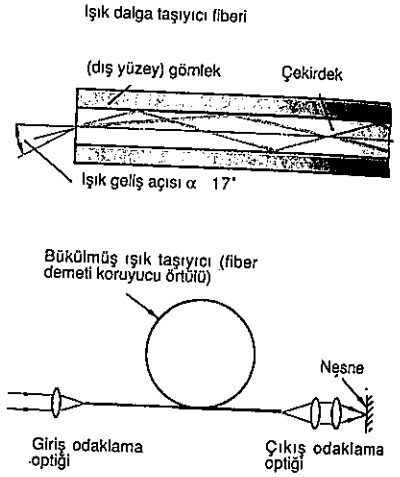
Reflektörlerdeki geri yansıma az bir ışık dağılımı ile birlikte oluşur. Herbir yönden reflektörler üzerine çarpan ışığın yön değişimi, birbirlerine 90°'lik açılar yapan yüzeylerin üzerinde oluşan yansıma ile mümkündür. Bu 3 adet ayna yüzeyinden veya küp köşesi şeklinde yansıma prizmalarından oluşabilir. Otomobillerdeki dikiz aynaları, bir çok plastik saydam cam yüzeyden oluşan, yansıtma özelliği olan büyük bir yüzeyden ibarettir. Işık odalarındaki yansıtıcılar da bu yapıya sahiptirler (Sayfa 397, Şekil 1). Serbest herhangi bir yönden gelen ışınların yön değişiminin bir faydası da, yansıtıcının ışık yoluna kabaca ayarlanabilmesidir.

4.9.4 Işık Dalgası Taşıyıcıları

Işık dalgası taşıyıcıları, teknikte ve tıpta ışığın veya lazer ışığının kolay şekilde iletilmesini, taşınmasını sağlar. Bunlar,saç teli kalınlığında kuvarz cam fiber demeti şeklinde olur ve içinde ışık tam yansıma sayesinde taşınır. Tam yansımanın gerçekleşebilmesi için cam fiber merkezinin dış kabuğuna oranla daha büyük optik yoğunluğa sahip olması gerekmektedir (Şekil 2). Dış yüzey ile en iç kısım çekirdek arasındaki kırılma kat sayısına kadar büyük olursa, dağılan ışık şuasının ve lazer şuasının sahip olacağı geliş açısında o kadar büyük olur. Daha fazla ışığın fiber üzerine düşebilmesi için ışığın, bir toplayıcı mercekle fiberin uçlarına odaklanması gerekir (Şekil 2). Fiberin diğer ucunda ise yine aynı şekilde ışığın, işlenecek cisim veya gözetlenecek nesne üzerine, toplayıcı mercek sistemi vasıtasıyla odaklanması gerekmektedir.



Şekil 1 : Ekran ve reflektörlerin optik etkileri



Şekil 2 : Bir ışık dalgası taşıyıcısı içindeki ışık hareketi

Tekrarlama Soruları

- 1 Beyaz ışığın her bir dalga boyuna parçalanması neticesinde hangi renkler görülür?
- 2 Optik daha yoğun ortama geçerken ışığın yönü nasıl değişir?
- 3 Yansıma kanununu açıklayınız?
- 4 Sınır yüzeylerdeki tam yansıma hangi şartlarda ortaya çıkar?

4.10 İş Makinalarında Güvenlik Tertibatları

İş makinaları bünyesinde oluşturulan güvenlik tertibatlarının görevi, makinaları kullanan operatörü (işçi sağlığı koruması), makinaları (makina koruması) ve çevreyi (çevre koruması) hasarlara ve zararlara karşı korumaktır.

İşçi Koruması

Güvenlik tekniğine uygun yapı:

Makinaların, tehlike arz etmeyecek şekilde imal edilmiş, koruyucu kapaklar ile donatılmış olması gerekmektedir. Modern iş makinaları, talaş sıçramasını önleyen kabini ile sürgülü kapı ve koruyucu pencereden oluşan tam koruma muhafazasına sahiptir. (Şekil 1). Bu şekilde, operatör, hareketli makina parçası, talaş ve iş parçaları tarafından meydana gelecek yaralanmalardan korunmuş ve soğutma, yağlama maddelerinden oluşan buhar dumanının tenneffüs edilmesi önlenmiş olur.

Emniyet Sürgüsü (Kilidi)

Kabin kapısı bir emniyet şalterine sahiptir. Makina ancak kabinin kapanmasından sonra harekete geçirilebilir. Çalışma esnasında kabinin açılması durumunda makina otomatik olarak durur.

Kumanda Panosu

İdare panosu girişinin ayarlama konumuna getirilmesi durumunda, kabin kapı emniyet şalteri devre dışı bırakılır. Bu şekilde açık kapı konumunda makina ayarı yapılması mümkün olur. Böyle bir durumda makina ayarı, ancak tecrübeli ve deneyimli bir usta tarafından yapılmalıdır.

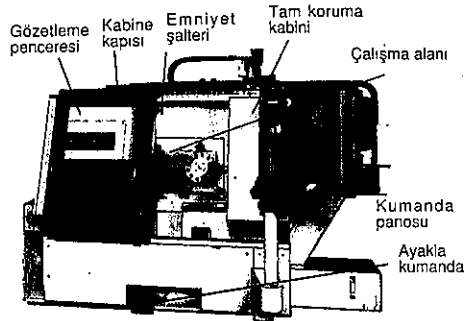
Koruyucu Izgara

Pres makinaları çevresi, sevk ve manevra makinaları çevresi koruyucu ızgara ile emniyete alınmalı ve hiç kimse bu alana girmemelidir.

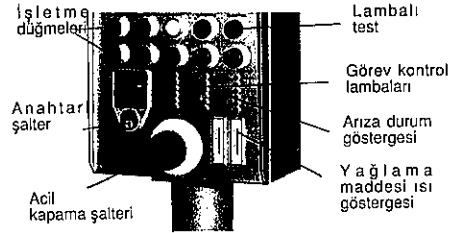
Şalter ve Kontrol Lambaları (Şekil 2)

Anahtarlı şalterler sayesinde makinaların sorumsuz ve görevli olmayan kişilerce çalıştırılması önlenir. Acil durum anahtarı ise, acil durumda makinaların derhal durdurulması için kullanılır. Görev (fonksiyon) kontrol lambaları ile yapı elemanlarının düzenli çalışmaları lambaların yanması ile gösterilirken, arıza bildiren lambaların yanması durumunda bir arıza olduğu bildirilmektedir. Uzman bir kişi makina idare panosuna baktığında makinaların durumu hakkında hemen bilgi sahibi olabilmelidir.

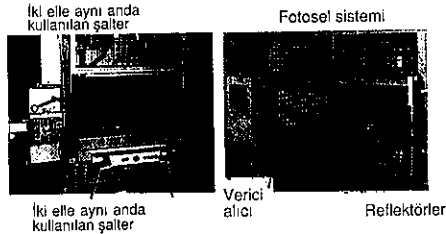
İlave emniyet butonları, örneğin presleme makinalarında mevcuttur (Şekil 3). İkiz şalterler, sağ ve sol elle aynı anda basılması veya çekilmesi durumunda anahtarlamayı yapar. Bu şekilde her iki el tehlike bölgesinden uzak tutulmuş olur. Makina bünyesinde bulunan fotosel sistemi, elin birinin tehlike bölgesine girmesi anında makinaları derhal durdurur.



Şekil 1: Tam korumalı CNC Torna tezgâhi



Şekil 2 : Bir pres tezgâhının idare panosu



Şekil 3 : Preslemede emniyet şalteri

Kullanım ve Güvenlik Talimatları

- İş bölgesinde yapılan bakım onarım çalışmaları esnasında makina, idare panosundaki kapama anahtarı ve şalter dolağındaki ana şalter kapatılarak durdurulur.
- İmalat süresince emniyet tertibatları etkisiz hale getirilmemelidir.
- Elektrik arızaları muhakkak bir elektrik teknisyeni veya uzman tarafından giderilmelidir.
- Hidrolik sistem kaçaqları derhal giderilmelidir (yangın ve çökme tehlikeleri).

Makina Koruması

Hareketli bir makina aksamının sert bir şekilde çarpması mekanik koruma ile önlenabilir. Bu koruma, hareket yolu üzerine monte edilen bir sınırlama çubuğu ile gerçekleştirilir (Şekil 1). Bütün iş makinelerinde her üç çalışma ekseninde (X,Y,Z) ve ilâve cihazlarda, örn. takım değiştiricisinde, emniyet tedbirleri alınmalıdır.

Hareket ve enerji aktaran makina parçalarının (mil, debriyaj, dişli çark düzeni) aşırı mekanik yüklenmesi, araya bağlanan bir emniyet kavraması tarafından önlenir (Şekil 2). Kavramanın yapısına göre, ayarlanan bir yük sınırının aşılması durumunda, kavrama elemanları kayar veya elektronik bir verici ile makinanın çalışmasını durdurulur.

Talaş kaldırma tezgâhlarında, makina yataklarında (kızaklarında) talaş birikmesi nedeniyle, makina kızakları özellikle tehlikeye maruz kalırlar. Bunu önlemek için kızakların üzeri teleskop adı verilen kapakla örtülür veya talaş temizleyicisi ile korunur.

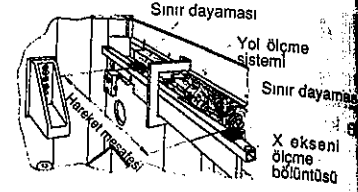
Bir makinanın çalışma emniyeti, tüm fonksiyon elemanlarının görevlerini kusursuz yapması, özellikle de merkezi yağlama sisteminin iyi çalışması ile temin edilebilir. Örn. idare panosu üzerinde bulunan arıza göstergeleri (Şekil 399, Şekil 2) veya yağlama basınç göstergesi bu amaca hizmet eder.

Çarpmaların Önlenmesi

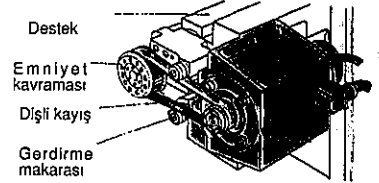
İş aletlerinin, torna aynası veya torna kazağı ile çarpışmasını önlemek için, bir çok takım tezgâhi kontrol sistemleri, çalışma alanının kısıtlanması ile çarpmayı önleyen elektronik tertibatlarla donatılmışlardır. Bunun için kumanda programına, torna aynası ve torna kazağının bulunduğu alanı içeren bir koruma alanı tanımlanır (Şekil 3). Takım bu koruma alanı içerisine yanlışlıkla da olsa sürülemez ve herhangi bir çarpmanın meydana gelmesi sözkonusu olamaz.

Elektriksel Koruma

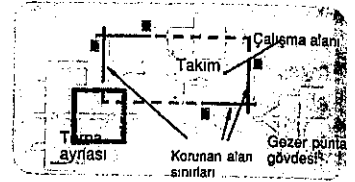
Elektriksel koruma elemanları bir pano içerisinde makinanın arka kısmına monte edilmiştir (Şekil 4). Bu sigortalar, elektrikle çalışan makina parçalarını elektrik akımına karşı korur. Fazla akım sigortaları ve motor koruma şalterleri, aşırı oranda akım çekilmesi durumunda akımı keserler.



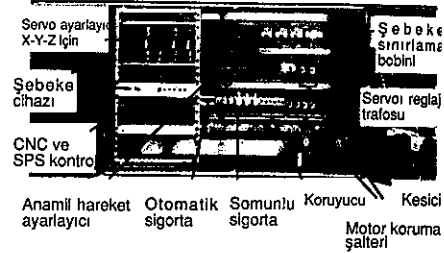
Şekil 1 : X eksenli yol ölçme sistemi tahdit parçası



Şekil 2 : Emniyet kavraması



Şekil 3 : Koruma alanı tesbitini monitörden izleme



Şekil 4: Bir iş makinasının şalter dolabı

Çevre Koruması

Bir makinadan çevreye herhangi zararlı bir madde atılmamalıdır. İş makinalarının örn. soğutma maddesi buharının tam olarak kapsüllenmesi (dışarıya sızmasının önlenmesi) ve gürültünün önlenmesi veya azaltılması tedbirleri mevcuttur. Siyanür kullanılarak sertleştirme yapılan banyo tertibatları, zehirli maddeyi ayıran bir emme tertibatını bünyesinde bulundurmalıdır.

Tekrarlama Soruları

- 1 3 tip emniyet şalterini ve bunların çalışma prensiplerini sayınız?
- 2 Sınırlayıcı parçanın görevlerini sayınız?
- 3 Koruma alanlı emniyet tedbirinin fonksiyonunu açıklayınız?

4.11 İş Tezgahlarının Kurulması ve İşletmeye Alınması

İş makinalarının performansı ve çalışma hassasiyeti, makinanın montaj ve kurulması için ön görülen şartlara uyulmasına bağlıdır. Bu nedenle satın alınırken makina ile beraber verilen işletme talimatlarına uyulmalıdır. Bu talimatlar, taşıma, nakliye, montaj, yerleştirme ve işletmeye alma hususunda uyulması gereken talimatları içermektedir.

Nakliye

Makinanın nakliye işleminden önce bütün hareketli parçaların bağlanması gerekmektedir. Vinç ile yapılacak taşımalarda, üretici firmanın ön gördüğü asma çengelleri kullanılmalıdır. Böyle yapılmadığı durumda makinanın yukarı kaldırma esnasında devrilme tehlikesi ortaya çıkar (Şekil 1). Makina sadece makina gövdesinden itilmeli ya da çekilmelidir.

Giriş Kontrolü ve Temizleme

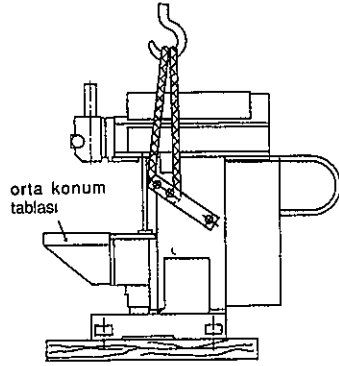
Makina ve aksesuarlarının eksiksiz olduğu kontrol edilmeli ve tespit edilen hasarları derhal nakliye şirketine bildirilmelidir. Sürtünen yüzeyler ve parlak makina parçaları üzerine sürülmüş pastan koruyucu yağlar, yumuşak bir bezle temizlenir ve sürtünmeli çalışan (temaşlı) yüzeyler uygun yağ ile alıştırılır.

Yerleştirme

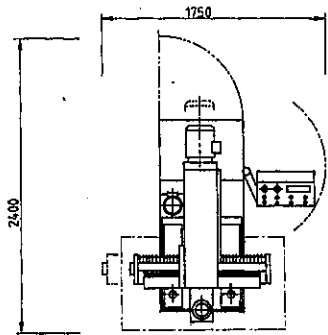
Bir makinanın doğru çalışması, makinanın yerleştirilmesi sırasında aşağıdaki yerleştirme şartlarına uyulmasıyla mümkün olacaktır.

- Makinanın kurulduğu yer sarsıntısız olmalıdır.
- Hiçbir zaman tek taraflı soğutma ve ısıtma olmamalıdır. Çalışma alanı sabit bir alan sıcaklığına sahip olmalıdır.
- Bakım ve onarım çalışmaları esnasında makinanın her yanına erişilebilmelidir.
- Kazaların önlenmesi için, hareket halinde olan tezgah ile duvar arasında bir emniyet mesafesi bulunmalıdır.

İş tezgahı ya imalathanede zemine (sabitleştirilir) tutturulur ya da ayarlanabilen titreşim sönümleneyen elemanlar üzerine monte edilir. Gövde blok bağlantısı ve yer ihtiyacı, yerleşim planında gösterilmektedir (Şekil 2).



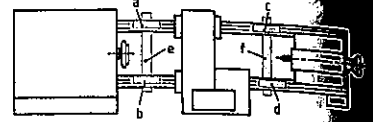
Şekil 1 : Bir frezenin nakliyesi



Şekil 2: Bir frezenin yerleştirilmesi

Ayarlama

Torna tezgâhi ayarlanırken tezgah arabası, kılavuz yatağının ortasına getirilir. Sonra a, b, c, d noktalarında ayar terazisi boyuna e ve f noktasında ise enine yerleştirilir ve ayar yapılır (Şekil 1). Freze ayarı yapılırken, tezgâh tamamen yatay konuma getirilir, bu şekilde olağan ayarlar daha kolay yapılabilir.



Şekil 1 : Bir torna tezgâhının ayarlanması

Muayene ve Kabul

Kurulmuş ve ayarlanmış bir iş tezgâhının kabul işlemi standartlarda belirtilen muayene adımlarına göre yapılır. Torna kızaklarında, kızakların düzgün, doğrusal hareketi, puntalar arası sapma, çalışma milinin (fener mili) salgısı gibi muayeneler yapılır. Freze tezgâhlarında ise ana tezgâh kayıtlarına göre, çeşitli kayma eksenlerinin, paralelliği veya mil ekseninin iş bağlama yüzeyine olan diğliği muayene edilir. Muayene (kabul protokolu) raporunca ölçülerek elde edilen değerlerin yanında önemli makina bilgileri de yer alır.

CNC (Bilgisayarlı Sayısal Denetim) Makinalar için düzenlenen muayene raporlarında, her bir hareket yönünde sürücülerin pozisyon doğruluk ölçme protokolleri de yer alır.

Elektrik bağlantıları

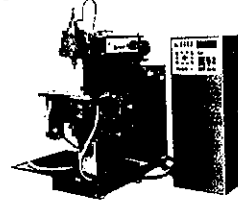
İş tezgâhları, elektrik donanımları ve bağlantıları hazır olarak sevk edilirler. Elektrik donanımları genellikle bir kumanda dolabı içine yerleştirilmiştir. Bağlantı esnasında, özellikle bağlantı gücünün ve şebeke güvenlik sigortalarının doğru seçilmiş olduklarına dikkat edilmelidir. Ayrıca, üç fazlı akımlarda değişken akım yönüne dikkat edilmelidir.

Makina kartı EÜK adlı makina kartı (EÜK= Ekonomik Üretim Komitesi), makina üreticisi tarafından verilir ve iş planları ve hesaplar için kullanılır. Kartın ön yüzünde, makina karakteristiği bilgileri, imalatçı, makina tipi ve makina numarası yanında imalat ve satın alma tarihleri bulunmaktadır (Şekil 2).

EÜK Makina kartı Makina karakteristiği bilgileri arasında en önemli çalışma alan bilgileri bulunmaktadır. Örneğin: Freze milinin ve Freze tezgâhının bilgileri. "Aksesuar/Özel tertibatlar" bölümünde, özel ve ilâve tertibatların sayısı bulunmaktadır. Masraf yeri kısmında, hesaplar ve işletme yeri hesapları sıralanmaktadır. Makina kartının arka yüzünde ise motor güçleri ve diğli çark kademeleri bildirilmektedir.

Tanımlama		Konsüllü Freze Tezgâhi Mâkina kartı tek mli		DIN İşareti	
Yatay-Dikay üniversal		Fabrika No: Am 44 pp	Yatırım No		
		İmalat Tarihi: ...1982	Sipariş Tarihi/No....		
		İmalat No: 82	Taahhüt		
İmalatçı firma:		Özel avadanlıklar		Maliyet	
Satıcı firma:		Dikay freze başlığı		Bulunduğu yer	
1. Çalışma milinin bağlama yüzeyine olan mesafesi 150/560 mm.		Tabla		Makina grubu	
2. Çalışma milinin merkezden alt tabla tutucuya olan mesafe		Toplama kabı (sac)		Maliyet sınıfı	
3. Gövde kayar yüzeyin karşı tutucu mesnetine olan en büyük mesafesi		Soğutma sıvı ünitesi		Kalite derecesi	
4. Çalışma miline kafasının kuvuzlarına olan en büyük mesafesi 250mm		Y-X ve X-Z eksenli için		Özellikle ağabükletör için	
5. Çalışma mili kafasının arka tablo kenarından en büyük mesafesi		Dijital ölçme sistemi		uygundur.	
6. Çalışma milinin orta noktadan gövde boşluğuna olan mesafesi		Hidrolikli toplam bağlama sistemi			
7. Çalışma milinin orta noktadan gövdeye (ayak) olan mesafesi					
8. Çalışma milinin orta noktadan tabla arka kenarına olan en büyük mesafesi					
9. Mil kafasının yatılabilirliği 360°					
10. D...55 mm / Delik 90 mm					
11. DIN'e göre Mil kafası 2079 diğle 40 adet / içte					
12. Dikay olarak milin ayarlanabilirliği 80°yatay mm					
13. Kızakın ayarlanabilirliği					
14. Bağlama yüzeyi 650 x 225 mm: Yana yatılabilirliği...					
15. Y. Çuk sayısı 5. Geniçlik 12 mm: Aralık mesafesi 45mm					
16. Çizimlik ilerlemeli uzunlamasına hareket 890/Elle 420mm					
17. Doğrusal hareketler. Frezelenmede...mm. Spiral frezelenme...mm					
18. Çizimlik ilerlemeli enine hareket 330/elle 350mm					
19. Çizimlik ilerlemeli dikay hareket 380 / elle 400mm					
20. Freze çıkışı Q					
21. Tabla başı: Üç yönlü...mm: bağlanmış uzunluk					
22. Delik...mm Xonik					

Şekil ve yerleşim alan ölçüsü



Yerleşim plan No: Elektrik Akım planı No:

Şekil 2 : EÜK Makina kartı

4.12 Makinaların Kullanımı ve Bakımı

Kullanım

Her makinanın imalatçısı tarafından düzenlenen kullanım kitabı vardır. Bu kitapta, resimlerle ve teknik çizimlerle anlatılan en önemli fonksiyon elemanları ve işletim talimatını da içeren detaylı açıklamalar bulunmaktadır. Makinanın kullanılması bu talimatlara göre yapılmaktadır. Talimat, kitabı herhangi bir arıza durumunda baş vurulacak kaynak olarak ve o ana kadar hiç uygulanmamış imalat işleri ile ilgili talimatları takip etmek için kullanılabilir. Tüm talimatlara uyularak yapılacak bir makina kullanımında, makinaların hasar görmeleri engellenir; kesintisiz bir imalat süreci sağlanır ve makinadan en yüksek düzeyde imalat performansı elde edilebilir.

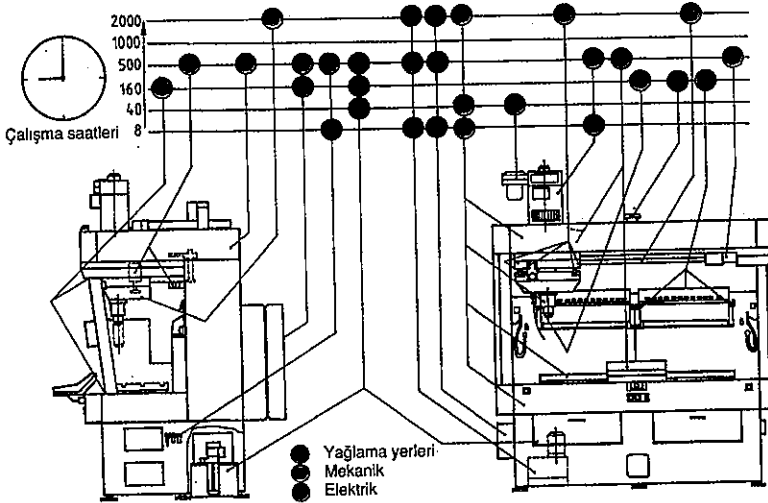
Ayrıca makina imalatçıları, bu şekilde işletme tarafından yapılmayan, makina ayarları, işletmeye alma, personel eğitimi ve bakım hizmetlerini içeren müşteri servis hizmetlerini de sunarlar.

Makina, ilgili eğitimi almış tecrübeli ve yetkili uzman elemanlarca kullanılmalıdır.

Bakım Hizmetleri

Bakım hizmetleri, makinanın sürekli bakımını, kontrolünü ve onarımını içerir. Bu çalışmalar, (aynı zamanda bakım plânı da denilen) makinanın onarım plânında da bulunmaktadır (Şekil 1).

Bakım hizmetleri		
Bakım	Kontrol	Onarım
Temizleme Yağlama Ayarlama	Ölçme Muayene Teşhis	Yiyeleştirme Tamirat Değiştirme



Şekil 1: Bir imalathanenin bakım, onarım planları (Bakım çalışma planları)

Yanda belirtilen tablo ve açıklamalarda, yağlama, soğutucu yağlama maddeleri ve hidrolik sıvıları gibi tavsiye edilen maddeler gösterilmektedir (Tablo 1). Yağlama ve soğutucu maddelerinin özelliklerinin doğru seçimi ve ömrü önemlidir.

Tablo 1: Yağlama çalışmaları ve yağlama maddesi							
Yağlama yeri	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
Makina parçaları	Merkezi yağlama	Buharlı yağlama	Hidrolik sistem	Soğuk yağlama maddesi	İme mili	Takım magazini	Kapı hareketleri
Bakım çalışması Sembolü							
Anlamı	Kontrol etme ve doldurma				Yağlama	Yağlama	Yağlama
Yağlama maddesi	CG-LP 68	HLPD 22	HLPD 22		CG-LP 68	CG-LP 68	CG-LP 68

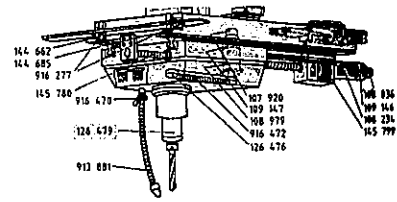
süresince, makinanın çalışma kalitesinin (düzenliliğin), dikkat çeken makina gürültüsü, hidrolik ve yağlama bağlantılarının sızdırmazlığı sürekli olarak muayene edilmelidir.

Makinanın düzenli bakımı, genellikle her bir çalışma günü sonunda veya makina us tasinın bakım çalışmaları planına uygun olarak, herbir vardiyadan (Sayfa 403, Tablo 1 ve Şekil 1) sonra yapılmasıyla gerçekleştirilir.

Tablo 1: Bir işyeri merkezinin bakım onarım planı	
Bakım	
8 İş saatinden sonra (Tek vardiyalı işletmede her gün)	<ul style="list-style-type: none"> — Merkezi yağlama deposu, (1) pnömatik bakım birimi (2) ve hidrolik (3) muayene edilecek ve ihtiyaç durumunda doldurulacak — Makinanın genel bakımı, özellikle çalışma alanı, makina kullanım talep ve soğutucu artıklarından temizlenmeleri (4). — İplik bırakmayan bir temizleme bezi ile temizleme; tazyikli hava kullanılmamalıdır. — Hedef motorların çalışma sesi ve ısısı muayene edilmelidir (5).
40 İş saatinden sonra (Tek vardiyalı işletmede haftalık)	<ul style="list-style-type: none"> — Tüm makinanın genel muntazam bakımı, özellikle şalterler, hareket kuralları, muhafazalar (1) gözetleme penceleri (esaslı) hareketli parçalar (4). — Talaş deposunun boşaltılması, temizlenmesi ve soğutucu depo ve süzgecinin temizlenmesi (7). — Soğutucu pompasını süzgecinin muayenesi, temizlenmesi yada değiştirilmesi (8).
160 İş saatinden sonra (Tek vardiyalı işyerinde aylık)	<ul style="list-style-type: none"> — Örn. avadanlık, takım sapı gibi makina parçalarının işlerinin muayenesi (9). — Soğutucu sıvının değiştirilmesi (10), rakamın üzerinde bulunduğu mil parçası (muyul) üzerinde yağ katmanının oluşmasının muayenesi. — İtme milleri (11) alet haznesi (12) ve sürgülü kapı (kızakları) yataklarının (13) yağlanması. — Ventilator motoru muayene ve temizleme (14).
500 İş saatinden sonra (tek vardiyalı işletmelerde, 3 aylık)	<ul style="list-style-type: none"> — Elektro motorların kömür ve kolektörlerinin muayenesi, temizlenmesi, yenilenmesi (15). — Durdurma şalteri ve acil kapama butonu (şalteri) fonksiyonunun kontrol edilmesi (16). — Koruma röle kontaklarının kumanda dolaplarındaki sigortaların muayene edilmesi (17). — Hidrolik, soğutucu madde ve yağlama sistemlerinin hortum bağlantılarının muayene edilmesi (18).
2000 İş saatinden sonra (tek vardiyalı işletmede bir yıllık)	<ul style="list-style-type: none"> — Hareket kızaklarının aşınma ve yağ tabakası oluşumu muayenesi (19). ayarlama — Hareket ettiren düzen dişli kayışlarının muayenesi ve bolluğunun alınması, gerdirlmesi (20). — Merkezi yağlama sistemi ve hidrolikte (22) yağ değişimi (21). — Aşınan parçaların değiştirilmesi (23).

500 ve 2000 saatlik işletme bakım hizmetleri, daha ziyade yapılan bir sözleşme kapsamında makinanın üretici servisi tarafından veya bakım onarım hizmetleri sunan firmalar tarafından yapılır.

Çalışır durumdaki makina parçalarında oluşan hasarlar; hasarlı parçalar derhal değiştirilerek giderilmelidir. (Arıza bağımlı bakım onarım). Hasarlı parçanın çıkarılması ve yeni parçanın monte edilmesi, kullanım kitabı ile beraber verilen, söküp takma talimatları ve detaylı görünüş çizimleri sayesinde yapılır. Yanlızca makina imalatçısı tarafından belirtilen yedek parçalar kullanılmalıdır. Bu yedek parçalar, yedek parça çizimlerinden öğrenilebilir (Şekil 1).



Şekil 1: Yedek parça çizimi

Sipariş Örneği: WK BO 20 makinası için Ld Nr. 126479 1 adet matkapucu tutucusu.

Modern CNC tezgahlarında bulunan teşhis sistemleri sayesinde, makina elemanlarının yıpranma durumları veya makina arızası bir hata mesajı ile kumanda ekranında gösterilir.

4.13 Yönlendirme (Sevk) Tekniği

Yönlendirme teknikleri, bütün nakil, taşıma, imalat, montaj ve kontrol aşamalarında gereklidir (Şekil 1).

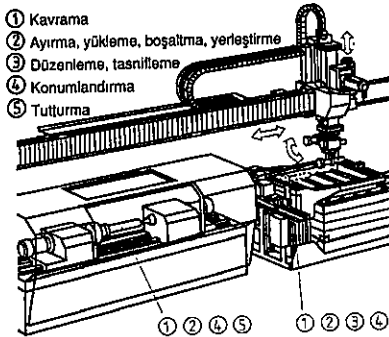
Yönlendirme metodları vasıtasıyla malzeme akışı sağlanmaktadır. Yani imalat için malzemenin donanımların, iş takımları, aletlerin temin ve hazır edilmesi demektir.

4.13.1 Yönlendirme

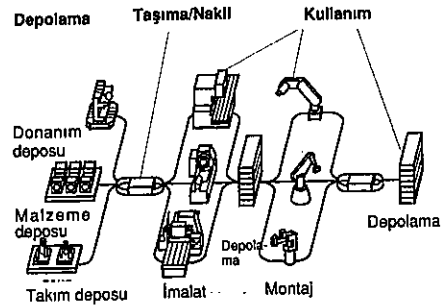
Yönlendirme metodları, elle, yarı otomatik veya tam otomatik olarak yapılır (Şekil 2). Üretim, depolama veya montaj yönlendirme teknikleri çok çeşitli olmasına rağmen, metodlar bir kaç temel fonksiyon altında toplanabilir (Şekil 3).

Yönlendirme tekniği temel fonksiyonları şöyle sıralanabilir: Kavrama, ayırma, düzenleme, verme, yerleştirme, tutturma ve sıkıştırma.

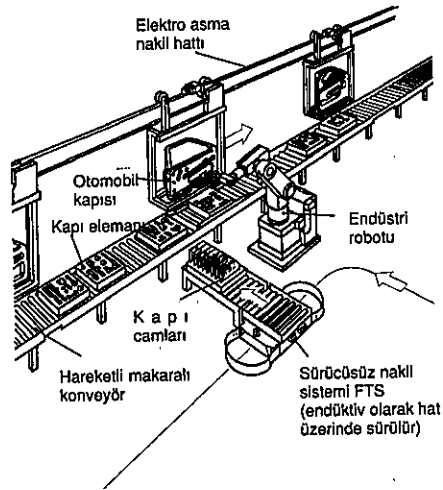
Montajda, kaynak yapımında, ayırma ve yüzey kaplamada makinalara takımlar veya malzemeler yönlendirme (Sevk) donanımları tarafından hareket ettirilir. Bu nedenle, yönlendirme metodları imalat takımına veya malzemeye dayandırılabilir. Bu nedenle, uygulama alanında **İmalat takımı yönlendirmesi** ve **imalat malzemesi yönlendirmesi** olmak üzere iki metottan bahsedilir (Şekil 4).



Şekil 3: Yönlendirme (sevk) metodları

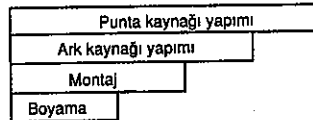


Şekil 1 : Malzeme akışında yönlendirme metodları

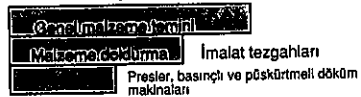


Şekil 2 : Montajda sevk tekniği

Takımı Yönlendirilmesi



Malzeme yönlendirilmesi

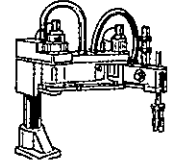
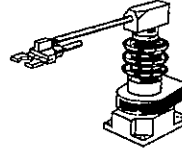
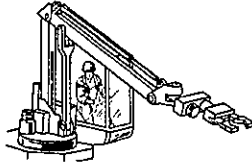
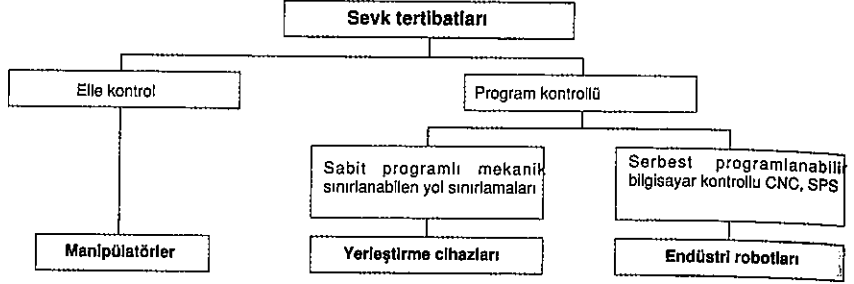


Şekil 4: Endüstri robotlarının uygulama alanı ve sayısal oranları

Küçük ve orta seviyede seri üretimlerde makina ve imalat işlerinin daha esnek programlanabilmesi için, yönlendirme aşamaları, mümkün olduğu kadar, serbest programlanabilir olmalıdır. Daha çok robotların veya yerleştirme cihazlarının imalatlarında kullanılmaya başlanmasıyla, insanlar sıkıcı, monoton veya sağlıkta hayati tehlikeye sebep olan işlerden kurtarılmıştır.

4.13.2 Sevk Tertibatlarının Türlerine Göre Dağılımı

Sevk cihazları, kontrol ve hareket akışının programlanmasına bağlı olarak farklı türlere ayrılır (Şekil 1).



Şekil 1 : Sevk tertibatları türlerine göre dağılım

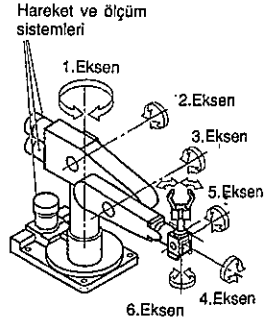
Manipulatörler, bir operatör tarafından yönlendirilen, kontroledilen yönlendirme cihazlarıdır. Bunlar, ağır malzeme ve tehlikeli maddelerin taşınması için kullanılır. Hareket akışı tamamen elle kontrol edilir. Uzaktan kumandalı manipulatörlerden (tek manipulatörler) ise, aşırı hareket, soğuk basınç veya radyoaktif madde gibi tehlike arzeden alanlarda ya da bilimlerde, yönlendirme imkânları sağlamak amacıyla faydalanılır.

Yerleştirme Cihazları, kavrayıcı, tutucu elemanlarla donatılmış hareket otomatlarıdır. Bunlar, genellikle bir noktadan diğer bir noktaya yapılan sürekli kuvvetleri içeren büyük seri üretim hatlarında kullanılır. Örn. İş parçasının veya takımın bir merkezden makineye iletilmesi. Yalnızca; kaldırma, yol ve döndürme açıları, dayamalar veya sınırlama mekanizmaları ile ayarlanabilir.

Endüstri robotları, çok eksenli üniversal kullanılabilir hareketli otomatlardır. Robot hareketleri serbestçe programlanabilir veya çeşitli sensörler (algılayıcılar) aracılığıyla kontrol edilir. Endüstri robotları kavrama, tutma kışkaçları veya takımlarla donatılmış olup yönlendirme veya imalat işlerinde kullanılır. Endüstri robotları, hareket elemanlarının esnek değiştirilebilirliği sayesinde en çok uygulama alanı olan yönlendirme cihazlarıdır. En çok imalat ve montaj uygulamalarında kullanılır.

4.13.3 Endüstri Robotlarının Yapısı

Endüstri robotları oldukça karmaşık bir hareket yapısına (kinematik) sahiptir. Bir parçayı, alanı içinde serbest olarak her yönde döndürülebilmek ve kaydırılabilmek için en az 6 eksenli bir hareket imkânına ihtiyaç vardır (Şekil 2).



Şekil 2: 6 eksenli kışkaçlı endüstri robotu

1,2 ve 3 nolu ana hareket eksenleri ile robotun çalışma alanı içinde bütün noktalara erişilebilir. 4,5,6 nolu eksenleri ile (bilek eksenleri) robot kısılcacı (el) veya takımı alarak hareket merkezlerine sahiptir. Kısılcacın hareket imkânları eksen olarak dikkate alınmaz. Robotun hareket sistemi, dönme eksenleri (R = Rotation) ve düz eksenleri (T = Translation) ile oluşturulur. Üç ana eksenin kombinasyonlarına göre, çeşitli çalışma alanlarına ve düz kollu, köprülü, döner kollu ve bükme kollu robotlar olmak üzere yapı tarzlarına ayrılır (Şekil 1).

	Düz Kollu Robot	Köprülü Robot	Döner kollu Robot	Bükme kollu Robot
1. Hareket eksenlerinin sayısı (n)				
2. Hareket eksenlerinin kombinasyonu				
3. Çalışma alanı (3D)				
4. Uygulanabilir işler				

Şekil 1 : Robotların yapısı ve kullanım sahaları

Yapı Elemanlarına Göre Endüstri Robotlarının Özellikleri

- **Hareket eksenleri sayısı:** Bir robot ne kadar çok hareket eksenine sahip olursa o kadar çok hareketli olur. En yüksek serbestlik derecesi $f = 6$ için, en az 6 adet hareket eksenine gereklidir.
- **Çalışma alanı:** Robotun hareket sahasını belirtir. Bu bütün eksen hareket alanları tarafından oluşturulur ve aynı zamanda robotun tehlikeli hareket alanını sınırlar.
- **Anma yönü:** Müsade edilen taşıma yükünden daima küçüktür ve robot tarafından herhangi bir hız sınırlaması olmadan bu yük hareket ettirilebilir.
- **Hız :** Hareket eksenlerinin hızıdır.
- **Tekrarlama hassasiyeti:** Aynı şartlar altında tekrarlanan hareketler sonucu meydana gelen sapmadır. Bu sapma ± 0.01 mm ve ± 2 mm sınırları arasındadır. Taşınan yük, hız, sağlamlık ve hareket yönüne bağlıdır.
- **Pozisyon hassasiyeti:** Anma yükünün konumlandırılmasında oluşan büyük hedef sapması.

Endüstri robotlarının yapım tarzını, çalışma alanı içindeki ulaşma mesafesi, hareketlilik, hassasiyet ve süratlilik gibi talepler belirler.

Düz kollu Robotlar, yüksek ve tam pozisyonlama hassasiyetinden dolayı ölçme robotları olarak kullanılır.

Köprülü Robotlar, asılı olarak monte edilmiştir ve bu yüzden çalışma alanında yerleştirme uzayına ihtiyaç duyulmaz. Bunlar daha ziyade uzun mesafeli ve süratli yük taşımalarında kullanılır.

Döner Kollu Robotlar (Savrulma tipli), montaj robotları olarak da tanınır. Dikey eksen üzerinde yüksek dayanıklılığa sahiptir ve süratli yatay hareketleri yapabilir.

Bükme Kollu Robotlar: Yapılış tarzları nedeniyle mafsallı robotlar da denir.

Avantajları ise sırayla:

- Yapısına göre çok daha geniş çalışma alanı
- Süratli hareketler
- Alan içinde kavrayıcının veya iş takımlarının her türlü yöne hareketlerinin yapılabilir olması.

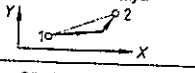
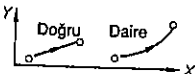
Eğer bu hareket imkanı olmasaydı, kaynak ve boyama işleri yapılamazdı. Robotların yönlendirme ve imalat sahalarında genel amaçlı olarak kullanılabilirliği, çoğunlukla üniversal robotlar olarak tanımlanmalarına neden olmuştur.

4.13.4 Endüstri Robotlarının Yapı Sistemleri










Hareket mekanizmaları, genellikle doğru akım motorları tarafından eksenler hareket ettirilir. Düz eksenli küçük montaj robotları pnömatik tahrik ile de hareket ettirilir. Emniyet açısından, elektrik kesintisi esnasında hareket mekanizmaları çalıştırılmaz.

Yol ölçme sistemleri, konum ve hızları tespit ederek, bu esnadaki her eksen de yapılan dönme ve düz hareketleri ölçer (Şekil 2). Buradaki kontrol sisteminin görevi, programı saklamak, hareket akışlarını kontrol etmek ve gözetlemektir (Şekil 1).




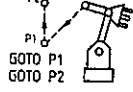
Sensörler (Algılayıcılar) robotların duyu organları olup, robotların uygulama sahalarını genişletmektedir. Dokunmalı sensörler, ilgilenen parçanın biçimini ve konumunu hisseder, yani algı-

Kontrol Tipleri	Uygulama alanı
Noktadan noktaya 	Punta kaynağı yapımı Makinelerin yüklenmesi yada boşaltılması
Sürekli kontrol 	Hat kaynak yapımı laser ışınıyla kesme işlemi düzeltilme, boyama montaj yapımı

Şekil 1: Robot kontrol sistemlerinin uygulamaları

Gözetleme görevleri	Sensör çeşitleri
Konum, pozisyon hız ve ivme	 Dilimli (Segmentli) diskler Açı adım vericisi
Emniyet	 Anahtar Işıklı dolap
Mesafe	 İndüktif veya kapasitif uzaklık algılayıcılar 0,1 ... 10 m  Optik uzaklık sensörü: 1 mm ... 10 m  Akustik sönörler: 1 ... 10m  Temaslı sensörler
Malzeme : Yol hareketi konum, durum algılanması	 Temaslı sensörler  Kamera sistemiyle görüntü, resim kaydı
Güç, basınç dönme momenti	 Güç (Kuvvet) sensörleri

Şekil 2: Sensör (algılayıcı) uygulamaları

Doğrudan Programlama ON-LINE		İş Programlama OF-LINE	
Öğretim programı	Tekrarlama programı	Metin Programı	
 Hareket etme ve bütün hareket noktalarının hafızaya alınması	 Hareket yolunun takip edilmesi ve hafızaya alınması	  GOTO P1 GOTO P2	

Şekil 3 : Robot programlama çeşitleri

lar. Dokunmasız şekilde çalışan sensörler ise (örneğin optik ve elektrik sensörleri), bilgileri robotun çalışma alanından kontrol sistemine taşır. Bu yolla oluşan kuvvetler ve hareketler gözlenmiş olur.

Programlama, ON-LINE, yani doğrudan Robot başında veya OFF-LINE, robotla herhangi bir iribat olmadan iş hazırlıkları safhasında bilgi programlama sistemin başında yapılır (Şekil 3). Öğrenmeli programlamada robota, alan noktaları elle kontrol edilerek tek tek gezdirilir ve kavrama hareketleri yaptırılır. Bu şekilde gerçekleştirilen hareket ve geçiş yolları, ölçme sinyalleri sayesinde kontrol sistemine gönderilir. Buradan istenildiği zaman program, istenilen sayıda tekrar çalıştırılır (Ing. teach = öğretmek, play back = tekrarlama).

Tekrarlama Programı: Robot kolunun elle hareket ettirilmesi ile yapılır. Kontrol sistemi ile bu esnada her bir 20 ms'de (mili saniye) o anki konumu ve yol hareketini hatırlama ve saklar.

Metin programlamasında, program dışı komutlar, talimatlar şeklinde hazırlanıp robotadan robotun program diline çevrilir.

Tekrarlama Soruları

1. Bir iş makinasında hangi sevk şekilleri ortaya çıkar?

2. Mafsallı robotların avantajları nelerdir?

3. Endüstri robotları yapım tarzlarından dolayı hangi özelliklere sahiptir?

4. Sensörlerin görevleri nelerdir?

4.14 Esnek Üretim

Hızlı teknik gelişmelerden dolayı piyasadaki ürünler kısa bir müddet sonra piyasadan çekilir ve yerine yeni ürünler piyasaya çıkarılır (Şekil 1). Bu nedenle, uluslararası piyasada, aynı tür ürünlerin geniş yelpazesine (tipi ve modeli) sahip ürün çeşitliliği ortaya çıkar. Bu ise diğer taraftan, piyasaya çıkan ürünlerin sayısının yani bir birinin düşük tutulmasına neden olmaktadır. Her bir ürün çeşidine kuvvetli talep dalgaları, piyasa şartlarına, taleplerine bağlıdır ve bu değişime firmalar hızlı ve esnek bir şekilde cevap vermektedir.

4.14.1 Hedefler ve Tedbirler

Rekabet koşulları nedeniyle firmaların yalnız uygun maliyette ve iyi kalitede mal üretmekle kalmayıp, aynı zamanda esnek bir üretimi de düşünmeleri gerekir (Şekil 2).

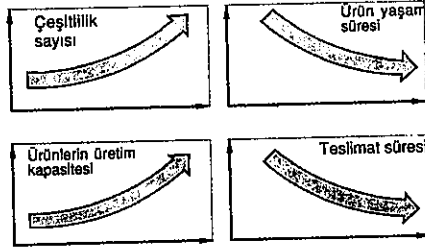
Eğer çeşitli ürün parçaları için gerekli olan değişikliklerin getirdiği yük düşük olursa, esnek bir üretimden söz edilebilir. Arzu edilen ise üretim sayısının bir adet olması yani çeşitli parçalar serbest bir sırada üretilebilir olmasıdır. Ancak düşük üretim sayısı parça maliyetini artırdığından, örneğin, frezelenen parçalar en az 10, tornalanacak parça sayısı ise en az 40 olmalıdır ve bu sayıların altına çok nadiren düşülür.

Esnek üretimin toplam amacına ulaşmak zordur. Farklı iş parçalarının ekonomik bir şekilde üretilmesi sabit sıralamada ve değişken üretim sayısı ile sağlanır.

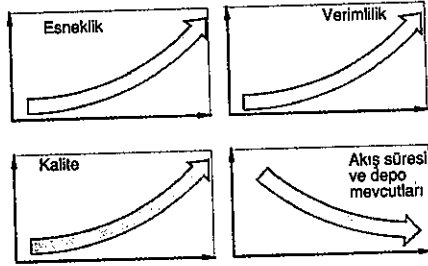
Düşük düzeyde ambar stoku, az süreli yatık kalma ve besleme süreleri, bilgisayar yardımıyla ihtiyaç, depolama ve malzeme hazırlama planlaması ile sağlanır.

Montaja uygun ürün miktarı ara depolama mevcudunu ve fiyatını düşürür. Üretimde, sadece montaj zamanı içinde kullanılacak parçalar üretilir.

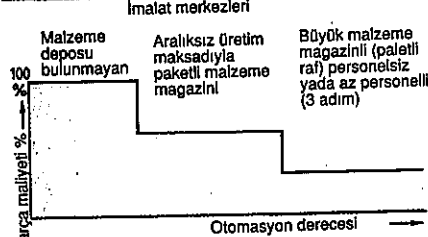
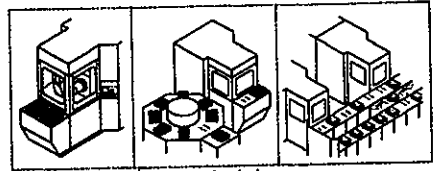
Kısa geçiş süreleri, donanım ve yardımcı sürelerin kısaltılmasını sağlayarak yapılan (Kampli işleme) hazırlanma süresidir. Örnek, Malzeme, Takım ve NC-programları.



Şekil 1 : Piyasa talepleri



Şekil 2 : Şirket hedefleri




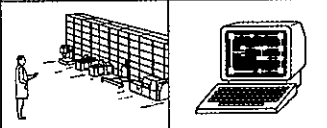

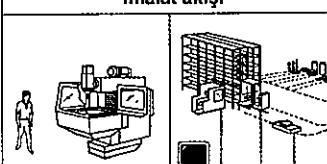

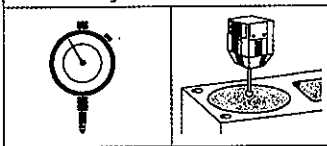
Şekil 3 : Makinadan yararlanma

Düşük parça Maliyeti, sadece iş bitimi saatlerinin birleştirilmesi ve personelin üretim için alarma geçirilmesiyle sağlanır. Örnek; 3 vardiyalı çalışma, makina kapasitesinin en yüksek oranda kullanılmasını sağlar (Şekil 3).

4.14.2 Geleneksel Pratik ve Esnek Otomasyonlu İmalat

Geleneksel pratik imalatta, insan, iş aşamalarının her safhasında etkindir. Yani imal eder, kontrol eder ve ölçer (Tablo 1). Esnek otomasyonla imalatta, bilgisayar sistemi bu görevlerin çoğunu üstlenir. Bilgisayar birbirine bağlı imalat donanımlarının arasında hızlı bilgi ve veri iletişimi sağlar. Deneyimli işçi burada daha ziyade gözetleme ve kontrol görevi üstlenir.

Tablo 1 : Geleneksel ve otomasyonlu imalat karakteristikleri

Geleneksel İmalat	Esnek otomasyonlu İmalat	
Sözlü yada yazılı olarak bilginin iletilmesi Bilgi işlem merkezi	Bilgi akışı Bilgisayar 	
Sorumlu personel tarafından üretimin kontrolü, örn. Usta tarafından Makinalarda mekanik kontrol sistemi	Kontrol 	
Makinalar İmalat merkezleri Özel makinalar Yürüyen handlı imalat Sabit otomasyon	Üretim taslaqları 	
Aynı ve çok sayıda parçalarda otomasyon Personel, bir çok işi doğrudan yapar Yüksek iş paylaşımı	İmalat akışı 	
Elle yapılan, gerçekleştirilen malzeme ve iş takımlarının taşınması ve değiştirilmesi	Malzeme akışı 	
Makina veya tesislerin, iş malzemesi ve iş takımlarının elle kontrolü	İşlem denetlenmesi 	
	Sürekli geçişli bilgi akışı Veri şebekesi, bilgisayar destekli imalat donanımlarını birbirine bağlar ve bütün işletme bölümlerinin veri bankasını oluturur	Bilgisayar kullanımı Bilgisayar destekli kontrol ve üretim işlemlerinin gözetlenmesi ve denetlenmesi Kontrol işlemleri programlanabilir.
	Esnek imalat tesisleri Farklı makina ve montaj ünitelerinin kombinasyonu ile uyumluluk özelliği, esnek takım ve malzeme değişim otomasyonu	Otomatik imalat akışı Elle müdahale edilmeden farklı parçaların belirlenen sırada imal edilmesi Düşük iş paylaşımı
	Esnek malzeme akışı İş malzemesi, iş takımı ve talaşın sevki için entegre taşıma, kullanım ve depolama sistemleri	Otomatik akış optimizasyonu Sensör kontrollü imalat ve tesis denetlenmesi Bilgisayar destekli kalite yönetimi

4.14.3 Esnek Otomasyon

Bütün esnek otomasyona sahip makineler, NC-Makinalarının veya imalat merkezlerinin bir alt kademesi olarak görülebilir (Şekil 1). Eksenlerin nümerik kontrollu olması, anahtarlama işlemlerinin programlanabilir bellekli kumanda ile yapılması ve her türlü verilerin, bilgilerin, arabirimler ve bağlantılar üzerinden taşınabilme imkânları, çeşitli otomasyon kademelerinin temelini oluşturur (Tablo 1).

Otomasyon gereksinimine öncelikle malzeme akışında, yani işparçası ve takımların taşınması, değiştirilmesi, bağlanması ve depolanması için ihtiyaç duyulur. İmalat sistemi üzerinden yapılan bilgi akışı ile malzeme akışı kontrol edilir ve sistem gözetlenir. Ölçme tertibatları, örn. ölçme birimi, iş-takım ve malzemelerin konumunu ve ölçülerini tespit eder.

Esnek imalat sisteminde aynı tarzda veya birbirini tamamlayan imalat makineleri ve ihtiyaca göre düzeltme, yıkama ve ölçme makineleri birbirleriyle bağlanarak bir makineler zinciri oluşturulur. Üst seviyede tanımlanmış olan malzeme ve takım temini şunları sağlamaktadır: Bir vardiya da yeterli sayıda önceden belirlenen oranda takım, malzeme, ham parça magazinde ve işlenim parça depoda hazır tutularak otomatik olarak alınıp tekrar yerine konabilir. Malzemenin paletle takılması ve sökülmesi geri planda otomasyonu ile yapılmaktadır.

Esnek imalat hücresinde aynı veya birbirini tamamlayan tarzda örn. torna tezgâhları ve freze makinelerinden bir grup oluşturulmaktadır (Şekil 1). Esnek imalat hücreleri, bir veya birkaç tip makinadan oluşur (Tablo 1). Paletli depolarda ham malzemelerin hazır tutulması şartıyla, her iki üretim örneğinde de tamamen otomatik olan bir imalat mümkün olmaktadır.

İnsan katkısının veya müdahalesinin azaltılarak makinadan elde edilen verimin yükseltilmesi için imalatta artan oranda yapılan otomasyonla, iş akışlarında yapılan gerekli insan müdahalelerinin azaltılması hedeflenmektedir. Piyasa şartlarına hızlı ve esnek uyum sağlayabilmek için sabit otomasyon yerine yüksek esnekliğe sahip bir otomasyon hedeflenmelidir.



Şekil 1 : Esnek imalat odası

Tablo 1 : Esnek otomasyon aşamaları

İmalat kavramları	Otomasyon bileşenleri
Esnek İmalat sistemi	<ul style="list-style-type: none"> — Bilgisayar yönetimi kontrol ve denetleme — Parçanın bağlanmasından depolanmasına kadar otomatik malzeme taşınması — Bütün imalat birimlerinin birbirine bağlanması
Esnek İmalat hücreleri (odaları)	<ul style="list-style-type: none"> — İmalat bilgisayarı ile kontrol — Paletli magazin ile malzeme beslenmesi — Entegre depo vasıtasıyla malzeme beslenmesi — Takım denetlenmesi — İş parçası ölçü denetlenmesi
İmalat merkezi	Paletli değiştirici ile malzeme değiştirilmesi
NC- Makinesi	<ul style="list-style-type: none"> Otomasyon — Takım değiştirilmesi — Takım magazini

4.14.4 Esneklik ve Verimlilik

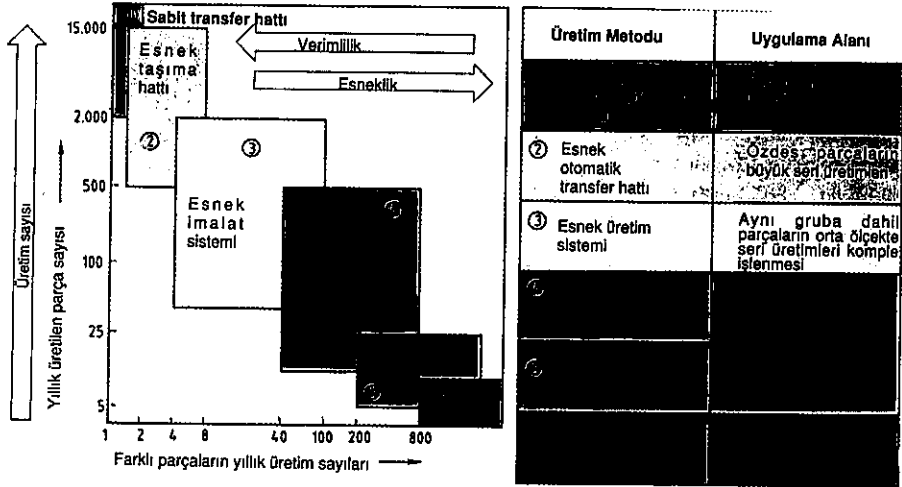
Esneklik ve verimlilik kısmen birbirlerine zıttır (Şekil 1). Büyük sayıda olan üretimlerde verimlilik ön planda tutulmaktadır, çünkü uygun parça maliyetleri ancak yüksek üretim ve satışla mümkün olmaktadır.

Küçük üretim sayılarında ve talebin çok dalgalı olması yüksek bir esneklik gerekmektedir. Sabit otomasyona sahip taşıma paletleri döner hareketli makinelerde veya mekanik torna tezgahlarında, uzun yeniden düzenleme ve hazırlama süresi gerektiğinden kullanılmamaktadır. Çünkü takımların veya malzeme taşıyıcıların konumlandırılması ve hareket yolları, çok zaman gerektiren mekanik ayarlama ile yapılabilmektedir. Buna karşın, hat kontrol sayesinde farklı malzeme formlarının ayarlanabilmesi nedeniyle NC-Makineleri daha esnek kullanılır. Fakat NC-Makinelerinde kompleks bir imalat kısıtlı olarak mümkündür. Genelde tornalama, frezeleme, taşlama, kesme ve şekli değiştirme işlemleri için ayrı bir NC-Makinesi kullanılması gerekmektedir.

Esnek üretim donanımları, yüksek verimli transfer hatları veya yüksek esnekliğe sahip NC-Makinelerinde yapılan tek parça üretiminde bir uyum sağlamaktadır. Esnek hat kontrollü imalat tarzında esnek imalat, karmaşık parçaların büyük ayarlama zamanı gerekmeden yapılmasını sağlar.

Verimlilik, bir parçanın akış süresinin kısaltılmasına uğraşılmasıdır. Çünkü malzeme akış süresi imalat süresinin, işleme süresinin bir kaç mislidir. Bu amaca yönelik olarak imalat merkezlerinde, torna tezgahları veya freze merkezleri komple işleme için oluşturulmuş ve makineler gruplar halinde toplanmıştır. Tornalama, frezeleme veya montaj gibi değişik iş aşamaları, imalat sisteminde veya bir esnek imalat hücrelerinde daha uygun akış süreleri ile verimli olabilir. Esnek üretim donanımları tekli üretim ile seri üretim arasındaki arayı kapatır.

İmalat kavramı gerekli olan esneklik ve verimliliğe bağlıdır.



Şekil 1 : Üretim tertibatlarının uygulama alanları

Tekrarlama Soruları

- 1 Esnek imalat hangi piyasa şartlarını gerektirmektedir?
- 2 Bilgisayar destekli imalatın karakteristik özellikleri nelerdir?
- 3 Esnek imalat hücresi ve işleme merkezi arasındaki en önemli farklar nelerdir?
- 4 Esnek imalat hücresi neden transfer hattı ve NC-Makinesi arasında bir uyum oluşturmaktadır?

5 Kumanda ve Ayarlama Teknikleri

Kumanda ve Ayarlama teknikleri, makina ve tesislerin otomasyonlarını gerçekleştirmeye hizmet ederler. İş Makinalarında örn. talaş kaldırma, yerleştirme, yaklaştırma ve kesme hareketleri ve bir işlemden diğer bir işleme geçiş hareketleri, başlı başına gerçekleştirilmesi gereken hareketlerdir. Bu iş kademeleri, mekanik, pnömatik, hidrolik, elektrik ve elektronik düzenli kumanda ve ayarlama tertibatları tarafından gerçekleştirilir.

5.1 Temel Kavramlar

5.1.1 Kumanda Tekniği

Bir makina tezgahının çalıştırılması için önce elektrik motoru çalıştırılır ve hareket mili harekete geçilir (Şekil 1). Tezgâh tablası, üzerine yerleştirilmiş dayama, sınırlama kadar hareket eder ve temas gerçekleşince bir **Kapama-** İşareti verilir. Bu **Açma ve Kapama** İşaretlerine KUMANDA ETME (KONTROL) denir. Bir kontrol sisteminin elemanları standartlar tarafından belirlenmiş tanımlarla gösterilir:

Açma-Butonu, sinyal verici olarak; Röle, ayar elemanı olarak; elektromotoru çalıştıran gerilimi (U) ise ayar ölçüsü olarak adlandırılır. Tezgâh tablasının katettiği yol (S), kumanda ölçüsü olarak tanımlanır. Bu ise kumanda sistemi tarafından değiştirilebilir. Sinyal verici tarafından etki edilen tabla hareket alanına, kumanda (yolu) mesafesi adı verilir.

Kısaca kumanda tertibatı olarak adlandırılan bu sistemin tümü blok devre planı vasıtasıyla basitleştirilerek gösterilebilir. Bu devrede kumanda elemanları ve kumanda yolu, dikdörtgen şeklinde bloklar ile gösterilirler.

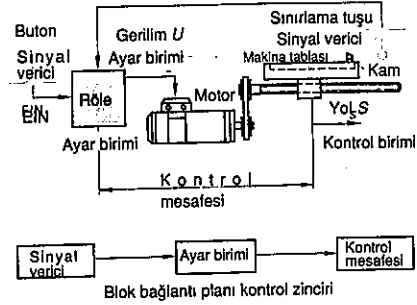
Bloklar arasında çizilen okların yönü, etkileme işleminin yönünü belirtir. İşaretler (Sinyaller) soldan sağa yönelir ve kumanda işlemine geri sürülmezler. Bu nedenle, kumanda zincirinden veya açılı etkileme akışından bahsedilir.

Optik cihazlarda, mikroskoplarda veya ışık odalarında, optik elemanların görevi, ışını, tesbit edilmiş ışığa duyarlı bir alıcının üzerine düşürmek ve yönlendirmektir.

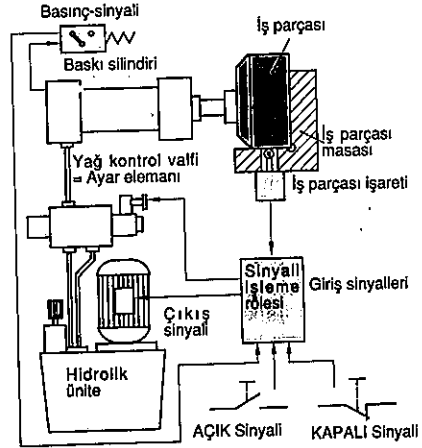
Kumanda tekniğinde, ayarlanabilen bir değer ile bir makina veya tesise etki edilebilir. Bu sırada kontrol değerinin, ayarlanacak değere geri etkisi yoktur.

Bir (Kontrol) Kumanda Örneği

Bir hidrolik sistemde; sıkıştırma basıncı, iş parçası sorgulaması ve elle yapılan açıp kapama işlemleri için sistemin bir çok yerinde sinyaller üretilir. Sinyaller, istenilen arzu edilen işlemleri ard arda bir düzen içinde yapmak için birbirleriyle bağlanmıştır. Örn. Sıkıştırma silindiri, şayet tertibat içerisinde bir işlenecek malzeme bulunuyorsa ve açma butonu basıldıysa hareket etmelidir. Eğer bu şartlar yerine getirildiyse, sin-



Şekil 1 : Kontrol tekniği temel kavramları



Şekil 2 : Hidrolik baskı tertibatı

yal hidrolik üniteyi çalıştırır. Hidrolik pompada üretilen basınçla, sıkıştırma silindirin ileri hareketi ve parçayı sıkma görevi sağlanır. Gerekli sıkma basıncına ulaşıncaya, basınç şalteri hidrolik birimi tekrar durdurur. KAPALI-Butonu ile yol pistonu çalıştırılır, bu (ayar elemanı olarak) silindire geri kumandayı sağlar. Buna benzer bir kumanda düzeni üç kısımda incelenebilir: Sinyal üretimi, sinyal değerlendirilmesi (Örneğin: Sinyallerin birbiriyle birleştirilmesi) ve hareket tertibatı.

Kumanda Kontrol Türleri

Kontrol sistemleri sinyal, değerlendirme (işleme) ve programlama olarak ayrılabilir.

İşaret İşleme Türleri

Birbirini izleyen kontrol tertibatları. Bir makina tezgâhının hareketi için S0 sinyali gereklidir. Bu motoru harekete geçirir. Eğer koruyucu ızgara (S1), tezgah tablası sınır konumu S2 ve AÇMA butonu (S3) gibi bir çok sinyal, hareketin başlamasından önce verilmesi gerekiyorsa, bu sinyaller mantıksal olarak birbirleri ile bağlanır. Bu durumda S1, S2 ve S3 giriş sinyalleri verilirse S0 çıkış sinyali ile motor çalıştırılır (Şekil 1).

Yalnızca sinyali devam ettiren, mantıksal olarak birleştirilmiş sinyallerden oluşan kumandalara, birleştirilmiş kumanda adı verilir.

Kumandalar

Zamana bağlı kumandalarda, hareket işlemleri aşama aşama yapılabilir ve bu kumandalarda sinyal verme işlemi; Örneğin: Sabit dönme hızına sahip bir eksantrikli kontaktör (Şekil 2).

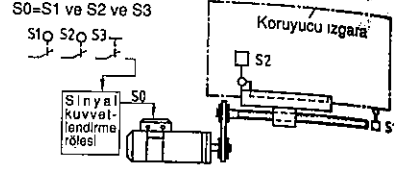
Bu tür bir kumandanın dezavantajı, bir kumanda kademesinin hatalı olması veya hiç yerine getirilmemesine rağmen sinyal verici çalışmasına devam eder.

İşlem bağımlı kumanda daha güvenlidir. Bir önceki (hareket) işlem yapıldıktan sonra ancak bir sonraki işleme geçilir. Örneğin: makina tablası işleme konumuna getirilir (Şekil 3). Orada tabla dayaması (S1)'e doğru hareket eder, bu ilerleme hareketinin hızlı kademesi için gerekli sinyali verir. Hızlı kademe yolu geride kalınca bir diğer dayaması (S2), matkabi işleme hareketi için devreye sokar.

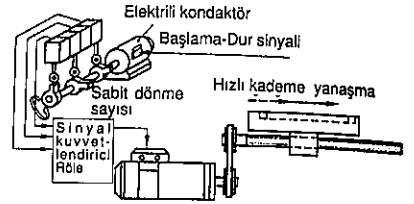
Eğer kumanda kademeleri, bir iş makinasının geride bıraktığı mesafeye eşit ise, bu durumda, işlem bağımlı kumandalara, yol planlı kumanda adı verilir.

Programlama Türleri

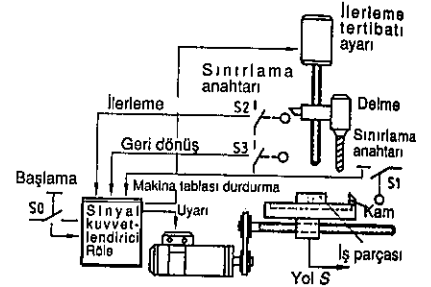
(VPS) Sabit Bağlantılı program kumandalarında, (Şalter, Röle, Transistör) yapı elemanları, sabit bağlantı şeması ile birbirlerine bağlıdır. Bu nedenle, bunlar yalnızca sabit derece ile yapılmış programları gerçekleştirirler (Şekil 4). Programlanmış hafızalı kumandalarda (SPS), programlar elektronik hafızaya girilir ve bağlantı (devre) düzeni değiştirilmeden kolayca yeniden programlanabilir.



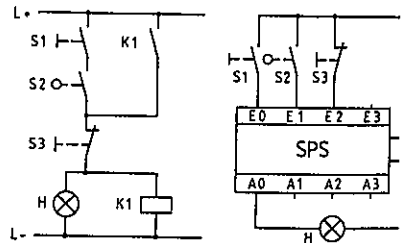
Şekil 1 : Birleştirilmiş kontrol



Şekil 2 : Zamanlı akıcı kontrol



Şekil 3 : İşlem bağımlı kumanda



Şerit bağlantıları, hat bağlantıları ile programlı bağlantı

İşaret bağlantısı aracılığıyla programlı hafıza

Şekil 4 : Bağlantılı ve programlı hafıza kumandaları

5.1.2 Ayarlama Tekniği

İşlemlerin, ayarlama tekniği ile insan etkisi olmadan otomasyonu yapılır. Bunlar; örneğin, sertleştirme fırınında ısının sabit tutulmasına gibi iş tezgâhlarında bir değişkenin istenilen ayarda kalmasını sağlarlar.

Ayarlama İşlemleri

Örneğin klasik bir torna tezgahında, takım kızıağı 10.00 mm sürülsün. Torna tezgâhının elektronik göstergeli bir yol ölçme sistemi olsun. Operatör gösterge üzerinde gidilecek noktanın koordinatlarını ayarlar ve elle ayarlanan noktaya gelinceye kadar el volanı çevrilir. Operatör bu işlemi, gösterge değişimini sürekli izleyerek, kumanda etmektedir.

Aşağıda ayarlama aşamaları gösterilmektedir.

- Takım kızıağının bulunduğu konumun ölçümü.
- Takım kızıağının gerçek değeri ile arzu edilen zamanda, katedilen değer ile karşılaştırılması
- Katedilen değer ve gerçek değer arasındaki fark ortadan kalkana kadar, takım kızıağının hareket ettirilmesi

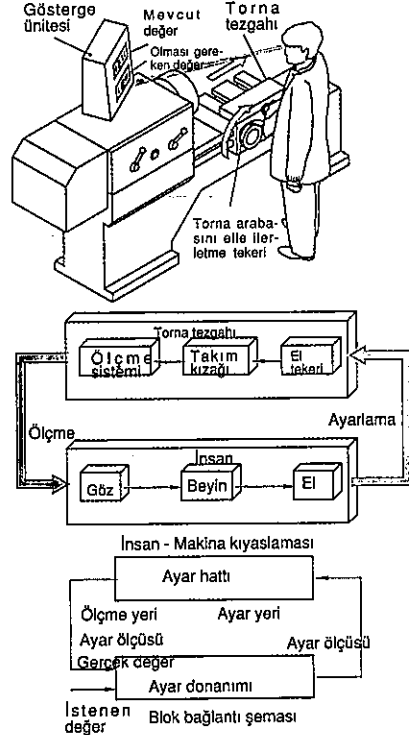
Takım kızıağının insan gücü kullanılmadan hareket ettirilmesi istenirse, ölçme, karşılaştırma ve hareket ettirme görevlerinin bir kontrol sistemi tarafından yapılması gerekecektir. Bu durumda kontrol tertibatı tarafından etki altında tutulan torna tezgâhi, kontrol yolunu oluşturur. Kontrol yolu, çevirme kolu konumunda başlar ve gösterge cihazının ölçme noktasında biter.

Ayarlama bir büyüklüğün gerçek değerinin ölçülmesi ve olması gereken değer ile karşılaştırılarak tekrar ayarlanması işlemleridir. Etki akışı kapalı bir ayarlama devresinde cereyan etmektedir.

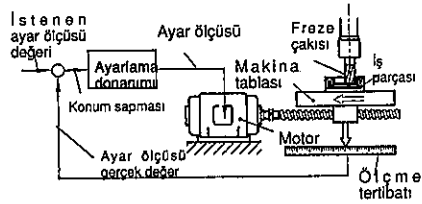
Bir Ayarlama Tertibatı Örneği

Pozisyon ayar devresinin ayar yolu hareket motoru ile başlar, kavrama, vidalı mil ve tezgah tablası sehpası ile devam eder ve ölçme tertibatında son bulur (Şekil 2).

Tezgah tablasının pozisyonu, örneğin bir optik çizgili cetvel ile ölçülür ve ayarlama tertibatı hafızasına girilmiş olan (olması gereken değer) kıyas değeri ile karşılaştırılır. Gerçek değer ile kıyas değeri arasında oluşan bir sapma varsa, hareket motoru tarafından tezgah tablası, arzu edilen pozisyona ulaştırılana kadar hareket ettirilir. Pozisyon ayar devreleri iş makinelerinin tüm CNC kumandalarında bulunur. Bir ayarlama devresinin elemanları standartlarda belirtilen şekiller kullanılarak gösterilir.



Şekil 1 : Ayarlama



Şekil 2 : Konum ayarlama düzeni

Tablo 1 : Ölçme kumanda ayar şekilleri

Şekil	Anlamı	Şekil	Anlamı	Örn. Basınç Düzenleyici Akım Ölçü değiştirici Basınç Elektronik ayarlayıcı Ayar hattı Etekt ayar ü
○	Ölçüm yeri, sensör		Sinyal çevirici	
▽	Ayar yeri, ayar birim		Ayar kontrol	
○	Ayar motoru		Ayar cihazı	
○	Pozisyon cihazı		Ayar cihazı	

Ayar Kontrol (Reglaj) Tipleri

Etki karakteristilerine göre kararsız ve kararlı diye ikiye ayrılırlar.

Kararsız Ayarlayıcılar

Kararsız ayarlar, yalnızca açma ve kapama kontak konumlarına sahiptirler.

Bu nedenle iki nokta kontakları diye adlandırılırlar. İki noktalı kontakın en önemli elemanı bimetal (kontak taşıyıcı) şalterdir (Şekil 1). Fırın ısıtıcısı kapandığında bimetal kontak da kapalıdır. Isıtma anında sıcaklıktan dolayı bimetal bükülür ve kontak açılır. (Üst sınır sıcaklığı) Soğutucu tarafından, sıcaklık alt sınır değerine düşülmesi durumunda kontak tekrar kapanır ve ısınma yeniden başlar.

Açma ve kapama sıcaklıkları arasındaki fark, iki sınırlı ayarlayıcının kontaklama farkıdır. Ayarlanan sıcaklık, ısı iletim hattındaki gecikmeden dolayı alt ve üst sınırları arasında bir değere ulaşır (Şekil 2).

Kontak ayar farkı ne kadar küçük tutulursa o kadar doğru çalışır. Bu durumda ise, kontaklar daha sık açılıp kapanacaktır ve çabuk yıpranacaktır.

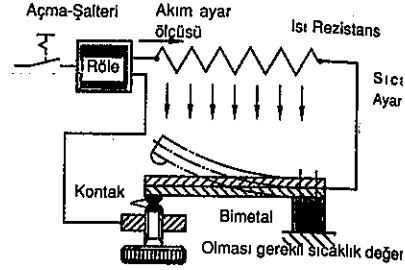
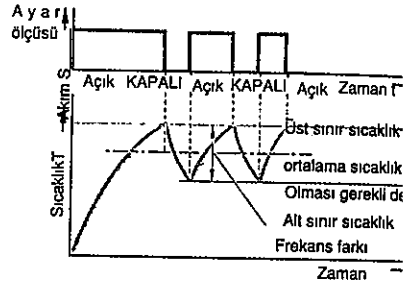
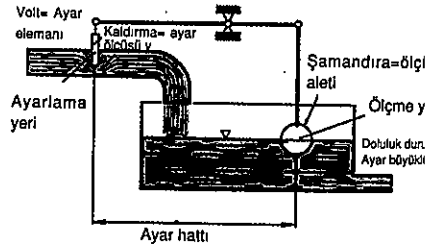
Kararlı Ayarlayıcı

Kararlı ayarlayıcı her bir giriş işaretine bağlı olarak bir çıkış sinyali verir (Analog ayarlayıcı). Ayarlayıcı ayarlama değerini, örneğin; Bir su tankının su seviyesini kararlı ayarlayıcıya göre daha doğru düzenler (Şekil 3).

Su boşalması ile su seviyesi düşer. Şamandıra hareketi ile vanayı açar. Bu şekilde su seviyesinin yükselmesi vanayı tekrar kapatır. Vana iticisinin konumu, ayar büyüklüğü (y), doluluk durumu ise ayar büyüklüğü (x)'dir.

Kararlı ayarlayıcı özellikleri

Bir kararlı ayarlayıcının özelliklerini araştırmak için, giriş sinyali (x) kademeli değiştirilerek çıkış sinyali (y)'nin nasıl

**Şekil 1 : Kararsız Ayarlayıcı****Şekil 2 : İki nokta ayarlayıcıda ayarlama durumu****Şekil 3 : Kararlı ayarlayıcı**

davrandığı gözlenir (Şekil 1). Gözetleme süresince çıkış işaretini nasıl bir değişiklik gösterdiğine geçiş fonksiyonu veya ayarlayıcının sıçrama cevabı denir.

Örnek olarak, Sayfa 416 Şekil 3'deki sıvı deposuna bir kova su boşaltıldığında ayarlayıcı hemen harekete geçer vanayı şamandıranın dökülen su miktarına karşılık gelen bir oranda kapatır. Ayarlayıcının sıçrama cevabı, giriş sinyali değişikliği ile orantılıdır. Ayarlayıcının bu davranışına oransal davranış denir.

Oransal ayarlayıcılar sinyal değişikliğine anında tepki gösterir. Fakat kalıcı bir ayarlama sapması gösterir (P-ayarlayıcı).

İntegral (Ayarlayıcı (I-Ayarlayıcı)

Ayar değerinin sıçrama şeklindeki pozisyon değeri hızının değişmesine neden olur (Şekil 2). I-ayarlayıcı girişindeki ayar sapması ne kadar büyük olursa pozisyon elamanı o kadar hızlı ayarlar.

Örneğin makina tablasının elektrik hareket voltajını sıçramalı şeklinde değiştirirse makina tablası, sabit ve gerilime (voltaja) uygun, bir hızla hareket eder. Makina tablasının yolu ve pozisyon büyüklüğü sürekli artar.

I-ayarlayıcı, P-ayarlayıcı'dan daha yavaştır. Fakat ayar sapmalarını tamamen ortadan kaldırır.

Bir ayarlayıcı difrensial payı (D-payı) pozisyon büyüklüğü y'yi ivmelendirir ve bu şekilde çok hızlı müdahale eder. D- payı yalnızca P,I veya PI ayarlayıcısı ile kombine edilerek kullanılır (Şekil 3).

Elektronik Ayarlayıcı - Ayarlama tekniginde sinyal işlemesi, değerlendirilmesi daha çok elektronik ayarlayıcılarla yapılır. Bunun yanında makina parçalarının hareketine elektro-mekanik veya elektro-hidrolik olarak kumanda edilir.

Elektronik ayarlayıcıda bir transistörlü yükseltici ve P,I ve D davranışlarını üretmek için dirençler ve kondensatörler kullanılır (Şekil 4). P, I ve D değerleri, birçok ayarlayıcıda olduğu gibi, ayar yolunun düzenlenmesinde kullanılır.

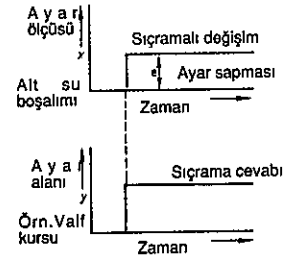
Örnek; Ayarlı Oransal Valf Ayarlı oransal valfin sahip olduğu mesafe ölçeri, valf hareketini elektriksel olarak ölçer ve ölçülen bu akımı (gerçek değeri) PID ayarlayıcısına gönderir (Sayfa 418, Şekil 1).

PID Ayarlayıcının Optimizasyonu

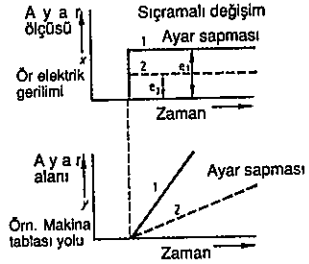
Bir optimizasyonundan, ayarlama işleminin mümkün olduğunca hızlı ve dalgasız olması için ayarlayıcının P,I ve D değerlerinin düzenlenmesi anlaşılır.

Bunun için şu şekilde hareket edilebilir.

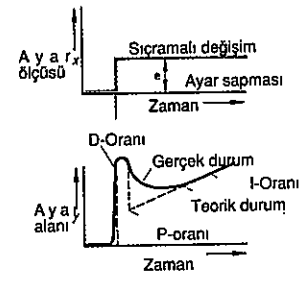
P-Payının ayarlanması



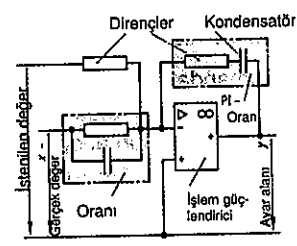
Şekil 1 : P-Durumu



Şekil 2 : I-Durumu



Şekil 3 : PID-Durumu



Şekil 4 : Elektronik PID-Ayarlayıcı

P-Potansiyometresi ile esas değerin en büyük valf (ventil) hareketinin % 50 sine ayarlanır (Şekil 2a ve 2b).

Sonra, elektro mıknatıs atlamalı kapatılır ve açılır. Geçiş fonksiyonu bir osilaskopta gözlenir. Hemen ardından, ayarlayıcı devresinin dalgalanma göstermeyecek şekilde P-payı artırılır.

I-Payının ayarlanması

I-Potansiyometre ile, devrede hafif bir dalgalanma olacak şekilde I-payı artırılır (Şekil 2c).

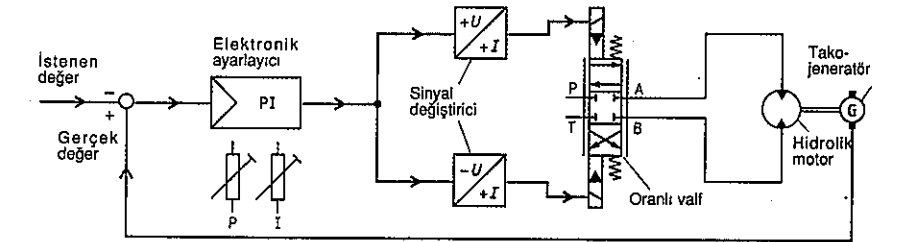
D-Payının ayarlanması

Ayarlayıcının (Reglajın) esas değeri tekrar açılır ve kapanır ve D-payı, üst dalgalanma ortadan kalkana kadar artırılır (Şekil 2d).

Örnek; Hidrometre devir ayarı

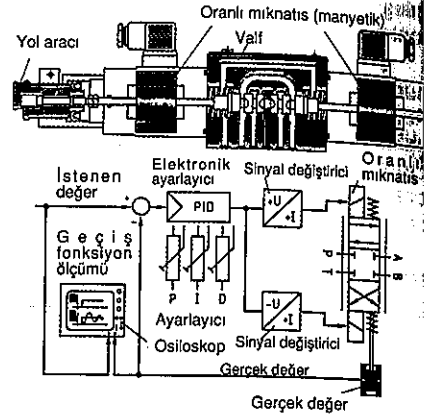
Yük değişimleri esnasında hidrometrenin devrini sabit tutmak için PI-reglajı kullanılır (Şekil 3). Ayar birimi, PI-reglaj tarafından sürülen oransal ventilden oluşur. Hız jeneratörü, elektrik sinyali olarak, devir sayısının gerçek değerini üretir, bu gerçek değer, itibari değer ile karşılaştırılır. Bu iki değer arasındaki akım değeri ayar sapmasını verir. Bu sapma ile PI-reglajı devir sayısını değiştirerek ayarlamayı yapar.

Tekrarlama Soruları

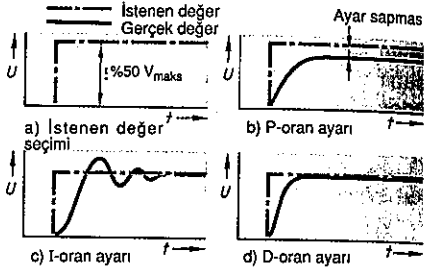


Şekil 3 : Hidromotor devir ayarı

- 1 Kumanda'dan ne anlaşılacaktır?
- 2 Bağlantılı kumandanın özellikleri nelerdir?
- 3 Her iki akış kumandanın özellikleri nelerdir?
- 4 Bağlantı program kumandası ile, hafıza programlı kumanda arasındaki fark nedir?
- 5 Ayarlama'dan ne anlaşılacaktır?
- 6 Kararsız ve kararlı ayarlayıcılar (reglajlar) arasındaki fark nedir?
- 7 Kararlı ayarlayıcılarda sıçrama cevabı nasıl oluşturulur?
- 8 P ve I ayarlayıcılarının fayda ve mahzurları nelerdir?
- 9 Kararlı ayarlayıcıda D payının etkisi nedir?
- 10 Bir ayarlayıcıda optimizasyonun hedefleri nelerdir?



Şekil 1 : Ayarlı oransal ventil



Şekil 2: PID-Ayarlayıcının optimizasyonu

5.2 Kontrol Görevlerinin Çözüm Temel İlkeleri

5.2.1 Bir Kontrol'ün Yapısı

Bir kumanda sistemi içerisinde, yapı elemanları, sistem içindeki etkinlik önceliklerine göre sıralanır (Şekil 1).

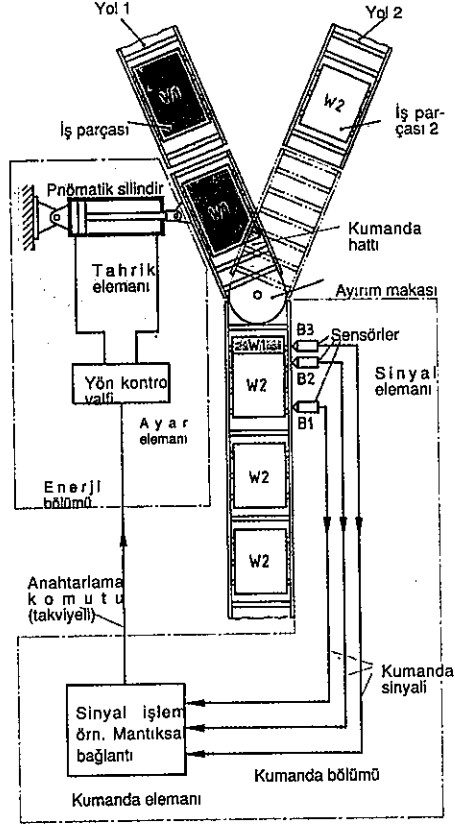
Kumanda sinyalleri, sinyal elemanları tarafından kumanda kısmına iletilir. Kumanda elemanları bu sinyalleri değerlendirir ve ürettikleri kumanda emrini ayar elemanlarına verir. Kumanda sisteminin elektrik kısmında, ayar elemanı hareket elemanlarına kumanda eder, bu ise kumanda görevine uygun olarak ayar mesafasına etki eder.

Örnek; Tasnif (ayırma) tesisinin kumanda işlemi Şekil 1'de gösterilen tasnifleme tesisinde, B1, B2 ve B3 algılayıcıları ile 1. iş parçasının uzunluğunu B2 ve 2. parçasının uzunluğunu B3 tesbit eder. Bu tesbit edilen işaretlerin mantıksal bağlantısı kurularak, güçlendirilmiş çıkış sinyali, anahtarlama emri olarak yol verme valfine gönderilir. Yön verme valfi, pnömatrik silindire kumanda eder. Bu ise, ayırma makasını ayarlayarak, 1 büyüklüğünde malzemenin 1. yola, 2 büyüklüğündeki malzemenin 2. yola kaymasını sağlar.

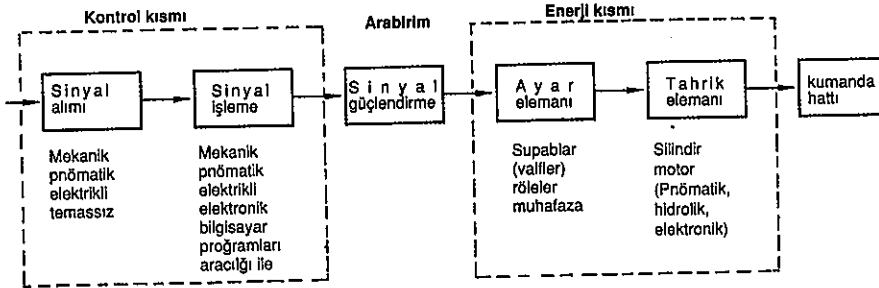
Hem enerji tasarrufu sağlamak, hem de küçük makina elemanlarını sinyal ve kumanda elemanları olarak kullanabilmek için kumanda sistemlerinde, kumanda elemanları ve elektrik aksamalarının enerji beslemesi ayrı yapılır (Şekil 2).

Pnömatrik ve hidrolik sistemlerinde, kumanda elemanları daha düşük basınçla çalıştırabilir. Bu ayırım sayesinde, sinyal alma işlemi ve kumanda kısmında işaretin değerlendirilmesi, çok çeşitli yapılabilirler.

Kumanda kısmı ve enerji kısmı arasındaki arabirimle, eğer enerji kısmında çok daha büyük kuvvete ihtiyaç varsa, kumanda kısmı çıkış sinyali o oranda kuvvetlendirilmelidir.



Şekil 1 : Ayırma (tasnif) Otomatizinin kontrolü



Şekil 2 : Kontrol ve enerji kısımlarının ayrımı

5.2.2 Kumanda Zincirinin Yapı

Elemanları

Kumanda zincirinde fonksiyonlarına göre yapı elemanları şu şekilde sıralanır (Şekil 1).

- Sinyal elemanları fiziksel değerleri kumanda zincirini giriş değerleri olarak kavrar.
- Kumanda elemanları algılanan sinyalleri, değerlendirir, değiştirir, mantıksal olarak birbirine bağlar, esas değerlerle karşılaştırır ve kuvvetlendirir.
- Ayar elemanları enerji veya hacim akımını arzu edilen şekilde kumanda eder.
- Hareket elemanları kumanda zinciri çıkış değerini üretir ve bununla kumanda yolunu etkilerler.

5.2.2.1 Sinyal Çeşitleri

Sinyal elemanları tarafından, fiziksel büyüklükler şeklinde görülüp algılanan sinyaller farklı biçimlerde olabilirler. Sinyallere analog, ikili (binary) ve dijital (sayısal) şekilde olur.

Analog Sinyaller kararlı olarak etki eden, sinyallerdir (Şekil 2). Burada kontrol değeri giriş sinyalinin bir kopyasıdır. Örneğin bir vanaya eksantrik mil ile kumanda edilmesi.

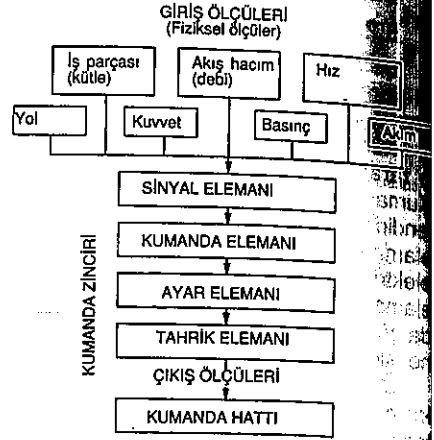
İkili Sinyaller (Binary sinyaller), Bu sinyaller iki değişik değeri veya durumu gösterir. Açık ve kapalı, akım ileten ve akım iletmeyen, 1 ve 0 veya sağa dönüş gibi (Şekil 2).

Kumandaların çoğunda giriş sinyali olarak ikili sinyaller kullanılır.

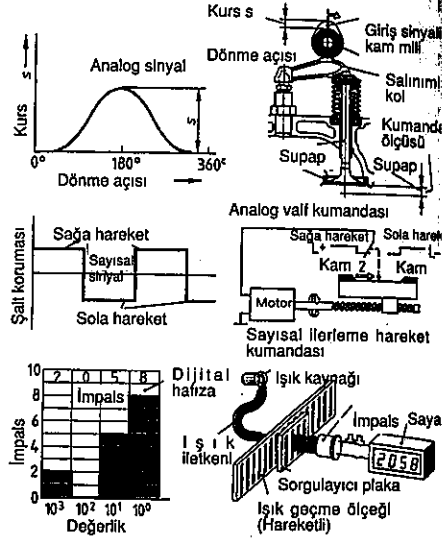
Sayısal (Dijital) Sinyaller Sayısal sinyaller sayısal değerleri gösterir. Bu kumanda sinyalleri genellikle ikili kodlanmışdır. Örn. sayı kodunda iki sayı şeklindedir.

Gösterilen sayıya uygun olarak, sayısal giriş sinyallerine, kumanda işleminde pulsar üretilir. Örn. Bu pulsar, kademeli motor tarafından yol kademeleri olarak, makina tablası hareketine dönüştürülür (Şekil 3).

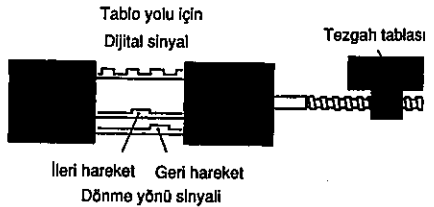
CNC- Kumandalı düzende program aracılığı ile sayılar (kordinat değerleri) girildiğinde, sayma sistemi, makina tablasının hareketi boyunca ışık pulsalarını sayar ve girilen sayının değerine ulaşıncaya kadar (Şekil 2).



Şekil 1 : Kumanda zincirinin elemanları



Şekil 2 : Sinyal türleri ve Sinyal (değerlendirilmesi) işlenmesi



Şekil 3 : Sayısal hareket kontrolü

5.2.2.2 Sinyal Alıcılar (Sensörler)

Sinyal alıcılar, sensörler, bir kumanda zincirinin ilk elemanlarını oluşturur. Sensörler; fiziksel ölçüm değerlerini algılayıp, onları sinyallere dönüştürüp, bir sonraki değerlendirme, işleme aşamasına verir. Sensörler, temaslı (Örn. tahdit kaması gibi) ve temassız çalışan (Örn. manyetik hareket ettirilen yanıştırma şalteri gibi) olmak üzere iki sınıfa ayrılır.

Temaslı Sensörler

Temaslı çalışan sensörler, dokunmatik şalter ve ayar şalteri gibi, kas kuvveti, mekanik veya basınç ile hareket ettirilir. Hareketli çalışan bu tür sensörler, pnömatik, hidrolik veya elektrik sinyalleri üretir.

Dokunmatik Şalter, pergel sadece temas süresince sinyal verir (Şekil 1). Elektrikli butonlar birden fazla kontakta oluşabilir. Çalıştırma anında, kontaklar eğer bir elektrik devresini kapatıyorsa bunlara kapatıcı kontaklar, akım devresini kesen kontaklara ise AÇAN KONTAK denir.

İri, kırmızı, mantar biçimli tepeli butonlar ve açan kontaklar acil kapama butonu olarak kullanılır. Acil kapama işleminde, buton yuvaya kilitlenir ve acil duruma neden olan sorun giderildikten sonra tekrar açılır.

Sınır dokunmatikleri, silindirin veya tezgahın uç kısmı yada sınır kısmına ulaşıncaya kama tarafından çalıştırılır. Bu, yol bilgisini daha ileriki işler için iletir.

Sınır dokunmatikleri genelde dokunma makaralı 3/2 yol valiflerinden oluşur (Şekil 2).

Ayar şalterleri, getirildikleri konumda kalır.

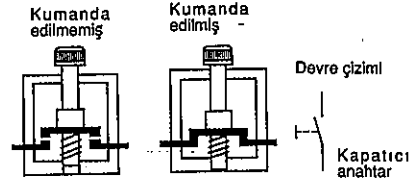
Temassız Çalışan Sensörler

Pnömatik sensörler, iş parçasını ve konumunu dokunmadan, temas olmadan tesbit ederler. Hava odaları, sıkıştırma memesi (fiskiye) ve yansımamemesi (fiskiyesi) olarak çeşitlere ayrılır (Şekil 3).

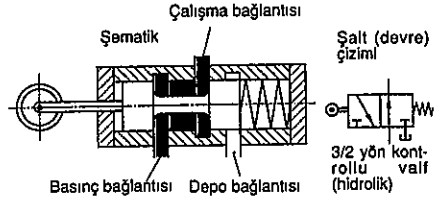
Hava odaları bir verici ve alıcıdan oluşan bir düzenden olur. Hava akışını bir iş parçası engellerse ($P_e=0,1...2,5$ bar), sinyal olarak gönderilir.

Sıkıştırma fiskiyesi önüne bir iş parçası getirilirse, fiskiye borusunda bir basınç oluşur ve sinyal 1 olarak verilir.

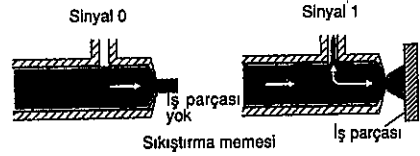
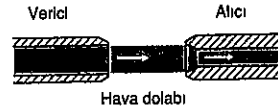
Yansımamemesi (refleks) fiskiyesinde hava, çember memeden dışarı çıkar. Eğer iş parçası yoksa, çıkışta sinyal 0'dır. Meme önüne bir iş parçası gelirse, hava akışı yansıtılır (Sinyal 1).



Şekil 1 : Elektrik butonu (kapatıcı)



Şekil 2 : Tahdit dokunmatığı



Şekil 3 : Pnömatik Sensörler

Endüktif sensör, etki alanı içinde (sondaj) üzerinden geçen metal parçaları tespit eder, üretilen elektrik sinyali ileri verir. (Tablo 1, Şekiller 1 ve 2)

Kapasitif sensör, sıvılara veya cam, plastik odun ve metalden yapılan tüm maddelere karşı reaksiyon gösterir.

Opto elektronik sensörler, fazla dı-yotta kızıl ötesi pulslar gönderir. Yaklaşan bir cisim durumunda, yansıyan şua, anahtarlama pulsu üretir.

Ses ötesi sensörler, cisimlerin mesafelerini, ses pulslarının eko süresini ölçerek tesbit ederler ve ayarlanan mesafeye erişilince anahtarlama yaparlar.

Manyetik sensörler, plastik mum bloku içine yerleştirilmiş kapama kontaklarından oluşur. Bu kontaklar, bir mıknatısın yaklaşması durumunda anahtarlama yapar ve elektrik sinyalleri verir. Pnömatik silindirin son durumunu, temassız olarak tesbit eder.

Temassız sensörler, devre (anahtarlama) planlarında standart semboller kullanılır. Bunların çıkış sinyalleri kapama ve açma fonksiyonları vardır.

5.2.2.3 Kumanda Elemanları

Kumanda elemanları, sinyalleri değerlendirerek ayarlama elemanlarına anahtarlama komutları gönderir.

Sinyal değerlendirilmesinden şu hususlar anlaşılır.

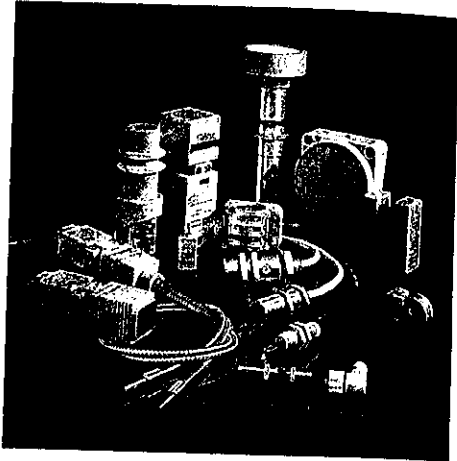
- Giriş sinyallerinin mantıksal bağlanması
- Sinyallerin zamana bağlı davranışlarına yapılan etki (Ör. Sinyallerin geciktirilmesi)
- Sinyallerin depolanması
- Sinyallerin güçlendirilmesi

Sinyallerin mantıksal bağlantıları öncelikli olarak **temel fonksiyonlarla** yapılır. VE/VEYA, DEĞİL ve DEĞİL-VE ve DEĞİL-VEYA.

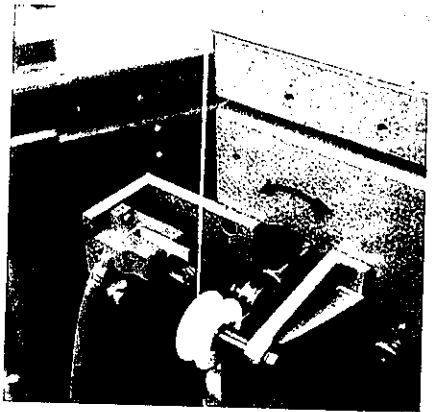
Sinyal (değerlendirmesi) işlenmesi ya pnömatik, hidrolik, elektrik veya elektronik bağlantı elemanları gibi donanımlarla, (Örn. İkilili basınç vanası, IC devre elemanları) SPS, CNC veya işlem **bilgisayar programlarında yazılımlarla** gerçekleştirilir.

Tablo 1 : Temassız sensörler

Etki prensibi	Anahtarlama manfesi
Endüktif	Bobin yarı çapı 1.... mm
Kapasitif	Malzemeye bağlı olarak Takriben 20 mm- 40 mm
Opto- Elektrik	Reflektörle 2m, yansıtan yüzeye kalitesine bağlı
Ses ötesi	Takriben 60 mm, 6m, 10 mm'ye ayarlanabilir.
Manyetik	Bir kaç mm



Şekil 1 : Sensörler



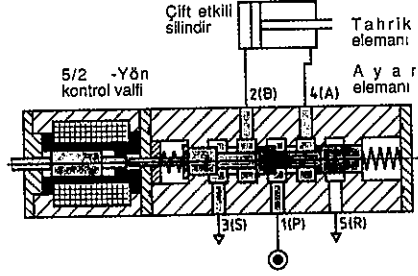
Şekil 2 : Oluklu sensörlerle ip kontrolü

5.2.2.4 Ayar Elemanları

Ayar elemanları, valfler, röleler, transistörler veya tristörlerdir. Bunlar, kumanda zinciri sonunda bulunan iş elemanlarına hareket için enerjiyi gönderir (Şekil 1).

5.2.2.5 Hareket Elemanları

Hareket elemanları, kumanda mesafesince etki eden kumanda komutlarını yerine getirirler. Hareket elemanları sıvılı veya elektrikli olabilir. Doğrusal veya dairesel hareket üretir. Pnömatik ve hidrolik motorlar, elektromotor döner hareket, silindirler ve elektrikli düz hareket elemanları doğrusal hareket üretir. Kumanda ölçüsü olarak sıcaklık kullanan, ısıtıcı cihazlar, kumanda zincirinin son elemanı olabilir.



Şekil 1 : Pnömatik ayar elemanı (5/2 - Yön kontrol valfi elektro manyetik Valf) ve Tahrik elemanı

5.2.3 Sinyallerin Bağlantıları

Sinyal bağlantılarında iki tabanlı (binary) kumanda sinyallerinin mantıksal olarak birbirlerine irtibatlandırılması zorunludur. Pnömatik, hidrolik veya elektrik sinyali olmasından bağımsız olarak mantıksal bağlantıların üç temel fonksiyonu vardır.

- AND (VE)-Fonksiyonu.
- OR (VEYA)-Fonksiyonu.
- NOT (DEĞİL)-Fonksiyonu.

Bu bağlantılar, standart devre sembolleri, fonksiyon tabloları veya denklemlerle gösterilir (Tablo 1).

E1 ve E2 giriş sinyallerinin iki değerlikli 0 ve 1 değerlerini alan, fonksiyon tablosu $2^2=4$ satırdan oluşur. İkili değerlere sahip üç giriş sinyali olan fonksiyon tablosu $2^3=8$ satırdan oluşur. Fonksiyon tablosunda bu satırlara ikili sayılar 0'dan 3'e, veya 0'dan 7'ye kadar yazıldığında giriş sinyal değerlerinin tüm kombinasyonları gösterilmiş olur. Eğer mantıksal fonksiyon yerine getirilmez ise, çıkış sinyali A yoktur (Sinyal 0). Eğer fonksiyon yerine getirilirse, çıkış sinyali vardır ve 1 değerini alır. Bunu şu şekilde sembolize edebiliriz:

Fonksiyon hayır → Sinyal 0 Fonksiyon evet → Sinyal 1

(AND) VE Fonksiyonu

Ve fonksiyonunda (Tablo 1) çıkış sinyali ancak 1 değerini alır, eğer her iki giriş sinyalleri E1 ve E2 mevcut ise sinyal 1 olur.

Pnömatik sistemlerde VE-Fonksiyonu, iki yol valfinin yada ikili basınç valfinin arkaya arkaya seri bağlanması ile oluşturulur. Elektrik akım planında, eğer E1 ve E2 kapıları çalıştırılır ise röle çeker ve A kontağını kapar.

Fonksiyon alanında bulunan devre sembolü		Pnömatik	Elektrikli	Elektronik Devre elemanı	SPS komut listesi Bilgisayar yazılımı (program)																									
<p>Devrez formülü</p> <table border="1"> <tr> <th>E1</th> <th>E2</th> <th>A</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table> <p>Devre eşitliği E1 ∧ E2 = A E1 ve E2, A'ya eşittir.</p>		E1	E2	A	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	<p>Yol açıcıları</p> <p>Çift basınçlı valf</p>	<p>Seri bağlama</p> <p>röle</p>	<p>İşletme gerilimi</p> <p>Ölçü: mm</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Adres</th> <th>Komutlar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>001</td> <td>UE1</td> </tr> <tr> <td>002</td> <td>UE2</td> </tr> <tr> <td>003</td> <td>=A</td> </tr> <tr> <td>004</td> <td>PE</td> </tr> </tbody> </table> <p>PC = program sonu</p>	Adres	Komutlar	001	UE1	002	UE2	003	=A	004	PE
E1	E2	A																												
0	0	0																												
0	1	0																												
1	0	0																												
1	1	1																												
Adres	Komutlar																													
001	UE1																													
002	UE2																													
003	=A																													
004	PE																													

Elektronik kumandalarda, VE-Bağlantılarını gerçekleştirmek için TTL devre elemanı (Transistör-Transistör Logik) Tip 7408 kullanılır. (Tablo 1, Sayfa 423) 7408 entegresi 4 adet 2 girişli VE elemanları içerir. Elemanlar plastik blok içerisine yerleştirilmiştir. Bu tümleşik devre olarak da adlandırılan entegre devrelerin 14 bağlantı ayarlaması mevcuttur. Bu ayaklara PIN adı verilir. Pin ve pinler arası ölçüler, baskı devre kartları için deliklerine uygun standarttır.

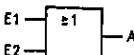
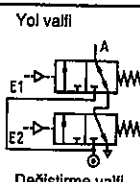
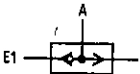
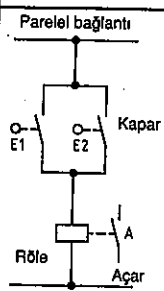
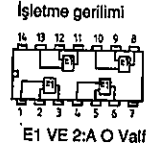
Mantıksal bağlantılar, yazılımlarla (programlar) da gerçekleştirilebilir. Örneğin programlanabilen Mikro işlemci veya bilgisayar programları kullanılarak hafıza programı (SPS) için hazırlanan yazılımla gerçekleştirilen bağlantı örneği gösterilmiştir (Tablo 1 ve Tablo 2)'de gösterilmiştir.

VEYA (OR) Fonksiyonu

Tablo 1'de gösterildiği gibi, eğer giriş sinyallerinin her ikisi veya bunlardan herhangi biri 1 değerini alırsa, çıkış sinyali değeri 1 olur, eğer E1 VEYA E2 VEYA E2 ikisinde 1 değerini alırsa, çıkış sinyali A, 1 değerini alır.

VEYA Fonksiyonu, pnömomatik devrelerde ve elektroteknikte, paralel bağlanmış valfleri veya kapama kontakları ile gerçekleştirilir. Baskı devrelerinde ise TTL devre elemanı tip 7432 kullanılır. Tip 7432, herbiri iki giriş bir çıkışa sahip 4 adet VEYA elemanı içerir.

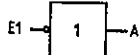
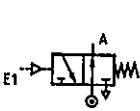
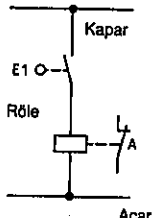
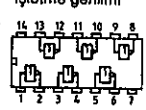
Tablo 1 : VEYA- Fonksiyonu

Fonksiyon planı devre sembolü	Pnömatik	Elektrik	RC-IC Elemanı elektronik	SPS komut listesi Bilgisayar yazılımı (programı)																									
 <p>Fonksiyon tablosu</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>E1</th> <th>E2</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Bağlantı formülü E1 V E2 = A (E1 ve E2 A)</p>	E1	E2	A	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	<p>Yol valfleri</p>  <p>Değiştirme valfleri</p> 	<p>Paralel bağlantı</p>  <p>Kapar</p> <p>Röle</p> <p>Açar</p>	<p>İşletme gerilimi</p>  <p>E1 VE 2:A O Valf</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Adresler</th> <th>Komutlar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>001</td> <td>UE1</td> </tr> <tr> <td>002</td> <td>OE2</td> </tr> <tr> <td>003</td> <td>=A</td> </tr> <tr> <td>004</td> <td>PE</td> </tr> </tbody> </table>	Adresler	Komutlar	001	UE1	002	OE2	003	=A	004	PE
E1	E2	A																											
0	0	0																											
0	1	1																											
1	0	1																											
1	1	1																											
Adresler	Komutlar																												
001	UE1																												
002	OE2																												
003	=A																												
004	PE																												

DEĞİL (NOT) Fonksiyonu (Negatiflik)

Tablo 2'de de değişik uygulama veya gerçekleştirme örnekleri gösterildiği gibi Negatif, giriş sinyali E'nin değerini, çıkışta A olarak ters çevirir. Pnömatikte, negatif fonksiyonu basınçlı 3/2'lik sakın akışlı yol valfleri ile gerçekleştirilir. Elektrik akım devresinde, E1 kapayan, röle üzerinden açan kontağı hareket ettirerek sağlanır. Elektronikte ise, 7404 tipli TTL-IC devre elemanı kullanılır. 7404 nolu entegre 6 adet DEĞİL elemanına sahiptir.

Tablo 2 : DEĞİL- Fonksiyonu

Devre İşaretleri fonksiyon planı	Pnömatik Elektrik	Elektrik	IC- elemanı elektronik	SPS komut listesi yazılım (program)														
 <p>Fonksiyon tablosu</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>E1</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>DEVRE EŞİTLİĞİ E1=A veya E1=A (E1 DEĞİL, A'ya eşittir).</p>	E1	A	0	1	1	0	<p>Yol valfleri</p> 	<p>Kapar</p>  <p>Röle</p> <p>Açar</p>	<p>İşletme gerilimi</p>  <p>O Valf</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Adresler</th> <th>Komutlar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>001</td> <td>UNE1</td> </tr> <tr> <td>002</td> <td>=A</td> </tr> <tr> <td>003</td> <td>PE</td> </tr> </tbody> </table>	Adresler	Komutlar	001	UNE1	002	=A	003	PE
E1	A																	
0	1																	
1	0																	
Adresler	Komutlar																	
001	UNE1																	
002	=A																	
003	PE																	

5.2.4 Akış Şeması

Çok kapsamlı kumanda probleminin çözümü için, kumanda akışı arka arkaya birbirini takip eden adımlara ayrılabilir ve program akış planı (Sayfa 492) veya akış diyagramı ile gösterilir.

Akış şeması, kumanda akışını, daha sonra gerçekleştirilecek teknik uygulamadan bağımsız olarak gösterir.

Akış şemaları, dikdörtgenler şeklinde akış şeması bloklarından oluşur. Bu bloklar içerisinde o aşamada yapılacak işler ve komutlar yazı ile yazılır. Bir blokta, iş kendi içinde tamamlanması gerekir, yani bir başka blokla kesişmemelidir.

Her blok bir girişe bir de çıkışa sahiptir. Ard arda çizilen bloklara yapısal diyagram adı verilir. Bunların komutları yukarıdan aşağı doğru akar (Şekil 1).

Koşul sorgulamaları yapılması gerektiğinde, akış şeması dallanır ve verilecek cevaba göre, akış şemasını farklı yeni talimatlar izleyebilir (Şekil 2).

Tek yönlü dallanma bloğunda, sadece Evet dalı yeni talimat alır. Hayır dalı herhangi bir talimat içermez.

İki yönlü dallanma bloğunda, her iki durumda da yeni talimatlar vardır.

Çoklu dallanma bloğunda, her bir sonuç durumuna göre sorgulama durumuna göre, durum 1, durum 2 ve durum 3'e dallanma olur.

Akış şemalarında da tekrarlamalar gösterilebilir.

Başlangıç koşullu tekrarlama bloklarında talimatlar, başlangıç koşulu sağlanıncaya veya istenen değere ulaşıncaya kadar tekrarlanırlar.

Sonuç koşullu tekrarlama bloklarında ise, koşul blok sonunda kumanda edilir ve koşul yerine getirilinceye kadar, işlemler bir döngü içerisinde tekrarlanır.

Problemler (görevler), akış şemaları kullanılarak adım adım incelenir ve doaylı planlama yapıp, gösterilebilir (Şekil 3).

Bir blok, bir çok bloktan oluşuyorsa, kutulama yapılabilir. Alt programlar bu şekilde gösterilir.

Ardışık blok, yapısal bloklarından oluşur.

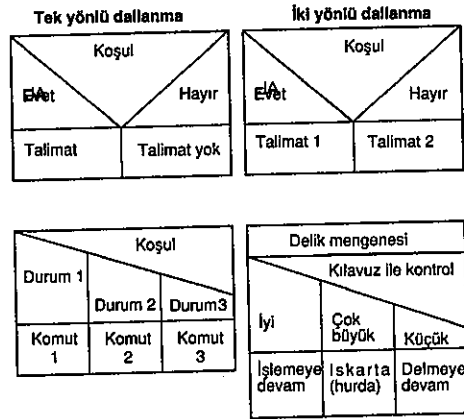
(Komut) Talimat 1
(Komut) Talimat 2
(Komut) Talimat 3
(Komut) Talimat 4
(Komut) Talimat 5

Talimatlar:
Giriş talimatları
Çıkış talimatları
Değer ataması
Hesaplama işlemi
Anahtarlama komutu

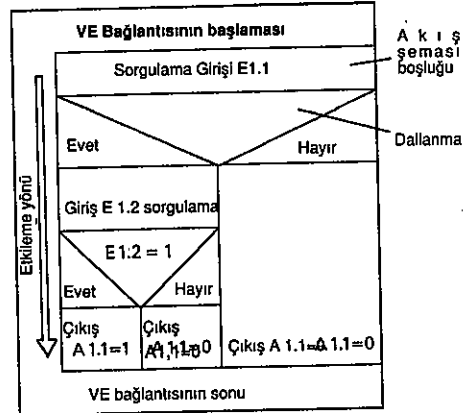
Örnek:

Baskı silindiri hareket eder
Motor çalıştırılır
İleri silindiri hareket eder

Şekil 1 : Yapısal diyagram



Şekil 2 : Akış şeması



Şekil 3 : VE bağlantısının akış şeması

5.2.5 Fonksiyon (İşlem) Planları

Fonksiyon planları (FUP), bağlantılar ve akış kumandalarının grafikler aracılığı ile gösterilmesine yarar. Fonksiyon planları, özel cihaz tekniklerinden bağımsız olarak yapılır.

Fonksiyon planlarında, bağlantı kumandaları mantıksal bağlantı eleman sembolleri ile gösterilir (Tablo 1).

Fonksiyon elemanları, etki çizgileri ile birbirlerine bağlanır. Bilgi akışı yukarıdan aşağı veya soldan sağa doğru olur. Bu nedenle, fonksiyon elemanlarının girişleri üste veya solda, çıkışları ise altta veya sağda yerleştirilir.

Bir çok giriş ve çıkışlar birleştirilmiş olarak çizilebilir. Girişleri veya çıkışları göstermek için daha fazla yere ihtiyaç duyuluyorsa, fonksiyon elemanlarının ilgili kısmı bir uçtan veya iki uçtan sarıkacak şekilde uzatılabilir.

Akış kumandalarında, kumanda akışları adımlara ayrılmış ve adım komut sembolleri ile şematik olarak gösterilmişlerdir (Şekil 1).

Adım sembolü, yatay bir çizgi ile ikiye ayrılmıştır. Alt kısma ise onun açıklaması yazılmaktadır.

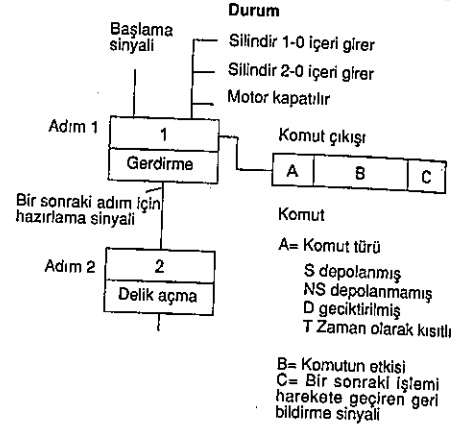
Komut sembolü, A, B, C olmak üzere üç kısma ayrılmıştır. A kısmında komutun türü yazılır. S harfi anlamı: Depolanmış. B alanında komutun etkisi yazılır. Örn. sıkıştırma silindiri hareket eder. C kısmında ise, kumanda akışının hangi geri bildirim sinyalinin anahartlığı ile harekete geçtiğini gösterir. Geri bildirim sinyalleri Örn. sınır dokunmalarından gelebilir ve bir önceki adımın bittiğini geri bildirir. Örn. Bir presleme ünitesinin kapandığını geri bildirme gibi.

Örnek: Otomatik delik delme tezgahında akış kumandasında, adım 1 başlatılır. Eğer kumanda durumu 1 ve başlama sinyali verilmiş ise (Şekil 2) mevcut konum iki silindirin girmiş ve motor durdurulmuş olması halindedir.

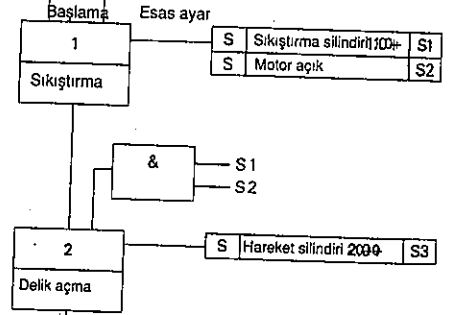
Adım başlatılınca, karşı bir komut gelip bu durumu ortadan kaldırıncaya kadar, saklı olarak dururlar.

Adım 1, bir sonraki adım için hazırlama işaretini verir. Adım 2, eğer sinyal elemanı S1 sinyali bildirilmiş ve bağlandığını gösteren iş parçasının, motorun çalıştığını belirten S2 sinyali verilmiş ise, başlatılır.

Sembol	Açıklama
	Fonksiyon elemanları Giriş (E) Çıkış (A)
	Giriş tarafı her iki uçtan uzatılmış
	E1 VE E2 VE E3 = A
	E1 VEYA E2 VEYA E3 = A
	E DEĞİL = A



Şekil 1 : Adım ve komut sembolleri



Şekil 1: Otomatik matkap tezgahı çalışma kumandası fonksiyon planı

5.2.6 Fonksiyon Şemaları

Bir kumanda sisteminin hareket akışları ve elemanlar arasındaki ilişkiler yani bunların fonksiyonları fonksiyon şemaları ile grafiksel olarak gösterilebilir. Bu şekilde tasarlanan şemalar, kumanda sisteminin, planlanmasını, tasarımını, kurulmasını ve hata tespitlerini kolaylaştırır.

Fonksiyon diyagramları, mekanik, pnömatik, hidrolik, elektrik ve elektronik komutları üretir.

Çizimle gösterme arası, iş akışını grafiksel olarak gösterilmesinde, mesafe, hareket, sinyal elemanları ve sinyal bağlantıları için yeniden devre sinyalleri kullanır (Tablo 1). İş mesafeleri örneği, bir silindirin çalışma sırası veya bir motorun dönme hareketleri tam çizgilerle gösterilir.

Ana yol, hızlı hareket veya geri hareketler ise kesikli doğrular ile gösterirler.

Sınırlandırılmış yol veya hareketlerin gösterildiği çizgilerin ucu bir ok, bir nokta veya bir yatay çizgi ile belirtilir.

Sinyalin ileri verilmesi ve sinyallerin bağlantıları sinyal çizgileri ile gösterilir. Bu çizgilerde sinyal yönünü gösteren bir ok mevcuttur.

Fonksiyon şemaları yol şemaları ve durum şemaları olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Yol Şemaları

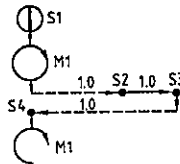
Yol şemaları ile basit hareket aşamaları, örn. bir silindirin hareketi gibi, gösterilir (Şekil 1). Yol şemalarından, işletme talimatları ve programlama yardımcı elemanı olarak istifade edilir.

Durum Şemaları

Durum şemaları, hareket elemanlarının akışları ve bunların kumanda prensiplerine göre birbirleri ile bağlantılarını, iki boyutta, koordinat sisteminde tanımlar. Dikey kordinatta durum gösterilir, yatay kordinatta ise iş adımları ve / veya zamana bağlı hareket yer alır (Şekil 2).

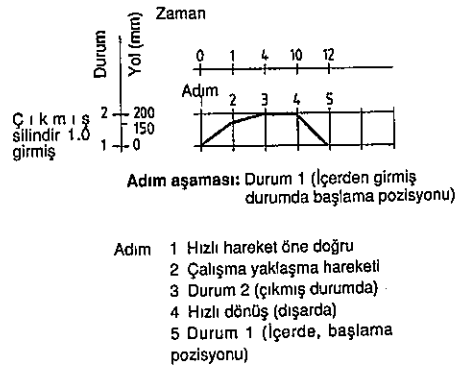
Bir yapı elemanının durumu ile, onun hareketli konumu anlatılmak istenmektedir. Çalışma akışının her bir parçası adımlarla gösterilir. Örn, bir vananın anahtarlanması

Tablo 1 : Fonksiyon şekilleri devre işaretleri			
İş yolu ve İş hareketleri			
	Düzgün doğrusal hareket		
	Sapmalı hareket		
	Çember hareket açığı		
Sinyal elemanları (kas kuvveti ile hareket)			
	Açık		İki elle basmalı
	Kapalı		Seçmeli anahtar
	Açık/Kapalı		
	Basmalı		Tekhike durumunda kapama
	Otomatik		
Sinyal çizgileri ve sinyal bağlantıları			
	Sinyal çizgileri (okları)		VE koşullu
	Sinyal dallanması		DEĞİL koşullu
	VEYA koşullu		Başka makinaya / makinadan sinyal



Hareket akışı
Sinyal elemanı S1 Açık
Motor M1 açık
Silindir 1.0:
Hızlı hareket S2'ye kadar
İş hareketi S3'e kadar
Hızlı dönüş S4'e kadar
Motor M1 kapalı

Şekil 1 : Yol şeması



Şekil 2 : Silindir hareketinin durum şemasının gösterilmesi

yani devreye sokulması gibi her durum değişikliği yeni bir iş adımını yönlendirir (Şekil 1). İş adımları 1'den başlayarak numaralandırılır ve gerektiğinde zaman bilgileri de ilave olunur.

Yatay durum çizgilerinden ve dikey adım çizgilerinden oluşan ızgara içerisine, yapı elemanlarının hareket akışlarını ve kontaklama durumlarını tanımlayan, fonksiyon çizgileri yerleştirilir. Dar tam çizgiler, başlangıç konumunun (motor kapalı) durumunu gösterir. Cihazlar aktif durumda ise (motor çalışmış), silirdir dışarı hareket etmiş ve valf hareket ettirilmiş, fonksiyon çizgileri kalın tam doğrular şeklinde gösterilir (Şekil 2).

Yapı elemanlarının kumanda tekniğine uygun olarak yapılan bağlantıları, fonksiyon doğrularını birbirine bağlayan, sinyal doğruları ile gösterilir.

5.2.7 Konum Planı ve Devre Planı

Eğer daha açık bir şekilde anlatmak gerekirse, kumanda sisteminde, hareket elemanlarının hacim içerisinde yerleşimi, şema olarak konum planlarıyla izah edilir (Şekil 3).

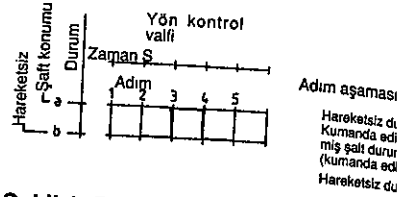
Seçilmiş bir uygulama tekniğinde (örn. Pnömatik) yapının birbirini izleyen sıradaki tanımlayan devre planında, kumanda zincirinin içinde yer alan cihazlar, hacim içerisinde yerleşimlerine bakılmaksızın gösterilir. Devre sembolleri standartlarla belirlenmiş cihazlar tercihen yatay olarak, bağlantı kuralları ise dikey ve yatay, mümkün olduğu kadar kesişmeyecek şekilde çizgilerle gösterilir (Şekil 4).

Devre planında sinyal, kumanda, ayar ve hareket elemanları, kumanda sisteminin başlangıç konumu gösterilir.

Hareket akışının birbirini izleyen sırada olması durumunda, kumanda işlemi, yan yana dizilmiş kontrol zincirlerine ayrıştırılır. Bunun yanında, kumanda zinciri, hareket elemanı ile onun kumandası için gerekli olan diğer yapı elemanlarını da kapsar. Kumanda zincirleri, süreklilik içinde numaralandırılır. Yapı elemanları, kumanda zincirinin sıra numarasını alır. 1 nolu kontrol zincirinde bulunan 2 nolu cihazın numarası 1.2 olur.

Tekrarlama soruları

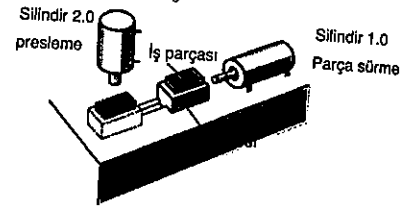
- 1 Bir kumanda zincirinde hangi yapı elemanları vardır?
- 2 Analog, iki tabanlı ve dijital (sayısal) sinyaller arasındaki farklar nelerdir?
- 3 Algılayıcılar (sensörler), hangi ana gruplarda toplanabilir?
- 4 Kumanda elemanlarının görevleri nelerdir?
- 5 3 temel mantıksal fonksiyonun, fonksiyon tablolarını yazınız?
- 6 Fonksiyon şemalarının görevleri nelerdir?



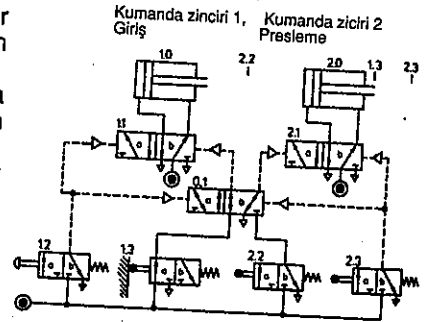
Şekil 1: Durum şemasında ayarlama vanasının gösterilmesi

Yapı elemanları	Tanım	Kodu	Konum Durum	Zaman					
				Adım					
Çift etkili silindir	etkili	1.0	2	1					
5/2 vanası	Yol	1.1	a						
5/2 vanası	yol	0.1	a						
Çift etkili silindir	etkili	2.0	2						
5/2 vanası	yol	2.1	a						

Şekil 2: Bir kabartma tertibatının durum şeması



Şekil 3: Presleme düzeneği konum planı



Şekil 4: Pnömatik pres devre şeması

5.3 Pnömatik ve Hidrolik Kontrol

5.3.1 Fiziksel Prensipler

Basınç

Yüzey alanı A ve İtme Kuvveti F olan bir piston, kapalı hava ve sıvıya bastırılırsa, burada bir P basıncı oluşur (Şekil 1).

$$\text{Basınç} = \frac{\text{Kuvvet}}{\text{Alan}} \quad p = \frac{F}{A}$$

Basınç değeri Paskal (Pa) ve Bar (bar) birimleriyle ölçülür.

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,00001 \text{ bar}$$

$$1 \text{ bar} = 10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 10^5 \text{ Pa} = 0,1 \text{ MPa}$$

Pnömatik ve hidrolik sistemler de, hava basıncının P_{atm} altında veya üstünde değerlerde bir basınç kullanılır. Hava basıncı deniz yüzeyinden olan yüksekliğe ve hava durumuna bağlıdır. Uygulamalarda genellikle normal hava basıncı P_{atm} 1.013 bar \approx 1 bar olarak hesaplanır. Mutlak basınç P_{atm} , boşluk içindeki sıfır değerindeki basınç'a eşittir. Mutlak basınç P_{mut} ve çevre basıncı arasındaki basınç farkına yüksek basınç P_e denir. Yüksek basınç pozitif ve negatif olabilir (Şekil 2). Pratik uygulamalarda negatif basınca alçak basınç adı verilir.

Yüksek Basınç = Mutlak Basınç - Atmosfer Basıncı

$$P_e = P_{\text{mut}} - P_{\text{atm}}$$

Örnek Problem: Pnömatik bir pres (sıkıştırıcı) $P_{\text{mut}} = 7$ bar'lık bir basınçla çalışmaktadır (Şekil 3). 1 bar değerinde atmosfer basıncı olduğunu kabul edelim. Bu durumda, pres basıncı olarak

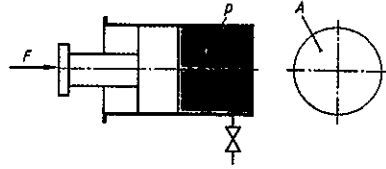
$P_a = P_{\text{mut}} - P_{\text{atm}} = 7 \text{ bar} - 1 \text{ bar} = 6 \text{ bar}$ kullanılabılır. Manometreler yüksek basıncı gösterirler.

Aynı basınçta kuvvet aktarımı: Bölmeleri birbirine bağlı olan pnömatik ve hidrolik sistemlerde, her yerde aynı basınç bulunur P_e (Şekil 4). Farklı büyüklükteki yüzeylere uygulanan basınç sonunda farklı büyüklükte kuvvetler meydana gelir.

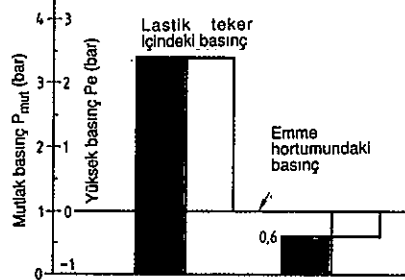
Kuvvetler : $F_1 = P_e \cdot A_1$ ve $F_2 = P_e \cdot A_2$

$$\text{Kuvvetler çeverimi} : \frac{F_2}{F_1} = \frac{P_e \cdot A_2}{P_e \cdot A_1} = \frac{A_2}{A_1}$$

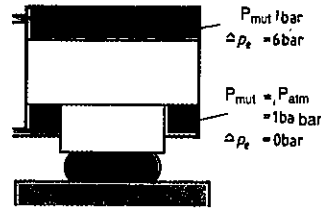
Aynı basınç altında, kuvvetlerin oranı pistonların yüzeyleri ile orantılıdır.



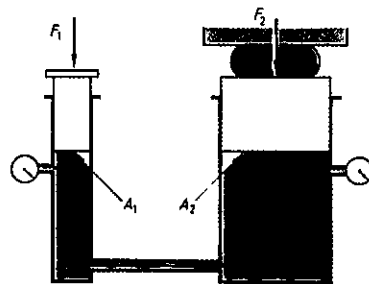
Şekil 1 : Basıncın oluşması



Şekil 2 : Mutlak ve yüksek-basınç



Şekil 3 : Pnömatik pres



Şekil 4 : Aynı basınç altında kuvvet değişimi

Aynı kuvvetlerde kademeli basınç

Bir büyük ve küçük bölmeden oluşan aynı mil üzerindeki kademeli pistonda basınçlar farklıdır (Şekil 1).

$$\text{Basınçlar } P_{e1} = \frac{F}{A_1} \text{ ve } P_{e2} = \frac{F}{A_2}$$

$$\text{Basınç değişimi (oranı): } \frac{P_{e2}}{P_{e1}} = \frac{F/A_2}{F/A_1} = \frac{A_1}{A_2}$$

Basınçların oranı, bunları meydana getiren yüzey alanları oranı ile ters orantılıdır. Pistonlar iki farklı bölmeyi birbirinden ayırdıkları için, yalnızca basınçları değiştirmekle kalmaz, aynı zamanda basınç ortamını da değiştirir.

Giriş kısmı hava ile harekete geçirilirken, diğer taraftan, çıkış kısmında hidrolik yağ kullanıma sunulabilir (Sıkıştırma ünitelerinde basınç değiştirici).

Silindir piston kuvvetleri

Teorik piston kuvveti $F_{th} = P_e \cdot A$ ile sürtünme kuvvetleri F_R arasındaki kuvvet farkı, etkin kuvvet F' 'yi verir. Sürtünme kuvveti F_R , piston ve piston kolu hareketleri esnasında bunların yönünün tersi yönde etki eden kuvvetler toplamıdır (Şekil 2).

$$F = F_{th} - F_R = P_e \cdot A - F_R$$

Sürtünme kuvvetleri silindirin verimlilik kat-sayısı ile hesaplanır.

$$\text{Etkin Piston kuvveti } F = F_{th} \cdot \eta = P_e \cdot A \cdot \eta$$

Etkin piston kesiti, piston kolu kesiti nisbetinde daha küçük olduğu için giriş hareketi esnasında etkin kuvvet, çıkış hareketinde elde edilen kuvvetten daha küçük olur.

Hidrolik silindirlerde bu farka dikkat edilme-lidir. Çünkü, piston kesitinin piston kolu kesitine oranı 2:1 olabilir.

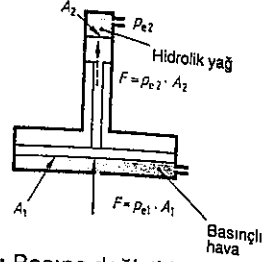
Örnek: Hidrolik silindir (Şekil 3)

$$\text{Çıkış hareketi: } F = p_e \cdot A \cdot \eta = 600 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{(10 \text{ cm}^2)}{4} \cdot 0,85 = 40\,055 \text{ N}$$

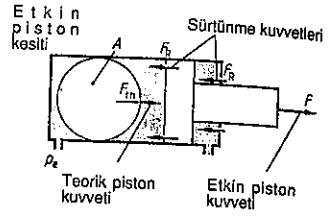
$$\text{Giriş hareketi: } F = p_e \cdot A \cdot \eta = \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{(10^2 - 7^2) \text{ cm}^2}{4} \cdot 0,85 = 20\,428 \text{ N}$$

Tekrarlama Soruları

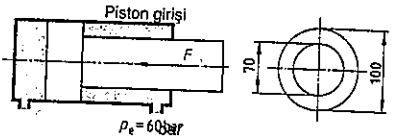
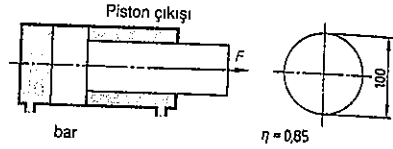
- 1 Bar ve Pa basınç birimleri arasındaki fark nedir?
- 2 Neden mutlak basınç ve yüksek basınç arasında fark oluşmaktadır?
- 3 Pnömatik ve hidrolik sistemlerde kuvvet değişimi nasıl olmaktadır?
- 4 Silindir etkin piston kuvveti neye bağlıdır?



Şekil 1 : Basınç değiştirici



Şekil 2 : Silindir piston kuvvetleri



Şekil 3: Giriş ve çıkış hareketleri . esnasındaki piston kuvvetleri

5.3.2 Pnömatik Kontroller

Pnömatik, basınçlı hava ile makinaların hareket ve kumandasının sağlanması olarak tanımlanır.

Pnömatik Sisteminin Avantajları

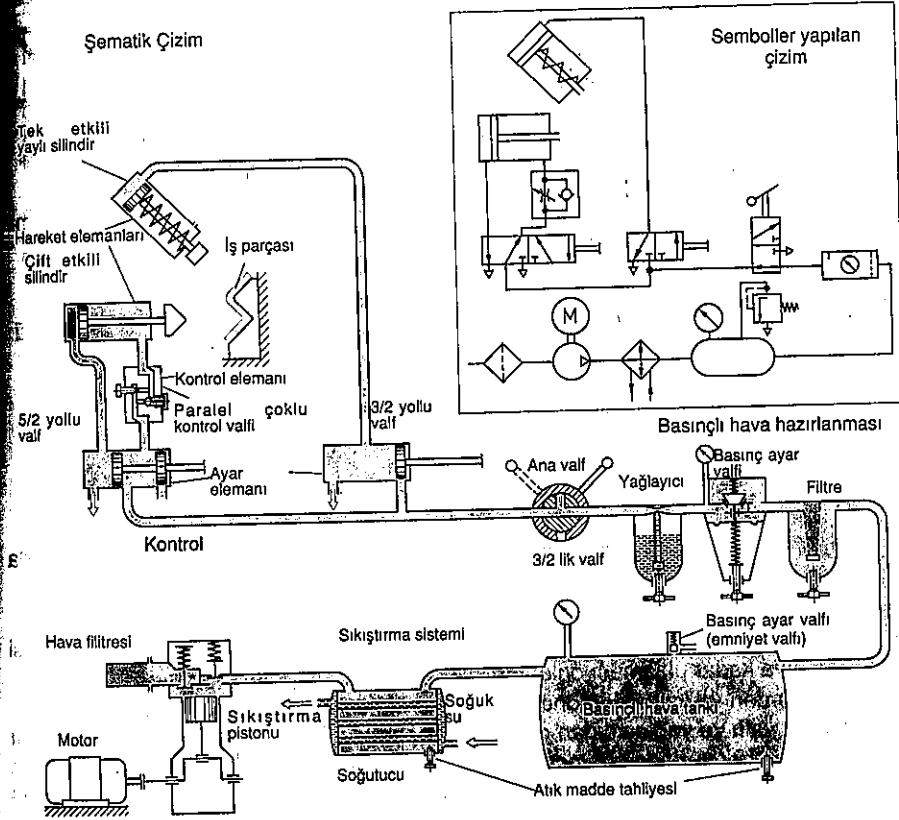
- Silindirelerin kuvvet ve hızları kademesiz ayarlanır,
- Silindir ve kompresörler çok yüksek hızlara ve devir sayılarına erişir,
- Basınçlı hava cihazları durana kadar zararsız bir şekilde aşırı yüklenir,
- Basınçlı hava, hava tanklarında depolanır,

Pnömatik Sistemin Dezavantajları

- Çalışma basıncı genelde 10 bardan daha düşük olduğu için, büyük piston kuvvetlerine ulaşmak mümkün değildir,
- Eşit ve sabit aynı kalan piston hızları mümkün değildir (Havanın sıkıştırılabilir özelliği),
- Sabitleme olmadan silindirle ayarların tam yapılabilmesi mümkün değildir,
- Dışarı çıkan basınçlı hava gürültü oluşturur.

5.3.2.1 Pnömatik Kontrol Elemanları

Pnömatik sistemler, kondansatör, basınçlı hava hazırlanması ve pnömatik kumanda birimlerinden oluşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1 : Kompresörlü (sıkıştırılmalı) Pnömatik kontrol

Çalışma elemanları

Basınçlı hava silindri ve basınçlı hava motoru, hava içinde depolanmış ve hava tarafından taşınan enerjisi mekanik harekete, yani iş enerjisine dönüştürür.

Basınçlı hava silindirleri

Basınçlı hava silindirleri düzgün doğruları ileri geri hareketler yapar. Görevleri nedeniyle tek etkili ve çift etkili silindirler olmak üzere ikiye ayrılır.

Tek etkili silindirde, basınçlı hava, pistonu yalnızca bir yönde iter (Şekil 1). Silindir içine monte edilmiş bir basınç yayı veya bir dış kuvvet ile piston tekrar çıkış noktasına geri itilir.

Çift etkili silindirde, basınçlı hava pistonu her iki yönde de hareket ettirir (Şekil 2). Silindir içinde bulunan sönümleyici ile piston hareket sonuna doğru frenlenir. Piston son konumuna erişmeden kısa süre önce, piston sönümleme elemanları tarafından orta hava çıkış deliği kapatılır ve hava çıkışı engellenir. Hava, ayarlanabilir serbest çıkış yolundan dışarı çıkmak isteyecektir. Bu, pistonun normal çalışma hızını oldukça yavaşlatır. Böylece piston yumuşak şekilde frenlenir ve yavaşça son konumuna gelir. Sönümleme etkisinin ayarlanması serbest çıkış yolunun kesiti değiştirilerek sağlanabilir.

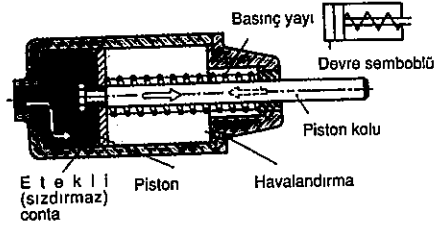
Diğer bütün pnömomatik yapı elemanları gibi silindirlerde, devre sembolleriyle gösterilir (Şekil 3).

Basınçlı Hava Motorları

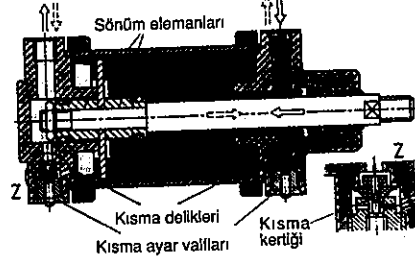
Basınçlı hava motorları, döner hareketleri yapan makinaların yanında pervaneler, el zımpara makinesi ve kaldırma aletlerinde (Lifter) kullanılır. Bunlar paletli (lamelli), pistonlu ve dişli çarklı motorlar olarak üretilir.

Basınçlı hava paletli motorlar, silindirik oyuklu gövde ve hilal şeklindeki çalışma hacmini bir çok basınç bölmelerine ayıran paletleri içeren bir rotordan oluşmaktadır (Şekil 4). Basınçlı hava girişinden gövdeye akan hava, gövde içinde eksantrik olarak yerleştirilmiş rotoru, olukları içinde radyal olarak ileri geri hareket eden paletler vasıtasıyla döndürür. Dönme esnasında, basınç bölmeleri genişlediğinde, hava basıncı azalır ve hava çıkışı açıklığından boşluğa çıkar.

Motor tarafından sağlanan dönme momenti büyüklüğü, hava basıncına ve hava debisi tarafından itilen palet yüzeylerinin alanına bağlıdır. Çift dönme yönüne sahip basınçlı hava motorlarında iki adet basınçlı hava giriş bağlantısı mevcuttur. Bu bağlantılara, istenilen motor dönme yönüne göre 4/2'lik valf üzerinden hava gönderilir.



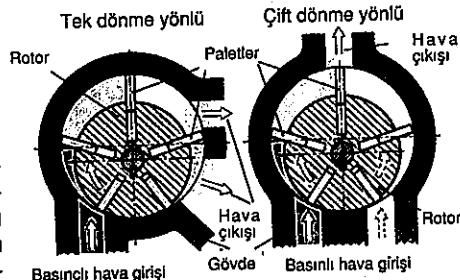
Şekil 1 : Tek etkili silindir



Şekil 2 : Her iki taraftan kısılan çift etkili silindir

Silindir			
Tek etkili yaylı	Çift etkili sönümsüz	Veya	Çift etkili ayarlanabilir sönümlü
Veya			
Çift etkili sabit sönümlü			
Motorlar			
Sabit tek akım yönlü sabit motor		Çift akım yönlü ayarlı motor	

Şekil 3 : Çalışma elemanlarının devre sembolleri



Şekil 4 : Paletli Motor.

Kontrol Valfleri

Kontrol valfleri, yön kontrol valfi, kapama valfi, akış kontrol valfi ve basınç kontrol valfi olmak üzere çeşitlere ayrılır.

Yol Verme Valfi

Yön kontrol valfi akış yolunun açılıp kapatılmasına yarar. Bunlar vasıtasıyla silindir, basınçlı hava motorlarının hareketleri veya diğer yol verme valflerinin konumları kontrol edilir (Şekil 1).

Valfin (a) konumunda, basınçlı hava P bağlantısından A bağlantısına doğru akar. Piston dışarı hareket eder. Silindirin sağ tarafında piston tarafından sıkıştırılan hava, B dönüş hattı üzerinden yön kontrol valfinde geçerek R çıkışından dışarı atılır. (b) konumunda basınçlı hava, P'den B'ye doğru ve oradan silindire ulaşır ve pistonu içeri iter. Silindirin sol tarafında sıkıştırılan hava, A üzerinden R'ye geçerek oradan dışarı atılır. Yön kumanda valfleri devre sembolleri şeklinde gösterilerek her bir devre konumu, bir kare veya dikdörtgen sembolü ile gösterilir. Kareler içindeki oklar havanın bağlantılar arasındaki akış yönünü gösterir. Geçiş konumlarının kareleri (a) ve (b) yan yana çizilir ve bağlantılar ise valfin çıkış konumlarına yakın gösterilir. Yön kontrol valfleri, kumanda edilen bağlantı sayısına ve konum sayılarına göre adlandırılır (Şekil 2). Şekil 1'de gösterilen 4 bağlantılı ve 2 konumlu valfe 4/2'lik yol verme valfi denir (Okunuşu: 4'e 2'lik yön kontrol valfi).

Yön kontrol Valflerinin hareket ettirilmesi elle veya ayakla, mekanik, elektriksel olarak basınçla veya her iki komuta şeklini birleştirerek gerçekleştirilir. (Sayfa 435, Şekil 3).

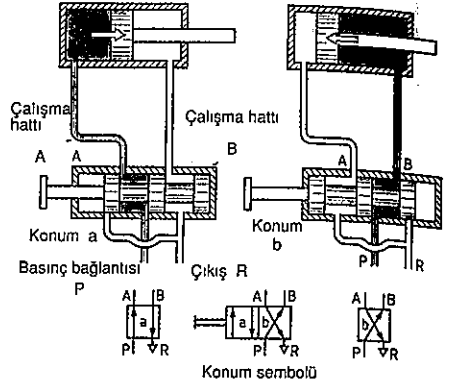
Basınç hareketi bir ön kumanda valfi üzerinden yön kontrol valfine dolaylı olarak etki ettirilir. Ortaya çıkan kuvvet, hareketin kendi kuvvetinden daha düşük tutulmak isteniyorsa dolaylı ve birleşik hareketler uygulanmalıdır. Böylece, örneğin, şekil 3'deki birleşmiş kuvvetlerde, elektromanyetiğin devreye sokulmasıyla hava basıncı dışarıya atılır. Bu şekilde de valf devreye sokulmuş olur.

Yön kontrol valflerinin bağlantıları harflerle ya da rekorlarla işaretlenebilir. Bu sırada aşağıdaki sıralamaya uygun şekilde harfler artışı rakamlarla tamamlanır.

P ≅ 1 A ≅ 4 R ≅ 3 B ≅ 2

12 Hareket, Bağlantı 1 → 2 oluşturur.

14 hareket, 1, 1 → 4 oluşturur.



Şekil 1 : Valf şekilleri

	2/2'lik yön kontrol valfi, butonlu ve yaylı kumanda
	3/2'lik yön kontrol valfi, kerketli manivellalı kumanda
	4/2'lik yön kontrol valfi, her iki yönde manyetik kumanda
	5/3'lük yön kontrol valfi, her iki yönde hava kumandalı, merkezli yaylı

Şekil 2 : Yön kontrol valflerinin konum sembolleri

El, ayakla	Mekanik
Basınçla	Elektrikte

Şekil 3 : Valflerin kumanda çeşitleri

Yön kontrollü geçiş valfleri

Tek etkili silindirler genellikle 3/2 geçiş valfleriyle çift (iki) etkili olanları ise 4/2, 5/2 ve 3/2'lik valflerle kumanda edilir. Tek etkili silindirlerin doğrudan kumandasında 3/2 valflerin (b) konumunda basınçlı havanın silindire girmesini engelleyen yolu kapalıdır (Şekil 1). Piston ancak (a) konumuna geldiğinde dışarıya çıkarak çift etkili silindirin doğrudan kumandasında Şekil 1'de gösterildiği gibi 4/2'lik valflerin (a) konumunda piston dışarı itilir. 4/2'lik valflerin yerine 5/2'lik valf de kullanılabilir.

Dolaylı kumandalarda, silindirin (hareket elemanı) geçiş valfi, (ayar elemanı) diğer geçiş valflerinden gelen (sinyal elemanı) sinyallerle kumanda edilebilir (Şekil 2). Geçiş valfi 1.2 kısa süreli kumanda edilirse, geçiş valfi 1.1 geçiş valfini (a) konumuna getirir. Bu konum 1.2'nin basınç sinyali oluşmasını da korunmuş olur. 1.1 valf bu durumda sinyal belleği görevi yapar. Piston dışarı itilir ve 1.3 valfini hareket ettirir. Basınç sinyali 1.1 geçiş valfinden tekrar (b) konumuna getirir ve piston geri döner.

Kapama Valfi

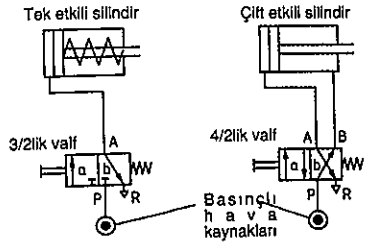
Kapama valfleri basınçlı hava tarafından kumanda edilir ve havayı ancak tek bir yöne geçirir.

Yaylı Çek Valfleri, havayı A'dan B'ye doğru geçirir fakat B'den A'ya doğru akışı engeller (Şekil 3).

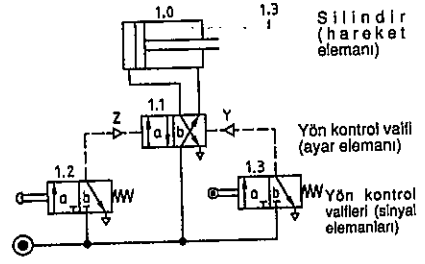
VEYA (Değiştirme) Valfleri, iki ihtimalle çalışarak akışı kapatır. P1 ve P2 bağlantılarına göre A çıkışına sahiptir (Şekil 4). Giriş P1 veya P2 basınçlı hava tarafından geçilir, kapama elemanı diğer girişi kapatır (VEYA Bağlantısı) ve basınçlı hava A'ya ulaşır.

Bir VEYA valf ile Örn. tek etkili bir silindiri iki konumdan kumanda edilebilir (Şekil 5). Silindir, geçiş valflerinin birinin veya her ikisinin (a) konumuna gelmesiyle dışarı hareket eder. Piston, her iki geçiş valfinin de (b) konumunu almasıyla tekrar eski yerine geri hareket eder.

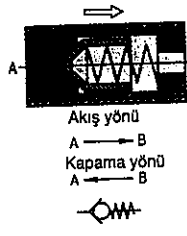
Ayrıca, bir çift etkili silindir iki konumdan kumanda edilecek olursa, bu ancak bir dolaylı kumanda ile yapılabilir. Bunun için, ileri ve geri hareketlerin her biri için iki sinyal elemanına gerek duyulur. Bunlar VEYA valfi üzerinden ayar elemanına kumanda eder.



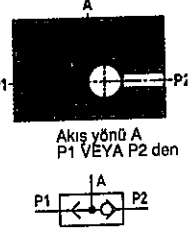
Şekil 1 : Silindirlerin doğrudan kontrolü



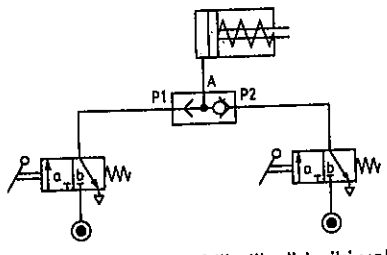
Şekil 2 : Dolaylı kontrol



Şekil 3: Yaylı çek valf

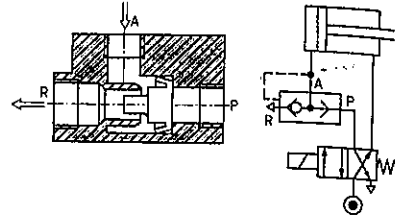


Şekil 4: VEYA valfi



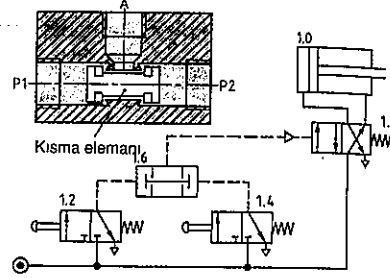
Şekil 5 : Tek etkili silindirin iki yol ile kumanda edilmesi

Çabuk hava tahliye valfleri doğrudan silindirlere takılırlar. Bu valfler silindirlerin geri çıkışında akan havayı yön kontrol valfi üzerinden değilde doğrudan dışarıya atar (Şekil 1). Dışarı atılan hava akış direnci yolun kısaltılmasıyla düşürülür ve pistonun geri dönüş hızı yükselir.



Şekil 1 : Çabuk hava tahliye v

Çift basınçlı valfler iki girişe (P1 ve P2) ve bir çıkışa (A) sahiptir (Şekil 2). İki girişten bir tanesi basınçlı havaya maruz kalırsa, kapatma elemanı çıkış (A) bağlantısını kapatır. ancak, P1 ve P2 girişlerinde basınçlı hava olduğu zaman çıkış (A) kısmında bir akışın olması mümkündür. Çift basınçlı Valfleri ise, iki giriş sinyalini bir çıkış sinyali ile bağlarlar (VE BAĞLANTISI). Her iki 3/2 yön kontrol valfi 1.2 ve 1.4 basıldığı zaman silindir 1.0 dışarı hareket eder ve çift basınçlı valf 1.6 çıkış sinyali yön kontrol valfini 1.1 a konumuna getirir.

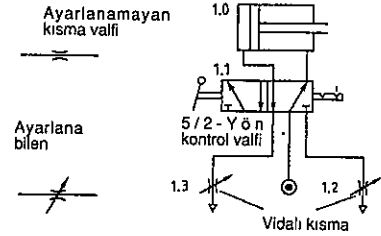


Şekil 2 : Çift basınçlı valf

Akış Valfleri

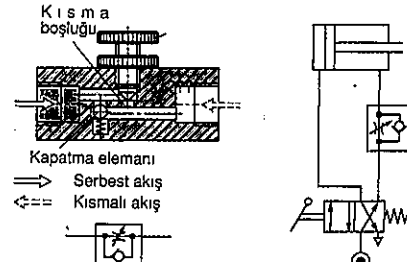
Akış valfleriyle bir boru içinden geçen basınçlı hava akışının miktarı ayarlanır. Kısma valfleri ve kısmalı çek valfler ya silindire giden boruya (Hava akışının kısılması) ya da silindirden çıkan boruya (çıkış havasının kısılması) bağlanabilir.

Kısma Valfleri, havayı sevk eden sabit ya da ayarlanabilir bir dar noktaya sahiptir (Şekil 3). Bu şekilde bir 5/2 lik yön kontrol valfinin iki hava çıkış bağlantısına vidalanarak bağlanan kısma valfleri bir çift etkili silindirin piston hızını her iki hareket yönünde ayarlayabilir.



Şekil 3 : Kısma valfleri elemanı

Kısmalı Çek Valfleri, karşı yönde hava akışının kısılması sırasında basınçlı havayı bir yöne akıtırlar (Şekil 4). Hava valf içinden kısma yönüne akıyorsa, kısma elemanı yuvasına bastırılır. Hava, kısma boşluğundan geçmelidir. Bu durum konik olarak torna edilen bir kısma civata ile değiştirilebilir. Hava senbestçe geçer.



Şekil 4 : Kısmalı çek valf

Şekil 4'deki çift etkili silindirde çalışma hattına (borusuna) bağlı bulunan kısma çek valfi ile dışarı hareket hızını çıkış havasının kısılması suretiyle ayarlar. Böylece yön kontrol valfinin devreye girmesiyle basınçlı hava yavaşlamaksızın pistonu etkiler. Pistonun geriye çıkışı kısmasız olarak yapılır. Çünkü basınçlı hava kısma noktasında çek valf üzerinden geçer.

Basınçlı Valfler

Pnömatikte kullanılan en önemli basınçlı valfler, basınç sınırlayıcı valf ve basınç kontrol valfidir.

Basınç sınırlayıcı valfler basınç deposunu, bağlantıları ve yapı elemanlarını istenmeyen yüksek basınçlara karşı korur (Şekil 1). Sabit konumda kapalı durumdadırlar. Basınçlı hava tarafından kilit elemanına yapılan baskı, ayarlı yay kuvvetinden büyük olması durumunda, kilit elemanı yukarı doğru itilerek hava çıkış deliğinden fazla havanın çıkışı sağlanarak, basınç düşürülmüş olur.

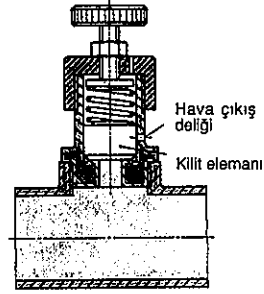
Basınç kontrol valfi, basıncı çalışma (iş) basıncı seviyesinde sabit tutar ve sabit konumda a-ç-iktir. Basınç kontrolü diyafram aracılığı ile yapılır. Bu diyaframa üstten çalışma basıncı alt kısımdan ise ayarlanmış yay kuvveti etki eder (Şekil 2). Çalışma basıncı, havanın silindire doğru geçmesiyle düşme gösterir ve bu durumda diyafram ve çubuk vasıtasıyla yay valf diskini yukarı iter. Bu esnada sübap aralığından çalışma hattına giren hava, çalışma hattındaki hava basıncının normal seviyeye ulaşınca ve diyafram eski çıkış noktasına dönünceye kadar geçişe devam eder. Isınma ve basınç darbeleri ile çalışma hattındaki basınç seviyesi yükselmesi durumunda diyafram çubuktan ayrılır ve çalışma hattındaki hava depo içindeki hava çıkış deliğinden dışarı atılır (Şekil 3).

Susturucu

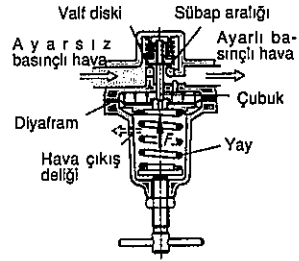
Pnömatik sistemde kullanılan basınçlı havanın sistem egzozundan (hava çıkış ünitesi) çıkışı esnasında, sakin dış ortam havasına hızla çarpması neticesinde bir gürültü, (ses) oluşur. Bu amaçla kullanılan susturucular, dışarı çıkacak havayı dağıtmak, saptırma ve frenleme usulleriyle oluşacak gürültüyü dayanılabilir bir seviyeye düşürürler. Susturucu içine giren basınçlı hava, bu geniş alana yayılır ve hızı düşürülür, sonra susturucu iç kısmını örten sinterlenmiş yüzeye çarpar ve hava çıkışı hazırlanmış eşit çaplı deliklerden dışarı çıkar (Şekil 3).

Hidrolik - Pnömatik İlerleme Ünitesi

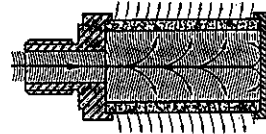
Bir çok hareket mekanizmalarında ilerleme hareket hızı mümkün olduğunca sabit tutulmalıdır. Havanın kompresör edilebilme özelliği ve dolayısıyla yaylanma etkisi göstermesi nedeniyle, pnömatik silindirlere söz konusu olan sabit hız şartını yerine getiremezler. Buna rağmen basınçlı havanın kullanılması zorunlu olan durumlarda, pnömatik silindire, küçük bir hidrolik silindir sabit olarak bağlanır (Şekil 4). Pnömatik silindirin dışarı hareketi esnasında, beraber hareket eden hidrolik silindir içindeki yağı (hidroliği) basınç ayarlı çek valfi içine doğru bastırır (iter). Bu şekilde ilerleme hareketi sabit tutulmuş olur. Hidrolik çek valf içinden engellenmeden geri akacağından, her iki piston hızlı bir şekilde dönüş hareketi yapar.



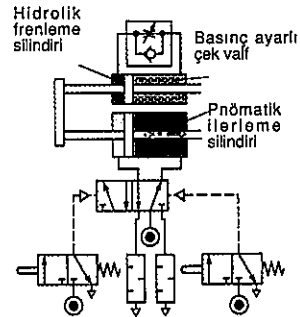
Şekil 1 : Basınç sınırlama valfi



Şekil 2 : Basınç ayar valfi

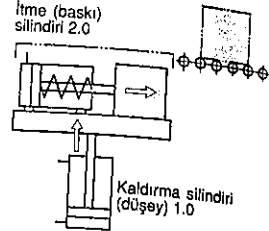


Şekil 3 : Susturucu



Şekil 4 : Hidrolik - pnömatik ilerleme ünitesi

ve belirtilen Delik açma hareketli hava paletli motorlar, hidro- ile donatılmışlardır. Basiñç delik açma aletini beraber hareketi hidro-pnömatik dan yapılır. Bu işlem esnasında, hava basıncı tarafınan, devir sayısı (miktarı) tarafından, ilerleme hareketi hızı ise silindirin basınç ayarlı çek valfi tarafından kontrol edilir.



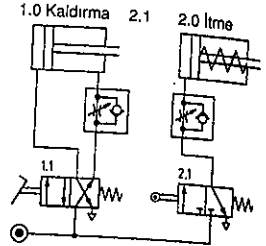
Şekil 1: Kaldırma sistemi durum planı

5.3.2.2 Pnömatik Kumanda Kontrol Uygulama Örnekleri

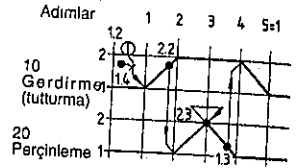
Pnömatik kumanda kontrol sistemlerinin yapısı ve fonksiyon şekli devre şemaları (Planları) (Sayfa 428) ve fonksiyon diyagramları (Sayfa 427) ile gösterilir. Bunlara ayrıca, sistem elemanlarının sistem içindeki konumlarını gösteren yerleşim planları eklenir.

Kaldırma Sistemi (Şekil 1 ve 2)

Bir uygulamada, kutular bir silindir tarafından kaldırılıp, ikinci bir silindir tarafından yatay makaralı bir yürüyen band üzerine itilecektir. Pedal kumandalı 1.1 yol valfi çalıştırılır. Basiñç kontrollü çek valf tarafından hızı ayarlanan çift etkili silindir ve 3/2'lik yön kontrol valfi 2.1 hareket ettirilir. İtme silindirin 2.0 pistonu dışarı hareket eder ve kutuyu yürüyen band üzerine iter. Yön kontrol valfi 1.1 pedalı serbest bırakıldığında, düşey silindir geri döner. Yön kontrol valfi 2.1'in yön kontrol makarası serbest bırakıldığında itme silindiri aynı şekilde geri döner.



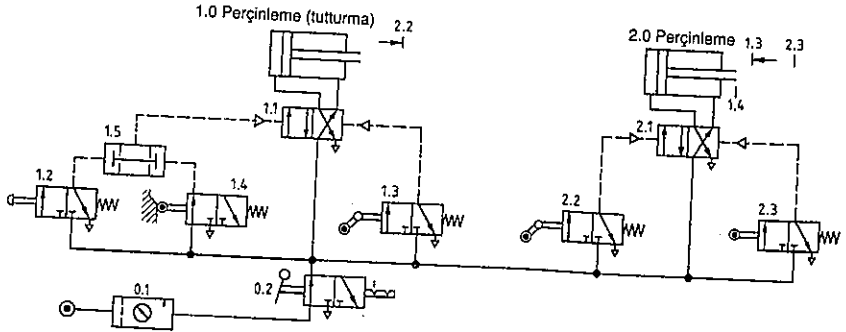
Şekil 2: Kaldırma sistemi devre şeması



Şekil 3: Perçinleme sistemi fonksiyon diyagramı (yol-adım)

Perçinleme Sistemi (Şekil 3 ve 4)

Gerdirmen (tutturma) silindiri 1.0 malzemeyi tertibat içine yerleştirir, bunun için yön kontrol valfi 1.2 hareket ettirilmiş ve perçinleme silindirin 2.0 içeri hareket etmiş olması gerekmektedir. Dışarı hareket eden tutturma silindiri, son varış noktasından önce perçinleme silindirin hareketete geçirir. Perçinleme



Şekil 4: Perçinleme sistemi devre şeması

Silindiri dışarı hareket eder ve varış noktasında valf 2.3 vasıtasıyla kendini geri dönüş için kumanda eder. Geri dönüşde valf 1.3 vasıtasıyla tutturma silindirini geri çeker. Boş dönüş yön kontrol makaralı her iki yön kontrol valfi vasıtasıyla çift hareket ettirme işlemi önlenmiş olur. Bunun dezavantajları şunlardır:

- Pistonların son konumunda montaj mümkün değil
- Uzun mesafeli hareket ettirme yolu gerekli
- Yüksek piston hızında kısa süreli hareket ettirme
- Kirlenme ve tozlanmalara karşı duyarlı ve arıza göstermesi

Çift hareket ettirme sorunu aynı zamanda sinyal kapama işlemiyle de önlenabilir.

Sinyal kapama ile kontrol işlemi (Şekil 1)

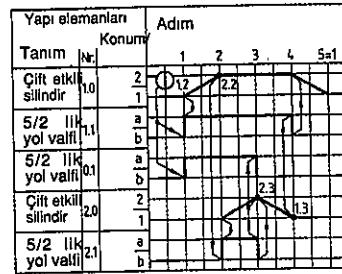
Sinyal depolama birimi olarak kullanılan valf 0.1 sayesinde boş geri dönüş makaralı valfler kullanılmasına gerek duyulmaz. Valfler 1.3 ve 2.2'ye gönderilen hava valf 0.1 tarafından kontrol edilir. Bu şekilde valfler dönüşümlü olarak kapanırlar. Bu sayede daha güvenli bir kontrol işlemi sağlanır.

Kontrol işlemi yön kontrol valfi 1.2 tarafından hareket ettirilir. Silindir 1.0, silindir 2.0 hareketini başlatır. Silindir 2.0, silindir 1.0'ın içeri girmesinden sonra son konumda kendisini geri dönüş için kumanda eder ve geri döner. Valf 2.2 yalnızca 1.0 ön hareketinde etkili, valf 1.3 ise silindir 2.0 geri dönüş hareketinde etkilidir.

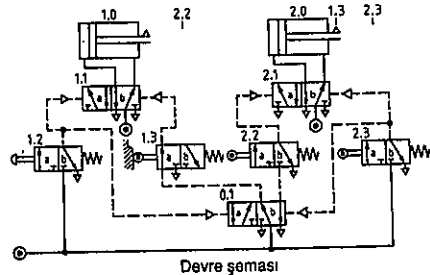
Elektro-Pnömatik Kontrol (Sayfa 440, Şekil 1)

Elektro - Pnömatik kontrol sistemlerinde ayar elemanları elektro mıknatıs tarafından (Sayfa 444) kumanda edilir. Elektrik ve pnömatik devre şemaları ayrı ayrı gösterilir. Bu şekilde kontrol işlemi daha anlaşılır hale getirilir.

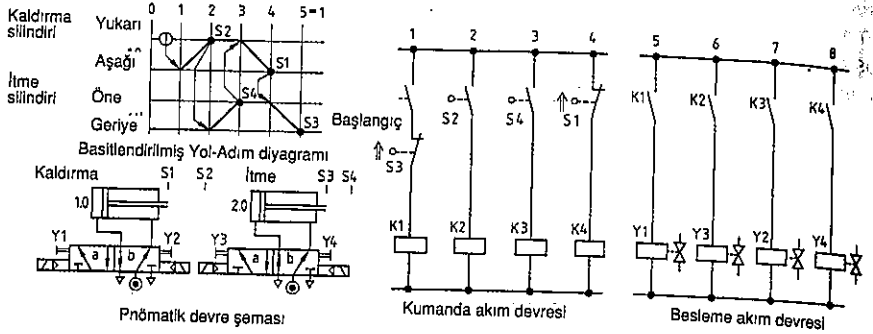
Şekil 1'de gösterilen tamamen pnömatik kontrollü olan kaldırma tertibatı elektro pnömatik kontrollü ile yapılacak olsun. SO anahtarının basılması ile kontrol işlemi ancak, her iki silindirin en arka konumda S1 ve S3 yön kontrol anahtarlarını hareket ettirmesi ile başlatılmış olur. İşlem aşamasında oluşan sinyaller K1 ve K2 röleleri tarafından bağlanır. Bu rölelerin kontakları valf mıknatısını devreye sokar (Sayfa 408). Sinyalin hafızaya alınması ise impuls valfi tarafından gerçekleştirilir.



Fonksiyon (yol-Adım) diyagramı



Şekil 1: Sinyal kapama ile kontrol işlemi



Şekil 1 : Elektro-Pnömatik kontrol

Tekrarlama Soruları

- 1 Pnömatik sisteminin avantajları nelerdir?
- 2 Hazırlama ünitesinin ne işe yaradığını açıklayınız?
- 3 Silindirlerin hızı nasıl ayarlanır?
- 4 İki basınç ve değiştirme valfleri ile hangi sinyal bağlantıları yapılabilir?
- 5 5 / 3 - yol valfi şeklini çizerek gösteriniz?
- 6 Basınç sınırlama ve basınç ayar valflerinin görevleri nelerdir?

5.3.3 Hidrolik kumanda Kontrol Sistemleri

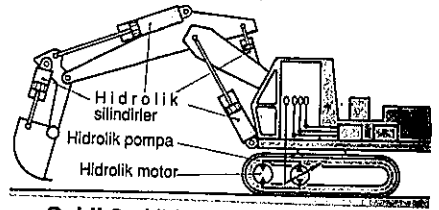
Hidrolik sistemi, makinaların hareket mekanizmalarını ve kontrolünü basınçlı sıvı ile gerçekleştirir (Şekil 2).

Avantajları

- Küçük alan üzerine yapılan yüksek basınçla büyük kuvvetlerin elde edilmesi
- Kademesiz ayarlanabilen hız
- Hidrolik yağın daha az sıkıştırılabilme özelliğinden dolayı aynı biçimde hareket edilmesi
- Basınç sınırlama valfi ile daha güvenli aşırı yüklenme koruması

Dezavantajları

- Isı oluşması ve artan sıcaklıkla yağ akışkanlığının değişmesi
- Pompa ve Hidrolik motorun oluşturduğu gürültü ve valflerin devreye giriş çıkışında oluşan gürültü
- Yağ sızması



Şekil 2 : Hidrolik hareket elemanı ekskavatör

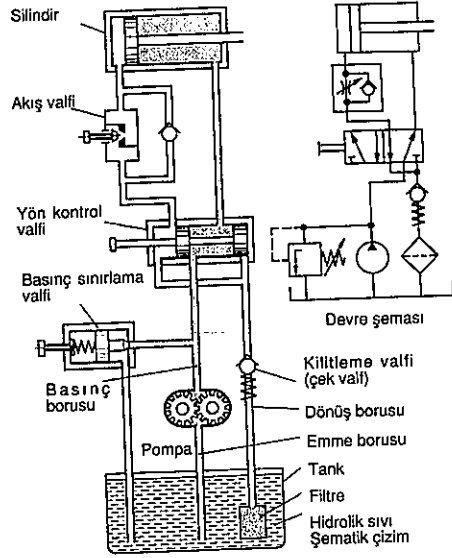
5.3.3.1 Yapı Elemanları

Pompa tarafından emilen hidrolik, yol ve akış valfleri üzerinden silindir ve hidrolik motora gönderilir (Şekil 1). Piston tarafından sıkıştırılan sıvı yol ve kilitleme valfi (çek valf) içinden geçerek tank içine boşalır. Ayarlanan basıncın en yüksek basınç sınırını aşması üzerine, basınç sınırlama valfi açılarak hidrolik sıvı tank içine geri boşalır. Tank; hidrolik sıvının depolanıp, sızma (kaçak) dolayısıyla oluşan kayıpları giderme, sıvının soğuması temin etme ve hidrolikle taşınan parçacıkların, kirlenmelerin depo içinde çökmesini sağlama gibi görevleri yerine getirir.

Hidrolik olarak kullanılan sıvılar

İşletme şartlarına bağlı olarak hidrolik sıvısı olarak katkılı madeni yağ veya zor alevlenen sıvılar kullanılır (Tablo 1).

Bu maddeler, kirlenmeye karşı hassas olmamalı ve yaşlanmaya dayanıklılık, sıcaklıktan bağımsız akışkanlık (viskozite) göstermeli, köpürmemeli, sızdırmazlık elemanlarını, contaları, cihaz maddelerini aşındırmamalı, yıpratmamalıdır. Yüksek ısı ortamlarında kullanılan hidrolik sistemlerinde (Örn. demir haddeleme preslerinde) maden ocaklarında çok zor alevlenen sıvılar kullanılmalıdır.



Şekil 1 : Hidrolik sistem

Tablo 1 : Hidrolik olarak kullanılan sıvılar

Madeni yağ esaslı hidrolik yağlar		Çok zor alevlenen sıvılar	
HL	Karışımli yüksek yaşlanma ve korozyona dayanıklı yağlar	HSA (HFA)	Su emülsiyonlu yağlar
HLP	Karışımli yüksek yaşlanma ve korozyona dayanıklı ve yüksek basınç altında yıpranmaya karşı korumalı yağlar	HSB (HFB)	Su emülsiyonlu yağlar
HV	Isınma durumunda düşük dereceli viskozite gösteren yağlar	HSC (HFC)	Sulu eriyikler Örn % 35 poliglukollü su
		HSD (HFD)	Sentetik su içermeyen sıvılar, Örn. Fosforik asit esteri

Pompalar

Pompalar hareket enerjisini, basınç sıvısı yani hidrolik vasıtasıyla silindirlere ve hidrolik - motorlara iletir.

Pompaların büyüklükleri ve yapılış tarzları,

- İhtiyaç duyulan akış hacmi (debi)
- Gerekli görülen sistem basıncı ve
- Müsade edilen devir sayısı tarafından belirlenirler.

Bir zaman birimi içinde pompa tarafından geçirilen sıvı miktarına akış hacmi denir. Pompa milinin her devrinde eşit sıkıştırma hacmine sahip pompalara, kararlı (sabit) pompalar denir. Sıkıştırma hacmi değiştirilebilen veya ayarlanabilen pompalara ise ayarlı pompalar adı verilir.

Sıkıştırma elemanları olarak dişliler kanatlı rotorlar ve pistonlar kullanılır ve pompalar bunlara göre isimlendirilir. Bunlar, **dişli pompalar, kanatlı pompalar ve pistonlu pompalardır.**

Dişli Pompalar

Dişli pompalar, içten dişli veya dıştan dişli olarak imal edilir (Şekil 1). Sıvılar dişlilerin diş boşlukları vasıtasıyla emme bölümünden basınç odasına taşınır.

Kanatlı Pompalar

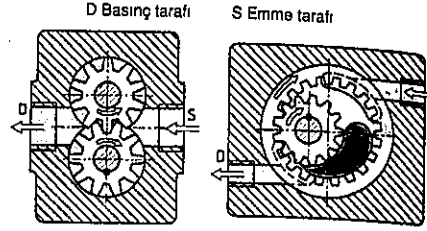
Kanatlı pompalar da, kanatlı pompa mili iki kıvrık biçimli bölmeden oluşan pompa gövdesinde hareket eder (Şekil 2).

Hidrolik sıvısı, iki kanat ve bunlar arasında kalan gövde parçasından oluşan bölmeler sayesinde emme kısmından basınç kısmına doğru sıkıştırılır. Değiştirilebilen sıkıştırma hacimli kanatlı pompalar yalnızca bir emme ve bir basınç odasından oluşur.

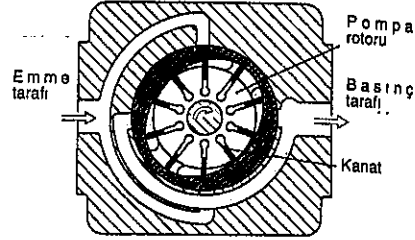
Pistonlu Pompalar

Pistonlu pompalar, eksenel ve radyal pistonlu pompalar olmak üzere ikiye ayrılır. Eksenel pistonlu pompalarda, piston tamburun birinci yarım devri esnasında sabit duran kontrol diskinden geri çekilir (Şekil 3). Bu şekilde sıvı emilir. Tamburun ikinci yarım devrinde ise emilen bu hidrolik sıvı basınç yönünde basınç bağlantısına itilir. Tamburun dönme hareketi ile gerek pistonun kalkışı ve gerekse akış hacmi değiştirilmiş olur. Tamburun diğer taraftan döndürülmesi durumunda sıvının taşınma yönü ters yöne çevrilmiş olur.

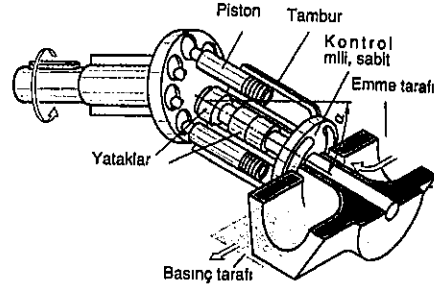
Radyal pompalarda piston eksenine dikey olarak yerleştirilmiştir (Şekil 4). Silindir yıldız hareket ettirilir ve emme ve basınç bölmelerini ayıran sabit kontrol mili üzerinde dönmeye başlar. Eksantrik emme diski üzerine dayanan piston radyal bir hareket yapar ve bu şekilde hidrolik sıvısını emme kısmından basınç kısmına doğru taşır.



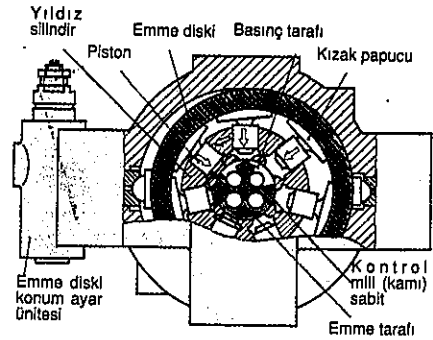
Şekil 1 : Dişli pompa



Şekil 2 : Kanatlı pompa



Şekil 3 : Eksenel pistonlu



Şekil 4 : Radyal hidrolik pompa

Hareket Elemanları

Hidro-silindirler düzgün doğrusal hareketler yapar. Büyük basınçlar için kullanılanlarından, silindir gövde et kalınlığı, piston kolu ve bağlantılar, pnömatik silindirlere göre daha dayanıklı yapılır (Sayfa 433), (Şekil 1). Hidro silindirler tek ve çift etkili sönümlü veya sönüm-süz olarak yapılırlar.

Hidro-Motor

Hidro-motorlar, pompa tarafından hidrolik sıvıya kazandırılan enerjiyi tekrar mekanik dönme hareketine dönüştürür (Şekil 2). Bu sırada basınçlı sıvı da sıkıştırma elemanlarını hareket ettirir (Dişliler, kanatlar, pistonlar).

Hidrolik Şanzıman

Hidrolik şanzımanlar pompa ve motordan oluşur. Kanatlı şanzımanlarda (Şekil 3) pompa gövde taşması $e = 0$ ve $e = e_{max}$ kadar ayarlanabilir. Böylece pompa tarafından taşınan akış hacminin yönü ve miktarı değiştirilir. Ters yönde dönme esnasında tekrar en yüksek devir sayısına yükselebilmek için hidro-motor devir sayısı uyumlu olarak düşer.

Hidrolik Toplayıcı

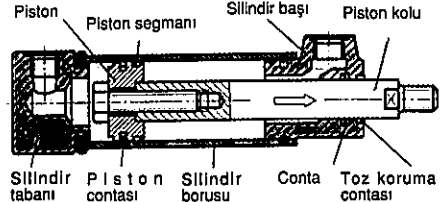
Hidrolik toplayıcılarda hidrolik basınçlı sıvı kapalı bölme içindeki azota basınç uygulayarak toplayıcı içine depolanır (Şekil 4).

Körüklü toplayıcılarda depo içine girilen basınçlı sıvı körüğe baskı uygular. Bu baskı, sıvının basıncı ile körük içindeki basıncın eşit olmasına kadar devam eder. Bağlantı hattında basıncın düşmesi durumunda, körük, hidrolik ve hava (boşaltma) basıncı eşitlenene kadar sıvıyı hat içine geri bastırır.

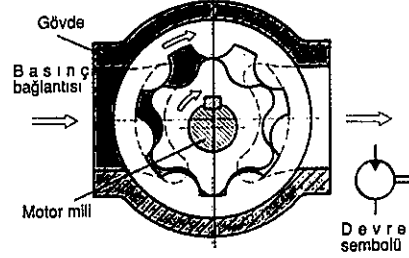
Diyaframlı toplayıcılarda diyafram, pistonlu toplayıcılarda ise serbest hareketli piston tarafından hidrolik sıvı ve gaz bölmeleri birbirinden ayrılır.

Hidrolik toplayıcıların görevleri:

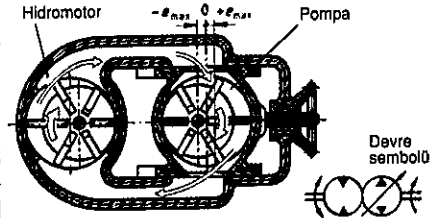
- Silindir ve Hidro-motorların çalışmadıkları durumlarda basınçlı sıvının depolanması
- Hızlı hareket ihtiyacı durumunda ilave basınçlı sıvı takviyesi
- Basınç salınımları ve basınç darbelerinin söndürülmesi
- Hidrolik kayıplarının, kaçaklarının dengelenmesi
- Acil durumlarda devre dışı kalan bir pompanın kısa bir müddet için yerinin doldurulması



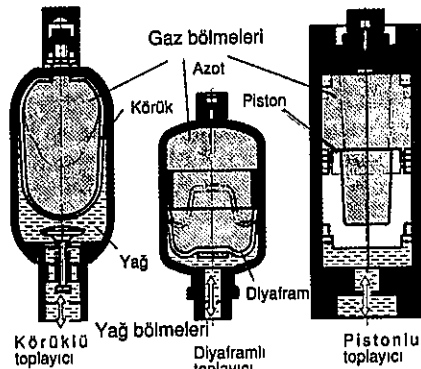
Şekil 1 : Çift etkili hidro-silindir



Şekil 2 : Dişli-Hidromotor



Şekil 3 : Kanatlı şanzıman



Şekil 4 : Hidrolik toplayıcı

Valfler

Yön kontrol Valfleri

Hidrolik yön kontrol valfleri de, pnömatik valfler gibi aynı devre sembollerine, tanımlara ve kumanda yöntemlerine sahiptir (Sayfa 434). Bu valfler, genellikle uzunluğuna sürgülü valfler olarak yapılırlar (Şekil 1). Bu valflerde kontrol pistonu, kumanda edildiğinde eksen yönüne hareket eder.

Doğrudan elektrikle kumanda edilen valflere sahip, büyük yön kontrol valflerinin elektro mıknatısları ve devreye sokmak için gerekli elektrik gücün büyük olması gerekir. Bu nedenle, sadece ilave olarak kullanılan, küçük çaplı ön kontrol valfi elektro manyetik olarak kumanda edilir. Bu şekilde, serbest kalan basınç sıvısı (hidrolik) ana valfi devreye sokar (Şekil 2). Elektro mıknatıs a'nın hareket ettirilmesi ile ön kontrol valfin pistonu sağa doğru itilir. Basınç sıvısı, ön kontrol valfi içinde (P)'den B'ye doğru ve dolayısıyla ana valfin irtibatlama yönünde akar. Ana kontrol pistonu sola doğru hareket ettirilir ve (P)'den (B) ve (A)'dan (T)'ye olan geçitler serbest konuma getirilir.

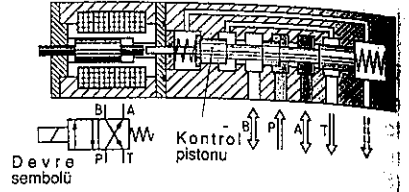
Kapama Valfleri Hidrolik kapama valfleri olarak birçok çek valfler kullanılmaktadır. Kapama valfleri basınçlı maddenin istenmeyen akış yönlerine, hatlarına geçişini engeller ve basınç ve akış valflerinden sarpılmaya, yön değiştirilmesine hizmet ederler (Sayfa 441, Şekil 1) (Şekil 4).

Açılır çek (yaylı) valflerde kapama etkisi (Z) kontrol bağlantısı vasıtasıyla ortadan kaldırılabilir (Şekil 3). Kontrol pistonu, kapama valfi içindeki konik valf tipasına basıncı uygular. Bu (B) hattında basınçın düşmesine sebep olur. Bu durumda kontrol pistonu kapama elemanını iterek açar. Sıkı oturan valf olarak kullanılan açılır çek valflerle, dış kuvvetlere maruz kalan silindirler her konumda durdurulabilir. Uzunluğuna sürgülü valfler daima sıvı sızdırması nedeniyle, bu işlem yön kontrol valfleri ile yalnız başına gerçekleştirilemez.

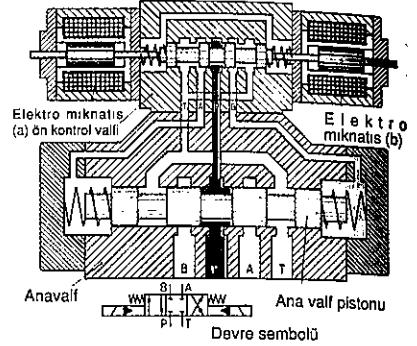
Basınç kontrol valfi

Her hidrolik kumanda kontrol sisteminde en az bir adet basınç kontrol valfi bulunur (Sayfa 441, Şekil 1). Bu, sistemin büyük yüklerle maruz kalmasını önler. Basınç ayar valfi üzerinden küçük bir pompa ile ikinci bir hidrolik devre düşük basınç kullanılarak yönlendirilebilir (Şekil 4).

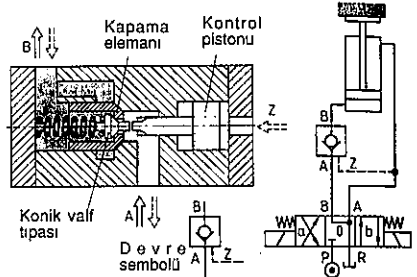
Şekil 4'deki sıralı valf işleme silindirinin (2.0) hareket etmesini sağlar ancak bu bağlama, silindirin 1.0 maksimum bağlama basıncına erişmesi ile mümkün olur.



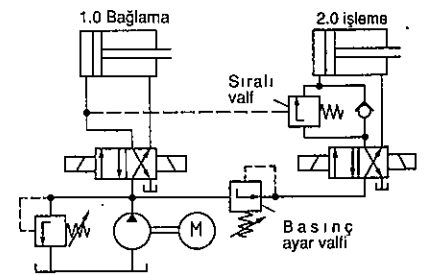
Şekil 1 : 4/2'lik yön kontrol valfi



Şekil 2 : Ön kontrollü yön kontrol valfi



Şekil 3 : Çek valf



Şekil 4 : Basınç kontrol valfi

Basınç kontrol valfleri hem direk kontrol edilen ve hemde ön kontrole sahip olacak şekilde yapılırlar. Gerekli kapama gücünü sağlamak için basınç valfleri büyük yaylara ihtiyaç duyabilirler. Bu sebeple ön kontrollü valflerde kapama elemanı olarak yay yerine, basınçlı sıvı sayesinde kendiliğinden kapanan kapama elemanı kullanılır (Şekil 1). Ön kontrollü yay ile ayarlanan basıncın istenen seviye ulaşmasıyla ön kontrol valfi açılır. Basınç sıvısının akması ve kapama elemanı içindeki kısma elemanın etkisiyle kapama kuvveti azalır. Bu durumda valf A'dan B'ye doğru geçidi açar.

Akış Valfleri

Akış valfleri kullanılarak, akış hacmi ile birlikte silindirlerin ilerleme hızları ve hidro-motorların devir sayıları ayarlanır.

Basınç sınırlama valflerinde akan sıvı hacminin değeri, ayarlanan akış kesitine ve giriş ve çıkışlar arasındaki basınç farkına bağlıdır (Şekil 2). Akış kesiti, eksen boyunca çakılan çeşitli derinlikte kamaların kullanılması ile ayarlanır.

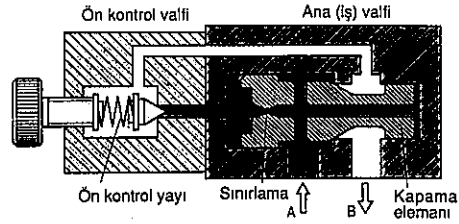
Akış kontrol valfleri

Kısma valflerinin aksine akış kontrol valfleri yük değişiminde de akış hacmini sabit tutarlar. Akış kontrol valfleri, ayarlı bir diyafram ve bir kontrol pistonundan oluşur (Şekil 3).

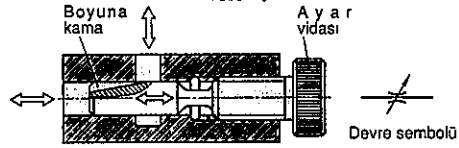
Silindir yönündeki (P_3) basıncı düşünce, aynı seviyede kalan (P_2) basıncında daha fazla hidrolik yağ akar. Düşen (P_3) basıncı diğer tarafta kontrol pistonuna uygulanan gücün azalmasını sağlar. Piston ise sola doğru hareket eder. Diyafram basınç farkına $P = P_2 - P_3$ tekrar erişilene kadar (P_2) basıncı düşer. Bu esnada akış hacmi sabit kalır.

Orantılı Valfler

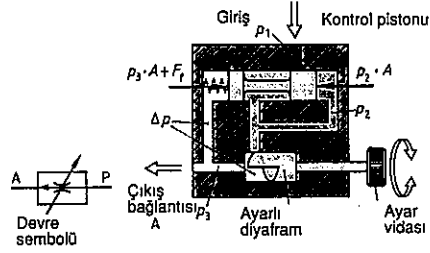
Kademesiz elektrik giriş sinyali yine kademesiz hidrolik çıkış sinyallerine dönüştüren yol, akış ve basınç valflerine orantılı valfler denir. Şekil 4'de gösterildiği gibi orantılı yol valfinde, kontrol pistonu orantılı miktatsız tarafından akış hacminin yolu açılacak şekilde bir konuma itilir. Bu hacmi ayarlanan elektrik akımının şiddeti eşittir. Yol sensörü ve ayar güçlendirici vasıtasıyla valf pistonunun konumu tesbit edilir ve ayar değeri ile karşılaştırılarak daha iyi bir ayar elde edilir. Orantılı valfler silindirlere ve hidro-motorların yumuşak bir hız artışı ve frenlemesinin yapılması ve basınç ve akış hacimlerinin kademesiz ayarlanmaları için kullanılır.



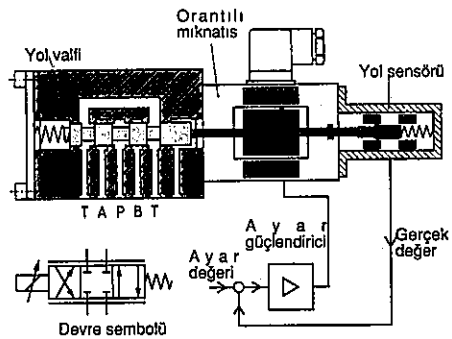
Şekil 1 : Ön kontrollü basınç valfi



Şekil 2 : Basınç sınırlama valfi



Şekil 3 : Akış kontrol valfi



Şekil 4 : Orantılı-yol valfi

5.3.3.2 Hidrolik Kumanda Kontrol Örnekleri

İlerleme Hareketi Kontrolü

Silindirlerin ilerleme hareket hızı, sınırlama valfleri, akış kontrol valfleri ve ayarlı pompalar yardımıyla kademesiz olarak ayarlanabilir. Sabit pompa ve akış kontrol valfleri ile yapılan kontrol sistemlerinde, akış kontrol valfinde yapılan akış hacmi kontrolü pistonun çıkış hızını etkilemektedir (Şekil 1). Sabit pompa tarafından sevk edilen ve silindir tarafından kullanılmayan bir kısım akış hacmi basınç sınırlama valfi üzerinden hidrolik depoya geri döner.

Ayar pompası ile yapılan hareket mekanizmalarında pompanın akış hacmi silindir tarafından ihtiyaç duyulan miktara göre ayarlanabilir (Şekil 1). Silindirin yükselme hareketi esnasında farklı hızlar gerektiğinde bu tip tahrik mekanizması kullanılır.

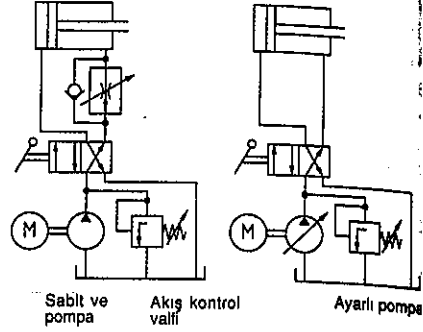
Pistonun son erişim noktasında basınç sıvısına gerek duyulmadığında, ayar pompaları yükselen basınç vasıtasıyla kendi kendini sıfır iletmeye durumuna ayarlar ("Sıfır-Kurs-Pompası"),

Hidro-Toplayıcı Kontrol Sistemi

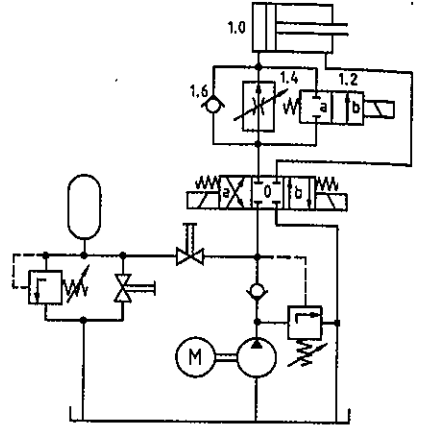
Hidro-Toplayıcı kontrol işleminde silindir tarafından kullanılmayan veya az miktarda kullandığı basınç yağı fazlası hidro-toplayıcıya dolar (Şekil 2). Silindir (1.0)'ün hızlı hareketinde 4/3'lük yön kontrol valfi (1.1) ve 2/2'lik yol valfi (1.2) b konumundadır. Pompa ve Hidro-toplayıcı tarafından birlikte silindire basınç sıvısı sevk edilir. Valf (2.2) a konumuna geldiğinde, akış kontrol valfinin ayarlanmış akış hacmi tek başına pistonun hareket hızını belirler. Bu, pompanın akış hacminden küçükse, artan miktar hidro-toplayıcıya doldurulur ve depoya geri akar.

Hidro-Mekanik Sehpa Mekanizması

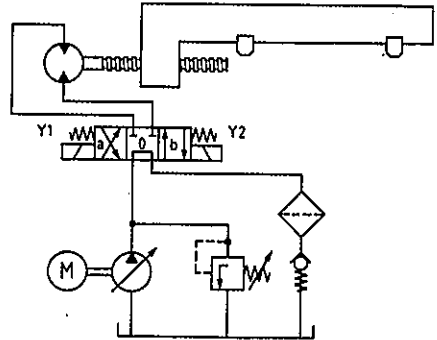
Hidro-motor ve dişli milden oluşan hidro-mekanik hareket mekanizmasında hidro-motor 4/3'lük yön kontrol valfi tarafından kontrol edilir. Valfin sakin durumunda hidro-motor bağlantıları kapalı, sehpa ise hidrolik sıkıştırılmıştır. Valfin diğer tüm anahtarlamada konumlarında hidro-motor sağa veya sola, döner sehpa öne veya geriye hareket eder. Sehpanın ilerleme hareketi hidro-motorun devir sayısı ve dişli milin diş aralığı ile ayarlanır.



Şekil 1 : İlerleme hareketi kontrolü



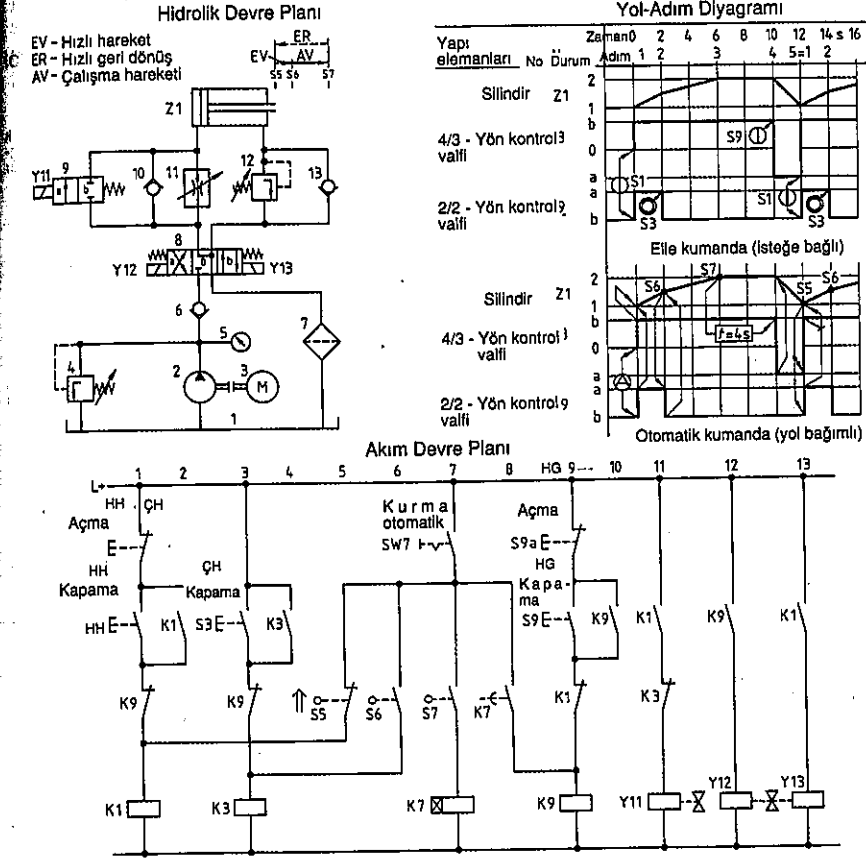
Şekil 2 : Hidro-Toplayıcı kontrol sistemi



Şekil 3 : Hidro-Mekanik sehpa mekanizması

Elektrikli Hidrolik Kontrollü İlerleme Mekanizması (Şekil 1)

Hidrolik silindir S1 anahtarları ile devreye sokulur, hızlı hareketle (HH) ilerler, sınırlama anahtarları S6 ile çalışma hareketine (ÇH) kumanda edilir ve ön bitiş kademesinde S7 anahtarları ile hızlı geri dönüş hareketine (HG) irtibatlanır. Çalışma hareket ünitesi yapısı, silindirin hareketlerinin herbiri tek tek çözülür veya otomatik mekanizma ile yol bağımlı hareket ettirilir. Aşağıda gösterilen rölelerle gerçekleştirilen kontrol sis-



Şekil 1 : Elektrikli hidrolik kontrollü ilerleme mekanizması

temi aynı şekilde hafıza programlı kontrol (Sayfa 453) ile de gerçekleştirilebilir.

Tekrarlama Soruları

- 1 Hidrolik sıvalarının yaptığı görevler nelerdir?
- 2 Sabit pompa ve Ayar pompası ile yapılan hareket mekanizmaları arasındaki fark nedir?
- 3 Hidro-Toplayıcı yapısını ve görevlerini belirtiniz?
- 4 Hangi durumlarda ön kontrollü yön kontrol valfleri kullanılır?
- 5 Çözülür çek valfleri hangi amaçla kullanılır?
- 6 Akış kontrol valfi ve basınç ayar (kısmı) valfi arasındaki belirleyici fark nedir, belirtiniz?

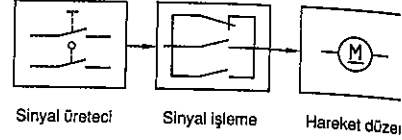
5.4 Elektrikli Kumanda Kontrol Sistemleri

5.4.1 Elektrikli Kumanda Kontrol Sistemlerinin Yapısı

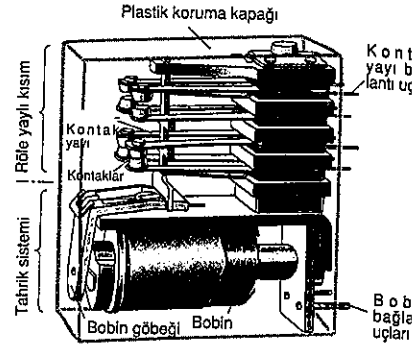
Sinyal Grişi: Elektrik sinyalleri, kontaktların açılıp kapanmaları veya kontaktsız elektronik devre elemanları tarafından üretilir (Bak. Sayfa 520).

Kontaktlar, şalter ve anahtarlar aracılığıyla el ile veya röleler vasıtasıyla elektromanyetik olarak kumanda edilir (Şekil 1).

Sinyal İşleme Sinyallerin işlenmesi, değerlendirilmesi, mantıksal devreler oluşturulması, röle devreleri olması durumunda elektronik devre elemanları, transistörler, tümeleşik (entegre) devreler ve bilgisayarlar kullanılır. Bilgisayarlar özel programlarla çalıştırılır. Sinyaller değerlendirilme işleminden sonra güçlendirilir ve elektro mıknatısları veya elektromotorları kumanda ederler (Sayfa 379). Röleler bu sistem içerisinde ayar elemanı görevini üstlenirler.



Şekil 1 : Elektrik kumanda kontrol



Şekil 2 : Röle yapısı

5.4.2 Elektrik İşletme Elemanları

Röleler, Anahtarlar, Butonlar bir elektrik kumanda kontrol sistemi işletme elemanlarını oluştururlar (Şekil 2). Tablo 1'de bu elemanların standart devre sembolleri gösterilmektedir.

Anahtar, Buton ve Şalter

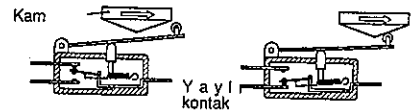
Sinyallerin mekanik olarak verilmesi butonlar ve şalterler ile olur. Kontaktlar, harekete geçirildiğinde ya açılacak (açar) yada kapanacak (Kapar) şekilde yerleştirilmişlerdir. Butonlar ise, basıldıktan sonra tekrar bırakıldıklarında yay tarafından tekrar eski konumuna getirilirler. Şalter ise anahtarlama konumunu müdahale edinceye kadar korur.

Sınırlama (Ayırma) Şalteri

Sınırlama şalterleri ile bir hareketli makina parçasının belirlenen son noktaya erişip erişmediği kontrol edilir. Hareketli makina parçasının son noktaya erişmesi durumunda bir elektrik sinyali üretilir (Şekil 3). Sınırlama şalterleri mekanik ve temassız sınırlama anahtarları olarak ikiye ayrılırlar (Sayfa 421). Mekanik sınırlama anahtarları yaylı kontak sayesinde belirlenmiş bir hareket noktasında anahtarlama işlemini yaparlar. Bu sayede, çok

Tablo 1 : Elektrik devre sembolleri

İşletme elemanı	Sembol	İşletme elemanı	Sembol
Elle kumanda edilen buton		Acil durum şalteri	
Basarak kumanda edilen buton		Şalter	
Elle kumanda edilen şalter		Röle Kapar	
Makaralı kumandalı buton		Röle açar	
Makaralı çıkış kumandalı buton (kapar)		Röle çevirici	
		Elektrik kumandalı valf	



Şekil 3 : Mekanik sınırlama şalteri

yavaş ilerleme hareketlerinde de kesin bir kontaklama (kontakların teması) sağlanmış olur. Sınırlama anahtarları kontakları değiştirici (çevirici) özellikli olup, bir akım devresini açarken bir diğeri kapar.

Temassız sınırlama anahtarları, bir makina parçasının veya iş parçasının yaklaşması ve kontrol noktasına ulaşması durumunda hiç bir mekanik temas olmaksızın anahtarlama işlemini gerçekleştirirler. Bu tip anahtarların kontakları bir saydam (örn. cam), içine yerleştirilmiştir. Anahtarlama işlemi ya bir mıknatis veya bir bobin yardımıyla elektriksel olarak hareket ettirilir (Şekil 1).

Endüktif, kapasitif (Kapasitör) ve opto elektronik düzenle çalışan kontak elemanları bulunmayan temassız anahtarlar da mevcuttur. Bu tip temassız anahtarlara yaklaşık değerlikli anahtar adı verilir. Bu anahtarların yerleştirilmesi için emsallerine göre daha az yer gerekir ve anahtarlama için herhangi bir anahtarlama gücüne gereksinimleri yoktur.

- Endüktif prensibi ile çalışan anahtarlar yalnızca metallere karşı hassasiyet gösterirler.

- Kapasitif anahtarlar ise her türlü maddeye duyarlıdır, bu sebeple tozlanma, kirlenme ve rutubet gibi dış etkenler altında (hatalı) çalışabilirler.

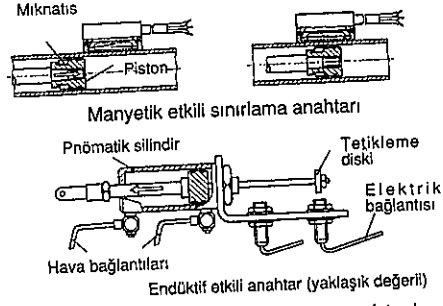
- Opto elektronik anahtarlar, yansıyan ışığa göre ayarlıdır.

Ancak yabancı ışık kaynaklarından yansıyan ışıklardan korumak için belli frekansta kızıl ötesi ışık dalgası kullanılmaktadır.

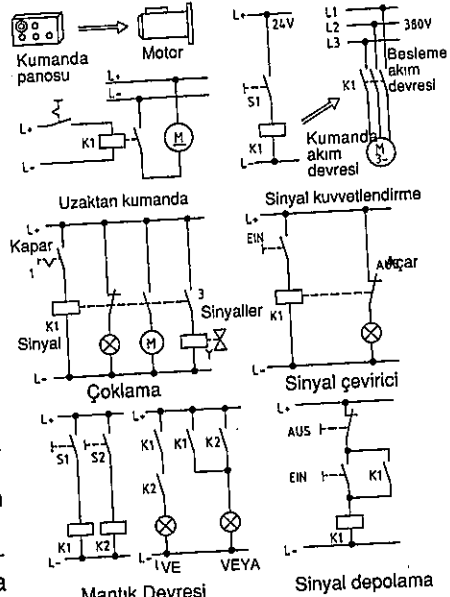
Röle ve Otomatik Anahtarlar

Elektro manyetik prensiple çalışan kontaklı devre elemanları röle ve otomatik anahtarlar olarak tanımlanır. 1 kW güce kadar elektrik güçleri röle ile kumanda edilir. Otomatik anahtarlar ile daha yüksek güçler kumanda edilir. Röle ve otomatik anahtarlar, aynı anda hareket ettirilen bir çok kontaklardan oluşur. Bu kontakların bir kısmı AÇAR bir kısmı KAPAR olarak çalışırlar. Daha çok sinyal işleme, devre elemanları olarak kullanılır ve çok çeşitli teknik problem çözümlerinde kullanılırlar (Şekil 2).

- Uzaktan kumanda kontrol işlemleri
- Zayıf kumanda sinyalini, kontak akım devresi için gerekli olan güçlü sinyale dönüştürmek
- Bir çok AÇAR ve KAPAR kontaklarla sinyalin çoklanması
- AÇAR ve KAPAR kontaklarla sinyallerin çevirilmesi
- Sinyallerin mantık devrelerle işlenmesi
- Tutucu kontaklı devre ile sinyalin hafızaya alınması



Şekil 1: Temassız sınırlama anahtarları ve yaklaşık değerlikli anahtar

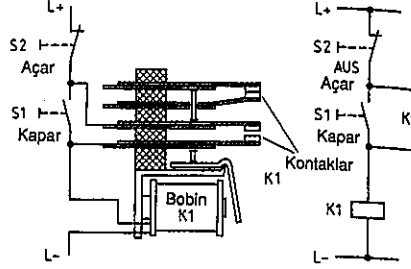


Şekil 2: Rölenin devredeki görevleri

5.4.3 Tutucu Kontaktlı Devre

Kumanda kontrol teknik çözümlerin bir çoğunda, kısa süreli tetikleme sinyali daha uzun süreyle hafızada tutulmalıdır. Bu ise rölelerin tutucu kontaktlı devreleri ile sağlanır (Şekil 1).

KAPAR (S1) anahtarı ile Röle akım devresi kapanır. KAPAR (S1) anahtarına paralel bağlı Röle (K1) kapar kontaktları kapanır ve KAPAR (S1) anahtarı tekrar açılrsa bile, bu kontak kapalı kalır ve akım devresi beslemeye devam edilir (tutulur). Bu şekilde S1 sinyali depolanmış olur. AÇAR (S2) anahtarının açılmasıyla röle akım devresi kesilir.



Şekil 1 : Tutucu kontaktlı devre

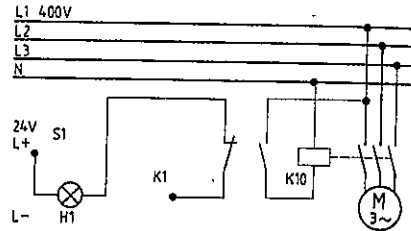
Tablo 1 : İletken ve işletme eleman tanımları

İletken türü	K i s a Kod	İşletme elemanları	K i s Kod
R İletkeni	L1	Şiforta koruma sistemi	F
S İletkeni	L2	İkaz lambası uyarı sistemi	H
T İletkeni	L3	Otomatik anahtar Röle	K
Nötür hattı	N	Motor	M
Pozitif	L+	Anahtar, Şalter	S
Negatif	L-	Elektrik kumandalı tertibat	Y
Koruyucu hat İletkeni (Topraklama)	PE	Manyetik Valf	

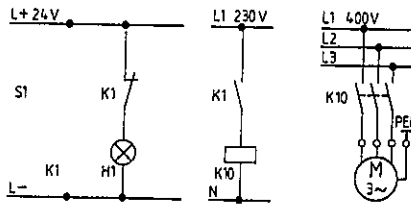
5.4.4 Elektrikli Kontak Kumanda Şemaları

Elektrikli kontak kumanda sistemleri akım devre şemalarında gösterilir. Bu şemalarda devre elemanları standart sembollerle ve tanımlarla belirtilir (Tablo 1 ve Sayfa 448'deki Tablo 1). Tümleşik, bağlantılı akım devre şemalarında her bir devre elemanının, devredeki fonksiyonu ve birbirlerine olan etki ve bağıntıları gösterilir. Fakat, bu devre şemasının kolay anlaşılabilirliğini azaltır. Akım devresi ayrılmış şemalarda daha kolay anlaşılır (Şekil 2).

Pozitif akım (L+) iletkeninden negatif (L-) iletkenine doğru akar. Devredeki çoğu cihazlar birbirine paralel bağlıdır. Röleler ve diğer işletme cihazları sembollerle gösterilir ve farklı devrelerde, şemalarda bu semboller sayesinde kolayca tanınırlar. Devre de gösterilen cihazlar kontrolün çıkış konumunda daha çok da akımsız sükut konumunda gösterilir. Çoğu uygulama tekniklerinde röleli kumanda akım elemanları, motorların bağlı olduğu ilerleme devresi ayrı ayrı gösterilir. Bu ayırım ile sinyal üretim ve iletim elemanlarının yüksek akıma maruz kalması önlenmiş olur. Bunun yanında kumanda kontrol devresinde 24 V gibi düşük gerilim kullanılması ile yüksek



1. Tümleşik akım devre şeması



2. Ayrılmış akım devre şeması

Şekil 2: Akım devre şemaları

gerilim tehlike korumalarına ihtiyaç duyulmaz.

5.4.5 Elektrikli Kumanda Kontrol Örnekleri

Pnömatik Silindirin Elektrikli Kumandası

Çift etkili pnömatik silindirin kumanda işlemi için ya iki elektromıknatis (Y1 ve Y2) veya bir elektromıknatis ile donatılmış bir 4/2'lik valf kullanılır. Valf kumandası seçimine uygun olarak, elektrikli kontak kumanda kontrol sistemi farklılık gösterir.

Darbelle (İmpulsli) valf kontrolü (Şekil 1). Darbelle valf S1 anahtarının kısa kumanda sinyali ile ventili a konumuna getirilir ve orada durur. Diğer yönden elektromıknatis (Y2) tarafından verilen karşı sinyalle valf konumu (b)'ye geri getirilir. Silindirin dışarı çıkış hareketi için gerekli olan sinyal hafızaya alma işi valf tarafından yapılır. Bu nedenle ilave bir röleli sinyal hafızaya alma ünitesine ihtiyaç duyulmaz.

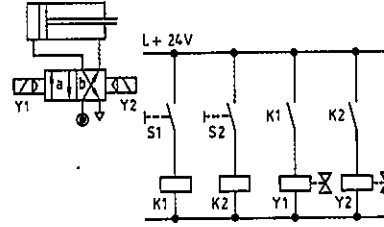
Yaylı 4/2'lik valf. Bu örnekte kontrol edilir. Bu valf bir tarafından elektromıknatis etkisiyle hareket ettirilir ve diğer yönden ise yay ile geri döndürülür (Şekil 2). 4/2'lik valf KAPAMA Sinyalini hafızaya alma işlemini yapamadığı için bu işlemi elektrikli kontrol rölesinin tutma özelliği vasıtasıyla sağlanır.

Tek hareket-sürekli (devir)

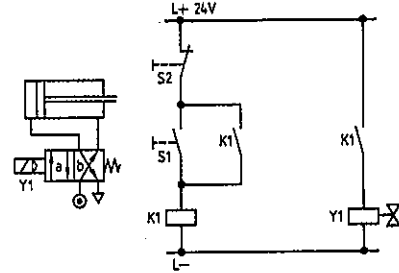
Bu devre yapısıyla, programın bir defa mı yoksa sürekli mi çalışacak olmasına karar verilir. Programın sürekli çalışması için paralel bağlı KAPAMA kontaklı K3 üzerinden başlama sinyali atlanılmış olur (Şekil 3). Bu kapama kontağı, tutma özellikli bir röle ile hareket ettirilir.

Acil-Kapama Tertibatı

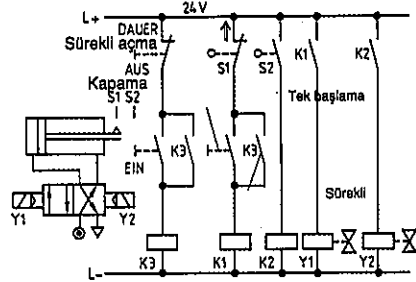
Acil-kapama tertibatı, personele veya makinanın kendine gelecek tehlike ve ha-



Şekil 1 : Darbelle valf kumandası



Şekil 2 : Yay geri itmeli valf (çek valf)



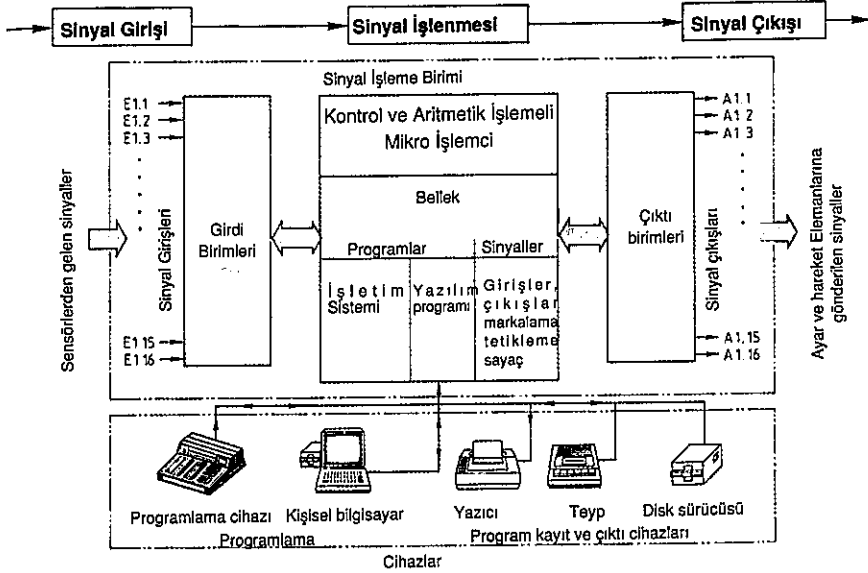
Şekil 3 : Tek hareketli-sürekli devir

5.5 Programlı Bellek Kontrol Sistemleri (SPS)

Pnomatik, hidrolik ve elektrikli kontrol sistemlerinde sinyaller, valf veya röle gibi bağlantılar vasıtasıyla birbirlerine bağlanmış donanım elemanları tarafından gönderilir. Bu nedenle bu tür kontrol sistemlerine **Programlı Bağlantı Kontrol Sistemleri** adı da verilir.

Programlı Bellek Kontrol Sisteminde, sinyal işlenmesi yazılım elemanları tarafından yapılır. Yani kontrol talimatları ile programlar şeklinde, yazılım olarak kontrol sistemine girilir ve bilgisayar tarafından işlenir. Bağlantılar değiştirilmeden, yalnızca programın kendisinde değişiklik yapmak mümkündür.

5.5.1 Programlı Bellek Kontrol Sistemi Yapısı



Şekil 1 : Program bellek kontrol sisteminin yapısı

Program Bellek Kontrol Sistemi aşağıdaki birimlerden oluşur: Sinyal girişi için kullanılan elektronik elemanlar, sinyal işleme birimi ve sinyal çıkışı için kullanılan elemanlar, bunların dışında programlama ve program girişi için kullanılan cihazlar ve program çıktı cihazları (Şekil 1).

Küçük kapasiteli kontrol çözümleri için, basit, küçük hacimli yekpare cihazlar, montaj hattında yer alan kontrol dolabı içine yerleştirilerek kullanılır. Kapsamlı bilgi işlem çözümleri için SPS - Elemanları, bilgisayarlar gibi elektronik kartlardan oluşur. Bu yüzden girdiler, çıktılar ve program bellek ilaveleri yapılabilmektedir.

Girdi Üniteleri

Girdi sinyalleri, genellikle iki değerlikli sinyaller olup, sensörlerden gelir ve kaydedilip işleme, değerlendirme ünitesine gönderilir. (1) değerlikli sinyal durumları çoğunlukla LED (Işık veren diyot)'ler aracılığıyla gösterilir.

Girdi elemanları, 8 veya 16 iki değerlikli giriş elemanlarına ayrılır ve numaralandırılır. Girdi elemanı 1 ve giriş 12, E1 12 şeklinde numaralandırılır.

Çıktı Üniteleri

Çıktı üniteleri de, 8 veya 16 adet iki değerlikli çıkışı olan elemanlardan oluşur. Örneğin, numaralama A1.1'den başlayıp A1.16'ya kadar devam eder.

Çıkış Sinyalleri Örneği

- Elektromanyetik uyarılan valflerin anahtarlanması için iki değerlikli doğru gerilim sinyalleri (24 V, 20 mA)
- Motor ve ısıtıcıların doğrudan çalıştırılması için gerekli olan elektronik dalgalı gerilim şalter sinyalleri (50 Hz, 220 V)

İşlemci Üniteleri

Sinyal işlemcilerin çekirdeğini 8, 12 veya 16 bit mikro işlemciler oluşturur. Bu mikro işlemciler kontrol ve aritmetik birimlerine sahip olup görevleri aşağıda verilmiştir.

- İşletim sistemi tarafından SPS başlatılması
- Giriş sinyallerinin taranması
- Mevcut program ile giriş sinyallerinin işlenmesi
- Hesaplanan ara sonuçların ara (tampon) belleklere aktarılması
- Çıkış sinyallerinin ayar ve hareket elemanlarına iletilmesi SPS - Çevre cihazlarını programlama, program girişi ve dokümantasyon için kullanılan cihazları oluşturmaktadır.

Programlı Bellek Kontrol Sisteminin Çevre Cihazları

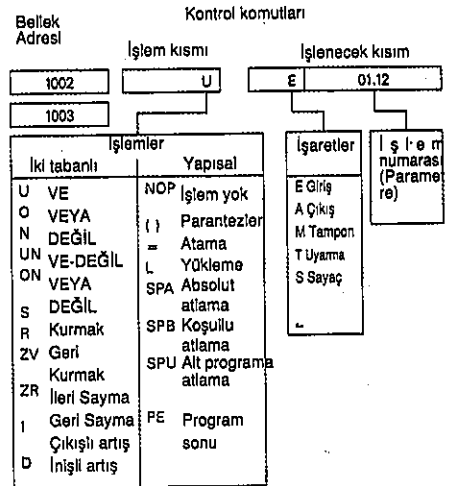
Elle programlama cihazında, programlar komut listeleri (Sayfa 455) şeklinde klavye aracılığı ile girilir. Her bir kontrol talimatı ekran üzerinden kontrol edilebilir. Program hazırlığı tamamlandıktan sonra işleme ünitesine yüklenir. Otomatik programlama işleminde program, bir yazılım yardımıyla bilgisayar ekranı üzerinde üretilir. Programlama, fonksiyon planı, kontak planı veya akım devre planları şeklinde de olabilir. Programın hazırlanmasından sonra program bilgisayarda bir başka program diline çevrilip, bir benzeştirme (simülasyon) programı ile denenebilir. Daha sonra komut listesi şeklinde SPS işlem ünitesine yüklenir. Program dokümantasyonunda, programlar yazıcı veya çiziciler üzerinden değişik program dillerinde bastırılabilir ve teyp, sabit disk veya disk sürücüler gibi dış ortamlara gönderilebilir.

5.5.2 SPS Çalışma Prensipli

Programlı Bellek sistemleri bir dizi sıralı kontrol talimatlarından oluşan programlarla çalışır. Makina dilinde kontrol talimatları; 8, 12 veya 16 bit uzunlukta kodlu kelimelerden (Sayı kodları) oluşur. Makina dilinde ve kodunda, program yapmanın çok zahmetli ve zor öğrenilmesi nedeniyle, programlar kolay öğrenilebilir (hafızaya yardımcı teknik) ROM (Sabit bellek) içine yerleştirilmiş çevirici program vasıtasıyla makina koduna dönüştürülür. Bir kontrol talimatı, işlem kısmı ve işlenecek kısımdan oluşur (Şekil 1).

İşlem kısmı (Komut kısmı), hangi işlemin talimat içerisinde yapılacağını belirtir. örn: VE -bağlacı

İşlenecek kısımda ise, hangi operatör parametresi ile işlem yapılacaktır (Girişler ve Çıktılar v.s) İşlenecek kısımlar bir nu-

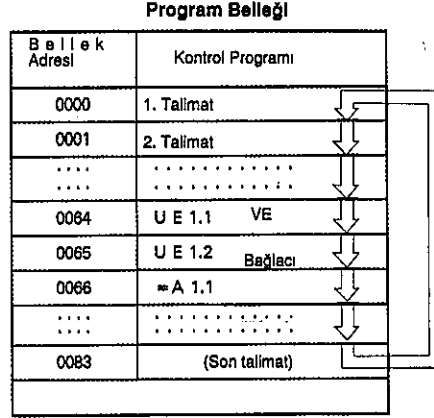


Şekil 1 : Kontrol komut listesi sayısı

maraya (parametreye) sahiptir örn. E01.12

Kontrol talimatları, kontrol programları olarak daha önce belirlenmiş program belleğinin boş (serbest) adreslerine yüklenir. Program çalıştırıldığında, kontrol ünitesi, programa belleğinden bir biri ardına kontrol talimatlarını alarak işleme sokar (Şekil 1).

UE 1.1 talimatı ile, 0064 bellek adresinde E 1.1 girişli iki değerlikli sinyal sorulur. Eğer değeri 0 (sıfır) ise, çıkış A 1.1 0 0 (sıfır) değerini alır. Eğer 1 değeri almış ve VE 1.2 de 1 değerine sahipse, A 1.1 çıkışı, 1 değerini alır (VE Bağlaci)



Şekil 1 : Çalışma döngüsü

Program son talimatı olarak (PE), program başına koşulsuz atlama yaptırır. Bu durumda, program kısa, sürekli bir döngü şeklinde çalışır. Sürekli olarak girişlerin durumu soruşturulur, işlenir ve sonuçlar ara belleklere yerleştirilir ve program sonunda çıkışlara gönderilir. Ara Bellek, sinyal belleğinin bit büyüklüğündeki bellek hücreleridir. Burada, iki değerlilik bağlantı sonuçları geçici olarak saklanır ve programın bir başka yerinde gerekli olduğunda geri çağırılır.

Program Belleği

Ara (Tampon) belleklerle, iç içe geçmiş bağlantı ara sonuçları yapılarak program daha basit ve açık oluşturulup, hata araması kolaylaştırılır.

Sinyal belleğinde uyarma değeri ve sayaç değerleri hesaplanır. Her bir zaman kademesi, program üzerinden erişilebilen bir başlama girişi ve bir çıkış'a sahiptir. Sayaçlar, bir uyarıcı (puls) girişi, bir serbest bırakma sinyali girişi ve birde çıkışa sahiptirler.

5.5.3 Programlama Dilleri

İkili sayı sistemi (Binari) halinde işlenmek üzere kontrol sistemine girebilmek için, kontrol iş programının küçük çözüm adımlarına ayrılması gerekmektedir. Programlama işlemi ise, programlama dillerinde talimatlar, kontak planı ve fonksiyon planı şeklinde yapılır.

Komut Listesi (KOL)

Komut listesi standart hale getirilmiş bir dizi kontrol komutlardan oluşur (Sayfa 454, Şekil 2).

Komut listesi oluşturulması ve girilmesi için, programlı bellek kontrol sisteminde bulunan bir programlama cihazı (elle programlama cihazı veya PC klavyesi) ile yapılır. Programlama cihazı üzerindeki sayı ve fonksiyon tuşları ile, programlar düzeltilebilir, çevre bellek ortamından okunması veya dış ortama yazılması, bastırılması ve programın başlatılması gibi işlemler yapılabilir.

Bellek Adresi	Kontrol Talimatı	Açıklaması
0000	U E 1.1	Giriş 1.1 in 1. sinyalini yükle
0001	U E 1.2	Giriş 1.2 yi VE ile bağla
0002	UN E 1.3	Giriş 1.3 ün negatif değerini VE ile bağla
0003	= A 1.1	Çıkış 1.1 in sonucu yükle
0004	PE	Program sonu

Şekil 2 : Talimat listesi

Kontak Planı (KOP)

Kontak planı elektrik akım devresi gibi tasarlanır. Akım yolları burada yatay olarak gösterilir. Böylece klavye yardımıyla bilgisayar ekranında çizilir ve bir yazıcıdan kağıt üzerine aktarılır (Şekil 1).

Burada kullanılan semboller, elektrik elemanlarını açıp, kapar ve bobin'lerin sembollerinden oluşup, SPS sisteminin girişi, çıkışı sinyallerini gösterir. Bu sinyaller, bağlantıları ile birbirlerine mantıksal (VE, VEYA, DEĞİL) olarak bağlanır ve sonuç anahtarlama komutu olarak gönderilir.

Fonksiyon Planı (FOP) (Sayfa 426)

Tablo 1'de gösterildiği gibi kontrol bağlantıları standart fonksiyon planında, mantıksal bağlantı sembolleri ile gösterilir. Bunun yanında, akış kontrollerinde adım sembolü ve komut sembolü kullanılır.

Adım sembolü, akış kontrol işlemlerinde kontrolün sadece kaba yapısını yansıtır. Bununla, kontrol akışı, özel cihaz tekniğine bağlı olmadan grafik olarak gösterilebilir. Detaylı yapıda bir adımın gösterilmesinde, en önemli eleman bellek elemanıdır (Şekil 2).

Burada bellek, bir RS -devirme elemanıdır. S kurma girişinde 1 sinyali olduğu zaman çıkışta A değeri 1 olur ve R geri kurma ucu uyarıldığında bellek içeriği tekrar silinir.

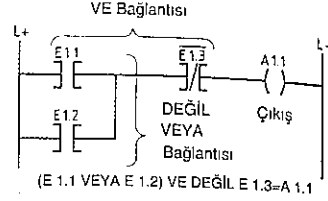
Akış kontrolünün adım zincirinde daha bir adım kurulur. Bunun için adımın tüm giriş koşulları yerine getirilmiş olup ayrıca bir önceki adımla hazırlama sinyalinin de gelmesi gerekmektedir.

Akış kontrolünün detaylı yapısı programlamaya hizmet etmektedir.

Yerleştirme Listesi

Program üretilmeden önce, yerleştirme listesinde, giriş elemanları (örn. temassız sensörler, tuşlar veya şalterler) SPS- girişlerine yerleştirilir (Şekil 3).

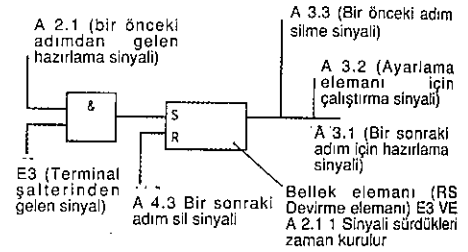
Manyetik valfler, röleler, kavramalar veya ışık bildircilerde, kontrol sistemi çıkışları numaralarına yerleştirilir. SPS programında, adresler olarak yalnızca kontrol girişi ve çıkışların adresleri kullanılabilir.



Şekil 1 : Kontak planı

Tablo 1 : Fonksiyon planı sembolleri

Sembol	Açıklaması
	E1 VE E 2 VE E3 = A
	E1 VEYA E2 VEYA E3 = A
	E DEĞİL = A
	Adım A = Adım numarası B = Açıklayıcı metin
	Komut A = Komutun türü S = Saklanmış NS = Saklanmamış D = Geciktirilmiş T = Zaman sınırlı C = Anahtarlama devam ettiren geri dönüş sinyali



Şekil 2 : Bir adım detay yapısı

Şalter / Tuş	SPS- Girişi	Röle	SPS- Çıkışı
S1	E1.1	K1	A1.1
S2	E1.2	K2	A1.2
S3	E1.3	K3	A1.3

Şekil 3 : Yerleştirme listesi

5.5.4 Programlama

5.5.4.1 Bağlantı Kontrol Sistemleri

Ödev 1: Bir ıstampa donanımında, pnömomatik silindirli ıstampa pabucunun çıkışı hareketi ancak, S1 ayak şalteri kapalı olduğu ve temassız sensör B1'in yanması yani koruma kafesi kapalı (Durum planı Şekil 1) durumunda olmalıdır. Anahtarlar- ma koşulları yerine getirilmez ise silindir tekrar geri girmelidir.

Çözüm: Silindirin, anahtarlama koşulu yerine getirildiği zaman tekrar yerine girmesini sağlamak için pnömomatik devre planında geri itme yaylı elektromanyetik valf kullanılır (Şekil 1). Yerleştirme planında S1 ve B1 Sinyalleri E1 ve E2 girişlerine, elektromanyetik valf Y1, SPS'in A1 çıkışına yerleştirilir. Fonksiyon tablosu, E1 VE E2 VE bağlantısını göstermektedir. Bu bağlantı, fonksiyon planında, kontak planında ve komut listesinde de takip edilmektedir (Şekil 1).

Ödev 2: ödev 1'deki ıstapalı tertibatı ilave bir devreyi açma görevli S2 (SPS E2 girişi) şalteri ile donatılacaktır. Silindir, S1 (SPS E1 girişi) veya S2 ve B1 (SPS E3 girişi) sinyali 1 olduğu zaman dışarı çıkmalıdır. S1 ve S2'nin aynı anda basılması durumunda silindirin dışarı hareket etmesi gerekmektedir.

Çözüm: Fonksiyon tablosunda E1, E2 ve E3 giriş değişkenleri 0 dan 7'ye kadar olan satırlarda 000'dan 111'e kadar olan ikili sayılar yazılır. Bunlar 3 adet ikili sinyal elemanlarının tüm kombinasyonlarını vermektedir. Devre şartı üçüncü ve beşinci satırlarda sağlanmaktadır. Yani A1 bir satırda 1 sinyalini alır (Şekil 3).

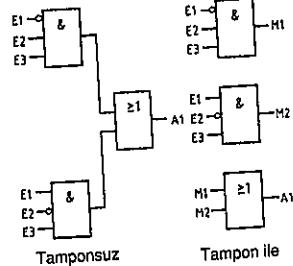
Komut listesinde her iki VE bağlantısı parantez içine alınır ve bu parantezler VE-YA ile bağlanır. Bu tamponsuz fonksiyon planına eşdeğerdir. Diğer programlama imkanı, VE bağlantılarının sonuçlarını tamponlara geçici depolayıp sonra tamponları VE-YA ile bağlamaktadır (Şekil 3).

Fonksiyon tablosu

Satır	E1	E2	E3	A1
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	0
3	0	1	1	0
4	1	0	0	0
5	1	0	1	0
6	1	1	0	0
7	1	1	1	0

Satır 3: $E1 \wedge E2 \wedge E3 = A1$
Satır 5: $E1 \wedge E2 \wedge E3 = A1$

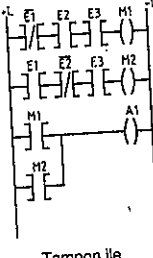
Fonksiyon planı



Tamponsuz

Tampon ile

Kontak planı



Tampon ile

Talimat listeleri

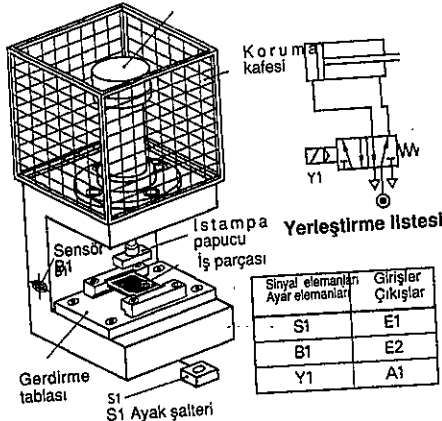
UN	E1
U	E1
U	E2
U	E3
=	M1
U	E1
UN	E2
U	E3
=	M2
O	M1
O	M2
=	A1
PE	

Parantezli

Tampon ile

Şekil 3 : ıstampa tertibatı (Ödev 2'nin çözümü)

Durum planı Pnömomatik silindir Devre planı



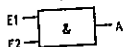
Şekil 1 : ıstampa tertibatı (Durum planı, devre planı, yerleştirme planı)

Fonksiyon tablosu

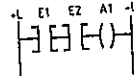
E1	E2	A1
0	0	0
0	1	0
1	0	0

E1 UND E2=A1

Fonksiyon planı



Kontak planı



Talimat listesi

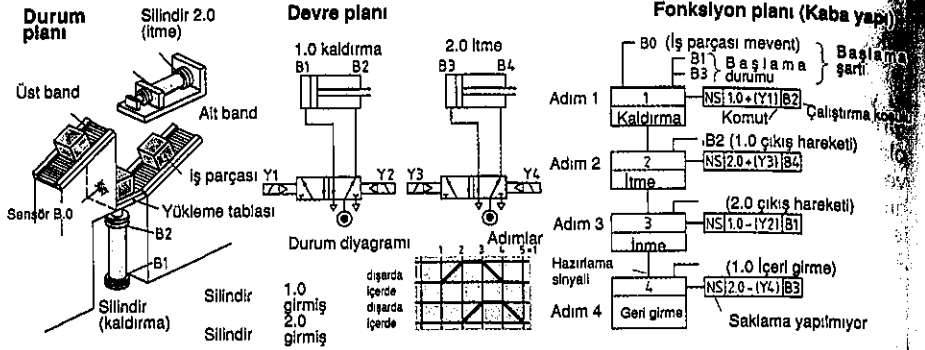
U	E1
U	E2
=	A1
PE	

Şekil 2 : ıstampa tertibatı (ödev 1'in çözümü)

5.5.4.2 Bir İş Akışı Kontrolünün Programlanması

Ödev: Taşıma Donanımı. Makaralı bir band üzerinde hareketli bir iş parçası, sensör B0 tarafından 1.0 nolu pnömatrik silindir için yükleme yerinde tespit edilir (Şekil 1). B0 1 sinyali verince silindir 1.0 dışarı hareket eder ve iş parçasını bir düzlemdeki band seviyesine taşır. Burada silindir 2.0 tarafından band üzerine. Daha sonra silindir 1.0 başlama konumuna döner ve silindir 2.0'a yerine döner.

Silindirlerin son konumları temassız ve yakınlık şalteri B1 ve B2 veya B3 ve B4 tarafından gözlenir (Şekil 1).

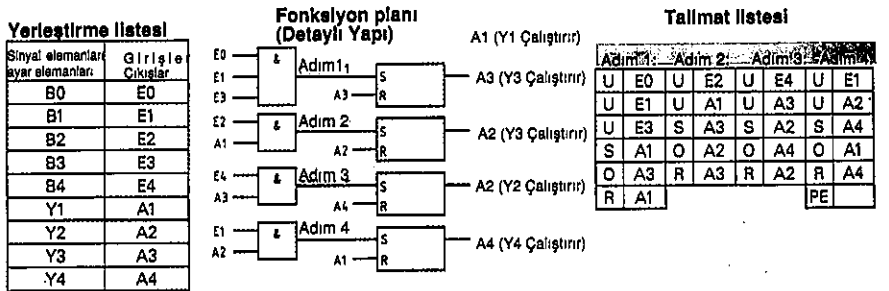


Şekil 1 : Taşıma donanımı (Durum planı, devre planı, fonksiyon planı kaba yapısı)

Çözüm: İş parçası varsa (B0 1 sinyali verilir) ve kontrol sistemi başlama konumunda ise, B1 ve B3 harekete geçirilmiş ise başlama gerçekleşir (Şekil 1 ve Şekil 2).

Bu sinyallerin VE bağlacı ilk belleğin A1 çıkışını kurar (adım 1). Elektromanyetik Y1'i çalıştırır ve ikinci adım için (A1) hazırlama sinyalini verir. İkinci adımın A3 çıkışının kurulabilmesi için silindir 1.0 çıkmış ve B2 sinyali elemanının harekete geçirilmiş olması gerekmektedir. A3'deki 1 sinyali elektromıknatıs Y3'ü çalıştırır, 3. adım hazırlanır ve birinci adım belleği için R Sli sinyalini verir.

Bu şekilde, başlama durumuna erişilene kadar, kontrol akışının tamamı, işleme başlı olarak adım adım devam ettirilir. Bir sonraki iş parçası tekrar bir sonraki döngüyü başlatır.



Şekil 2 : Taşıma tertibatı (Yerleştirme planı, fonksiyon planı detay yapısı, talimat listesi)

Tekrarlama Soruları

- 1 SPS hangi birimlerden oluşmaktadır?
- 2 Kontrol talimatları nasıl yapılmaktadır?
- 3 İş akış kontrolünün kaba ve detay yapısı arasındaki farklar nelerdir ?

5.6 Numerik Kontrol Sistemleri

5.6.1 Numerik Kontrollü Üretim

Tezgâhlarının Özellikleri ve Kapasiteleri

Elle kontrol edilen takım tezgahlarında, iş parçası, makina operatörünün üretim sürecine sürekli müdahalesi ile işlenir (Şekil 1).

NC koordinatları olarak adlandırılan Numerik kontrollü takım tezgahlarında bir çok imalat aşamaları, makina operatörünün müdahalesine ihtiyaç duyulmadan yapılır. Bunun sağlanması için, önceden işlem akışı belirlenmiş, işlem aşamalarına bölünmüş ve kontrol komutları makina kontrol ünitesine kaydedilmiş olmalıdır. Bu sebeple, NC makineleri el volanları yerine, bu kontrol programının girişi için kullanılan bir kumanda parçasına sahiptir (Şekil 2). Kontrol komutları, örneğin bir tezgah kazağı tarafından yapılacak hareketin yönünü ve mesafesini veya çalışma mili motorunun çalıştırılmasını belirtir. Bu kontrol komutları harfler ve sayılar şeklinde kodlanmış olarak kontrol sistemine girilir.

NC-Makinalarında Çalışma

Kademeleri

- Önceden planlanır ve yazılır.
- Harfler ve sayılar şeklinde kodlanır
- Kontrol bilgisayarına girilir ve makina tarafından işlemler gerçekleştirilir.

Kontrol komutlarının tamamı, tezgahın bütün fonksiyonlarını ve hareketlerini kontrol eden bir program oluşturur. Bütün hareketlerin yapılması için, NC makinelerinde her yöne hareketi mümkün kılan hareket eksenleri ve yol ölçüm sistemleri mevcuttur. Yapılan işin kalitesi ve üretim zamanı, bu sistemlerde makina operatörünün hareketine ve becerisine bağlı değildir.

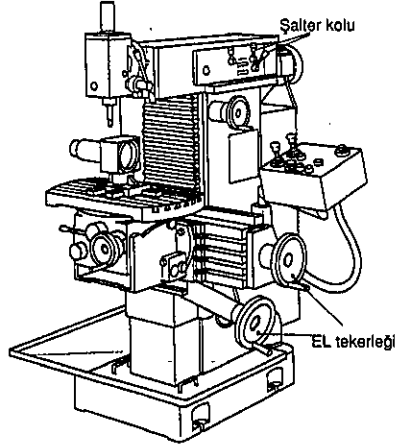
NC Kontrollü Makinaların Sağladığı Faydalar

- Eşit ve aynı seviyede kalan işleme kalitesi
 - Daha az iskarta, hurda ve kontrol maliyeti
 - Kısa üretim süresi
 - İleri otomasyonlara genişleme imkânı
- Örnek:** Malzeme konsolundan malzeme akımı, değiştirilmesi
- Zor, karmaşık geometrilerin işlenmesi
 - Üretilen programların bir defa sisteme girilmesi ve saklanması

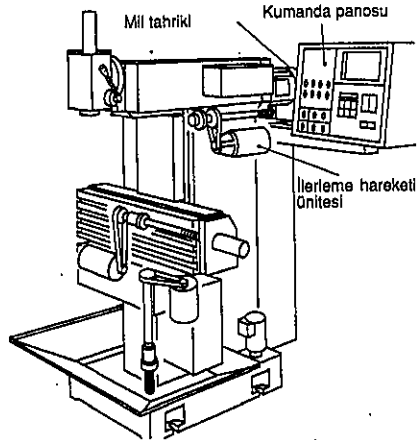
NC-Kontrollü, CNK Kontrollü ve DNC-İşletimli

NC kısaltmasının açık yazılışı "Numerical Control" olup, anlamı ise, sayısal kontrol sistemi demektir. CNC-kontrol sistemi açık yazılışı "Computer Numerical Control" olup bilgisayarlı kontrol sistemi manasını taşır. Bilgisayarlı NC- kontrol sisteminde kullanım kolaylaşmış, bellek kapasitesi artmış ve makina çalışma akışı daha güvenli yapılır hale gelmiştir.

DNC açık yazılışı "Direct Numerical Control" olup, bir çok CNC makinasının kendi programlarını bir merkez bilgisayardan aldığı, bir işletme türünü tanımlamaktadır.



Şekil 1 : El ile kumandalı Freze tezgahı



Şekil 2 : CNC Freze tezgahı

5.6.2 CNC Kontrol Sistemlerinin Yapısı ve Görevleri

CNC-kontrol sistemleri yapısı; bir çok mikroişlemci, elektronik bellekler, Girdi ve Çıktı birimleri ve bus (Bas okunur, bilgisayar sistemlerinde adres ve kontrol komutlarının gidip geldiği elektronik taşıyıcı anlamına gelir ve bu anlamıyla dilimize teknik anlamda yerleşmiştir) sisteminden oluşmaktadır. En önemli görevleri şöyle sıralanabilir: Veri girdi saklama (depolama), işleme ve çıktı işlemleri ve ayarlama tertibatlarının sürekli denetlenmesi ve kontrolleri.

Veri Girişi

Veri girişi, elle, delikli şerit, manyetik band, disk veya bilgisayar klavyesi vasıtasıyla yapılır. Grafik ekranlı kullanım menüsü değiştirilebilir ve ekranda yeniden listelenebilir. İş parçası ekranda gösterilip, programlar canlandırılabilir (simülasyon tekniği). Bir çok kontrol sistemlerinde bu, sistemde başka bir program makina tarafından icra edilmesi durumunda bile mümkündür (Şekil 1). Bir çok kontrol sisteminde, DNC bağlantısının bulunması ve bunun üzerinden programların bağlı CNC makinalarına dağıtılması ile, çalışmaların denetlenmesi ve hakkında raporlar hazırlanmasını sağlayan bir sistem oluşturulmuştur.

Veri Saklama (Depolama)

Kontrol sistemlerinde verilerin saklanması elektronik bellekler sağlar ve verileri aşağıdaki işler için hazır tutarlar:

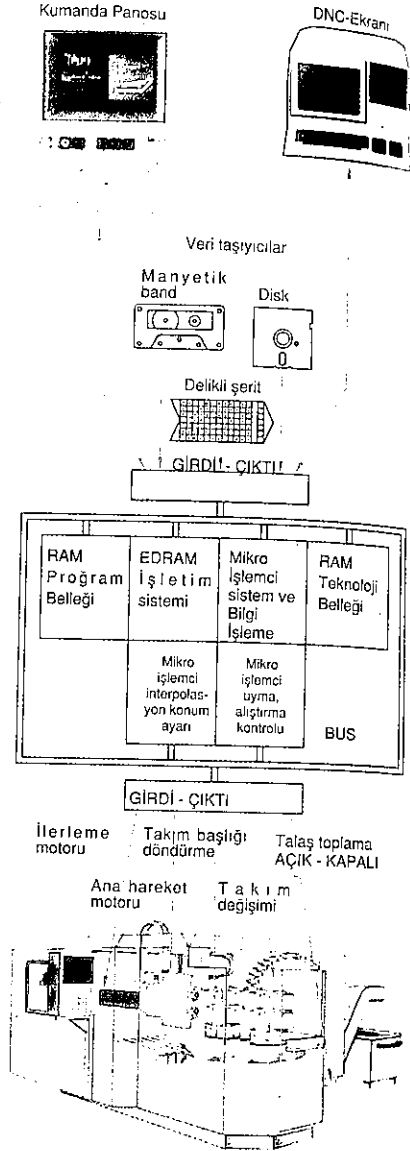
- Kontrol sisteminin işletim programı
- Kullanıcı menüsü ve grafik
- Hata gösterimi ve hata araması
- Bir çok parça programının saklanması
- Takımın aktif düzeltilmesi ve sıfır noktası sapmaları
- İş döngüleri ve
- Takımın durma süreleri

Veri İşleme

CNC-kontrol sisteminde veri işleme için birden fazla mikro işlemci bulunmaktadır. Mevcut işletim sistemi, veri işleminin düzenli akışını sağlar. Veri işlemeye şunlar dahildir. örn. düzgün doğrusal veya dairesel şekildeki takım hareket yolunun hesaplanması ve konum ayarı için ilerleme yolunun ölçme değerinin hesaplanması gibi.

Veri Çıkışı

Veri çıkışı için uyma kontrolü hizmet vermektedir. Bu, hesaplanan değerleri kuvvetlendirerek; ilerleme motorunun kontrolüne, mil dönme sayısına, alet tutturma gibi anahtarlar için gerekli olan güçteki değerlere ulaştırır. CNC - kontrol sistemleri ayrıca programlı bellek kumandalara sahip olup, bunlar üzerinden, örn. palet değişimini ve kullanım metodlarını veya makina bilgilerini çevre cihazlara sağlar.



Şekil 1 : CNC Kontrol Sisteminin Yapısı ve Görevleri

5.6.3 Verilerin İkili Sayı Sisteminde Gösterilmesi

Numerik kontrol sistemleri, örn. bir komut girişi veya yol ölçüm pulsu tarafından oluşturulan elektriksel pulsularla çalışır. Bu akım veya gerilim pulsuları iki konum (değer) alabilirler:

- Bir akım geçmektedir, yani puls mevcut veya
- Akım geçmiyor, yani puls yok. Bu iki bilgi 1 ve 0'la ifade edilir. Bilginin bu şekilde gösterilmesine ikili sayı sistemi denir. 1 ve 0 ikili değerlerini alan bir sinyal, bilgi (veri) birimi olarak bir Bit (binary digit) demektir.

Sayı Sistemleri

İkili sayı sisteminde yalnızca 1 ve 0 vardır ve böylece ikili sinyallerin gösterilmesi mümkün olur. Yüksek sayıların ikili sayı sisteminde gösterilmesi için çok basamağa ihtiyaç vardır. Çok basamaklı ikili sayıların çözülmesi oldukça zordur. Bu nedenle ikili sayı sistemi ondalık sayı sistemiyle BCD (ikili kodlanmış ondalık kod) ile bağlanmıştır.

0'dan 9'a kadar ondalık sayılar dört basamaklı bit ile de gösterilir (Tablo 1). 8-4-2-1 kodlanmada bit işaretleri ikili sayı sisteminde sıralı olarak düzenlenmiştir. Sağdan sola doğru sıralı sayılarak basamakların değerleri şu şekildedir: $2^0=1$, $2^1=2$, $2^2=4$, $2^3=8$ 'dir. İkili sistemde sayıların basamak değerleri, birler onlar ve yüzler gibi ayrı ayrı, aynı ondalık sistemde olduğu gibi yazılır.

Örnek: 178 sayısının 8-4-2-1 de gösterilmesi

Çözüm: Yüzler onlar birler
0001 0111 1000
1 7 8

8 Sütunlu Delikli Şerit

Veri sağlama ve iletiminde bir çok durumlarda delikli şeritler kullanılır (Şekil 1). Bunun üzerinde 0'dan 9'a kadar sayılar, alfabetik harfler örn. CR (Ing. Carriage return, taşıyıcı dönüşü) veya % (Program başı) gibi özel sinyaller ikili sayı sisteminde ifade edilir.

Faydaları

- Sürekli saklama
- Kirlenmeye karşı problemsiz
- Silinmez

Zararları

- Büyük saklama yeri gerektirmesi
- Düzeltilememesi
- Silinemez ve tekrar kullanılamaz olması

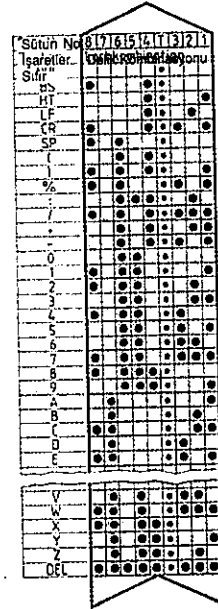
CNC-Makinalarında delikli şerit'den ziyade manyetik band ve diskler gibi manyetik veri taşıma ortamları kullanılır.

Manyetik Band

Büyük veri yoğunlukları için manyetik bandlar kullanılır.

Avantajı, yüksek saklama yoğunluğu ve bandın defalarca silinip yeniden yazılabilir olmasıdır.

Tablo 1 : BCD - Kodu	
Ondalık sayı	Belleme
	$8\ 4\ 2\ 1$
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	



Şekil 1: 8 Sütunlu delikli şerit

Disketler ve Sabit Diskler (Hard diskler)

Disketler ve sabit diskler manyetik bantlara oranla daha hızlı erişim sağlar ve DNC-Bilgisayarlarında ve büyük veri yoğunluğunun gerektiği durumlarda kullanılır.

5.6.4 NC- Makinalarında Yol Ölçümleri

NC-Makinalarında, istenilen zamanda hareket elde edilebilmesi için, doğru ve tam çalışan bir yol ölçme sistemi, kademesiz kontrol edilebilen ilerleme metodu, boşluktan çalışma (ana) mili ve yuvarlanmalı (bilyalı) kızaklara ihtiyaç duyulmaktadır.

Yol Ölçme Sisteminin Görevleri

NC- Makinaları, kontrol komutları tarafından belirlenen hareketleri kendi başına gerçekleştirmek durumundadır. Bunun için örn. makina kızağı vasıtasıyla hareket noktasının koordinatlarına mümkün olduğu kadar tam ulaşılmalıdır. (Sayfa 415, Şekil 2) Bu ise bir konum ayarlama devresi sayesinde makina kızağının anlık değerini ölçer ve kontrol sistemi tarafından istenilen değerler (programlanan değer ile) karşılaştırılır ve makina kızağının gerçek değeri ile programlanan değer eşit olana kadar hareket devam eder.

Yol Ölçme Sistemi Çeşitleri

Yol ölçme sistemi genellikle bir ölçü skalası veya çizgi disk ve bir tarama donanımından oluşmaktadır.

Doğrudan yol ölçme sisteminde çizgili ölçü skalası, makina tablasına doğrudan monte edilmiştir ve sabit yerleştirilmiş bir tarama donanımı içinden çalıtır (Şekil 1).

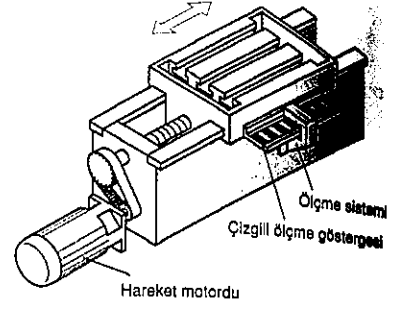
Dolaylı yol ölçme sisteminde dönme hareketi vericisi, bir çizgili diske sahiptir ve bu hareket miline sabit bağlanmıştır. Hareket motorunun dönmesi ile, tarama donanımı içinde dönen çizgili diskin çizgileri sayılarak dönme tur sayısı ölçülür. ölçülen dönme tur sayılarından ve hareket vidası adından kontrol sistemi yardımıyla makina tablası konumu hesaplanır (Şekil 2).

Artışlı İlerleyen Yol Ölçme Sistemi

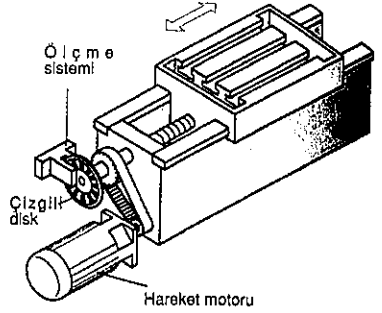
Bu ölçme sisteminde 1 μ m'lik çözünürlüğe sahip çizgili ölçme göstergesi kullanılır. Çizgiler bir optik tarama donanımı ile açık ve koyu pulsalar olarak sayılır. 10 mm bir mesafe ve 1 μ m çözünürlükte NC-kontrol sistemi, örn. 10000 puls saymak ve sonra makina tablasını durdurmak zorundadır. Bir sonraki istenen konum hareketi için bir artışlı değer verilir ve kontrol yeniden başlatılır (Şekil 3).

Mutlak Yol Ölçme Sistemi

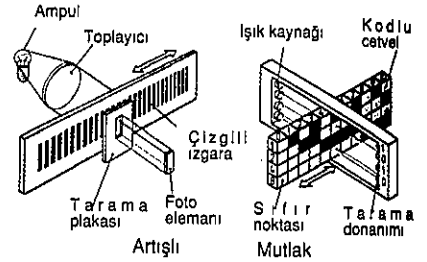
Mutlak yol ölçme sisteminde, ölçü cetvelleri belirli siyah-beyaz numunelerle kullanılır. Boşluklara yerleştirilen bu numuneler anahtarlı sayıları (kod cetveli) gösterirler. Kod cetvelinde ise tezgah masasının konumu her zaman için görülebilir.



Şekil 1 : Doğrudan yol ölçülmesi



Şekil 2 : Dolaylı yol ölçülmesi



Şekil 3 : Artışlı ve mutlak yol ölçülmesi

5.6.5 Koordinatlar¹⁾

Takım ve iş parçası hareketi dik açılı bir koordinat sisteminde tanımlanır. Bu koordinat sistemi iş parçasına esas alınmıştır (Şekil 1). Bunun gösterilmesi için sağ el kuralı kullanılabilir: Baş parmak X-koordinatını, işaret parmağı Y- koordinatını ve orta parmak ise Z koordinatını gösterir.

Koordinat eksenlerinin yerleşimi

Z-Ekseni: İş makinasının Z eksenini, ana çalışma mili doğrultusunda yer alır.

X-Ekseni: X- Ekseni, iş malzemesinin oturtulduğu yüzeyde ve tablanın boyuna hareket doğrultusundadır. Torna tezgahlarında X- Ekseni dönme eksenine dik konumdadır. Bunun pozitif hareketi iş parçası ekseninden ana takım taşıyıcısına doğrudur (Şekil 2).

Y-Ekseni: Y-Ekseni, ZX-Eksenine dik olarak yer alır. Frezede tablanın enine hareket doğrultusundadır (Sağ el kuralı).

İlave Eksenler

Eğer X, Y, Z eksenlerine paralel eksenler mevcut ise bunlar U (X'e paralel), V (Y'ye paralel) ve W (Z'ye paralel) olarak gösterilir.

Dönme Hareketinin Koordinat Eksenine Yerleştirilmesi

A, B, C dönme hareketleri sırayla X, Y ve Z ye yerleştirilir (Şekil 3).

Dönme hareketi ilk bakışta koordinat ekseninin pozitif yönünde yani saat dönüş yönünde ise dönme açısı büyür.

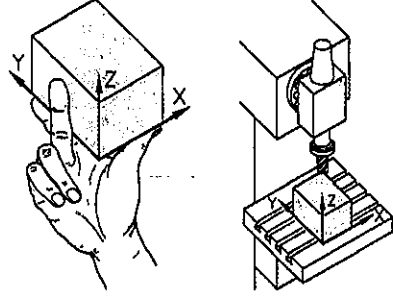
Takım Tezgahı Hareket Yönü

Pozitif yöndeki hareketler iş parçasında büyük ölçülere neden olmaktadır. Bununla şu kurallar oluşmaktadır:

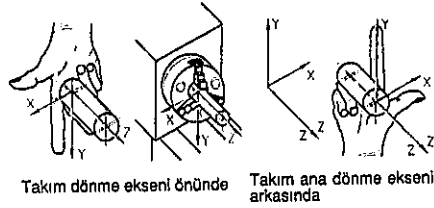
- Takım kutusu hareket ederse, bu durumda hareket yönü ve koordinat yönü aynı tarafa yönlendirilir. Pozitif yönler pozitif eksen yönlerinde olduğu gibi +X, +Y, +Z işaretleri ile gösterilir.

İş parçası taşıyıcısı hareket ettiği zaman hareket yönü ve koordinat yönü birbirine zıt olur. Tezgahın pozitif hareket yönü +X', +Y', +Z' işaretleri ile gösterilir (Şekil 3).

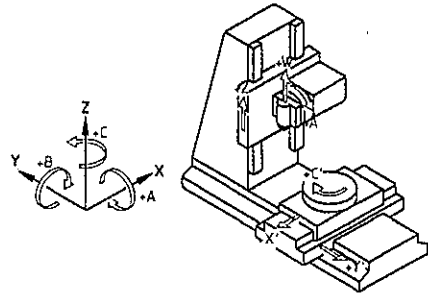
Programlama, takımın veya iş parçasının hareket edip etmediğine bağlı değildir. Çünkü koordinat sistemi iş parçasına dayandırılmaktadır. Programcı daima takımın hareket ettiğini, iş parçasının ise sabit durduğunu kabul eder.



Şekil 1 : Dikey freze tezgahı koordinat eksenleri



Şekil 2 : Torna tezgahı koordinat eksenlerinin konumu



Şekil 3 : Koordinat eksenlerine göre dönme yönleri

5.6.5.1 Sıfır Noktası ve Dayanma (Referans) Noktası

Bir birine dik konumda olan koordinatların (X, Y, Z) sıfır noktası vasıtasıyla, koordinat sisteminin konumu iş parçası üzerinde tespit edilir.

İş Parçası Sıfır Noktası W

İş parçası sıfır noktası programcı tarafından serbestçe seçilir (Şekil 1). Bu, döner parçada mil ekseninde iş parçasının ön veya arka alanları tarafında yer alabilir. Genellikle iş parçası sıfır noktasının, şekilden mümkün olduğu kadar çok koordinat değerleri alabilecek şekilde yerleştirilmesine dikkat edilmelidir. Birbirine eşit ve simetrik işleme yüzeyleri olan iş parçalarında sıfır noktası iş parçasının simetri ekseninde alınır.

Makina Sıfır Noktası M

Tezgâha bağlanan iş parçasının konumu, makina sıfır noktasına dayandırılır. Makina sıfır noktası makina üreticisi tarafından tespit edilir. Bu nokta makina koordinatlarının sıfır noktasıdır. Torna tezgahlarında ise genellikle dönme ekseninde ve bağlama aynasının yüzeyinde yer alır.

Referans Noktası R¹⁾

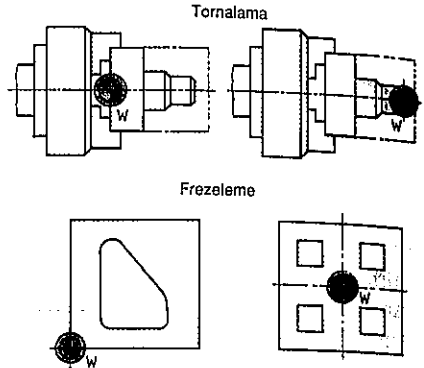
Artışlı ilerleyen ölçme sistemli makinanın çalıştırılmasında, makina kızakları makina sıfır noktasına göre hareket ettirmek zorundadır. Koordinatlar, $X=0$, $Y=0$, $Z=0$ değerlerine göre kontrol sistemine gönderilir. NC- makinalarının çoğunda makina sıfır noktasına fazla yaklaşılmaz. Bunun için koordinatlara yedek olarak kullanılan bir referans noktası seçilir. Referans noktasının konumu, çizgili ölçü göstergesi üzerinde bir işaret ile tespit edilir.

Program Sıfır Noktası P

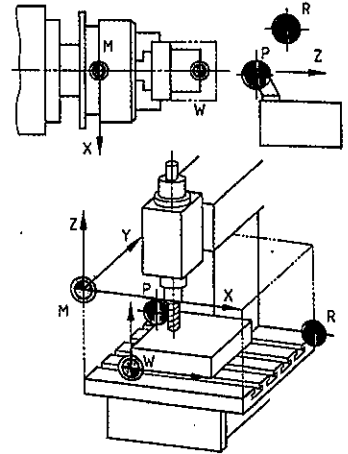
İş parçası hareketi program sıfır noktasından başlar. Bu nokta, daha ziyade takımın veya iş parçasının değiştirileceği nokta olacak şekilde seçilir.

5.6.5.2 Düzlemlerin Gösterilmesi

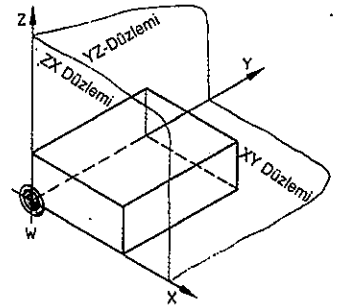
Koordinat sisteminde bir biri üzerinde dik olarak duran düzlemlere XY-düzlemi, ZX-düzlemi ve YZ-düzlemi adları verilir (Şekil 3). Burada değinilmeyen koordinat ilgili düzleme daima diktir. Dikey freze tezgah tablası üzerinde bağlı parçanın oturma düzlemi, örn. XY-düzlemi içinde kalır.



Şekil 1: İş parçasının sıfır noktası W



Şekil 2 : Dayanma noktaları



Şekil 3: Düzlemlerin gösterilmesi

5.6.6 NC- Makinalarının Kontrol Çeşitleri¹⁾

NC - Makinaları kontrol sistemleri, Nokta kontrol, Mesafe kontrol ve Yörünge kontrol sistemleri olmak üzere üçe ayrılır.

Nokta Kontrollü Sistem

Nokta kontrol işleminde çalışma akışı her noktasına, örn. delik açmada merkez noktalara hızlı ilerleme ile hareket edilir (Şekil 1). Bu esnada takım çalışmaya devam eder. Koordinatlardaki hareket yolu aynı anda veya birbiri ardısıra kat edilir. örnek olarak, delik açma makineleri, nokta kaynak makineleri veya zımba (delme) makineleri nokta kontrol sistemleri ile donatılmıştır.

Mesafe Kontrollü Sistem

Mesafe kontrollü sistemde, yalnızca bir eksen hareket motorunca kumanda edilir. Bu nedenle, kontrol programı tarafından yönlendirilen ilerleme hareketi tam olarak düzgün, eksene paralel olan hatları takip eder (Şekil 2).

Örn. basit iş makinası, tezgah ve montaj tekniğinde kullanılır.

Yörünge Kontrollü Sistem

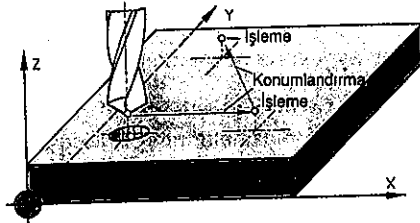
Yörünge (çevresel) kontrollü sistemle her türlü takım, yörünge hareketi yapılabilir. Bunun için, en az iki eksen hareket motoru tarafından ilerleme hareketlerinin bir birine uyumlu, bağımlı olması gerekmektedir (Şekil 3).

Günümüzde CNC iş tezgahlarının hemen hepsi yörünge kontrollü sistemlerle donatılmıştır. örn: Freze tezgahları, torna tezgahları veya işleme merkezleri.

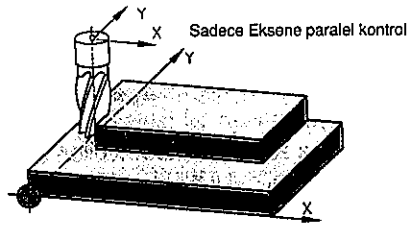
Eksene paralel doğrular üzerinde olmayan herhangi bir noktaya, yörünge kontrol sistemiyle ulaşabilmek için, sistemde ara değerleri bulmaya (interpolasyon) ihtiyaç vardır. Ara değerleri hesaplayıcı, aslında bir hesaplama ünitesi olup, tüm hat boyunca X:Y oranının aynı kalmasını sağlar (Şekil 4).

Kontrol sistemi, ara değer bulmanın yanında ilerleme hareket motorları için hız ayarlama ünitesine (hız reglajı) ihtiyaç vardır. Bununla $V_x:V_y$ hız oranı hat boyunca tam olarak sağlanır. Yörünge kontrol sistemiyle bir dairesel hareketi yapabilmek için daireye büyük bir oranda yaklaşan bir çokgenin tüm noktaları kontrol sistemi tarafından hesaplanır ve hesaplanan bu yol sinyalleri ilerleme motorlarına aktarılır.

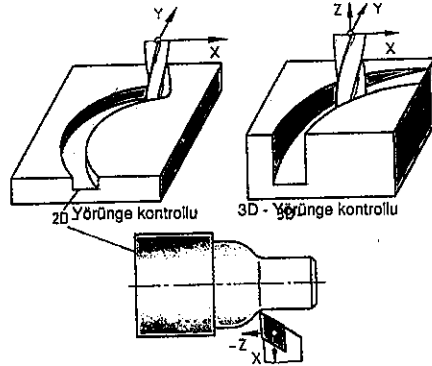
Birbirinden bağımsız olarak kontrol edilebilen eksen motorlarına sahip sisteme aynı zamanda mevcut eksen sayısına göre 2, 3 veya çok eksenli yörünge kontrol sistemi adları verilir.



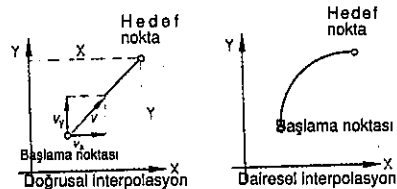
Şekil 1 : Nokta kontrollü sistem



Şekil 2 : Mesafe kontrollü sistem



Şekil 3 : Yörünge kontrollü sistem



Şekil 4: Ara değer bulma (interpolasyon)

Eğer Z - Eksenli yörunge kontrolu ara değer bulucusu XY, ZX, YZ temel seviyelerden herhangi birine yönlendirilebilirse, bu sisteme 2 1/2 D- Yörunge kontrollu sistem adı verilir. 3 D (3 boyutlu)- yörunge kontrol sisteminde her 3 eksen ara değerleri aynı anda hesaplanır.

5.6.7 Yardımcı Donanımlar

CNC - İş makinalarının özelliklerinden en yüksek düzeyde faydalanabilmek için, CNC-Makinasında tüm takımlara ulaşılabilen ve yönetilebilen yardımcı donanım sistemlerine ihtiyaç duyulur.

Yardımcı Donanım sesteminde Beklenen Özellikler

- Hızlı ve güvenli kullanım
- Takımların önceden ayarlanması imkanı
- Yüksek sayıca tekrarlanabilen takım değiştirme imkânı
- Takım bilgilerinin bir takım tanım dosyasında tutulması ve dosyanın yönetimi.
- Takımların denetlenmesi

Bir yardımcı donanım sistemine; takımlar, bu takımların kullanım amacıyla mile takılması, takım sapı, takım magazini (taşıyıcı), takım değiştirme sistemi ve bilgisayar tarafından takımların yönetimi dahildir.

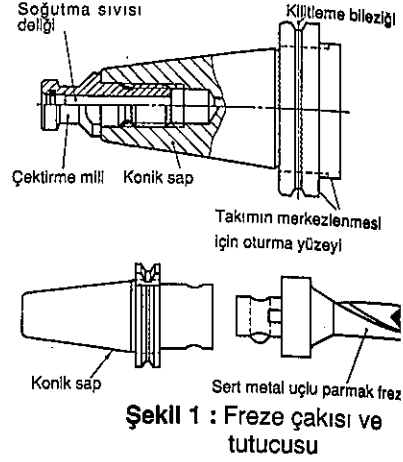
Takım Alma, Takımı kavrama donanımı, delme ve kesme aletlerinin alınması, kavranması için çoğunlukla standart konik sap kullanır. Konik sap üzerinde takım sapının kavranması için çektirme mili ve otomatik alet değişimi için oluklu kilitleme bileziği kullanılır (Şekil 1).

Tornalama aletleri için daha çok takım başlığına (revolver) yerleştirebilen mil ve çok kademeli takım sapı kullanılır (Şekil 2).

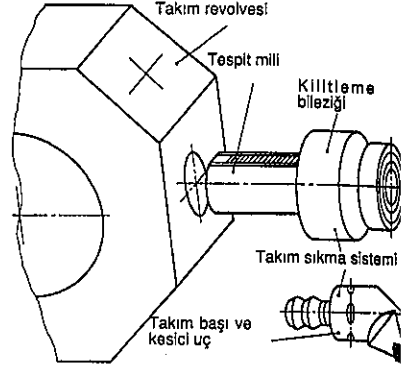
Takım sapı, çoğunlukla sıkma ve kilitleme donanımı ve bir de torna kesici ucu bağlama donanımından oluşur. Takım değişikliği istendiğinde, yalnızca kesici ucu taşıyan ara sap değiştirilmesi yeterli olur.

Takım Taşıyıcı ve Takım Magazini

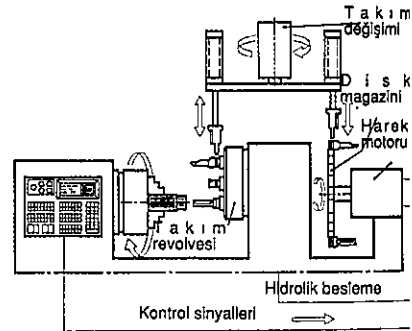
CNC-torna tezgahlarında genelde bir veya iki takım taşıyıcı kullanılır. Bunlar takımların, üst alın tarafına tutturulduğu disk taşıyıcı veya kenar çevresinde tutturulduğu yıldız taşıyıcı şeklinde olur. Her takım taşıyıcı başlık üzerinde belli sabit bir konum tanımlanmıştır. Takım taşıyıcıya takılan takım sayısı nispeten azdır ve bu sayede hızlı takım değişimi ve daha az süre kayt sağlanmıştır.



Şekil 1 : Freze çakısı ve tutucusu



Şekil 2 : Torna kalemı tutucusu



Şekil 3 : Disk magazinli takım değiştirme donanımı

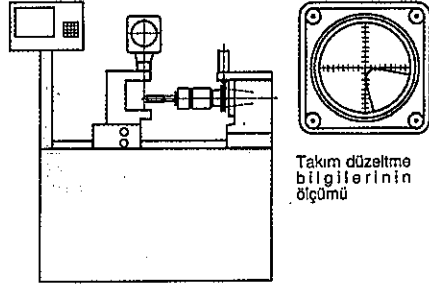
Çok sayıda takım değişmesi sözkonusu olduğu durumlarda disk veya zincirli makinalar kullanılır. Takımlar, takım taşıyıcıya işe başlamadan önce veya üretim anında değiştirilir. Ayrıca ihtiyaca göre otomatik alet değiştirme donanımına sahip CNC makinelerinin takım mağazinine de yerleştirilir (Sayfa 466, Şekil 3).

Takım Seçimi ve Ön Ayarlama

Takım değiştirme sürelerini çok kısaltmak amacıyla CNC- makineler takımın olduğu kadar çok standard takımlarla donatılır. Bu amaçla daha çok kullanılabilir kesici uçlu takımlar kullanılır. Değişebilir kesici uçlar kolayca ayarlanabilir ve işlenecek malzemeye göre ayarlanabilir. CNC makinelerin çalışması sırasında takım ayarının yapılması, makine açısından bütün takımlar bir ön ayarlama cihazında ölçülür ve ayarlanır.

Ayar cihazları, bu amaca uygun olarak takım tezgahlarının, takım aynasına benzer bir tutturma tertibatına (adaptör) sahiptir. Takım referans noktası E'ye göre koordinat mesafesi ile ayarlanmış kesme noktasının konumu, optik sisteminde gösterilir (Şekil 1).

Ayarlama işlemlerinden sonra ölçüm değerleri okunur, listelere kaydedilir ve CNC makinesi takım belleğine girilir. Kullanılacak takımın önemli bilgileri takım dosyası (teks) kartına kaydedilir (Şekil 2).



Şekil 1: Takım ön ayar işlemi

Tezgahe indeks kartı	Takım sistemi FTS Silindirik mil Ø 63	Kimlik Nr. 63202		
Adı: Torna kesicisi Sağ 107.5°		Gün: 24.10.1985 İsim:		
	Kesicisi	Mil	Takım sapı	
	Sipari Nr	W 19437	W 10081	FP 66210
	Kesim parçası	İlave taşlama talimatı		
	Kesici tercihi	E v e		
	Bağlama	(Hayır)		
	*			
	İlave bilgiler			
	N 63 D-PDXNR 15 X 03		= W 10081	
	rSk. DNMG 150604		= W 194437	
	2.93013 - 600 için Bağlama birimi		= P 66210	
Ayar ölçüsü	L-80	Q-55		

Şekil 2: Takım indeks kartı

Takımı Yönetme

CNC takım tezgahlarında otomatik üretime, CNC kontrol sistemi tarafından yapılmış takım yönetimi de dahildir. Takım yönetiminde, örneğin takım uzunluklarının, takımın düzeltilmesi ve takım aşınma düzenlemesi işleri yapılır. Buna ayrıca bekleme süresi, çalışma süresi, takım kırılması denetimleri de ilave edilir. Kontrol sisteminin doğru ve uygun takımı kullanılabilmesi için takımlar veya bunların mağazindeki konumları kodlanarak sistemde saklanır. Torna tezgahı takım taşıyıcılarının da kodlaması kullanılması karşın büyük zincirli magazinerde değişken yer kodlaması kullanılır. Burada yerleştirme anında takımlar kodlu yuvalara yerleştirilir ve takım konumları CNC kontrol sisteminde saklanır. Otomatik değiştirme ile kullanılan takımın bir sonraki boş yere yerleştirilir ve bu yeni konum sistemin bilgisayarında saklanır. Magazinin doldurulması esnasında karışıklıklar meydana gelebilir. Veya yeni iş parçasının takılması ile takımın kullanılmayan bekleme süreleri kaybolabilir. Bu avantaj elektronik bellek yardımıyla (EEPROM) yapılan takım kodlama işlemi ile

giderilir. Bu tür bellek ünitesine, ön ayarlama esnasında elde edilen önemli bilgiler (örneğin takım ölçüleri, ön görülen kesme hızı, bekleme süresi ve o ana kadar geçen kullanım süresi gibi) saklanır ve kontrol sistemi tarafından gerektiğinde çağrılabilir.

5.6.8 CNC- Makinaları Kumanda Ünitesi

CNC makina kumanda ünitesi, kontrol programının yapılabilmesi ve makinanın kumandası için gerekli tüm elemanları içerir (Şekil 1). Kumanda üniteleri, kontrol sistemi üreticileri tarafından farklı farklı donatılabilir. Bunlar kaba atelye koşullarına karşı korumak maksadıyla kir geçirmez folyo ve klavye setleri ile donatılmıştır. Kumanda ünitesinin açma ve kapama bölgesinde ACİL DURUM KAPAMA anahtarı (Şalteri) bulunur. Bu şalterle makinanın bütün hareketleri durdurulur, örneğin AÇMA butonu, mil ve ilerleme hareketinin kontrolü.

Ayarlı potansiyometre ile makina operatörü, program değişikliğine gerek duymadan, programlanmış devir sayılarında ve ilerleme hareketi değerlerinde düzeltme imkanı sağlayan anahtar ile kontrol sisteminin program yapımı serbest bırakılır.

İşletim türü seçimi için kullanılan kumanda elemanları ile kademeli veya kademersiz metodlu elle işletim tarzı ve otomatik işletim, tek modül, izlenen modül veya konumu belirleme gibi programlı işletim tarzları seçilir. Elle işletim eksen metodunda, eksen seçimi için kumanda elemanları yer alır. El çarkı tuşu ile makinanın kumanda ünitesi dışında bulunan elektronik el çarkı devreye sokulabilir. Elektronik el çarkı, referans noktalarının tespiti ve taranması için kullanılır.

Program girişi için kullanılan kumanda elemanları ayrıca CNC programlarının, takım düzeltmeleri ve parametrelerin girişi için kullanılır. Modern kontrol sistemlerinde program girişi, operatör ve ekran arasındaki diyalog (etkileşim) sayesinde gerçekleştirilir. Bunun için anlamları ekranın alt kısmında gösterilen fonksiyon tuşları kullanılır. Burada gösterilen kontrol işlemlerinde F1'den F5'e kadar fonksiyon tuşları kullanılmıştır.

Veri iletimi için kullanılan kumanda elemanları yardımı ile CNC Programları delikli şerit, manyetik teyp veya diskler gibi veri taşıma ortamlarına veya ortamlarından taşınır. DNC işletmesinde kumanda ünitesinin bu kısmından kumanda elemanları ile açılıp kapatılabilir.



Şekil 1 : Bir CNC Tezgağı kontrol paneli

5.6.8.1 CNC- Makinaları İşletim Tarzları

CNC-makina işletim tarzları, elle işletim, Otomatik tek modül, konumlandırma ve otomatik sürekli modül olmak üzere dört sınıftır. Acil durum kapama işlemi ile makina kontrolü kesilir ve tüm faaliyetler durdurulur.

Elle İşletim

Elle işletim metodunda; eksenler, kademeli ya da sürekli hareket tarzları ve ilerleme birimi girilmesi gerekmektedir. Bu şekilde, elle işletim tarzında referans noktasına erişilebilir.

Otomatik-Tek Modül

Bu işletim tarzında "START" başlama tuşuna basılmasından sonra programın belleğe alınmış bir modülü çalıştırılır.

Konumlandırma (Pozisyon Belirleme)

Komple bir program modülü rakamlı tuşları ile girilir ve bellekte saklanmadan sonuna kadar çalıştırılır.

Otomatik Sürekli Modül

Otomatik sürekli modül işletim tarzında "START" başlama tuşuna basıldıktan sonra komple program modülü otomatik olarak çalıştırılır. "STOP" tuşuna basılarak program her an durdurulabilir.

5.6.8.2 Menü Tekniği

Makinanın açılmasından sonra ilk önce kontrol sisteminin tüm fonksiyonları otomatik olarak kontrol edilir. Sonra ekranda seçim menüsü görülür (Sayfa 470, Şekil 1). Mevcut kontrol sisteminde F1 tuşuna basılarak bir başka menü seçilebilmektedir. F2 fonksiyon tuşu ile "Takım yönetim" menüsüne ulaşılmaktadır.

Açık, seçilebilir bir kumanda ünitesi oluşturmak için az sayıda kullanım (kumanda) tuşu bulunmasına özen gösterilir. Bu ise fonksiyon tuşlarının kullanılması ile sağlanır. Bu ise; fonksiyon tuşlarına her bir ekran menüsünde farklı bir özellik atanması ile mümkündür. örn. Seçme ekran menüsünde, fonksiyon tuşu F1: SEÇME komutu bulunmaktadır. Bu durumda fonksiyon tuşu kursörün hareketi için kullanılır.

Menü Seçimi Örnekleri

NC Programları

Bu menüde fonksiyon tuşları kullanılarak sayfa çevirme gibi, alt menülere geçiş yapılabilir. Bunlarla program numaraları girilir, değiştirilir, programlar çağrılır ve silinir veya programlar modüler şekilde (bölümler halinde) girilebilir.

Kullanıcı Yönlendirilmesi

Ekranın modül giriş kısmında her bir kelime için ayrı ayrı giriş alanları tespit edilmiştir. Örn. G. veya M.. fonksiyon tuşu ile önceden belirlenen sırada alandan alana sıçrama yapıp veri girişi yapılabilir. Modül girişi tamamlanmış ise "Kabul et" (ENTER) tuşu ile bilgi saklanır.

Parametreler

Parametreler serbest seçilebilen sayılar (değişkenler)'dir. Örneğin, takım hareket yörüngesinin tespiti veya grafik ekranın (penceresinin) büyüklüğü için gerekli olan sayılar.

İlerleme

Bu menüler üzerinden, ilerleme oranı veya mil devir sayısı girilebilir.

Girdi - Çıktı Parametreleri

E/A Menüsü seçilerek, programların sıfır noktalarının, takım bilgilerinin ve takım düzeltmesinin sisteme girilmesi veya bir veri taşıyıcısına gönderilmesi mümkün olur.

Grafik

Grafik seçimi ile programlar canlandırılabilir. Pencere seçimi ile bir iş parçası ke-siti seçilebilir.

Sıfır Noktaları

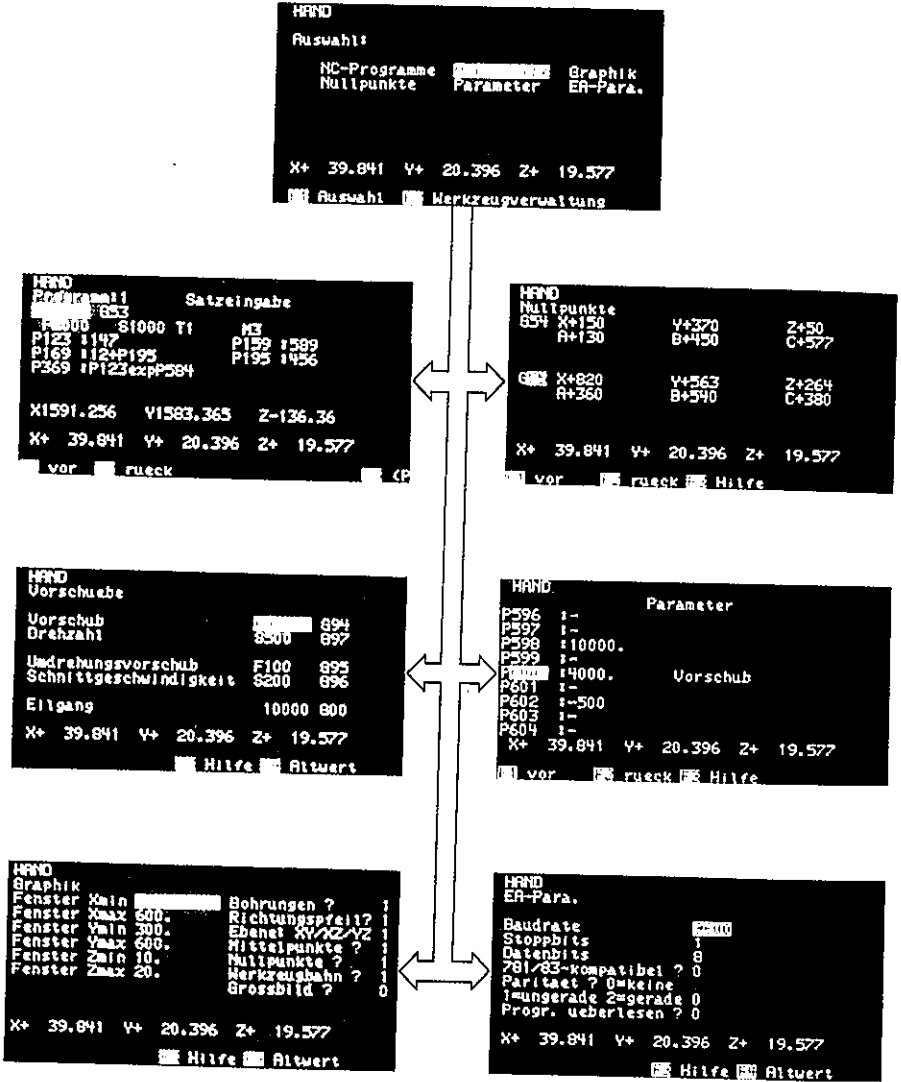
Bu menü ile iş parçası sıfır noktaları sistemin belleğine girilir.

DNC- Hesap ünitesi ile işletme

Burada iki imkandan bahsedilir.

1 DNC- ara birimi üzerinde girdi /çıkı-tı trafiği; burada DNC hesap ünitesinden programlar CNC- kontrol sistemine yüklenir. Veri aktarımından sonra DNC- işletimi kapatılır.

2 DNC- İşletimi; burada CNC kontrol sistemi sürekli olarak DNC bilgisayarının kontrolü altındadır. DNC- İşletimi yalnızca CNC- makinası tarafından devreye sokulur.



Şekil 1 : Bir menü seçim örneği

5.6.9 NC Tezgahlarının Programlanması

Parça programlarını eksiksiz yapabilmek için geometrik ve teknik bilgilere ihtiyaç vardır. Geometrik bilgiler, örn, iş parçasının boyutları, hareket biçimleri (G. fonksiyon) ve takım iş bağlama metodu bilgileridir. Teknik bilgiler ise örn. kesme hızı ve ilerleme hızı bilgileridir. Bu bilgiler teknik bilgileri içeren dosyalardan, tablolardan alınır veya hesaplanır. Bu bilgilerden başka parça programları için ayrıca ilave fonksiyonlar mevcuttur. Bunlar ise, anahtar komutlu, mil devir dönüşü sağa doğru AÇMA veya soğutma sistemini Açma - Kapamadır. Programlar elle veya bilgisayar desteği ile üretilebilir.

5.6.9.1 Elle Programlama Tekniği

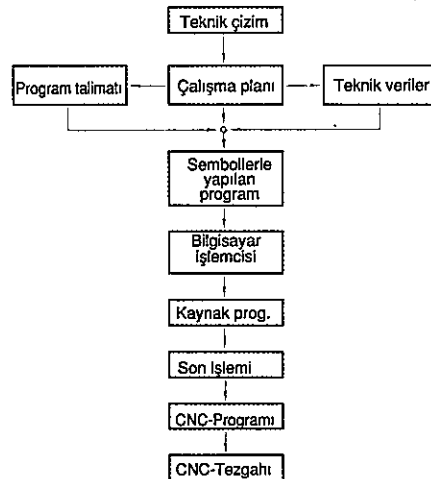
Elle programlama, bilgisayar desteği olmadan, programların satır formatı şeklinde belirli bir CNC-kontrol sistemi için yapılması şeklindedir. Bu arada, iş tezgahının CNC-kontrol sistemi, diyalog şeklinde bir kullanıcı yönlendirme sistemine, geometrik bilgilerin kontrolü için öngörülen bir grafik ekrana ve iş akışının hareketli (dinamik) gösterimi için bir canlandırma (simülasyon) tekniğine sahiptir. Programcı yardımcı takımlar olarak, teknik çizimleri, takım ve iş parçasını bağlama planlarını ve hesap makinasını kullanır ve bir program tablosu oluşturur. Bu şekilde elde edilen program tablosundaki veriler, bir başka malzeme tezgahta işlenmeye devam ederken CNC-kontrol sistemine girilir ve denemeleri yapılabilir. Çok kapsamlı programlar için program tabloları elle hazırlanıp, delikli şeritlere kaydedilir veya diğer veri taşıyıcı ortamlara taşınıp sonra CNC -kontrol sistemine verilir.

- Elle hazırlanan programlar basit parçalar için uygun olup, çoğu zamanda kumanda ünitesi yardımıyla doğrudan makina başında sisteme girilir.
- NC-programını makina başında düzeltebilmek ve optimum (en uygun) duruma getirebilmek için elle program yapabilmek yeteneğine sahip olunmalıdır.

5.6.9.2 Bilgisayar destekli programlama tekniği (yarı otomatik veya otomatik programlama)

Yarı otomatik programlama tekniğinde, örn. bir kişisel bilgisayar kullanılır. Uygun bir geometri işlemesi ve bilgisayara da uygun yazılım yardımıyla; noktalar, doğrular ve çemberler gibi iş parçasının, biçim elemanlarına ilişkin noktalar ve geometrik referans yerleri tespit edilebilir ve parçanın geometrisi oluşturulabilir. Daha sonra bunlara, teknik bilgiler ve işlem kademesi ilave edilir. Eğer CNC - CAD bağlantısı yapılabiliyor ise, programcı parça biçimine ait bilgileri CAD - bilgisayarından aktarabilir.

İşlemci, girilen bu verilerden makina dilinde bir NC-programı üretir. Bu ise henüz, belli bir kontrol işlemi için yaygın ve olgunlaşmış değildir. CNC-kontrol sistemine uyumlu bir yazılımı, son işlemciden geçtikten sonra belirli bir makina kontrol sistemine uygun program satırları halinde bir NC programı oluşturabilir (Şekil 1).



Şekil 1 : Bilgisayar destekli programlama tekniği

Modern bir torna tezgahı CNC-kontrol sistemi, CNC makinası başında doğrudan yarı otomatik program yapmayı mümkün kılar. Bu ise kontrol işleminin çalışma aralıklarının, program yapımında beraber kullanılmasının sağlanması gibi bir avantajı beraberinde getirir. Otomatik programlama tekniğinde bilgisayar ve özel bir programlama dili kullanılarak bir kaynak program üretilir ve son işlemciden geçirilerek CNC-makina diline (koduna) dönüştürülür.

- Yarı otomatik programlama tekniğinde biçim girdileri ve takım hareket yolu hesapları, sistemin hesaplama ünitesi tarafından yapılır.

- Otomatik programlama tekniği ise karmaşık, zor parçaların (örn. parça biçiminin işlenmesi için 5 eksenli tezgahın gerekli olması gibi) işlenmesi için hızlı programlama yapılmasını sağlar.

5.6.9.3 Bir NC-Program Yapısı

Bir iş parçasının işlenmesi esnasında takımın geride bıraktığı mesafelerden işlem sırasını tanımak, anlamak mümkündür (Şekil 1). Bu sebeple, takımın kat ettiği yol NC - programın temelini teşkil eder. İlerleme hızı, mil devir sayısı, takımın seçimi veya soğutucu maddenin takviyesi gibi koşullar ilave olarak bildirilir. Bütün bu işlem akışlarının, kontrol sistemi tarafından işlenebilecek bir biçime getirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, kelime ve program satırlarından (bloklardan) oluşan NC -kontrol sistemine uygun programlama dili kullanılır.

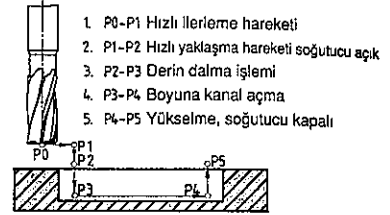
Program Kelimeleri

Program kelimesi, bir adres harfi ve onu takip eden rakam dizisinden oluşur (Tablo 1). Her bir kelime, programın bir komutuna karşılık gelir. örn. Hareketleri temsil eden komutlar büyük G ile gösterilir. G00, örn. Nokta kontrol ve birçok sistemde hızlı ilerleme hareketini gösterir. İlâve fonksiyonlar ise M harfini içerir.

Takım yolunun noktaları X, Y, Z koordinat harfleri ile gösterilir. Bunların dışında özel karakterler de kullanılır. Bu özel işaretlerin, örn. program metni içerisinde gözükken ve verilerin saklanması (belleğe alınması) için kullanılan ancak basılamayan tipleri mevcuttur.

Program Satırları

Program satırı, bir dizi program kelimesinden oluşur. Her satır N harfi ve program satır numarası ile başlar. Bir program satırı kelimeleri, belli bir satır formatında yerleştirilir.



Şekil 1 : NC- Programı, takım hareket yolu

Şekil 1 : Komut elemanları			
Adres karakterleri		Bastırılabilen özel karakterler (işaretler)	
Harfler	Açıklaması	İşaretler	Açıklaması
A, B, C	X, Y, Z eksenleri arasındaki dönme hareketleri	%	Program başlaması
D	Takım biçimi belleği	(Komut başlangıcı
F	Ön ilerleme)	Komut sonu
G	Hazırlık fonksiyonları	+	Artı
I, J, K	Daire merkez koordinatları	-	Eksi
M	İlave fonksiyonlar	.	Ondalık nokta
N	Satır numarası	Bastırılmayan karakterler	
S	Devir sayısı	İşaretler	Açıklaması
T	Takım	LF	Satır sonu
X, Y, Z	Koordinatlar	DEL	Silme işlemi
		NUL	Boş işaret

Satır no	Yol bilgileri	Yardımcı bilgiler			
N01	Yol fonksiyonu koordinat eksenleri G01 X10 Y130 Z45	İlerleme F200	Devir sayısı S1000	Takım T03	İlave fonksiyon M03

Program

Program, program başlangıcını belirten % sinyali ve bir program numarası ile başlar (Tablo 1). Program, bir biri ardına işlenecek program satırlarından oluşur. Genellikle program, M 30 fonksiyonu ile sona erer.

Bir parçanın işlenmesi için hazırlanan programa, parça programı adı verilir.

5.6.9.4 Takım Yolu Bilgileri

Yol bilgileri, komutlar ve geometrik bilgilerden oluşur. Yol komutları, bir hareketin tarz ve şeklini belirtir. örn. bir doğru üzerinde veya daire üzerinde hareket gibi. Yol komutu program kelimesi, G harfi ve bunu takip eden iki basamaklı sayıdan oluşur (Tablo 2).

Hareketin şekli yanında ayrıca, örn. hedef noktasının koordinatları (X,Y,Z), dairenin merkezi (I,J,K) ve yarıçap (R) gibi geometrik bilgiler de verilir.

Yol komutları ve geometrik bilgiler, çoğu zaman satırın işlenmesi sırasında bellekte saklı kalır ve bir sonraki program satırında etkili olur. Yani model etkisi gösterir. Bu nedenle, yeniden yazılmaları gerekmez, yeni bir yol bilgisi girilene kadar saklı kalır, ancak yeni yol bilgisi onları ortadan kaldırır.

Parçanın programlanması mutlak ölçü veya artışı (sıralı) ölçü olarak girilebilir. Mutlak ölçü girişinde, tüm ölçüler parçanın sıfır noktasına göre alınır. G 90 fonksiyonu ile bu ölçü sistemine geçilir. Ayrıca bu komut, kontrol programının çalışmaya başlatılmasını da emreder (Şekil 1). Artışlı ölçü girişinde, G 91 fonksiyonu ile takımın hedef noktası koordinatları, bulunduğu son noktadan itibaren aradaki farklar olarak girilir. Bu artış, eğer koordinat yönünde ise pozitif (artı), koordinat yönüne ters yönde ise negatif (eksi)'dir.

Düzgün Doğrusal Hareketler

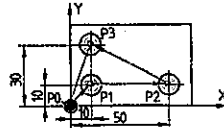
G00 komutu ile en yüksek hızda hedef noktasına hareket edilir. Bu komutta ara değer hesaplamalarına (interpolasyona) gerek yoktur. Takımın parça üzerine çarpmasını önlemek için, hedef noktasına çoğunlukla paralel hareketler ile yaklaşılması uygun olur. G01 ile seçilen doğrusal hareket komutunda, takım düzgün doğrusal yörunge üzerinde ilerleme hızına bağlı hareket eder.

Başlama	%0024				
Satırlar	N10	G01	X100	Y-20	M07
	N20
	N30

SON	N120	M30

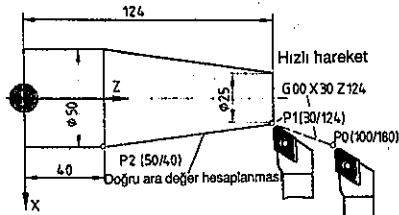
Tablo 2 : Yol fonksiyon komutları

Talimatlar	Açıklaması
G00	Hızlı ilerleme hareketi
G01	Doğrusal interpolasyon (talaş kaldırma)
G02	Dairesel interpolasyon-saat dönüş yönünde
G03	Dairesel interpolasyon-Saat dönüş tersinde
G04	Bekleme süresi, satır etkili
G17	XY Eksenli seçimi
G18	ZX Eksenli seçimi
G19	YZ Eksenli seçimi
G40	Takım düzeltmenin iptali
G41	Takım yolu düzeltmesi, sola doğru
G42	Takım yörunge doğrulaması, sağa doğru
G53	Sıfır nokta kaydırmasının iptali
G54...G59	Sıfır nokta kaydırması
G64...G69	Boş (ileride kullanıma ayrılmıştır)
G80	Döngülerin iptali
G81...G89	Sabit döngüler
G90	Mutlak ölçü girişi
G91	Artışlı ölçü girişi
G94	İlerleme hızı mm/dak olarak
G95	Her bir devir için ilerleme mm/devir olarak
G96	Sabit kesme hızı
G97	Mil devir sayısı bilgisi 1/dak



Mutlak G 90			Artışlı G 91	
Nokta	Satır	Uzaklık	Satır	
P1	G01 X10 Y10	P0-P1	G01 X10 Y10	
P2	G01 X50 Y10	P1-P2	G01 X40 Y0	
P3	G01 X10 Y30	P2-P3	G01 X-40 Y20	
P0	G01 X0 Y0	P3-P0	G01 X-10 Y-30	

Şekil 1 : Mutlak ve artışı ölçü girişi



Şekil 2 : Hızlı hareket ve doğrusal hareket

Düzgün Doğrusal Hareketler

- G00 hızlı hareket için (Nokta kontrol işlemi)
- G01 ilerlemeye bağlı hareket için (doğrusal interpolasyon) komutları ile girilir.

Bunlara ek olarak

- Mutlak ölçü girişinde (G 90), hedef noktasının koordinatları veya
- Artışlı ölçü girişinde (G 91), o anki kalkış noktasından hedef noktasına kadar olan uzaklık ölçüleri girilir.

Dairesel Hareketler

Bir daireysel hareketin tam programlanabilmesi için, hedef noktasına, dairenin dönme yönüne ve dairenin merkez noktasına ihtiyaç vardır (Şekil 1).

Takım daire üzerinde saat dönüşü yönünde hareket ediyorsa daire hareketi sağa dönüşlü (G02); takım bunun tam tersi yönünde yani saat dönüşünün tersi yönünde hareket ediyorsa, sola dönüşlü (G03), daire hareketi adı verilir. Bu sırada üçüncü eksen yönünde (ör. Z eksen) bir daire düzlemine (ör. XY düzlemi) bakıldığı dikkate alınmalıdır.

Daire merkez noktası koordinatları, daire başlangıcından itibaren çoğunlukla artışlı olarak, I ile (X'ye paralel), J ile (Y'ye paralel) ve K ile (Z'ye paralel) sisteme tanıtılır. Eğer Z yönü +X yönünde ise pozitif, tersi yönünde ise negatiftir. Negatif (eksi) sinyali ölçü değerinin önüne yazılır. örneğin I-40

NC Kumandalar genellikle bir doğrudan radyus programı ile donatılmıştır. Bu durumda hedef koordinatlar ve radyus adres harfi R ile belirtilir.

Daire düzlemlerinin seçimi, G 17, (XY düzlemi) G 18, (ZX düzlemi) G 19, (YZ düzlemi) komutları ile yapılır.

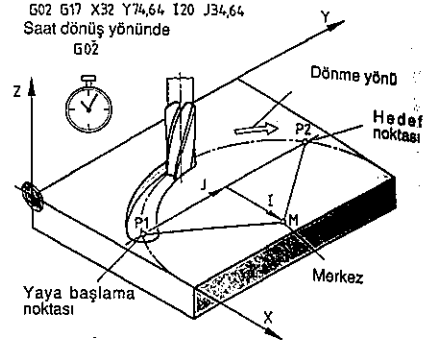
Dikey freze tezgahlarında, G 17 başlama konumu olarak, yani kontrol programının başlaması anında, bilgisayar otomatik olarak XY düzlemini seçer.

Torna tezgahlarında dairenin dönme yönü takımın konumuna ve X eksen yönüne bağlıdır (Şekil 3). Takım dönme eksenine arkasında ise daireysel dönme hareketi G02 saat dönüş yönünde olur.

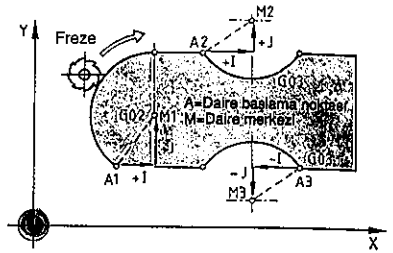
Torna tezgahlarında takım Z eksen önünde ise, Y eksen aşağıyı gösterir. Üst taraftan iş parçasına bakıldığında G02 saat dönüş yönü tersine, G03 ise saat dönüş yönünde daireysel hareketler yapar.

Dairesel hareketler:

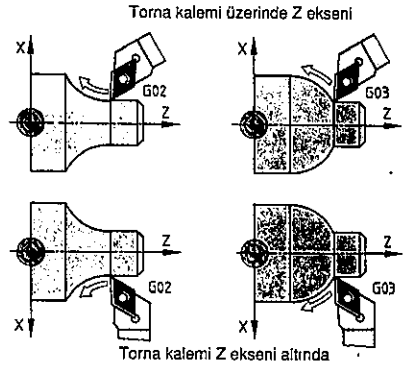
- G02 (saat dönüş yönündeki daireler için),
- G03 (saat dönüşü tersi yönünde daireler için), komutları ile kontrol sistemine girilir.



Şekil 1 : Frezelemede yay merkezi koordinatları



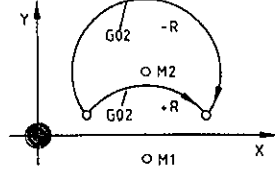
Şekil 2 : Yay (kavis) merkezi koordinatları



Şekil 3 : Tornada kavis işlemede dönme yönleri

Buna ilave olarak aşağıdaki değerler girilir.

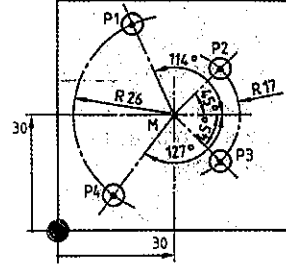
- Daire diliminin X, Y, Z bitiş noktaları,
 - I, J, K ile daire merkez noktası veya R ile yarıçap,
 - G17, G18, G19 ile daire düzleminin seçimi
- Yarıçapı programlamada R, tüm dairenin programlanmasına izin verilmemektedir. Pozitif yarıçap +R ile, A ve B noktaları arasında küçük yay parçası, negatif -R ile büyük yay parçası tanımlanır (Şekil 1).



Şekil 1 : Yarıçap belirlemesi

Kutupsal (Polar) Koordinatlar

Dik açılı XY koordinatları yerine kutupsal koordinat ölçüleri için R ve E adresleri kullanılır. R, daire merkez noktasından, hedef noktayı gösteren yarı çapı (vektör), E ise kutup açısını gösterir. Polar açı yatay doğrudan itibaren ölçülür (Şekil 2). Kutup (polar) açısı, saat dönüşü tersi yönünde hareketlerde pozitif (+), saat dönüşü yönünde ise negatif (-) dir. Tam ölçülendirme için ise dönme noktası C'ye ihtiyaç vardır. Polar koordinatlar, adreslere değer atanmadan (boş) kullanılabilir. G fonksiyonu, G10 ile çağrılır ve G11 ile iptal edilir. G10, model etkisi gösterir.



Parametreler

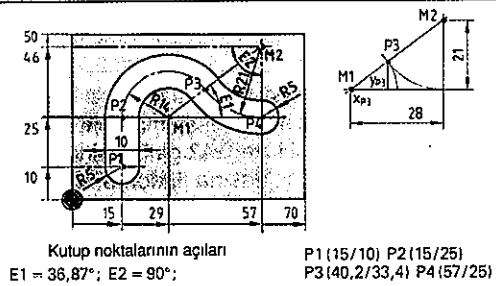
Parametreler sayesinde, polar açı, merkez noktası, yarı çap veya polar koordinatları gibi geometrik veya teknik birimlerin sayı değerleri tespit edilir. Parametreler E harfi veya bir harf önünde sayı ile gösterilir. örn. P61

Nokta	Açı E	Yarıçap R	Parametre örnekleri		
			M	R	E
P1	+114	26	P61	P64 = 26	P65 = +114
P2	+45	17	=30	P64 = 17	P65 = +45
P3	-45	17	P62	P64 = 17	P65 = -45
P4	-127	26	=30	P64 = 26	P65 = -127

Şekil 2 : Kutupsal koordinatlar

Örn: Daire yayı şeklinde oluk açılması

Tablo 1: Daire yayı şeklinde oluk açılması	
İş akışı	Referans noktaları
Program başlangıcı %	
N10 Takım değişimi:Parmak frezesi	P0
N20 Konumlandırma, sıfır noktasının belirlenmesi	P1
N30 Yaklaşma ilerleme, Devir sayısı AÇIK	P1
N40 Delme	P2
N50 Kesme	P3
N60 Kavis işleme 1	P4
N70 Kavis işleme 2	P4
N80 Parmak frezeyi yukarı kaldırma	P4
N90 Program sonu, Takım- başlama noktasında	P0
Kavis programı	
Kavis parametreleri I, J ile Artışı	Yarıçap R ile
%	%
N10 T01 M06	N10 T01 M06
N20 G00 G54 X15 Y10	N20 G00 G54 X15 Y10
N30 Z2 F200 S1400 M03 M07	N30 Z2 F200 S1400 M03 M07
N40 G01 Z-6	N40 G01 Z-6
N50 Y25	N50 Y25
N60 G02 X40,2 Y33,4 I14 J0	N60 G02 X40,2 Y33,4 R14
N70 G03 X57 Y25 I16,8 J12,6	N70 G03 X57 Y25 R21
N80 G01 Z2	N80 G01 Z2
N90 G00 X-100 Y-100 Z200 M30	N90 G00 X-100 Y-100 Z200 M30



Takım Düzeltmeleri (Telafilere) (Offsets)

Bir parça programında, ilgilenilen parçanın imalatı için değişik ölçüye sahip kesici takımlara ihtiyaç duyulur. Bu yüzden, frezelemede, takımların uzunlukları ve yarıçap-

ları NC-kontrol sisteminin takım bilgileri belleğine yüklenir. T harfinden sonra gelen takım numarası ile, takım kendisine ihtiyaç duyulduğu program satırında çağırıldığında, bellekten takım bilgileri de alınır.

Takımı Uzunluğu Düzeltmesi

Kontrol Programı, takım çağırma esnasında takım uzunluğuna bağlı hareket yolunu hesaplar. Düzeltme değeri, programlanan nokta (örn. 202) ve takımın ayar noktası arasındaki farka eşittir (Şekil 1).

Takım Yolu Düzeltmesi

NC-programı, takım yolu bilgilerini, yani genellikle iş parçasının istenilen biçimini içerir. Bu nedenle, parmak freze merkezi, iş parçasının işlenen kenarına her zaman eşit mesafede olan bir hat üzerinde hareket ettirilir. Bu hat, kontrol programı tarafından önceden hesaplanmalıdır. Bunun için program bir düzenleyici komuta sahip olmalıdır.

Hat kontrol tespiti için, programcı, takımın ilerleme yönüne parça kenarına göre sağdan veya soldan bakar.

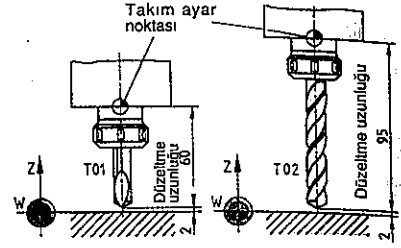
- G41 Takım parça kenarının solunda düzenleme fonksiyonu
- G42 Takım parça kenarının sağında düzenleme fonksiyonu
- G40 Seçilen takım yol düzenlemesi iptal.

Program yapılırken önce hızlı hareketle parça kenarı dışındaki bir başlama noktasına hareket edilir. G41 ve G42 girilmesinden sonra birinci hedef noktasına ilerleme hareketiyle ulaşılır (Şekil 2).

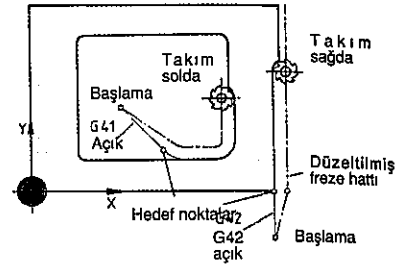
Kesici ve Yarıçapı Düzeltmesi

İşlenen parça yüzey kalitesinin yüksek olması ve takım kullanım süresinin iyileştirilmesi için torna kalem kesicilerinin uçları yuvarlatılmıştır (Şekil 3). Bu yuvarlaklık (kavis), enine ve boyuna tornalama işlerinde hata oluşturmaz. Eğriler, daire yayları, konik yüzeyler gibi eksenlere paralel olmayan hatlarda; takım yolu düzeltmesi yoksa ölçü sapması meydana gelir. Bu hatanın düzeltilmesi için, kavis yarıçapı ve bu kavis merkezine S, (buna takımın yön belirlemesi denir) göre, torna takımın hareket yolu noktaları bilgileri girilmelidir. Torna kalem ucu konumu için, iki basamaklı bir takım numarası kullanılır (Şekil 4).

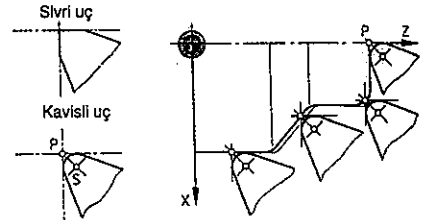
G41 ve G42 komutları ile tornalama esnasında kesici yolu (kesici uç yarıçapının



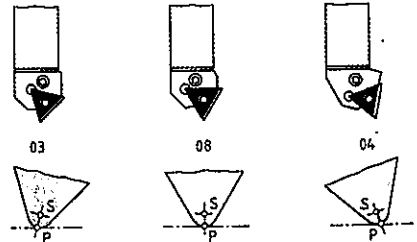
Şekil 1 : Takım uzunluğu düzeltmeleri



Şekil 2 : Takım yolu düzeltmesi



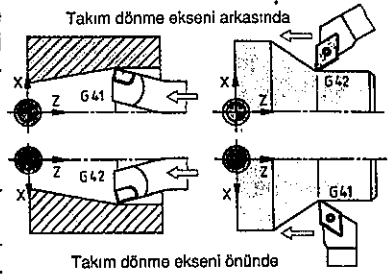
Şekil 3 : Tornalamada kalem uç kavisi hatası



Şekil 4 : Torna kalem ucunun yön tayini

dan kaynaklanan) düzeltme fonksiyonları çağrılır ve ile işlem bitince G40 iptal edilir. G41 ve G42'nin doğru seçimi için taşıyıcı dönme ekseninde ise, yani x eksenine göre karşıda kalırsa aşağıdaki komutlar seçilir:

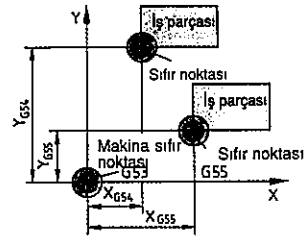
- G41, takım işlenmekte olan kenara göre solda ise
 - G42, takım işlenmekte olan kenara göre sağda ise
- Takım taşıyıcı konumu, x eksenine göre önde yer alıyorsa düzeltme fonksiyonları yer değiştirir.



Şekil 1 : Torna kalem kesici yarıçapı düzeltmesi

Sıfır Noktası Kaydırılması

G54'den G59 kadar komutlarla iş parçalarının sıfır noktalarının koordinatları girilir (Şekil 2). Örneğin tezgah tablası üzerinde iki parça arka arkaya işlenecek ise aynı anda beraber tablaya bağlanır. Her iki sıfır noktasının koordinatları makina üzerinde tam olarak ölçülür ek G54 ve G55 sistemin düzeltme hafızasına girilir. Bu, elle kumanda birimine veya dışarıdan veri taşıyıcılarla (örn. delikli şerit veya manyetik şerit) kontrol sistemine girilebilir. G54 veya G55 sıfır nokta sapmasının çağrılmasında sapmanın koordinatları otomatik olarak yüklenir. G53 komutuyla sıfır nokta sapması iptal edilir.



Şekil 2: Sıfır noktası sapması

5.6.9.5 Çalıştırma Bilgileri

Çalıştırma bilgileri, ilerleme, devir sayısı ve takım gibi teknik bilgileri içerir ve takım yolu bilgilerini tamamlar (Tablo 1).

İlerleme F, F ile beraber verilen sayının anlamı G94 ve G95 fonksiyonlarına dayanır.

Mil devir sayısı S, S'nin değeri G96 ve G95 yol şartları (komutları) tarafından belirlenir.

Takım T, T takım T adı altında kontrol sisteminde hafızaya alınır ve oradan çağrılır.

Tablo 1: Çalıştırma bilgisi	
İlerleme F	
G94	İlerleme hızı, mm/dak. Örn F200
G95	İlerleme, mm/devir örn. F0.2
Mil dönme hızı S	
G96	Sabit kesme hızı, m/dak. Örn S 500
G97	Sabit devir sayısı, 1/dak. (dev/dak) Örn. S 500

5.6.9.6 Çeşitli Fonksiyonlar (Yardımcı Fonksiyonlar)

Bütün çeşitli fonksiyonlar M harfi altında toplanmışlardır. Çeşitli fonksiyonlar

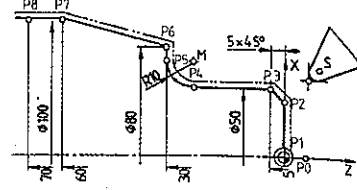
program kontrolü ve makina kontrolü olmak üzere ikiye ayrılır (Tablo 2). Program kontrol eden çeşitli fonksiyonlara örneğin isteğe bağlı durdurma, M00 dahildir. Eğer bir program cümlesinde X..., Y..., M00 girilmişse bunun anlamı; belirlenen koordinatlara erişilmesi durumunda program akışını durdur demektir. Makina kontrol eden çeşitli fonksiyonlarda çalıştırma işlemleri kontrol edilir. (örn. "Soğutucu AÇIK"). Programı kontrol eden yardımcı fonksiyonların satırda etkin olanları, bir program satırında ancak bir defa bulunmalıdır.

Tablo 2 : Çeşitli Fonksiyonlar			
Program kontrol eden ilave fonksiyonlar (Satırda etkili)			
M00	Isteğe bağlı durdurma (Ör. Ölçme için)		
M02	Program sonu; alt program-geri dönüş		
M24*	Program döngü başlangıcı		
M25*	Program döngü sonu		
M30	Program sonu, program başına dönüş		
	* Standard değil		
Makina kontrol eden çeşitli fonksiyonlar	G Fonksiyon öncesi yada sonrası	Etkin	
M03	Mil dönüşü sağa AÇIK	Önce	Model olarak
M05	Mil dönüşü KAPALI	Sonra	Model olarak
M06	Takım değişimi	Sonra	Satır olarak
M07	Soğutucu AÇIK	Önce	Model olarak
M09	Soğutucu KAPALI	Sonra	Model olarak
M13	Mil + Soğutucu AÇIK	Önce	Model olarak
M14	Mil + Soğutucu KAPALI	Sonra	Model olarak

5.6.10 Program Örnekleri

5.6.10.1 Bir iş parçası son şeklinin tornalanması

Bir CNC-torna tezgahında bir parçanın son geometrik şeklini veren pasolar sıralanacaktır (Şekil 1). X koordinatları yarıçap ölçüleri olarak programlanır. Parça 01 numarasını, yazılan program ise %01 program numarasını alır (Tablo 1).



Şekil 1 : Bir parçanın dış yüzeyi tornalanması

Tablo 1 : Bir parçanın dış yüzeyinin tornalanması (Hassas)

İş akışı	Nokta	NC - Programı								
Program başlama	—	%01								
Sıfır noktasının belirtilmesi	—	N10	G54							
Takım çağırma, mil sağa dönecek ve soğutucu AÇIK	—	N20								
Konumlandırma, Sabit kesme hızı AÇIK	P0	N30	G00	G96	X0	Z5	T01	M03	M07	
Yanaştırma, ilerleme mm/devir	P1	N40	G01	G95	Z0					
Takım düzeltmesi AÇIK, alın tornalama	P2	N50	G42	X40						
Pah tornalama, ilerleme değişimi	P3	N60	X50	Z-5						
Boyuna tornalama, ilerleme değişimi	P4	N70	X100	Z-20						
Kavis saat dönüş yönünde, ilerleme değişimi	P5	N80	G02	X70	Z-30	I10	K0			
Alın tornalama, ilerleme değişimi	P6	N90	G01	X80						
Konik tornalama	P7	N100	X100	Z-60						
Boyuna tornalama, ilerleme değişimi	P8	N110	G40	Z-70						
Boyuna tornalama, takım düzeltmesi kapalı soğutucu KAPALI	—	N120	G00	X105	Z90					
Takım değişim noktasına gönderme	—									
Program sonu	—									

5.610.2 Faturalı deliğin freze ile açılması

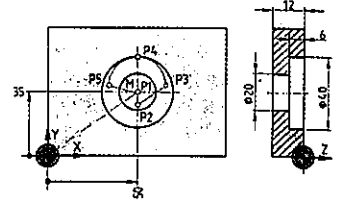
Bir alüminyum plaka üzerinde faturalı delik açma işlemi, eksen kontrollü CNC-Dikey freze tezgahında yapılacak olsun (Şekil 2). Önce 20 mm çapındaki delik bir alından dişli parmak frezeyle açılır. Daha sonra 12 mm çaplı parmak frezeyle 40 mm çapa kadar freze edilir (Tablo 2).

Uzun (oval) delik frezesi: Vf=150mm/dak,

n = 2000 dev/dak

Parmak freze: Vf = 800 mm/dak,

n = 200 dev/dak.

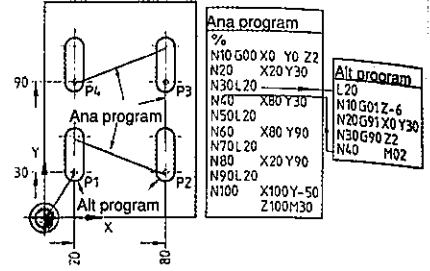


Şekil 2 : Freze ile faturalı delik açılması

Tablo 2 : Faturalı delik frezeleme işlemi

İş Akışı	Nokta	NC-Programı								
Program başlama	—	%02								
Takım değişimi: Alından dişli parmak freze	P1	N10	T01	M06						
Konumlandırma, sıfır noktasının belirtilmesi	P1	N20	G00	G54	X50	Y35	Z2			
Delik açma, mil sağa dönecek ve soğutucu AÇIK	P1	N30	G01	Z-14	F150	S2000	M03	M07		
Matkap ucunu geri çekilmesi	P1	N40	Z2							
Takım değişim noktasına dönüş, mil ve soğutucu KAPALI	—	N50	G00	Z100						
Takım değişimi: Parmak frezesi	—	N60	T02	M06						
Konumlandırma	P2	N70	G00	X50	Y30	Z2				
Derinliğine dalma	P2	N80	G01	Z-6	F800	S2000	M03	M07		
Takım düzeltme AÇIK, Daire yay noktasına yanaştırma	P3	N90	G41	X65	Y40					
Delik içinine sola dönerek girme	P4	N100	G03	X50	Y55	I-15	J0			
Faturanın freze edilmesi	P4	N110	G03	X50	Y55	I0	J-20			
Delik içinden çıkma	P5	N120	G03	X35	Y40	I0	J-15			
Orta noktaya hareket, Takım düzeltme KAPALI	P1	N130	G01	G40	X50	Y35				
Takımın yukarı hareketi; yani tezgah tablasının alçaltılması	—	N140	G00	Z100						
Başlama noktasına dönüş, program sonu	—	N150	X-100							

Bir iş parçasında aynı tipteki iş adımları tekrar tekrar yapılacak ise, bunun için programın bir defa yazılması yeterlidir. Bu şekilde hazırlanan program, yardımcı fonksiyon M28 ile defalarca çağrılabilir. Alt program numarası örn. 20 olsun, bu fonksiyona araya bir nokta koyarak ilave edilir. Örnek: M28.20, veya L adresine yazılarak girilir. Alt programın sonunda M02 ile ana programa geri dönülür (Şekil 1).



Şekil 1 : Alt programlar

5.6.10.5 Freze işlemlerinde paket çevrimler (Döngüler)

NC-Makinalarıyla yapılan önemli imalatlarda, örn, delik açma, cep frezeleme, vida dişi açma gibi çok sayıda aynı tarzda iş adımları gerçekleştirilmektedir. Bu türde iş adımları, paket çevrimler (silinemeyen alt program) olarak kontrol sisteminin hafızasına yerleştirilip, istenildiğinde G - fonksiyonları ile çağrılıp çalıştırılabilir. Delik açma ve vida açma çevrimleri standartlaştırılmış olup bunların dışındaki iş çevrimleri, tezgah türüne göre hazırlanıp sunulur. Bu yüzden, Freze tezgahlarında delik açma, cep frezeleme gibi iş adımları, torna tezgahlarında kaba talaş kaldırma ve vida dişi açma gibi iş adımlarından faydalanılır.

Önemli Delik Açma Çevrimleri

Delik açma çevrimlerinde aşağıdakilere dikkat edilmelidir.

- Mil devir sayısı M03 ve M04 yardımcı fonksiyonları ile başlamalı ve delinecek deliğin X ve Y koordinatlarına hızlı olarak erişilmelidir.
- Sonra hızlı hareketle Z koordinatının emniyet mesafesi kararlaştırılmalıdır.
- Delik açma kademesi seçilmeli, delik derinliği Z ve imalatçı firma parametreleri girilmelidir.
- G 80 ile delik açma çevrimi bitirilmelidir (Tablo -1)

Tablo 1 : Delik açma çevrimleri				
G Fonk.	Resim	Delik açma döngüleri	Uygulama	Programlanabilen Adresler
G81 G82		Hızlı hareketle delik açma Geri dönüş G 81 gibi, fakat bekleme süreli	Delik açma merkezleme düz havşalama	R emniyet mesafesi Örn R2=2mm G04 Bekleme süresi Örn. G 04.02 =2 sn Z Delik boyu
G83		Çok tekrarlamalı işlemlerle delik açma	Derin delik açma, talaş kaldırma yöntemiyle delik açma	Emniyet mesafesi Kaldırma hareketi sayısı Delik derinliği
G84		Tekpili, geri hareketli ve beklemeli delik açma	Vidalı delik açma	Emniyet mesafesi Mil geri dönüş süresi Delik derinliği
G85		Geri hareketli delik açma	Delik açma, raybalama	Emniyet mesafesi Delik derinliği

Cep Frezeleme

En sık kullanılan talaş kaldırma çevrimlerinden biri cep frezeleme operasyonudur (Şekil 1). Dik cep frezelemede cep merkezi, başlama noktası, uzunluk ve genişlik değerleri, köşe açıları gibi parametrelerin tespit edilmesi için bunların koordinatlara yerleştirilmesi gerekir. Cep tanıttıcı değerler, parametreler ile belirtilir.

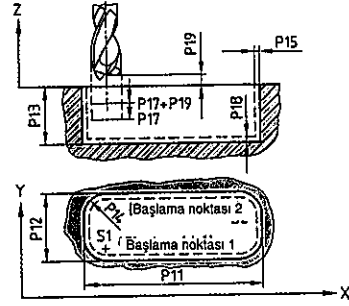
Bir cep frezeleme çevriminin safhaları

İmalat şekli ve parametre seçimi, değişik CNC tezgahlarına göre farklılıklar göstermektedir (Şekil 1).

1. Başlama noktasına hareket
2. F ilerleme hareketi ile Z yönünde radyal kesme işlemi
3. (P 15) ölçüsü cep ölçüsünden düşülerek başlama noktasına freze işleminin yapılması
4. (P 18) ölçüsü cep derinliğinden düşülerek, tam cep derinliğine erişilene kadar kesme işleminin tekrarlanması
5. Başlama düzlemine geri dönüş
6. X veya Y yönünde kesme işleminin sürdürülmesi
7. F ilerleme hareketi ile Z yönünde kesme işlemi
8. Arta kalan pasoyu frezeleme
9. Z yönünde başlama noktasına geri dönüş
10. (P 18) ölçüsünün, köşebent derinliğinden düşülerek boşaltma adımlarına devam etme
11. Z yönünde başlama düzlemine geri çıkış
12. Düzeltme işlemi
13. (P 18) ölçüsünün köşebent derinliğinden çıkarılarak programlanan F ilerleme hareketinin % 50'si ile Z yönünde boşaltma işlemi.
14. Programlanan ilerleme hareketi F'nin % 50'si ile kenarların düzeltilmesi
15. % 50'lik ilerleme hareketi ile X ve Y yönünde kenarların son ölçüsüne kadar radyal kesme işlemi
16. Programlı hız F ile başlangıç konumuna dönüş (Şekil 1, Sayfa 482)

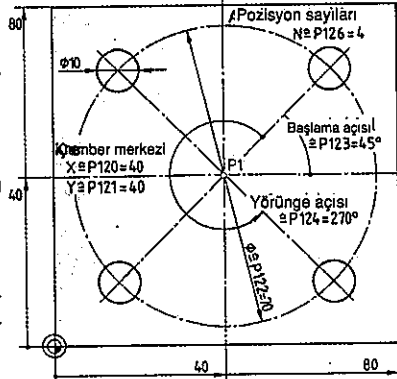
Delik Şablonu (eşit aralıklı delik delme)

Delik şablonları, tekrarlanan delik açma ve cep frezelemeye imkan sağlar. Bunlar programda satır azalmasına yol açar. Geometri şekillerine göre çeşitleri vardır. örn. G86 bir doğru boyunca delik açma, G89 bir daire çevresinde delik açma vs.



Cep ölçüleri X,Y
Cep derinliği Z yönünde
Köşe yarıçapı
X ve Y ekseninde ayarlama
Y ve Z ekseninde konumlama
Z ekseninde ayarlama
Emniyet mesafesi
ince talaş için ayarlama
İlerlemenin tanımlanması
tanımlanmazsa önceki ilerleme geçerli olur.

Şekil 1 : Cep frezeleme çevrim örneği



Şekil 2 : Daire çevresinin delik şablonu

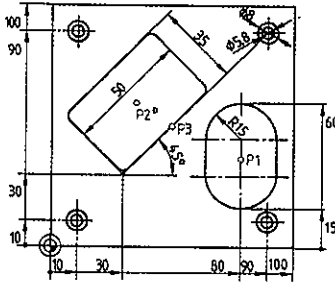
Tablo 1 : Daire çevresini delik şablonu ile programlama

İş Akışı	Nokta	NC- Programı			
Program başı	--	%05			
Takım değişimi; Matkap	--	N10		T01 M06	
Konumlandırma, sıfır noktasının belirtilmesi, delme çevrimi	P1	N20	G00	G54 G81 G89	
Delik şablonu, delik şablon parametresi			P120=40	P121=40 P122=70 P123=45	
Delme çevrimi adresteri, ilerleme, mil devir sayısı			P124=270	P126=4	
Mil sağa dönüşü ve soğutucu AÇIK			Z-10	R2 F200 S2000 M13	
Delme çevrimi KAPALI başlangıç noktasına geri dönüş	--	N30	G80 Y-100	X0 Z200	M30
Program sonu					

G 89 "Daire çevresinde delikler açma" işleminin seçilmesi durumunda, adreslere parametre olarak aşağıdaki değerlerin girilmesi gerekir. Parçalı dairenin koordinatları, çap, başlama açısı, daire dilim açısı veya delik sayısı ve yörlünge açısı gibi (Sayfa 481, Şekil 2). Kontrol sistemi verilen bu değerlerle, diğer eksik değerleri ve ölçüleri hesaplar. Takım, delik açılacak noktalara programlanan G00, G01 ile bir doğru üzerinde veya G02, G03 ile bir daire üzerinde hareket eder (Sayfa 481, Tablo 1).

Örnek Program: Düz Plaka

Takımların ölçüleri, kesme (işleme) değerleri ve imalat işleri sırası takım planında gösterilmektedir. Takım uzunlukları, ayarlama esnasında tezgah bilgisayarının ölçüleri ve takım düzeltme hafızasına girilir. İlerleme hareketi (yönü) ve kesme hızı (**devir sayıları**) takım tablolarından alınır. Önce plaka mengineye ve bu mengine de uygun bağlama elemanları ile tezgah tablasına bağlanır. Daha sonra operatör malzeme sıfır noktasını tespit eder.

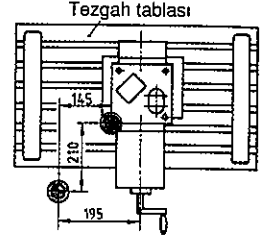


Referans

P1 (80/37,5)

P2* (25/17,5)

P3 (50/50)



Bağlama planı

TAKIM PLANI		Tarih		İş Parçası: Plaka		Çizim no: 12-347		Sayfa No:	
		Bağlama tertibatı: Mengine		Malzeme: Al Mg Si 1		İsim:		Firma:	
Takım sırası	Takım adı	Takım no	Takım çapı	İlerleme mm/dak	Devir sayısı dev/dak	İşlem sırası			
1	Parmak Freze	HSSE	T 01	14	540	İki cebin kaba ve ince frezelemesi			
2	NC-Matkap	HSSE	T 02	10	900	Delme (Merkezieme)			

Tablo 1 : Plakanın örnek programı

İş Akışı	Nokta	NC-Programı													
Program başı:		%06													
Cep frezeleme		N10	T01	M06											
Takım değişimi: Parmak freze		N20	G54	G00	Z2	F540	S2700	M13							
Takım sıfır noktası, konumlandırma, ilerleme			P160=30	P161=30	P163=45										
Mil dönme (devir) sayısı			P160	P161	P163										
Mil dönüşü ve soğutucu AÇIK, tornalama için parametre tespiti															
Tornalama parametrelerini çağırma															
Cep frezeleme AÇIK, açma için hareket parametre tespiti	P1	N30	G73	X80	Y37.5	P11=30	P12=45								
Taşıma AÇIK, hareket noktası,			P13=4	P14=15	P15=0.5	P16=5									
2 cep açma frezesi parametrelerinin tespiti veya mevcut parametreleri çağırma			P17=4	P19=2	P20=0.5										
Taşıma kapalı, makina sıfır noktasına gitme hareketi, Mil dönüşü soğutucu KAPALI	P2	N40	G45	G73	X25	Y17.5	P11=50								
Delik açma			P12=35	P13	P14=8	P15	P16								
Takım değişimi: NC-Matkapı			P17	P19	P20										
Sıfır noktası, konumlandırma, emniyet mesafesi, ilerleme,			N50	G46	G53	Y340	M12								
Mil devir sayısı, mil dönüşü ve soğutucu AÇIK															
Delme döngüsü, delik şablonu			N60	T02	M06										
Parametre, delik şablonu: daire merkez noktası, Yarınçap			N70	G54	G00	Z2	F900	S6000	M13						
Bağlama açısı, hareket açısı, dilim, adres, delme döngüsü															
Delme döngüsü KAPALI, Makine saır noktası, gitme hareketi			N80	G81	G89										
Mil dönüşü ve soğutucu KAPALI															
Program sonu			N90	G80	G53	Y340	P120=50	P121=50	P122=113,137	P123=45	P124=270	P126=4	Z-4	R2	M30

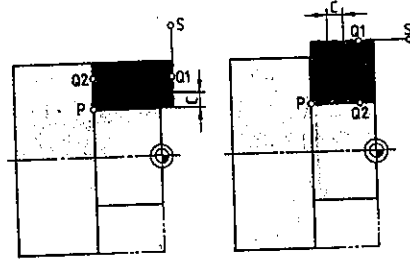
5.6.10.6 Torna Tezgâhı İş Çevrimleri (Paket Çevrimler)

Otomatik Kaba Boşaltmalar (Boşaltma Çevrimleri)

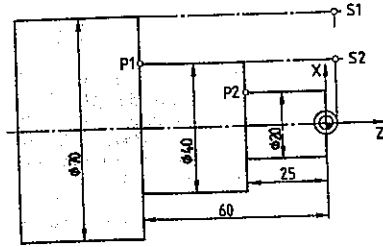
CNC - kontrollü torna tezgahları, otomatik kaba boşaltmasını sağlayan paket çevrimlere sahiptir. Kaba boşaltmalar, eksenel (Z eksen) ve radyal (X eksen) olmak üzere ikiye ayrılır. Kaba boşaltma çevriminin çağrılmasından önce takım düzeltmenin çağrılması, örn. G38 eksenel yönde veya G39 ile radyal yönde G fonksiyonları, ve torna takımının başlama noktası S'ye varış hareketinin yapılması gereklidir. Talaş alınacak bölgenin tespiti için P noktasının koordinatları girilmesi gerekmektedir (Şekil 1, Şekil 2, Tablo 1).

NC ile Çevrenin Tormalanması

Tormalanacak bir parçada çevre (biçim) bir biri ardı sıra gelen doğrusal ve dairesel elemanlardan oluşabilir. Bu çevre elemanlarının koordinatları program yardımıyla veya programcı tarafından hesaplanır (Şekil 3). Dolu malzemede dış kenarlar talaş kaldırma, örneğin, G10 ile (uzunlamasına kaba talaş), G11 ile (kaba alın talaş) veya G12 ile (ince talaş kaldırma) şeklinde gerçekleşir. G10 ile aynı satırda, sürekli iş parçası kenar dışında olması gerekli başlama noktası S koordinatları da bulunur.



Şekil 1 : Eksenel ve radyal kaba boşaltmalar

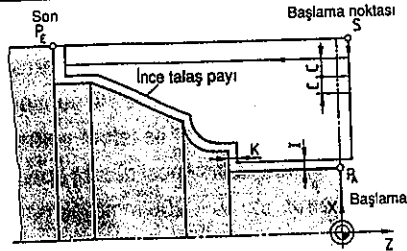


Şekil 2 : Boşaltma çevrimleri ile programlarına örneği

Tablo 1 : Program örneği: Eksenel boşaltma

İş Akişığı	Nokta	NC- Programları							
		%07	T01	M06					
Program başı	S1	N10	G54	G00	X70	Z2			
Takım değiştirilmesi: Kaba talaş kaldırma torna kalemi	P1	N20	G38	X40	Z-60	C2.5	F.2	M03	M07
Sifir nokta, başlama noktasına hareket, Emniyet mesafesi!		N30							
Talaş kaldırma safhası, 2,5 mm lik 6 paso, ilerleme									
Mil ve soğutucu AÇIK									
Başlama noktası S2 üzerine konumlandırma	S2	N40	G00	X40	Z2				
Talaş kaldırma safhası, 2,5 mm 4 paso	P2	N50	G38	X20	Z-25	C2.5	F.2		
Takım değiştirme noktasına hareket	-	N60	G00	X200	Z50	M30			

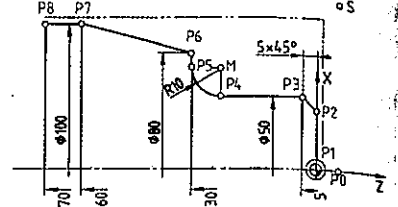
Daha sonraki satırda ise başlama noktası PA koordinatları ile kenar (çevre) açıklamaları başlar. Çevrenin son biçimi PA noktasına doğru açıklanır. Bu ise son kaba talaş kaldırma işlemindeki talaş kaldırma hareket yönüdür. Çevre noktaları koordinatları ya artışı (V,W) ya da mutlak (X,Z) ölçülerle verilebilir. Her bir çevre elementine, ince talaş kaldırma işleminde etkili olan bir ilerleme F düzenlenebilir. G 13 ile çevre talaş kaldırma işlemi bitirilir. G 13 satırında N1 = ve N2 = adreslerinde çağrılan çevrenin ilk ve son numaraları bulunmaktadır.



Şekil 3 : Malzeme çevresinin talaş kaldırma işlemi

% 01 kodlu program örneğinde (Sayfa 478), iş parçasının programlanan çevresi, kaba pasolardan başlayarak, düzeltme ve ince paso alınması ile son şeklini alır

(Şekil 1, Tablo 1). Teknik bilgiler (İmalat bilgileri) N20 ve N30 satırlarında belirtilmiştir. N40 satırında, kaba pasolar için şartlar girilir: Çevre dışında bulunan başlama noktası koordinatları düzeltme ölçüsü X-yönünde R ile, Z yönünde K ile, paso derinliği C ile ve talaş kaldırma ilerleme hızı F ile.



Şekil 1: Dolu parçadan bir çevrenin talaş kaldırma ile imalatı

Tablo 1 : Program örneği: Dolu parçadan bir çevrenin talaş kaldırma ile imalatı										
İş Akışı		Nokta	NC- Programı							
Program başı			%08							
Sıfır noktasını belirleme			N10	G54						
Takım değiştirilmesi: Kaba talaş Torna kalemli		—	N20				T02	M06		
Sabit tomalama hızı, mil devir sayısı,		—	N30	G96	S100			M03	M07	
Mil dönüşü sağa, soğutucu AÇIK										
Boyuna talaş kaldırma çevrimi AÇIK, başlama noktası, ölçüler, radyal kesme		S	N40	G10	X115	Z5	I.5	K.5	C2.5	F.5
Kaba talaş kaldırma için ilerleme (hızı) hareketi		P2	N50	G01	X40	Z0				F.3
Çevre başlangıcı, Program % 01 N50 den N110 a kadar		P3	N60		X50	Z-5				F.1
Pah tomalama, ilerleme hızı değişimi		P4	N70			Z-20				F.3
Boyuna tomalama, ilerleme hızı değişimi		P5	N80	G02	X70	Z-30	I10	K0		F.1
Saat yönünde dairesel hareket, ilerleme hızı değişimi		P6	N90	G01	X80	Z-70				F.3
Alın tomalama, ilerleme hızı değişimi		P7	N100		X100	Z-60				
Boyuna tomalama		P8	N110			Z-70				
Satır N50 ile N110 arasında çevrenin sınırlandırılması			N120	G13	N1=50	N2=110				
Takım değiştirme noktasında konumlandırma		—	N130	G00	X150	Z90		M05	M09	
Mil devir sayısı ve soğutucu KAPALI										
Takım değişimi: İnce talaş tomalama kalemli		—	N140					T01	M06	
Sabit tomalama hızı AÇIK,			N150	G96	S200			M03	M07	
Mil devir sayısı ve soğutucu AÇIK										
İlerleme mm/devir, takım düzeltilmesi AÇIK			N160	G95	G42					
İnce Talaş alma, başlama noktasına hareket			N170	G12	X115	Z5				
N50 ile N110 arasında çevre sınırlama			N180	G13	N1=50	N2=110				
Başlama noktasına konumlandırma		P0	N190	G00	X0	Z5				
Radyal kesme işlemi, (Alın tomalama)		P1	N200	G01		Z0				
Boyuna tomalama		P2	N210		X40					
Takım değiştirme noktasına konumlandırma, düzeltme KAPALI		—	N220	G00	G40	X150	Z90			
			N230						M30	

Tekrarlama Soruları

- 1 CNC'nin anlamı nedir?
- 2 Z eksenli torna tezgâhında ve freze tezgâhında hangi yönü gösterir?
- 3 Tezgah ve parça sıfır noktası arasındaki fark nedir?
- 4 Veri taşıyıcısı olarak delikli şeritlerin dezavantaj ve avantajları nelerdir sayınız?
- 5 Hangi fonksiyonlar ile takım yolu düzeltilmesi seçilir?
- 6 Sıfır nokta belirlemesi nasıl yapılır?
- 7 İlerleme hızı $V_f = 200$ mm/dak nasıl programlanır?
- 8 Torna tezgahında sabit kesme hızı $V_c = 150$ m/dak değerinin nasıl programlanacağını gösteriniz.
- 9 Bir daire üzerinde delme modelini programlamada hangi parametreler, komutlar ve koordinatlar verilmelidir.
- 10 Parametrelerin kullanım amacı nedir?
- 11 CNC- torna tezgahında paket çevrimleri (sabit döngüler) nelerdir?
- 12 Çevre programlamanın avantajları nelerdir?

6. Bilgi İşlem Tekniği Temel İlkeleri

6.1 Bilgisayar Tekniğine Giriş

Bilgisayarlar, programlar aracılığı ile hesaplama işlemlerini çok süratli yapar, mantıksal kararlar verir, çok yükü miktarda verileri alır, işler, depolar ve tekrar verir. Veriler, bilgisayar programları yardımıyla içerdikleri bilgileri işleyen işaretlerden (örnek. Harfler, sayılar) oluşmaktadır. Programlar, belli kurallara uyularak yapılan çalışma talimatlarıdır.

• Veriler ve programlara Yazılım denir.

6.1.1 Bir Bilgisayarın Çalışma Prensipleri

6.1.1.1 Bilgi İşleme

İnsanlar, duyu ve his organları ile çevreden aldıkları bilgileri, akılları sayesinde işleyip, onları bellek ortamlarında depolar, sonra konuşma, yazma veya eylem olarak dışarı yansıtır. (Şekil 1)

Bilgisayarlar, veri girişi, işlenmesi ve çıkışı, prensibi ile çalışmaktadır (Şekil 1, 2).

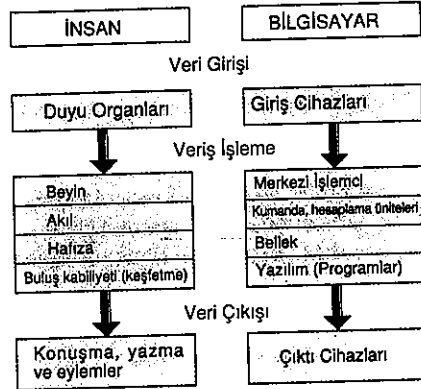
Veri girişi işleminden sonra, bilgi ve programlar merkezi işlemcinin belleğine depolanır. Kontrol birimi, verilerin işlem için çağırılması ve bu verilerin işlem sırasının ve işlem çeşidinin hesaplama üniteleri (matematik işlemci) tarafından yapılmasını yönlendirir. Yüksek veri işleme hızı ve dış bilgi depolama birimlerinden, yoğun bir şekilde verilerin işlenmek üzere alınması özelliklerinden dolayı, hızlı bir şekilde sonuca ulaşılması ve bunların çıktı cihazları vasıtasıyla alınması veya depolanması mümkün olmaktadır.

6.1.1.2 Sayı Sistemleri ve Kodlama Teknikleri

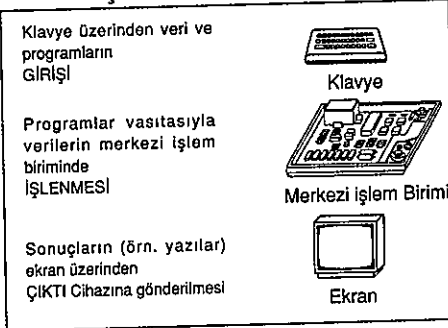
Bilgisayarların; sayıları, harfleri ve sembolleri alması, ayırdetmesi ve işleyebilmesi için, bu bilgilerin elektrik sinyali olarak ifade edilmeleri gerekir. Bu amaçla sadece sıfır (0) ve bir (1) değerlerini alan 2 tabanlı sayı sistemi (binari sayı sistemi) seçilmiştir. Bu iki rakam ile (0 ve 1) ikili sistem geliştirilmiştir. Bu sistem ondalıklı sayı sistemi gibi oluşturulur (Tablo 1).

İki tabanlı 1110 sayısı, on tabanlı 14 sayısına eşittir.

En küçük bilgi birimi olan 0 ve 1 iki tabanlı sayılarına Bit adı verilir (Şekil 1). 8 adet bit bir araya getirilerek en büyük bilgi birimi olan Byte oluşturulur.



Şekil 1 : İnsan ve bilgisayarlarda bilgi işleme



Şekil 2 : Bilgi işleme (GİÇ prensibi)

sistem	On tabanlı		İki tabanlı			
Değerlik	10 ¹	10 ⁰	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
On tabanlı sayılar 0...10'a kadar ve iki tabanlı sayılar 0000...1010 'a kadar	0	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	1
	0	2	0	0	1	0
	0	3	0	0	1	1
	0	4	0	1	0	0
	0	5	0	1	0	1
	0	6	0	1	1	0
	0	7	0	1	1	1
	0	8	1	0	0	0
	0	9	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0	

iki tabanlı sayı	1	1	1	0	
Değeri	1 · 2 ³	+ 1 · 2 ²	+ 1 · 2 ¹	+ 0 · 2 ⁰	
On tabanlı sayı	8	+4	+2	+0	= 14

- 1 Byte, $2^8=256$ farklı işaretlerle kodlanır.

Sayıların yanında harflerin, işaret ve sembollerin de, bilgisayarlara girebilmesi için, uluslararası bir kod olan ASCII-kodunun (American Standard Code for Information Interchange) kullanılması kararlaştırılmıştır (Tablo 1).

Bir Byte ile gösterilebilen, 256 bit kombinasyonu, harfler, 0- 9 arası rakamlar, özel ve kontrol işaretleri, matematik ve grafik sembolleri tanımlanmıştır. Kod tablosundaki her işaretin bir numarası vardır. 8 bit kombinasyonu ile gösterilir.

6.1.2 Bir Bilgisayar Sisteminin Yapısı

6.1.2.1 Bir Bilgisayarın Yapısı

Bir bilgisayar sistemi, merkezi birim, iç bellekler, giriş, çıkış ve dış bellek ortamları gibi birimlerden oluşmaktadır.

Merkezi birimin (CPU=Central Processing Unit) ana yapı elemanı mikro işlemcidir. Mikro işlemcinin çalışabilmesi için ilave elemanlara ihtiyaç vardır (Şekil 2).

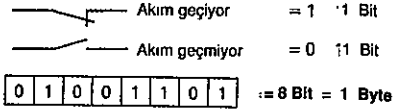
- **Takt jeneratörü**, matematik (işlemlerini saniyede 20 milyon çevirime varan bir hızla yönetmektedir. (Takt frekansı = 20MHz)

- **Sabit değerli belleğe** (ROM= Read Only Memory, yalnızca okunan bellek) mikro işlemciyi yönlendiren ve bilgisayarın kullanılması esnasında değiştirilmeyen programlar depolanır (yüklenir). ROM içinde depolanmış programlar bilgisayarın kapatılması durumunda silinmez ve bozulmaz.

- **Yazma - okuma belleğine** (RAM = Random Access Memory, rastgele erişimli bellek), ana bellek uygulama programları veya veriler çağrılabilir, depolanabilir RAM içindeki bilgiler, veriler ve programlar, bilgisayarın kapanması durumunda, tamamen silinir. Bu sebeple bu veriler ve programlar dış bellek ortamlarına, daha sonra kullanmak üzere depolanmaları gerekir. (Örnek: Disket ve sabit disk ünitesi.)

Bilgisayar sistemi birimleri veri toplama yolları ile birbirlerine bağlanmışlardır. Bunlar, adres, veri yolu, veri giriş yolu ve kumanda yolu üzere üçe ayrılırlar.

Bilgi birimi



1 k Byte (1 KB) = 10 Kilobyte = 2^{10} Byte = 1024 Byte

1 MByte (1 MB) = 1 Megabyte = 2^{20} k Byte = 2^{20} Byte

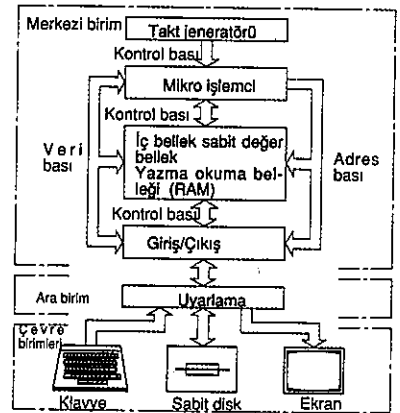
Kelime uzunluğu = Bilgisayar tarafından aynı anda işlenebilen bit sayısına denir. Örn. 32 bit (32 bit işlemci)

Bellek hacmi = Bir bellek biriminin depolayabileceği maksimum Byte denir. Örn. 40 MB sabit disk veya 640 KB RAM

Şekil 1 : Bilgi birimleri

Tablo 1 : ASCII - İşaret seti (kısmen)

ASCII değer	iki değer	İşaret	ASCII değer	iki değer	İşaret
009	0000 1001	Tabülâtör	065	0100 0001	A
043	0010 1011	+	066	0100 0010	B
051	0011 0011	3	067	0100 0011	C
052	0011 0100	4	097	0110 0001	a
053	0011 0101	5	098	0110 0010	b
060	0011 1100	<	099	0110 0011	c
061	0011 1101	=	123	0111 1011	{
062	0011 1110	>	125	0111 1101	}



Şekil 2 : Bir bilgisayarın yapısı

6.1.2.2 Çevre Birimleri

Çevre birimleri, ara birim vasıtasıyla bilgisayara bağlanır. Bunlar, verilerin giriş ve çıkış işlemleri ve bilgi depolanması için kullanılır (Şekil 1).

Paralel ara birimleri, belli bir sayıda veriyi (Bits) aynı zamanda (paralel olarak) iletirler. Seri ara birimler ise her bir bit'i ard arda sıralı olarak iletirler.

Girdi Birimleri (Cihazları)

Girdi birimleri olarak, klavye, grafik tablet, fare (maus) elle kumanda cihazı, ışıklı kalem, metin okuyucu (scanner) ve mikrofon gibi çevre birimleri kullanılır. Bu çevre birimleriyle harfler, sayılar, semboller, komutlar, ses ve grafik bilgileri girişi yapılır.

Çıktı Birimleri

Çıktı birimleri olarak ekran (monitör), çizim cihazı (plotter) ve yazıcı (printer) kullanılır.

Ekranların en önemli belirleyici özellikleri:

- Ekran camı büyüklüğü (11...20 inç). Ekranın köşegen uzunluğu inç birimi ile ifade edilir.
- Resim frekansı (50 Hz, 60 Hz veya 70 Hz), önemeli olan özellik ise titreme olmaması, gözünü yormaması
- Resim çözünürlüğü, ekran üzerinde gösterilebilen resim noktaları (piksel) sayısı ile ifade edilir (Tablo 1).

Tek Renkli Ekranlar (Monokrom monitör)

Tek renkli monitörlerde, genelde arka planı siyah, yeşil, yazı ise beyaz renkte olur. Bu ekranlar daha ziyade metin (kelime) işleme için kullanılırlar. Üç ana rengin (kırmızı, mavi, yeşil) karışımı tekniği ile üretilen (RGB-monitör) renkli monitörler, grafik çalışmalarında CNC veya bilgisayar destekli tasarım (CAD) tekniklerinde kullanılır.

Çiziciler (Plotter), tek renkli veya çok renkli veya grafik çizimleri için kullanılan ve bilgisayar tarafından kumanda edilen çizim makineleridir.

Yazıcılar (printer)

Yazıcılar, papatya kadranlı yazıcılar, mürekkep püskürtmeli, nokta matris (iğneli) yazıcılar, termo ve laser yazıcılar olmak üzere çeşitlere ayrılır.

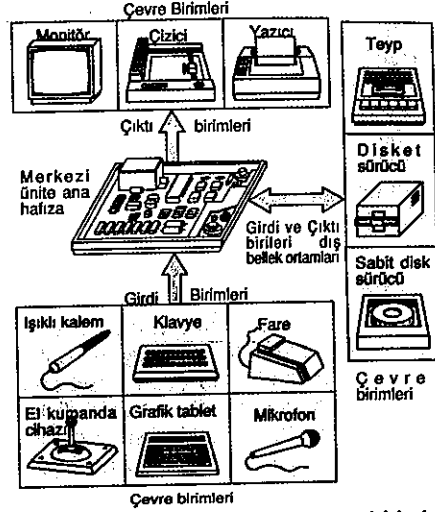
Girdi / Çıktı Birimleri

Girdi / Çıktı birimleri olarak manyetik bandlar (teypler), disket veya sabit disk sürücülerini kullanılır. Bunlar aynı zamanda hem çıktı hem girdi birimleri olarak hizmet eder.

Manyetik bandlar çok büyük miktarda bilgilerin sıralı olarak depolanıp işlenmesi için kullanılır. Bunlar en çok, bilgilerin korunması amacıyla yedeklemeler için kullanılır.

Disket Sürücüler

En çok kullanılan ve her kişisel bilgisayarda en az bir adet bulunan çevre birimlerinden bir tanesidir. Sürücünün, yazıcı/okuyucu kafası ile, manyetik disk üzerinden bilgi okunur veya diskete bilgi kaydedilir. Bu işlem doğrudan erişim yöntemiyle gerçekleştirilir. Erişim süreleri mil saniye seviyesinde olup çok kısadır.



Şekil 1 : Merkezi ünite ve çevre birimleri

Tablo 1 : Ekran (Monitör) Çözünürlüğü

Standart	Resim noktaları
Standart (renkli grafik adaptörü)	640 x 200
Herkul Standart (tek renkli)	752 x 348
Standart (genişletilmiş grafik adaptörü)	640 x 350
Standart (Vidyo grafik alan)	640 x 480
Yüksek çözünürlük standardı	> 800 x 600

Sabit Disk Sürücüler

Sabit disk sürücüler 300/dak hızla çalışan disket sürücülerine göre 3600/dak gibi çok yüksek devir ile çalışır. Bu disket sürücülerinde (300/dak). Erişim süreleri çok kısadır.

Bunlar daha çok, kısa sürede büyük yoğunluktaki verilere serbest ve doğru- dan erişilmesi gerektiği durumlarda kullanılır.

6.1.2.3 Veri Taşıyıcılar

Ana bellekte (çalışma hafızası) o an veya sürekli olarak kullanılmayan veriler, dış bellek ortamlarına (veri depolama araçlarına) depolanır. Bu amaçla disket sürücüler, bantlar ve sabit disk sürücülerinden faydalanılır. Bu ortamlarda bilgiler, veriler ve programlar manyetik kayıt tekniği kullanılarak depolanır, okunur, silinir veya üzerine kayıt yapılabilir.

Disketler

Günümüzde en çok kullanılan disket türleri 5 1/4 ve 3 1/2 çapında olanlardır. Bunlar, basit (tek yüzlü) yazım yoğunluğu (SD), çift yazım yoğunluğu (DD) ve yüksek yazım yoğunluğu (HD) olmak üzere, üç çeşit yazım yoğunluğuna sahip olarak üretilir.

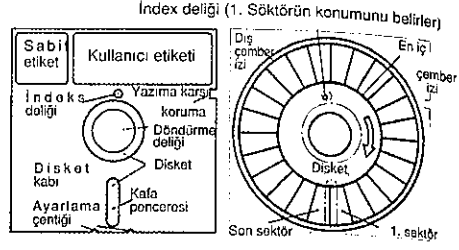
Disketler, bir milyonun üzerinde işareti, hatta yeni geliştirilip üretilenleri 10 milyonlara varan karakter depolayabilir.

Bilgiler depolanmadan önce, disketlerin formatlanmış olması gerekmektedir. Formatlamayla disket üzerine merkezi daireler şeklinde izler çizilir ve bu izler de, bir çok parçalara (sektörlere) bölünür (Şekil 1). Örn. 26 sektör. Bilgisayar, formatlama anında, disket üzerine depolanacak (kaydedilecek) verilerin adreslerini kaydedileceği bir içindekiler kısmı (fihrist) yerleştirir.

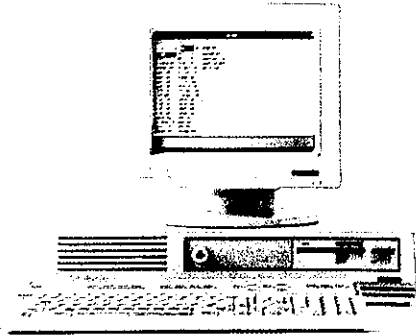
• Bütün manyetik veri taşıyıcılar gibi disketlerde manyetik alanlardan uzak tutulmalı ve yüksek ısı, nem, kirlenme ve mekanik hasarlara karşı korunmalıdır.

Sabit diskler, bilgi depolamak için oldukça büyük depolama kapasitesine sahiptir. Örn. 30 milyon karakter depolayan bir hard disk yaklaşık 85 disket kapasitesine eşittir. Günümüzde, yüzlerce Megabyte (Megabyte = 1 milyon karakter) depolayacak büyüklükte kapasiteye sahip sabit diskler mevcuttur ve kullanılmaktadır.

Sabit disklerin kullanılması, taşınabilir disketlerin önemini azaltmaz. Bu yüzden, kullanıcı disketlerle de çalışabilmelidir. Bu şekilde sabit disk üzerine yeni programlar yüklenebilir, veya bilgiler korunmak veya taşınmak amacıyla deklenebilir.



Şekil 1 : Disket kabı ve disket



Merkezi işlemci:	16 Bit 80286
Çalışma Frekansı:	12 MHz
Yardımcı İşlemci:	80287 takılabilir
Ana Bellek:	1 MByte (RAM) 4 MByte çıkarılabilir
Dış Bellek:	1 ya da 2x1,4 MByte 3 1/2 disket sürücü, 40 MByte Sabit disk
Bağlantılar	31/2 ve 5 1/2 sürücü, teyp birimi
Klavye:	102 tuşlu, genişletilmiş, çok fonksiyonlu klavye
Grafik:	VGA-Standart 640x480 piksel nokta, 256 Renk, EGA-, Herkül ve -CGA uyumlu
Ana birim:	Seri ve paralel
Kart yuvası:	5 uzun standart kart yuvası
Yazılım:	MS-DOS 4.0 işletim sistemi
Fare (Maus):	MS-DOS uyumlu
Ekran (Monitör):	VGA- Monitör, 12" tek renk 64 gri ton veya 14" veya 12" Renk

Şekil 2 : Bir bilgisayarın teknik özellikleri

Manyetik Band: Manyetik band cihazları ile (teyp stremer), küçük bir manyetik band kartuşu üzerine 40 milyon karakter (40 MB) depolanır.

Bilgisayar sistemlerinde, merkezi ünite, çevre birimleri ve veri taşıyıcılarının tamamına **Donanım** adı verilir.

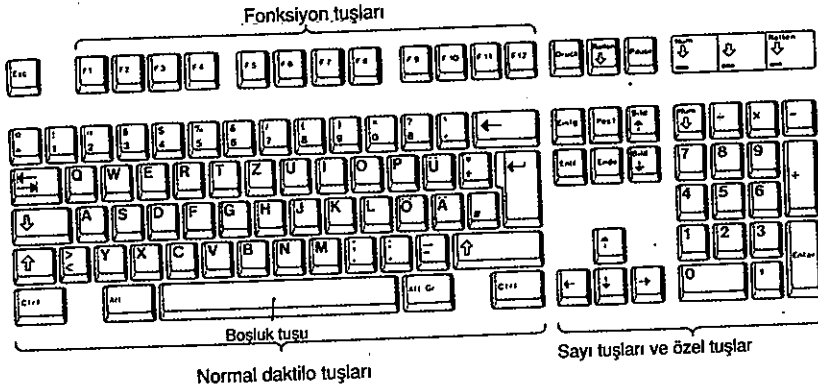
Bilgisayar sistemleri, donanım kapasiteleri, boyutları, bunların teknik özellikleri ve bilgileri ile tanımlanır (Sayfa 488, Şekil 2).

6.1.3 Bilgisayarın Kullanılması

6.1.3.1 Klavye

Klavye sayesinde, bilgisayara harfler ve rakamlar, kontrol ve özel tuşlar ile bilgiler ve programlar doğrudan girilir. (Şekil 1) Klavye üç bölüme ayrılır:

- Normal daktilo tuşları
- Sayı (Nümerik) tuşları ve özel tuşlar
- Fonksiyon tuşları



Şekil 1 : Bilgisayar klavyesi

Klavye işaret seti iki işaret grubuna ayrılır:

- İşaretler, bunlar tuşlara basılmak suretiyle ekranda görünür, yazıcıda basılır ve Bit kombinasyonu olarak (ASCII-Kod) ana belleğe yüklenir. Bunlar, 26 adet büyük ve 26 adet küçük harf, 10 rakam ve özel işaretlerdir. (Örn. dört işlem işaretleri, noktalama işaretleri)

- Kumanda (Kontrol) işaretleri, bunlar bilgisayara kontrol talimatları verir. Klavye Amerikan veya Alman işaret setine sahip olabilir, bir anahtar vasıtasıyla birinden diğerine geçilebilir.

Önemli Girdi Kuralları:

- Küçük I harfi 1 rakamı veya büyük I harfi ile karıştırılmamalıdır.
- Büyük O harfi girileceği zaman, 0 (sıfır) rakam tuşuna basılmamalıdır. Karışıklığı önlemek amacıyla, sıfır çoğu zaman ortası çizili olarak (ø) gösterilir.
- Klavye, sürekli fonksiyon özelliği ile donatılmış ise, tuşa basılıp öylece tutulduğu sürece ilgili işaret görülebilmesi veya ana belleğe yüklenmelidir.
- Noktalama işaretleri; Nokta, iki nokta, virgöl, noktalı virgöl ve soru işareti, öncelikli kontrol işaretleridir. Bunlar, bir program içinde noktalama işareti olarak kullanılırsa, metnin özel bir talimat ile tanımlanmış olması gerekmektedir. Bu sebeple, nokta ve iki nokta matematik işlemlerinde kullanılmaz.
- Ondalıklı sayılarda virgöl yerine nokta kullanılır.

Shift ve Büyük Harf Tuşları: Eğer, "Shift" tuşuna basılı iken bir harf tuşuna basılırsa, o harf ekrana büyük yazılır. "Shift" tuşu ile iki (2) işaretli tuşa basıldığı zaman üstteki işaret yazılır. (Şekil 1) "Caps Lock" tuşuna basılırsa, tüm harfler için büyük harf yazma işlemi geçerli olur.

Boşluk Tuşu: Boşluk tuşu, bir boşluk veya bir karakterlik aralık üretir, bu bilgisayar tarafından normal bir işaret gibi algılanır.

Alt-Tuşu: Rakam tuşları ile kullanıldığında grafik işaretleri üretir.

Ctrl-Tuşu: Kontrol tuşu, diğer özel fonksiyon tuşlarıyla kullanıldığında, (Örn. Ctrl+P) kullanılan fonksiyon tuşuna bağlı olarak kontrol komutu üretir.

Return Tuşu: (Enter Tuşu'da denir.) Bu tuşa basılarak bilgisayara bir girişin bitirildiği bildirilir ve bir sonraki satır başına veya bir sonraki veri giriş pozisyonuna geçilmesi sağlanır.

Tabulatör (Tab) Tuşu: Tabulatör tuşu, kursör'ü satır için sağ tarafa, tablo pozisyonunda belirtildiği ve bir program tarafından belirlendiği oranda kaydırır.

Geri Tuşu: Bu kursör'ü bir karakter sola getirir ve bu arada üzerinden geçilen karakter silinir.

Fonksiyon Tuşları: F1'den F10'a kadar. Fonksiyon tuşlarına istenilen sayıda işaretler dizisi veya sistem komutları atanabilir. Bu sayede, uzun ve bilgisayarlarda çok sık kullanılan komutlar, bir tuş vuruşu ile üretilip aynı zamanda yerine getirilir.

Escape (Kaçış) Tuşu: Daha çok menü kontrollü programlarda kullanılır, bir önceki menüye ve ekran görüntüsüne geçişi sağlar.

Delete (Silme) Tuşu: Kursör'ün bulunduğu pozisyondaki işareti siler ve bir sonraki işareti dolayısıyla satırı bir karakter sola kaydırır. Kursör boş bir satırda ise, o satır tamamen silinir ve bir alt satır yukarı kaydırılır.

Home ve END Tuşu: Bunlar, Kursör'ü içinde bulunduğu ekranın program tarafından öngörülen ekran başına veya ekran sonuna götürür. Ayrıca bazı yazım programlarında bulunduğu satırın başına veya sonuna götürür.

Num Lock Tuşu: Klavyenin nümerik kısmında, kursör kontrol ve rakam tuşları arasındaki dönüşümü sağlar.

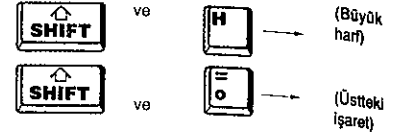
Kursör Kontrolü: Kursör (Ekran işareti), ok, açık kare, üçgen veya yanıp sönen bir işaret olarak ekranda gösterilir. Kursör, girilecek bir sonraki işaretin ekranın neresinde görüneceğini bildirir. (Şekil 1)

Kursör, ok tuşları (yön tuşları, kursör kontrol tuşları) ile ekranda her yönde hareket ettirilir.

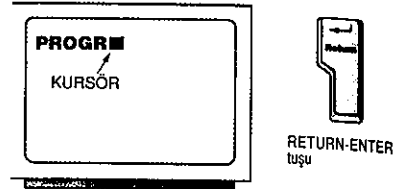
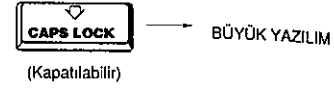
- Yukarı ve aşağı yön tuşları, satırlar arasında yukarı ve aşağı doğru (metni) karakterleri silmeden hareket ettirir.

- Sol yön tuşu, metni silmeden kursörü sola doğru hareket ettirir.

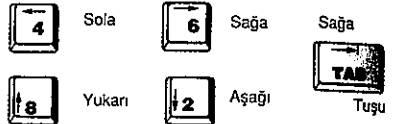
- Sağ yön tuşu, kursör'ü sağa doğru kaydırır. Metin (kelime) işlemci programlarında, metin sonundaki işaretin ilerisine geçilemez.



CAPS.LOCK - Tuşu, sadece harfleri etkiler



KURSÖR KONTROL



Şekil 1 : Klavye tuşu fonksiyonları

6.1.3.2 İşletim Sistemi

Bilgisayarların ilk açılması anında, salt okunan bellek (ROM) içindeki ilk yükleme programı çalıştırılır. Bu sürücüyü devreye sokar ve disket veya sabit disk üzerindeki işletim sistemini ana belleğe yükleme işini yaptırır.

- İşletim sistemi komut ve hizmet programlarından oluşur. Bunlar, merkezi ünite ile klavye, ekran (monitör), fare (mouse) ve dış bellek ortamları arasındaki veri alış verişini kontrol eder, kullanıcıya, belli kullanım işlerini yapmasına yardımcı olur.
- İşletim sisteminin ana belleğe yüklenmesine ilk açılış anlamına gelen boot adı verilir. Bu işlem, bilgisayarın her kapatılıp açılmasında tekrar eder. Kullanıcının rahat bir şekilde çalışabilmesi için çalışılan bellekte yeterli miktarda yer bulunması gerekir. Bu nedenle önce en önemli program parçaları çalışma belleğine yüklenir. Daha az kullanılan hizmet program parçaları (dış komutlar) ise disketlerde veya sabit disklerde kalır ve ihtiyaç durumunda çağrılır.
- Yalnızca bir bilgisayar sistemini yöneten işletim sistemleri (tek kullanıcılı işletim sistemleri) için CP/M ve MS-DOS en çok kullanılanlarıdır.
- CP/M (Control Program for Microcomputer = mikro bilgisayar için kontrol program) 8 bit mikro işlemcili
- MS-DOS (Microsoft-Disk Operating System = Mikrossoft - Disk işletim sistemi) 8, 12, 16 ve 32 bit mikro işlemcili.

Bir bilgisayar merkezinde birden fazla terminal (hizmet bilgisayarı) aynı zamanda yönetileceği durumlarda, çok kullanıcılı sistem olan UNIX işletim sistemleri kullanılır. Terminaler bir ağ bünyesinde ana sisteme bağlanır.

MS-DOS işletim sistemiyle aşağıdaki işlemler gerçekleştirilir. (Tablo 1)

- Boş disketin, bilgileri depolamak için hazırlanması (formatlanması)
- Dosyaların bir disketten ana belleğe yüklenmesi
- Dosyaların diskete yüklenmesi
- Disket içerik listesinin (directory) yönetilmesi
- Bir disketin kopyalanması
- Dosyaların ana bellekten bir yazıcıya gönderilmesi
- Sabit diskin yönetimi

Uyumluluk: Uyumluluk denince, yazılımların, programların çeşitli bilgisayar sistemlerinde, donanımları ile uyum içinde çalışması anlaşılır. Yani bütün sistemin birbirleri ile uyum içinde olmalarıdır. Uygulama Programları, çeşitli firmalar tarafından üretilen bilgisayarlarda da çalışabilmektedir. Bunu için aynı işletim sisteminin kullanılması gerekmektedir. (Örnek: MS-DOS)

Programların (uygulama yazılımlarının) farklı bilgisayarlar arasında değişebilir olmasına, uyumluluk adı verilir.

Sistemin Açılması: Bilgisayarların, açma butonunun (soğuk kalkış) hareket ettirilmesi yani güç verilmesinden sonra, bilgisayar içinde bir dizi kontrol işlemlerinin yapılmasının ardından, işletim sistemi disketten veya sabit diskten bilgisayarın ana belleğine yüklenir. Bu işlemler bittikten sonra bilgisayar ekranında A:>(disketten açılması durumunda) ya da C:> (sabit diskten açılması durumunda) sürücü ismi görülür. Bu bilgisayarın, işlem veya girilecek komutlar için hazır olduğunu gösterir, > işaretine "hazır" işareti anlamında prompt (ing) denir.

A:> nın anlamı işletim sistemi A disket sürücüsünden başlatıldı ve geçerli (aktif) sürücü A demektir.

Tablo 1 : DOS- Komutları (bir kısmı)

Komut	Anlamı
FORMAT	Sürücü içindeki disketi veya Sabit disk formatlar
DIR	Disket veya sabit disk fihristinin içeriğini ekranda listeler
DIR C:	Sabit disk C'nin fihristini listeler
COPY	Dosyaları kopyalar
DISK COPY	Disketleri kopyalar
COMP	Dosyaların eşit olup olmadığını kontrol eder
ERASE	Dosyaları siler
TYPE	Dosya içeriğini gösterir
RENAME	Dosya adını değiştirir

Çalışma anında bilgisayarda kontrol edilmeyen sistem durumları ortaya çıkarsa işletim sistemi yeniden yüklenir. MS-DOS işletim sisteminde, tuş takımı Ctrl+Alt+Del (sıcak kalkış) (sistemin çalışma voltajı kesilmeden yeniden yüklenmesi) ile bilgisayarı yeniden açılır, işletim sistemi yüklenir.

6.1.4 Yazılım Dilleri

Makina dili: Mikro işlemciler, yalnızca bit kombinasyonlarından oluşan kodlar şeklindeki komutları ve verileri işleyebilmektedir (Makina dili). Makine dili ile yazılmış programlar, bilgisayar tarafından çok büyük bir hızda işlenir.

Makina dilinde program yazılması oldukça zahmetlidir. Bu dille programlar yazılabilmesi için, programcı mikro işlemcinin iç yapısını ve komut işleme tarzını çok iyi bilmek durumundadır. Bu tür hazırlanan yazılımlar oldukça karmaşık olup, değiştirilmeleri zordur. Çünkü bu yazılımlar bit kombinasyon dillerinden oluşmaktadır. Mikro işlemci yapısına çok yakın olan bu tür dillere ait düzey programlama dilleri denir.

Üst Düzey Programlama Dili:

Programcının, çözümlenecek probleme kendisini tam verebilmesi için, problem çözümü yolunu daha anlaşılabilir biçimde gösteren, programlama dilleri geliştirilmiştir.

Üst düzey programlama dilleri veya problem uyarlamalı programlama dilleri ile hazırlanan bu programları makina diline çevirmek için derleyici (compiles, çevirici) ad verilen programlar kullanılır ve daha sonra, makina diline dönüştürülmüş bu programlar işlenir. Derleyici, programı bir bütün olarak çevirip, sonra çalışmasını sağlarken; çevirici (interpreter) programı aşama aşama makina koduna (diline) çevirir ve çalıştırır.

Tablo 1 : Üst düzey programlama dilleri

Adı	Açıklama ve Uygulaması
BASIC	(Beginner's All Purpose Symbolic Instruction Code) Yeni başlayanların kolay öğrenebileceği bir diyalog dili teknik ve ticari konularda
PASCAL	Yapısal bir programlama dili olup her türlü uygulama alanı için
FORTRAN	FOR mula TRAN stator = Formül çevirici Bilimsel ve teknik problemlerin çözümünde kullanılan bir dil
C	C programlama dili, daha ziyade teknik-bilimsel alanlarda kullanılan bir dildir
PL/1	Programming Language/1, En çok ticari ve matematik ve tabii ilimler alanında tercih edilen bir programlama dilidir








Uygulama alanlarına göre çok çeşitli programlama dilleri geliştirilmiştir (Tablo 1). Bu programlama dillerinin bir çoğunun çeşitli alternatifleri mevcuttur.

6.1.5 Problemden Programa Geçiş

Bir ödevi fonksiyonel bir programa dönüştürmek için, çözüm yolu aşağıdaki çalışma adımlarına ayrılır.

- Hedefi belirlenmiş ödev tanımlanması
- Çözüm yolu tanımlanmış (Algoritma) problem analizi
- Program akış planı (Tablo 2) veya akış şeması ile çözüm yolu grafiğinin çizilmesi
- Kodlama, yani çözüm yolunun program diline çevrilmesi
- Kodlama ve mantıksal hataların gözden geçirilmesiyle program testinin yapılması
- Program dökümanı, kullanıcılar için hazırlanmış, kullanım talimatları ve program açıklamaları

Tablo 2 : Program akış planında kullanılan semboller

Sembol	Anlamı	BASIC Komutu
	Uç, Program başlama ve bitiş gösterir	END
	İşlem, genet: Aritmetik Giriş, çıkış, işlemler	INPUT PRINT LET
	Karar (Dallanma)	IF...THEN
	Bağlantı	
	Bağlantı doğrusu	
	Bağlantı kesilmesi	
	Not (Her sembole ilave edilebilir)	REM

Matematik ödevlerinde, genelde algoritmadan vazgeçilir ve sadece hesaplanacak değerler ile yetinilir.

6.1.6 BASIC dilinde Programlama

6.1.6.1 BASIC direkt modu

Bilgisayar ana hafızasına BASIC-çeviricisi yüklenmiş ise, bilgisayar bir hesap makinesi gibi kullanılabilir. Hesap makinelerinde çarpma işlemi ve gösterge çıktı işlemi sabit programlanmıştır. 3.6×4 işlemi = tuşuna basıldığında hemen sonuç olarak 14.4 değerini verir.

Serbest programlanabilir hesaplama makinası olarak görülebilecek bilgisayar, hesaplama işleminden önce PRINT komutu ve BASIC yazı tarzında ilave bir devreye ihtiyaç vardır.

PRINT Komutu bilgisayara, hesaplama ve sonucu ekranda göster, talimatını verir.

Her PRINT-komutundan sonra, RETURN tuşuna basılmalıdır.

PRINT KOMUTLARI (Tablo 1)

PRINT komutundan sonra virgül (,) ile ayrılan sayılar ekranda bir boşluk arayla, eğer noktalı virgül (;) ile ayrılırsa ekranda arka arkaya gösterilir.

İşaretler tırnak içinde ise, tırnaklar arasındaki işaretler ekranda gösterilir.

BASIC'de sayılar, tam sayı (Integer), ondalıklı sayılar (real) (üslü yazım tarzı) ile gösterilirler (Tablo 1).

Aritmetik işlemler için BASIC'de özel işaretler kullanılır. aritmetik işlemlerde, matematikteki hesaplama işlem sırası aynen uygulanır. Önce üs, sonra çarpma, bölme en sonunda ise toplama, çıkarma işlemleri yapılır.

Aynı önceliğe sahip olan ve parantezli ifadeler giriş sırasına göre işleme tabi tutulur.

Bütün matematiksel işlemlerde ön işaret ve diğer kurallara dikkat edilmelidir.

Matematik fonksiyonları, örn. karekök alma, açı fonksiyonları ve buna benzer fonksiyonlar, belirlenmiş BASIC yazım tarzı ile ifade edilir ve girilir (Tablo 2).

Tablo 1 : PRINT Komutları

Komut	Anlamı	Ekrana görüntüsü
36	Tam sayı 36'yı ekrana gönder	36
1.34	Ondalık sayı 1,34'ü ekrana gönder.	1.34
123456789	Tam sayının, ondalık sayıya dönüşümü $10^{-38} \dots 10^{+38}$	1.23456789E + 08
2.5E3	Ondalık sayı = tam sayı	2500
0.000003	Tam sayı = ondalık sayı	3E-06
3 * 4	Çarpma	12
5 - 8	Çıkarma	-3
2 ^ 3	Üs alma	8
SQR (2)	Karekök alma	1.41421356
(2 + 3) / 5	Parantezli işlem	1
2 + 3 / 5	Bölme işleminden önce toplama işlemi	2.6
	Boş satır	
	Ara vererek sayı yerleşimi	3 6
	3 ve 6'nın ara boşluksuz basılması	36
EMRE	Tırnak işareti içindeki karakterlerin gösterilmesi	EMRE YARIÇAP = 5
"RADIUS"		

Tablo 2 : Matematik Fonksiyonları

Matematik yazım tarzı	İşlem Adı	BASIC yazım tarzı
x	X'in Mutlak değeri	ABS(X)
sgn x	X'in işareti	SGN(X)
	0-X arasında rastgele bir sayı	RND(X)
x	X'in tam sayı kısmı	INT(X)
x	X'in karekökü	SQR(X)
e ^x	X'in üslü işlemi	EXP(X)
ln x	X'in tabii logaritması	LOG(X)
sin x	X'in sinüs değeri (X-yay cinsinden)	SIN(X)
cos x	X'in cos değeri (X-yay cinsinden)	COS(X)
tan x	X'in tan değeri (X-yay cinsinden)	TAN(X)

6.1.6.2 BASIC Program Modu

Diyalog dili BASIC'de program dili olarak aşağıdaki avantajlar gözlenir:

- BASIC çevirici daha az bellek yerine ihtiyaç duyar, bu sebeple küçük bilgisayarlarda kullanılır.
 - BASIC programlama dilini öğrenmesi kolaydır. Hemen hemen bütün bilgisayarlarda kullanılan BASIC dilinde yazılmış programlarda bulunan kural veya yazım hataları derhal bildirilir. Bu tür hatalara sintaks hataları (Syntax) denir.
 - Hatalar programcı tarafından hemen ve kolayca düzeltilebilir.
 - Programcı, programı her zaman değiştirebilir ve programa çalışma sırasında veriler girebilir.
 - BASIC dilinde yazılmış programlar piyasada bol miktarda bulunabilir.
- Program yazımı, hazırlanması esnasında aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.
- Bir programın talimatlar ve komutlar dizininden oluştuğu ve bunların birbiri ardına sıralandığı bilinmelidir.
 - Program, program satırlarında oluşur ve her bir satırın, satır numarası olmalıdır.
 - Genellikle satır numaraları belli sayı aralıkları bırakılarak (Örnek: 10, 20, 30, gibi) verilir, bu şekilde ara satırlara ekleme yapmak her zaman için mümkündür ve yeniden satır numaralamaya gerek duyulmaz.
 - Her bir program satırı mutlaka RETURN tuşu ile bitilir.
 - LIST-komutu ile program, artan satır numaraları şeklinde ekranda listelenir.
 - Ctrl+C tuş kombinasyonu çalışan programı durdurur
 - Program mutlaka END-talimatı ile bitirilir.

Programı girmek, listelemek, silmek, başlatmak, hafızaya almak için sistem komutlarına ihtiyaç vardır. BASIC-çevirici bu komutları işletim sistemi ile yerine getirir (Tablo 1).

6.1.6.3 Dallanma Program Örneği

Ödev: Daire hesabı. Çapı 30mm (D=30mm) olan bir dairenin çevresi (U) ve alanı (A) yı hesaplayınız.

Program Yazılması:

Program ilk satırı 10 dur. Daha sonra PRINT komutunun ardından daire çevresinin hesaplanması için 3.14*30 işlemi girilir. Satır 20'de dairenin alanı için PRINT 3.14/4*30 ^ 2 işlemi yazılır. Satır 30 da ise program bitişi için END girilir.

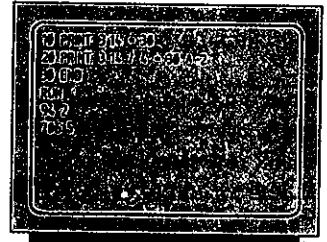
Uyarı: 1. program satırından önce NEW ve ardından HOME komutları girilir. NEW komutu ile bellekte kalmış olabilecek program silinir, HOME komutu ile ekran temizlenir ve kursor ekranın sol üst köşesinde görülür.

Aritmetik işlemleri BASIC dili yazım kurallarına uygun yazılmalıdır.

Bilgisayara, RUN komutu girilir ve RETURN tuşuna basılırsa, program çalışır ve ilk önce dairenin çevresi hesaplanır sonra bu sonuç 94.2 olarak ekrana yazılır, ardından alanı hesaplayarak sonuç 706.5 değerini bir sonraki satıra yazar (Şeki 1).

Tablo 1 : Sistem komutları

Komut	Açıklaması
LIST	Ana hafızada bulunan programı ekranda listeler
LIST 40	40 nolu satırı ekranda gösterir
LIST 40	40 nolu satıra kadar programı listeler
LLIST	Programın tamamını yazıcıda yazdırır
DELETE 40-80	40-80 arası program satırlarını siler
NEW	Ana bellekteki programı siler
RUN	Ana bellekteki programı çalıştırır
SAVE "TEST1"	Ana bellekte bulunan programı, trank içinde yazılan isim altında diskete saklar
LOAD "TEST1"	Diskette TEST 1 adı altında saklı bulunan programı (dosya) ana belleğe yükler



Şeki 1 : Daire hesabı

Rem komutu

Rem komutu aracılığı ile program içerisine metin satırları ilave edilerek program hakkında açıklayıcı bilgiler verilir (Şekil 1). REM komutu satırı olan 10 nolu satırda program ismi olan "Dairenin Hesabı" yazılmıştır.

• Program akışına REM komutu veya REM satırında bulunan metnin hiçbir etkisi yoktur

İşaret zinciri (Dizi-Strings)

Satır 30 ve 50 deki PRINT komutlarından, tırnak içerisinde gösterilen kısa metinler (işaret kümesi) sonuç satırında ekrana yazılır.

İşaret kümesi veya diziler (ingilizce: string=dizi) harfler, sayılar ve özel işaretlerden veya bunların karışımından oluşurlar.

Boş Satırlar

Şekil 1, Satır 20 de iki nokta (:) ile ayrılmış olan PRINT komutları programın sonuç kısmında iki adet boş satır yazılmasını sağlar. Bu her iki PRINT komutunun her birinin birbirini takip eden iki satırda ayrı ayrı yazılması ile de elde edilir. (satır 40)

Değişkenler ve Değer Atamaları (LET)

Daire hesaplamaları programında, eğer değişik çaplara göre hesaplamalar yapılması gerekseydi bu durumda değişkenler ve değer atamaları programa ilave edilmek zorunda kalınırdı.

Değişken isimleri bir harf veya iki alfanümerik işaretler şeklinde olur. İlk işaret harf olmak zorunda bundan sonrakiler ise harf veya rakam olabilir. (Örnek: D, A, U, D1, DU gibi) Değişken ismi aynı zamanda bir kelime de olabilir (Örnek: MEKAN)

Değer atamaları LET komutu ile yapılır. Bu, değişkenlere bir sayı değeri veya bir matematiksel formül ataması esnasında kullanılır (Şekil 2).

• D değişkeninin 1. çağrısında ana bellekte D isimli bir bellek yeri ayrılır.
• LET komutu ile bu bellek parçasına değer ataması yapılır. Satır 20 de (şekil 2) D değişkenine 30 sayısı atanır. Programın her neresinden D değişkeni görülürse bilgisayar buna 30 sayısını atar.

• LET komutu içerisindeki "=" işareti matematik işlemlerindeki eşittir işareti ile ilgisizdir. (Örnek: LET=A-1)

• Satır 20 nin sözle söyleniş şekli "D'ye 30 sayısını ata" veya "D ye 30'u ver"
• Bir formülün bir değişkene atanması için de LET komutu kullanılır. Satır 30 ve 40 da görüldüğü gibi matematik formülleri de program içerisine alınır.

• LET komutundaki "=" işaretinin sağındaki işlem (formül hesaplanıp) burada belirtilen değişkenin adı altında saklanır.

LET komutu ile bir değişkene işaret kümesi yani dizi (string) atanabilir. Bilgisayarın burada bir işaret kümesinden bahsedildiğini anlaması için değişken ismine bir dolar işareti (\$) eklenir. Atanacak işaret kümesi ise tırnak işareti içerisinde gösterilir. (ÖR. 40 LET H \$ = "Yükseklik".)

```
10 REM DAİRE HESABI
20 PRINT : PRINT
30 PRINT "Daire çevresi U=" ;3.14* 30
40PRINT
50 PRINT "Daire Çevresi A=";3,14/4*30^2
60 END
RUN
Daire Çevresi U = 94.2 (.....)
Daire Alanı A = 706.5 (.....)
```

Şekil 1 : REM Komutu ve boş satırlar

```
10 REM DAİRE HESABI
20 LET D = 30
30 LET U = 3.14 * D
40 LET A = 3.14/4 * D^2
50 PRINT "Daire Çevresi U ="; U; "mm"
60 PRINT "Daire Alanı A="; A; "mm^2"
70 END
RUN
Daire Çevresi U = 94.2 mm
Daire Alanı A = 706.5 mm ^ 2
```

Şekil 2 : LET ile değer ataması

INPUT Komutu

Şu ana kadar gösterilen daire hesap-
lama program örneklerinde, D nin herbir
yeni değeri için ilgili program satırı her
defasında değiştirilmek zorundadır. IN-
PUT-komutu ile (burada INPUT D) prog-
ram çap D'nin her değeri için çalışır.
Program akışı esnasında bilgisayar, D
değerinin, yani D için istenen değerin gi-
rilmesini bekler.

Program tam olarak bilgisayara giril-
miş ve RUN komutu verilerek program
çalışmış olsun (Şekil 1) INPUT komutun-
da program akışı durur. Ekran'da (?) işa-
reti veya değişikenden önce girilen
(örn"çap D=";) kısım görülür. Burada bir
değerin girilmesi istenir. Değerin girilmesi
ve RETURN tuşuna basılması ile değer
değişkene atanır.

Bilgisayar daha sonra sırayla diğer
işlemleri yapar. Dairenin çevresi ve alanı
girilen değer için hesaplanır ve ekranda
gösterilir.

Şekil 2 ve 3'de, program içinde bir-
den fazla INPUT komutunun kullanılabi-
leceği gösterilmektedir.

Örnek, bir program satırında IN-
PUT"1. kenar A=";A ve bir diğerinde IN-
PUT "2. kenar B="; B yazılmıştır.

Hipotenüs Hesabı

Problem Tanımı: Bir dik üçgenin bir-
birlerine dik olan A ve B kenar değerleri
verilmiş olsun. Bir program yazılarak giri-
lecek her A ve B değeri için hipotenüs C
hesaplanır.

Problem analizi: Çözüm yolu (algo-
ritma)'nın formülle ifadesi:

$$C = \sqrt{A^2 + B^2}$$

Program Akış Planı: Program akış
planında, çözüm yolu gösterilmektedir.
Burada program ve veri akışı gösteril-
mektedir (Şekil 2).

Program akış planı, sembollerden
oluşur. Bu semboller, programın her bir
parçası için ve özel şekilde olurlar. Prog-
ramın başı ve sonu, girdi ve çıktılar ve iş-
lemler için özel semboller kullanılır (Tab-
lo 2, Sayfa 492). Bu semboller bir doğru
ile birbirlerine bağlanır ve problem
çözüm yolunu gösterir.

Kodlama: Çözüm yolu BASIC dilinde programa dönüştürülmektedir.

Program testi: Programı girme işleminden sonra, program RUN komutu ile ça-
lıştırılır. Ardından, kenarlar için A= 40 mm ve B=50 mm girilir (Şekil 3). Bilgisayar bu
değerler için hipotenüsü hesaplar.

```
10 REM Daire Hesabi
20 INPUT D
30 LET U = 3.14 * D
40 LET A = 3.14/4 * D ^ 2
50 PRINT "Daire Çevresi U=";U
60 PRINT "Daire Alanı A =";A
70 END
RUN
? 30
Daire Çevresi U = 94.2
Daire Alanı A = 706.5
RUN
? 50
Daire Çevresi U = 157
Daire Alanı A = 1962.5.
```

Şekil 1 : INPUT - Komutu

Tanım	Program akış planı	Program
Program başlangıcı	BAŞLA	1 0 HIPOTENÜS HESABI
Giriş	A, B	20 INPUT "1. KENAR A ="; A 30 INPUT "2. KENAR B ="; B
İşlem	$C = \sqrt{A^2 + B^2}$	40 LET C = SQR (A ^ 2 + B ^ 2)
Çıkış	C	HIPOTENÜS 50 PRINT "HIPOTENÜS C=";C
Program sonu	BİTİR	60 END

Şekil 2 : Program akış planı

```
10 REM HIPOTENÜSÜN HESABI
20 INPUT "1.KENAR A="; A
30 INPUT "2.KENAR B="; B
40 LET C = SQR (A ^ 2 + B ^ 2)
50 PRINT "HIPOTENÜS =";C
60 END
RUN
1. KENAR A = 40
2. KENAR B = 50
HIPOTENUSE C = 64.0312425
```

Şekil 3 : Hipotenüs hesabı

6.1.6.4 Program Dallanması

Koşulsuz Sıçrama Komutu GOTO

Dallanma içermeyen programlar, değişikene yeni bir değer ataması yapılacak ise, her defasında yeniden RUN ile çalıştırılması gerekiyor. Koşulsuz sıçrama komutu GOTO ile yeni bir değer atamasından sonra PRINT program satırına geri atlama yapılır (Şekil 1).

Bilgisayar bu döngüyü baştan sona geçer ve PRINT satırına geldiğinde her defasında yeni hesaplanan değeri ekranda verir. Bu işlem dışardan müdahale edilene kadar, kesintisiz sürer. bu şekilde sonsuz bir döngü oluşur. Ctrl C komutu ile program durdurulur.

GOTO komutu ile herhangi bir veya bir çok program parçası birden fazla, istenildiği kadar çalıştırılabilir veya program parçaları üzerinden atlanabilir.

Ödev: Kare Alma

Ödevin Tanımı: N=1'den başlayarak tam sayıların karelerini hesaplayan ve N ve N²'yi tablo şeklinde ekranda listeleyen bir program yazınız.

Problem Analizi: N=1 değer atamasından sonra, PRINT ile N ve N² değerleri hesaplanır ve ekranda gösterilir. PRINT deyiminde bulunan virgül (,) N değerini ilk tabulatör yerinde, N² değerini ise ikinci tabulatör yerinde ekranda gösterir (Şekil 1).

Bir sonraki program adımında LET N=N+1 değer atamasında N'nin değeri 1 artırılır. Ardından, her iki değer tekrar hesaplanıp, yazıldığı PRINT satırına sıçrama yapılır. Ctrl C ile müdahale edilene kadar ya da işlenebilir sayı geçilene kadar bilgisayar, bu döngü işlemini sürdürür.

Program Akış Planı ve Kodlama: Çözüm yolu program akış planında grafiksel olarak ve program kısmında ise, BASIC dilinde kodlanmış şekilde gösterilmiştir (Şekil 1)..

IF... THEN Deyimi ile Koşullu Dallanma

Eşittirlik işlemi olan (Tablo 1) bir sorgulama koşulunun ilave edilmesiyle, önceden verilen bir değere ulaşılması durumunda bilgisayar, program zorunluluğu olarak döngü işlemini durdurur. Sorgulama esnasında, koşul yerine getirilmiş ise (Evet), program durdurulur, şayet koşul gerçekleşmiyor ise (Hayır), döngü devam eder.

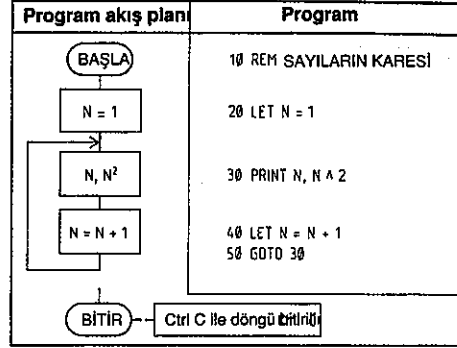
Karşılaştırma işlemlerinde, değerlerin diğer değere veya formüllere eşit, küçük, küçük veya eşit, büyük, büyük veya eşit veya eşit değil, olup olmadıkları sorulabilir.

Koşullu dallanma işlemi IF...THEN deyimi ile yapılmaktadır.

IF...THEN Deyiminin Genel Şekli

IF T1 **Operatör** T2 THEN **Talimat**

T1 ve T2 formül olabilir. Operatör ise karşılaştırma işlemlerinin matematik işaretlerinden biri olabilir. Talimat ise, GOTO veya PRINT olabilir.



Şekil 1 : GOTO ile koşulsuz sıçrama işlemi

Matematik İşareti	Tanımlama	BASIC İşareti	Örnek
=	Eşit	=	A = 5 * B
<	den küçük	<	X < 1.5
≤	küçük veya eşit	<=	2 * X + 8 <= Y
>	den büyük	>	X > 0
≥	büyük veya eşit	>=	3 * Y >= 8
≠	eşit değil	veya >> <<	2 * X + 4 > < 0

"Kare Alma" E programına $N=N+1$ değer atama işleminden sonra $IF N=20$ THEN GOTO 70 satırı ilave edilsin, N değeri 20 oluncaya kadar program çalışmaya devam eder (Şekil 1).

Ödev: Satranç Tablosu

L = 64 kare bulunan bir satranç tablası üzerinde sırasıyla bir artırılarak konan buğday tanelerinin toplam sayısını hesaplayan programı yazınız.

1.Kare $2^0 = 1$ tane duruyor.

2.Kare $2^1 = 2$ tane duruyor.

3.Kare $2^2 = 4$ tane duruyor.

64.Kare $2^{63} = ?$ tane duruyor.

Önce, özüm $IF ... THEN$ ile yapılmaktadır (Şekil 2).

FOR-TO ve NEXT deyimi ile BASIC döngüleri için ikinci bir imkan sağlamaktadır.

FOR-NEXT deyiminin genel şekli:

- FOR L=A TO E STEP S (Döngüye Başlama)
- Talimat (Döngü içeriği)
- NEXT L (Döngü sonu)

Bunların anlamı:

L Döngü değişkeni (bir değişken olması zorunludur),

A başlama değeri (bir rakam veya formül olabilir),

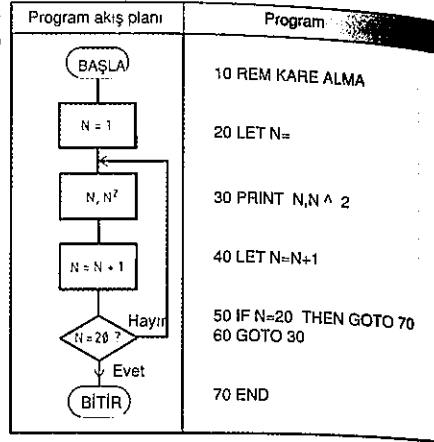
E son değer (bir rakam veya formül olabilir),

S adım genişliği (bir rakam veya formül olabilir),

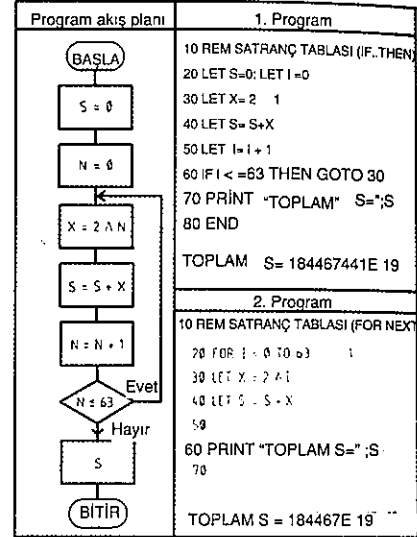
Döngü talimatı, STEP (adım) değeri yazılmaz ise $S=1$ kabul edilir. FOR ve NEXT arasındaki tüm işlemler bütün L değerleri için yapılır. Bu nedenle A ve E değerleri arasındaki L değeri için döngü sürdürölür. Daha sonra, NEXT satırını takip eden satırdaki talimat yerine getirilir.

Tekrarlama Soruları

- 1 Bilgisayarı oluşturan cihaz birimleri nelerdir?
- 2 Bilgi işleme açısından bilgisayar ve insan arasındaki en belirgin fark nedir?
- 3 Bit ve Byte'in anlamlarını açıklayınız?
- 4 Hangi cihazlarla, bilgisayarda veri giriş ve çıkış işlemleri yapılabilir?
- 5 Donanım ve Yazılım (program) kavramlarını açıklayınız?
- 6 PRINT deyiminin program içindeki görevi nedir?
- 7 REM deyiminin program içindeki görevi nedir?
- 8 LET deyiminin program içindeki görevi nedir?
- 9 Dallanma olan ve olmayan program arasındaki fark nedir?



Şekil 1: Sorgulamalı program (IF..THEN)



Şekil 2 : IF ... THEN ve FOR NEXT Program döngüsü

6.1.7 Uygulama Programları

Bilgisayarın bir çok alanda kullanılmasıyla gerek özel, gerekse meslek alanında çok çeşitli kullanıcıya hitab eden programlar geliştirilmiştir. Bu programlar kullanıcıya, bilgisayar donanımlarının özellik ve kapasitelerini bilmeye gerek duymadan, veya herhangi bir programlama dili öğrenmeden, bilgisayarla çalışmayı sağlamaktadır. Bu tür programlarda komut ve veri girişleri menüler ve hazırlanmış ekran şemaları ile yapılır.

Ekranında menü içindeki fonksiyonlar tablo şeklinde gösterilmektedir. (Örnek; bir yemek listesi kartı gibi) ve kullanıcı tarafından ön görülen bir tuşa basılması hareketiyle işlem seçilebilmektedir.

• Kullanıcı, uygulama programı sayesinde bilgi işlemle ilgili özel problemleri, ödevleri çözebilir.

Uygulama programları, bireysel, mesleki gruplar (sektörel) ve standart yazılımlar olarak kısımlara ayrılır (Şekil 1)

Bireysel Yazılımlar: Bu programlar özel görevler için yazılmışlardır. Bunlar teknolojiye bir fonksiyonun yerine getirilmesi için yapılmış ve ancak bu amaçla kullanılabilir. (Örnek: Görüntü işleme sistemiyle bir delik açma işleminin gözetilmesi gibi (Şekil 2).

Bu tür yazılımlar oldukça pahalıdır. Bu sebeple, aynı tür başka bir görevin de yapılabilmesi için esnek olmalı ve ufak değişikliklerle bunu sağlamalıdır. Örn. Başka bir iş takımının gözetilmesi gibi.

Sektörel Programlar, denince bir işletmenin faturalama ve muhasebe işlemleri, Binaların statik hesaplarının yapılması veya bir binanın kalorifer kazanı kapasitesi ve ısı hesapları gibi işleri yapmaya yarayan programlar aklı gelir. Bir işletmenin, personel yönetimi, teklif hazırlama, muhasebe, ve stok işlemleri gibi ihtiyaçları bu tür paket programlar ile kolaylıkla yapılabilir.

Standard Programlar

Endüstride, işletmelerde ve özel branşlarda, meslek ve işlem yapısından bağımsız ve sürekli olarak aynı türde (rutin) işlerin yapılmasını sağlayacak programlar geliştirilmiştir. Örnek: Verilerin toplanması, depolanması işlenmesi ve karar mekanizmaları için sonuçlar çıkarılması, mektupların yazılması ve masrafların hesaplanması gibi.

Standart programların kapsamına aşağıdaki paket programları girer.

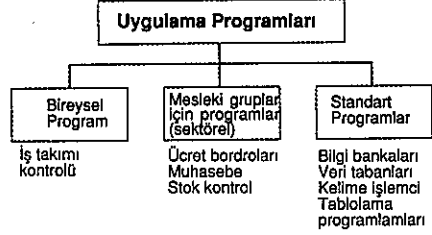
- Veri tabanlarının yönetimi
- Kelime işlemci
- Tablo hazırlama ve hesaplamaları

6.1.7.1 Veri Taban Sistemleri

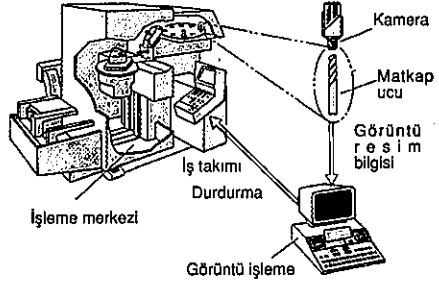
Veri tabanları sistemleriyle:

- Verilerin toplanması ve depolanması,
- Veri gruplarının değiştirilmesi ve tasnifi
- Dosyaların oluşturulması ve yönetimi,
- Bir çok veriler ve veri alanlarının birbirleri ile mantıksal bağlantılarının kurulması, gibi çalışmalar gerçekleştirilir.

Veri Türleri: Veriler aşağıdaki kriterlere göre sınıflandırılır. Görevlerine göre, öngörülen işaretlerine (karakter) göre, değişiklik sıklığına ve veri işleme metoduna göre (Şekil 3).



Şekil 1 : Uygulama programları



Şekil 2 : Görüntü işleme ile matkap kontrolü



Şekil 3 : Veri işleme

Hesaplama Verileri	Sayısal Alfa sayısal veriler	Sabit veriler Hareketli veriler	Giriş yada Çıkış verileri
--------------------	------------------------------	---------------------------------	---------------------------

6.1.7.2 Kelime (Metin) İşlemci

Kelime işlemci programları ile, metinler yazılır düzeltilir, formu düzenlenir bastırılır ve yönetilir.

Klavye yardımıyla girilen metin ekranda görünür (Şekil 1). Kürsör ile metnin her yeri işlenir ve yanlış girişler varsa hemen düzeltilir. Bir satır cetveli üzerinde sol ve sağ sınırlar belirlenir ve tabulatör noktaları cetvel üzerinde yerleştirilir. Her bir işaretin, kelimenin, cümlenin ve paragrafın araya girilmesi, üzerinin yazılması, kaldırılması kopyalanması ve silinmesi gibi işlerin tümüne EDIT etmek denir. Satır ayarlanması, bir satır sonuna gelen ve o satıra sığmayan kelimenin tamamının bir alt satıra kaydırılması ile sağlanır ve bu işlem yazım anında otomatik olarak yapılır.

Metnin çerçevesinin oluşturulması işleme formatlama (biçim verme) denir. Bu işlem, satır cetveli sayesinde metin girişi yapılmadan tamamlanır. Metnin girişinden sonra, işaretler, kelimeler veya cümleler ilave edilirse, program **sonraki metni** bir sonraki paragrafa doğru kaydırır. RETURN tuşuna basıldığında yeni **paragraflar** açılır (Şekil 2).

Geliştirilmiş metin işleme programları, kullanıcıya hatasız yazım ve hece ayırma kolaylıkları sağlarlar.

Paragrafları bloklanmış metinlerde, bütün satırlar sağa doğru çekilir ve kelimeler arasına boşluklar ilave edilir. Bir metin yazılıp bitirildikten sonra, bir dosya adı altında sabit diske veya disket üzerine depolanır (kaydedilir).

Tekrar tekrar kullanılan metinler, mektup başlıkları, standart formlar veya adresler metin yapı elemanları olarak hazırlanır ve her yeni yazılan metin içinde gerek duyulduğunda çağrılıp, metne ilave edilir.

Metinler gerek uygun ekranlarda gerekse yazıcılarda çeşitli yazı tiplerinde Örn. Koyu, altı çizili, geniş yazı, dar yazı, güzel yazı gibi yazılır veya bastırılır (Şekil 3).

6.1.7.3 Hesaplama Tablosu

Hesaplama tablo programları (Tablo hesapları), çalışma tablosunu sabit tanımlanmış, adlandırılmış sütun ve satırlara ayırır (Şekil 4). Bu şekilde oluşan hücreler, metinler veya sayılarla doldurulabilir. Hücreler içine girilmiş sayılar, bir başka hücrede formül şeklinde birbirleri ile bağlanması ile bunun sonucu otomatik olarak o hücreye yazılır.

Hesaplama tabloları ile örnek, maliyet hesaplamaları, hakediş hesaplamaları veya ücret tabloları yapılır.

Mehmet Gürler Şirketi Ankara, 2.7.1995

Makina Atelyesi
Ostim 25. Caddesi, No.5
06630 ANKARA

Saffet Korkmaz
1. Caddesi No 50/3
Bahçelievler ANKARA

Sayın Saffet Korkmaz
25.6.1994 tarihinde yapmış olduğunuz stajyerlik müracaatınız kabul edilmiştir. Başvuru evraklarınızın tamam olması ve incelemelerimiz sonucu uygun görülmesi dolayısıyla, sizi 10.7.1995 tarihinde görüşmek üzere davet ediyoruz. Söz konusu tarihte personeli büromuza gelmenizi rica ederiz.
Selamlar

Şekil 1 : Düzensiz (formatsız) bir mektup

Mehmet Gürler Şirketi
Makina Atelyesi
Ostim 25. Caddesi, No.5
06630 ANKARA

Ankara, 2.7.1994

Saffet Korkmaz
1. Caddesi No 50/3
Bahçelievler ANKARA

Sayın Saffet Korkmaz

25.6.1995 tarihinde yapmış olduğunuz stajyerlik müracaatınız kabul edilmiştir. Başvuru evraklarınızın tamam olması ve incelemelerimiz sonucu uygun görülmesi dolayısıyla,

Sizi 10.7.1995 tarihinde görüşmek üzere davet ediyoruz. Söz konusu tarihte personel büromuza gelmenizi rica ederiz.

Selamlar

Şekil 2 : Hataları düzeltilmiş ve formatlanmış mektup

İş parçası (normal yazı)
İş parçası (koyu yazı)
İş parçası (altı çizili)
İş parçası (geniş yazı)
İş parçası (dar yazı)

Şekil 3 : Yazım türleri

Satır numaraları	Tablo				Sütunlar A..F	
	A	B	C	D	E	F
1				Hücre D1		
2	Maliyet	Hesaplar				
3	=====	Saat	Maaş/sa	Oran	Toplam	
4	Malzeme Fiyatı					64.80 DM
5	Üretim maliyeti	12.00	18.60			223.20 DM

Şekil 4 : Bir hesaplama tablosundan alıntı

6.1.8 Mikrobilgisayar Uygulamaları

Mikrobilgisayar ve Mikroişlemciler, üretimde ve hizmet sektöründe çok geniş uygulama alanı bulmuş, insanların mesleki ve özel yaşamını değiştirmiştir (Tablo 1).

Yeni tekniklerin uygulamaya konulması, ilave mesleki ve kalifiye insan gücüne ihtiyaç duyulmasına sebep olur. Gerekli olan bilgi ihtiyacı ise, ilk eğitimlerle ve ileriki yaşlarda alınacak ilave eğitimlerle ve sürekli alınan eğitimlerle giderilebilir.

Üretim Tekniği	Büro tekniği	Haberleşme tekniği	Otomasyon
Makinaları Sistemleri	Yazım makinaları Fotokopi cihazları Yeri tabanlı Metin işleme Tablolama	Teleks Teleteks Telifaks BTX Videoteks	Kayıt kasaları Bilet otomatları Bankamatik otomatları
Robot tekniği	Bilim	Tıp	Trafik
Takım sevki İş parçası sevki Malzemenin işlenmesi	Hesaplama teknikleri Çevre tekniği Laboratuvar tekniği	Sürekli - Gözetleme EKG ve EEG Cihazları Röntgen diagnostik Bilgisayarlı tomograf	Oto elektrik Sayır bilgisayarı ABS - Sistemli Aydınlatma kontrolü
İletim tekniği	Ev Tekniği	Ev cihazları	Boş zaman/Eğlence sektörü
Ölçme tekniği Muayene tekniği Denetleme tekniği Sensör tekniği	Isıtma sistemleri Klima tekniği Uyarı tesisleri Asansör	Çamaşır makinesi Bulaşık makinesi Elektrikli süpürge Mikrodalga fırını	Fotoğraf makinesi Müzik setleri Televizyon, video cihazı Video oyunları

6.1.9 Bilgi Koruması (Saklanması)

Bilgi işlem teknolojisinin çok yüksek düzeyde olması, depolanmış verileri (bilgileri) bir kaç saniye içinde geri yükleyebilir, toparlayıp değerlendirebilir. Depolanmış şahsi veriler ve firma bilgileri, kötü amaçlı kullanımlara karşı ve erişimlere karşı güvenlik altına alınmalı yani korunmalıdır. Bu amaçla, "Şahsi bilgileri , bilgi işlem sistemlerinde kötü maksatlı kullanıma karşı korumak" için ulusal ve uluslararası boyutlarda çeşitli kanun tüzük ve kurallar düzenlenmektedir. Bu kanunlara göre, ilgililerin korunmaya değer bilgilerinin dikkate alınması için aşağıdaki tedbirler alınmalıdır.

- **Giriş kontrolleri**, kim tarafından ve ne zaman bilgilerin girileceğini düzenler,
- **Depolama kontrolleri**, ilgisi olmayanların depolanmış bilgilerden uzak tutulmaları,
- **Kullanıcı kontrolleri**, izni olmadan bilgileri çağırmasının engellenmesi
- **İletme kontrolleri**, bilgilerin iletilmesi esnasında denetlemenin sağlanması,
- **Erişim kontrolleri**, ilgisi olmayanların bilgi işlem merkezlerine girişlerinin yasaklanması,

Vatandaşlar, şahsi bilgilerin kaydedilmesinde aşağıdaki haklara sahip olduklarını bilmelidir:

- **Şahsına** ait kaydedilmiş bilgileri öğrenme hakkı
- **Yanlış** depolanmış, kaydedilmiş bilgileri düzeltme hakkı
- **Bilgilerin** istek dışı kaydedilmesi, veya artık ihtiyaç duyulması durumlarında silme hakkı
- **Bilgilerin** derlenmesi ve kaydedilmesi üzerine bilgilendirilme hakkı

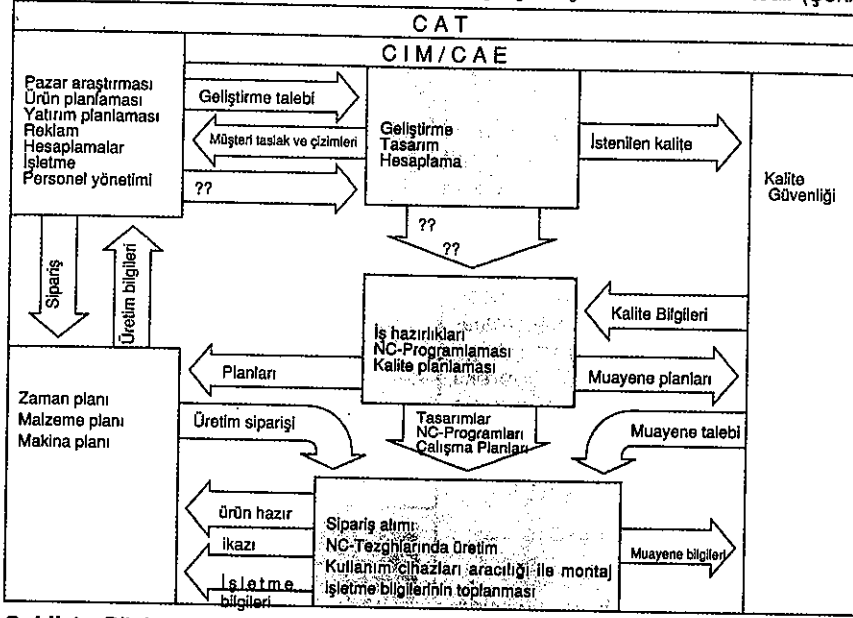
Tekrarlama Soruları

- 1 Uygulama programlarından ne anlaşılır açıklayınız?
- 2 Metin düzeltme (edit etme) ve formatlama işlemlerinden ne anlaşılacaktır?
- 3 Bilgisayar tekniğinin kullanıldığı alanları sayınız?
- 4 Bilgilerin korunması için hangi tedbirler alınmalıdır?

6.2 Bilgisayar Destekli Çizim ve Tasarım

6.2.1 Bilgisayar entegre edilmiş işletmelerde CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) Yerleşimi

İşletmeler tarafından endüstriyel üretimlerin çok yaygın bir kısmında, bilgisayar entegreli üretim, bilgisayar destekli yönetim ile birlikte gerçekleştirilmek istenmektedir (Şekil 1).



Şekil 1 : Bilgisayar destekli tekniklere genel bakış

C - Tekniklerinde (C=Bilgisayar destekli) çok sık kullanılan kısaltmalar

CAD (Computer Aided Design/Drafting) Bilgisayar Destekli Tasarım: Bilgisayar desteği ile çizim ve tasarlama yapılması. Çizim ve Tasarım yapımının yanında, CAD ile yapı elemanlarının dinamik hesaplarının ve hareket akışlarının hacim içinde grafiksel olarak canlandırılması (simülasyonu) da yapılır.

CAM Bilgisayar Destekli Üretim (Computer Aided Manufacturing): CAP (Bilgisayar Destekli Planlama) ile birlikte, iş hazırlıkları ve üretimin yapılmasını içerir. Parçaların listelerinin oluşturulması, NC-Programları, iş planları ve ayrıca NC- Üretim denetlenmesi (DNC-İşletim) buna dahildir.

CAQ Bilgisayar Destekli Kalite Emniyeti (Computer Aided Quality Assurance): Bilgisayar destekli kalite güvenliği, örneğin muayene planlarının hazırlanması, kalite kontrollerinin yapılması ve sonuçlarının değerlendirilmesi.

CAE Bilgisayar Destekli Mühendislik (Computer Aided Engineering): CAD, CAM, CAP ve CAQ'nın tamamını kapsar. CAE, aynı zamanda işletmenin bilgisayar donanımlı bölümlerinde kapsamaktadır.

PPS Üretim Planlama Sistemi (Production Planning System): Sipariş bilgileri ve üretim bilgileri arasında bağlantı fonksiyonu sağlar. Zaman planlamalarını, Malzeme planlamalarını ve işletme hesapları için bilgi (veri) toplamalarını içerir.

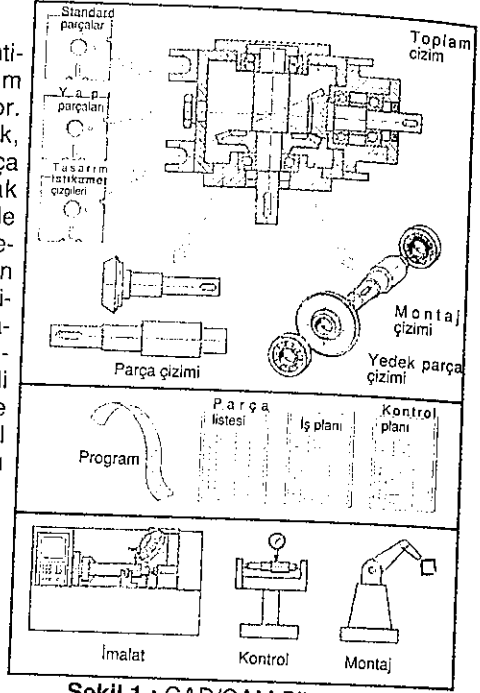
CIM Bilgisayarla Bütünleşmiş Üretim (Computer Integrated Manufacturing): CAE ve PPS'lerin tamamını kapsar. Bu sistemde bir çok bireysel bilgisayar bir (network) şebeke içinde beraber çalışıp, aynı bilgilere erişir ve kullanır.

CAO Bilgisayar Destekli Organizasyon (Computer Aided Organsation): Bilgisayar destekli ticari işlerin yönetimi

CAI Bilgisayar Destekli Endüstriler (Computer Aided Industries): İşletme veya firmaların ticari ve teknik birimlerinin aynı sistem bünyesinde ortak bilgi ortamlarını kullanmalarınıdır. En yaygın olarak CAD, CAP ve CAM beraber kullanıldığı sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler daha çok CAD/CAM olarak gösterilir.

CAD/CAM Bileşim Örneği:

Bir işletme, piyasada konik dişli ihtiyacı olduğunu tespit ediyor ve tasarım bürosuna bir geliştirme siparişi veriyor. Depolanan tasarımlara uygun olarak, standart parça bilgileri ve mevcut parça bilgileri yardımıyla CAD kullanılarak komple tasarım tamamlanır. Bu komple tasarımın her parçası ayrı ayrı gösterilebilir, parça çizimler yapılır ve yaygın görünüş çizimleri kombinasyonu (birleşimi) yapılır (Şekil 1). İş hazırlık çalışmalarından sorumlu bölüm, depolanmış bilgileri bilgisayar desteği ile (CAP) gerekli iş; muayene ve montaj planlarını ve gerekli NC-Programlarını hazırlar (Şekil 1). Daha sonra üretim akışının tamamı kumanda edilir ve denetlenir (CAM).



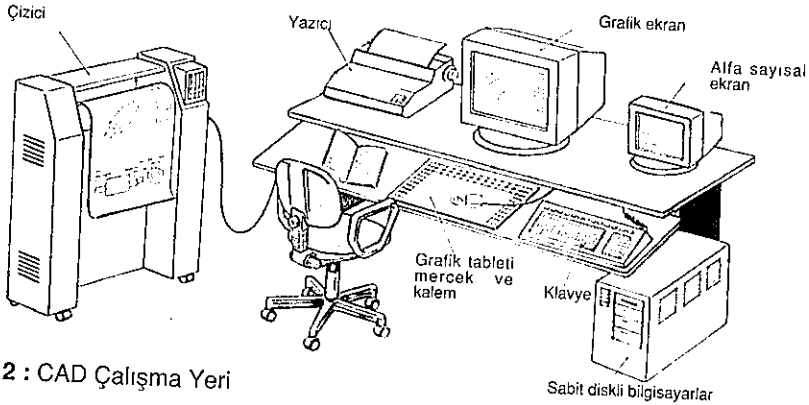
Şekil 1 : CAD/CAM Bileşim örneği

6.2.2 CAD Çalışma Yeri

6.2.2.1 Donanım

Genel elektronik grafik ve bilgi işlem uygulamalarına nazaran CAD, çalışma yeri çok daha güçlü ve performansı yüksek olmalıdır (Şekil 2).

Merkezi Ünite (CPU = Central Processor Unit) ve yoğun bilgi depolama birimleri, fazla bekleme sürelerini önlemek ve hızlı bir işlem süreci elde edebilmek için, en azından 16 veya 32 Bit kelime uzunluğuna sahip Mikroişlemciye, yüksek saykıl frekansa ve bir sabit diske ihtiyaç vardır. Eğer CAD beklentilerine cevap veren bilgisayar sistemleri (iş istasyonu) kullanılacak olursa, bunların bir network (şebeke) altında çalışması da mümkün olur.



Şekil 2 : CAD Çalışma Yeri

Grafik Girdi Cihazları

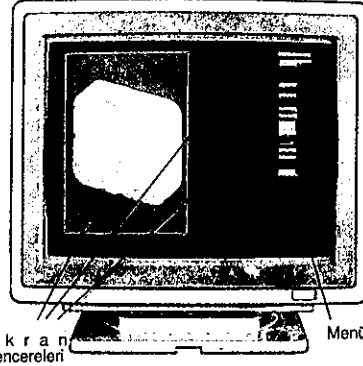
Metinlerin veya sayısal değerlerin girişi bilgisayarın klavyesi aracılığıyla yapılır. Pozisyonlama veya çizim elemanlarının tanımı fare (maus) veya bir tabla ve kalem veya mercek kullanılır.

Grafik Ekran (Monitör)

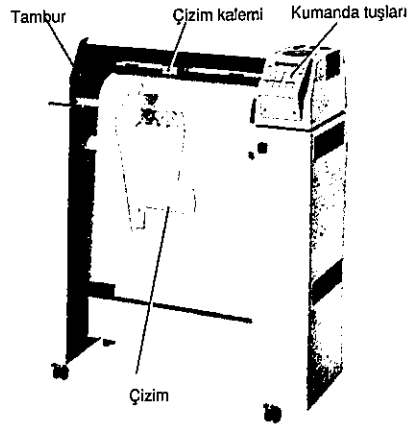
Grafiklerin gösterilebilmeleri için, metin ekranlarından çok daha yüksek çözünürlüğe sahip grafik ekranlar gereklidir (Şekil 1). CPU yükünü azaltmak için ekranlar, grafik kartı gibi bir ilave kart tarafından kontrol edilir. Grafik ekranın yanında ayrıca metni görüntülemek için alfanümerik ekranlar kullanılabilir (Sayfa 504, Şekil 1).

Çizici

Çiziciler bilgisayarla kontrol edilen çizim cihazlarıdır. Mekanik kalemli çizicilerde, farklı kalınlıklarda ve çeşitli renklerdeki rapido veya lifli kalemler, kalem mağazından alınır ve bilgisayar kumandalı olarak kağıt üzerinde hareket ettirilir. Elektrostatik çizicilerde, şekiller noktalara ayrılır ve fotokopi prensibi kullanılarak kağıt üzerine aktarılır. Kağıt, ya yatay yüzey üzerinde (düz çiziciler) ya da bir silindirin (tamburlu çiziciler) üzerinde taşınır (Şekil 2).



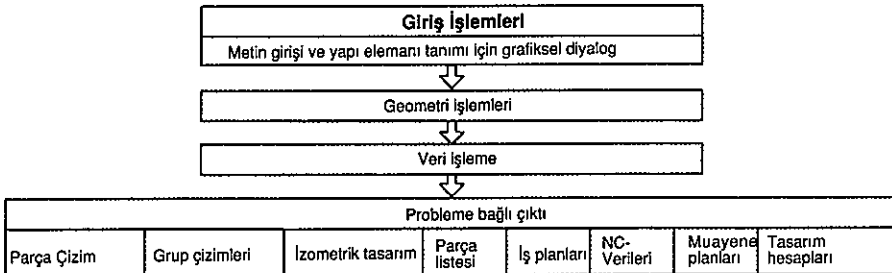
Şekil 1 : Grafik ekran



Şekil 2 : Tamburlu çizici

6.2.2.2. CAD Yazılımının Yapısı

Bilgisayar sisteminin işletim sistemi yanında CAD uygulama yazılımına da ihtiyaç duyulmaktadır. **CAD yazılımları modüller** bir yapıya sahip olup, kullanıcı tarafından istendiğinde birleştirilebilir (Şekil 3). Bütün CAD programlarında (yazılımlarında) bulunan ortak modüller (program parçaları) sırayla şunlardır: Veri giriş işlemleri, geometrik işlemler, veri yönetimi ve veri çıkış işlemleri. Farklı Girdi ve Çıktı cihazları ve farklı program modülleri içeren CAD sisteminin uyum içinde beraber çalışabilmesi için, sürücü örneğin, yazıcı sürücüsüne ve uygun arabirimlere ihtiyaç duyulur.



Şekil 3 : CAD Uygulama yazılımının modüler yapısı

6.2.2.3 Kullanıcı Arabirimi

Kullanıcı arabirimi, kullanıcı ve bilgisayar arasındaki ilişki çeşidini belirler ve giriş işlemlerinin bir parçasıdır. Çoğu CAD sistemleri etkileşimlidir, yani bir komutun girilmesine, komut ile ilgili seçeneklerle veya sistem mesajlarıyla (diyalog) cevap verir.

Ekran Menüsü

Ekran menüsü, o andaki seçeneklerden mümkün olan alt işlemlerin (faaliyetlerin) seçilmesini sağlar. Komutların çokluğu nedeniyle, menüler ağaç yapısı şeklinde oluşturulmuştur. Bir menüde bir komut (işlemin) çağrıldığında altındaki bir sonraki alt menünün ekrana açılmasına, (çıkmasına) sebep olur (Şekil 1).

Menü Tablası (Panosu)

Sayısal bir tablanın kullanılması durumunda tabla yüzeyi bölmelere (alanlara) ayrılır. Bu bölmeler çok sayıda CAD-komutları ile doldurulabilir (Şekil 2).

6.2.3 Bilgisayar İçi Gösterim

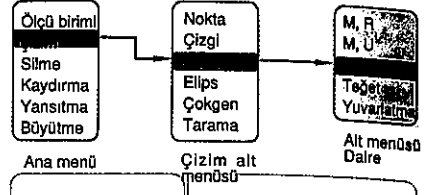
CAD yardımıyla teknik bir nesnenin tesbit edilmesi için noktalarla ve çizgilerle gösterme yanında, bilgisayar içi modelin oluşturulması gereklidir. İlave program modülleri ile çeşitli bakış veya taranmış resim kesitleri, parça resimleri, mukavemet hesapları ve parça listeleri türetilir. Bilgisayar içi gösterim, kafes, yüzeysel veya hacimsel model kullanır. 2 veya 3 boyutlu oluşturulabilir (Şekil 3).

6.2.3.1 İki Boyutlu Modeller (2D-CAD-Sistemleri)

CAD uygulamasının en basit örneğini iki boyutlu kenar modellerin yapılması teşkil eder. Önce noktalar belirlenir ve bunlar sonra bir doğru çember veya yay ile birbirlerine bağlanır (Şekil 4). İki boyutlu yüzey (alan) modellerde, yüzey elemanları birbirleriyle toplanır veya çıkarılırlar. Yüzeylerin kaydırma yada döndürme hareketleri sayesinde yüzey modellerden basit hacimli 3 boyutlu geometrik şekiller oluşturulabilir.

6.2.3.2 Üç Boyutlu Modeller (3D-CAD Sistemi)

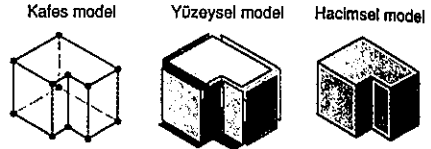
Kafes ve yüzeysel modeller ile yalnızca basit üç boyutlu şekiller elde edilmesine rağmen 3D-Hacimsel modeller ile kesin bir geometrik bilgiyi anlatmak mümkündür. Temel elemanların birleşmesi ile cisim şekilleri ortaya çıkar (Şekil 5).



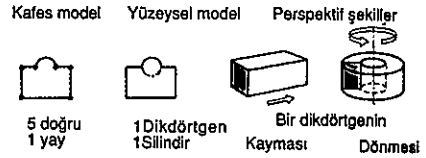
Şekil 1 : Ekran menüsü

Cetvel / ızgara	Yardımcı geometri

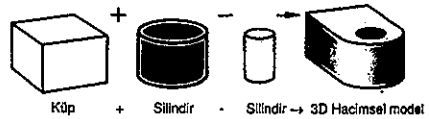
Şekil 2 : Menü tablası (bir kısmı)



Şekil 3 : Bilgisayar içi gösterim



Şekil 4 : 2 D Modelleri



Şekil 5 : Temel elemanlardan 3D - Hacimsel model oluşumu

6.2.4 2D-CAD Sistemlerinin Kullanımı

Bir cismin veya parçanın geometrik biçiminin çizilebilmesi için, kullanıcı arayüzü vasıtasıyla daha çok etkileşimli komut girişleri gereklidir. Bir komut şunları içermektedir:

- İş talimatları (Operatörler), Örn. çizme, silme;
- Nesneler (İşlemler), Örn. doğru, daire
- Açıklamalar (özellikler), Örn. yatay, yukarda, sağa, içeri, dışarı;
- Veriler (Bilgiler), Örn. Koordinatlar, uzunluk, yarıçap, açı, köşe sayısı;
- İlave veriler, Örn. Bir elemanın tanımı (Yardım, tanıtıcı menüleri)

6.2.4.1 Temel İşlemler (Fonksiyonlar)

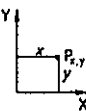
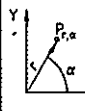
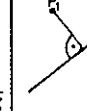
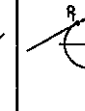
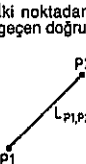
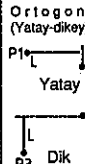
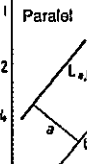
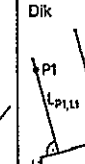
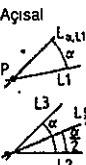
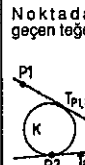
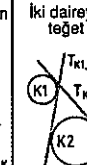
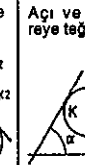

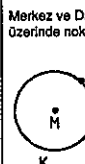
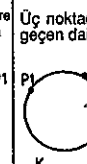
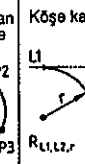
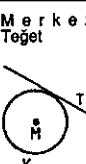
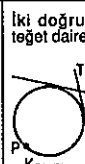
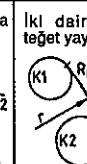
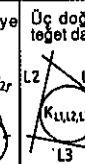
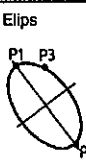

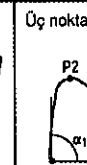


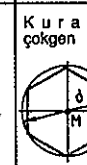
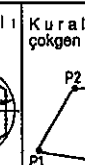
Konumlama ile bir nesnenin yeri tesbit edilir. Bu ise koordinatların girilmesi veya çapraz iki doğru kesim noktasından yer tesbiti ile yapılır.

Durum tesbiti vasıtasıyla (nesne yakalama) bilgisayar da saklı bir cisim tanımlanabilir. Bununla, bir parçanın gerçek durumu, Örn. bir doğrunun bir ucu sabit tutularak, bir çıkış değeri olarak bunu bir başka işlemde kullanma, imkânı elde edilir. Cisimlerin tanıdığı (belirlendiği) çapraz ışık alanına, tutma yarıçapı denir. Bu tutma yarıçapının büyüklüğü ayarlanabilir. Bir çok nesnenin durumunun tesbiti de mümkün olmaktadır. Örn. Taralı alanın çerçevesi veya bir malzeme parçasının kenarları. Bir ekran kesiminin (pencere, çerçeve) açılması ile bunun içinde kalan tüm çizim elemanlarının durum tesbitleri yapılabilir.

6.2.4.2 Cisim Geometrilerinin Yapılması

Bir cismin geometrik şekli, her bir geometrik temel elemanların bileşimi ile meydana getirilir. Temel elemanların çizimi örn. nokta, doğru, daire ve eğriler, çeşitli şekillerde elde edilir (Şekil 1). Her bir çizim metodu için, ekran menüsü veya tablo menüsünde ilgili komut, sembol veya kelime seçilerek veya klavye üzerinden girilerek yapılır.

Her bir elemanın birleşimi ile dikdörtgen, çokgen ve poligonlar meydana gelir (Şekil 1). CAD-Sistemi aynı zamanda, birçok elemanı birleştirerek gruplar oluşturmaya da imkan sağlar. Bu şekilde oluşturulan grup, bir tek elemanmış gibi tekrar kullanılabilir. Örn. kaydırma, saklama veya silme gi-

	Kartezyen Koordinat	Kutupsal Koordinat	Dik nokta	Teğet nokta
Noktalar				
Doğrular	İki noktadan geçen doğru 	Ortogonal (Yatay-dik) Yatay 	Paralel 	Dik 
Daireler	Açısal 	Noktadan geçen teğet 	İki daireye teğet 	Açı ve daireye teğet 
Eğriler	Merkez Yarıçap 	Merkez ve Daire Üzerinde nokta 	Üç noktadan geçen daire 	Köşe kavisi 
Çokgenler	Merkez Teğet 	İki doğruya teğet daire 	İki daireye teğet yay 	Üç doğruya teğet daire 
	Elips 	Parabol 	Üç noktadan geçen eğri 	
	Dikdörtgen 	Dikdörtgen 	Kurallı çokgen 	Kuralsız çokgen 

Şekil 1 : Geometrik Temel Elemanların Üretilmesi

bi. Aynı şekilde bir grup, kendini oluşturan her bir elemana tekrar geri ayrıştırılabilir.

6.2.4.3 Çizim Elemanlarında Değişiklikler

Çizim elemanlarının değiştirilmesi için CAD sistemleri bir çok imkan sunmaktadır (Edit etme, Şekil 1).

Budama / uzatma, bir sınırlama elemanı ile kesişen elemanın, bu noktadan sonra bu elemanın kısaltılmasını veya uzatılmasını sağlar. Çoğu sistemlerde, bir eleman aynı anda bir çok noktada kesilebilir (Şekil 1).

Yuvarlatmada, iki eleman (doğru, daire) bir yay ile birleştirilir. Aynı anda kesme işlemi ile sarkan kısım kesilebilir veya bir eleman uzatılabilir (Şekil 1).

Pah kırma komutu ile iki doğru bir üçüncü doğru ile birleştirilir (Şekil 1). Ölçeklendirme işlemi ile bir elemanın veya elemanlar grubunun ölçüleri, bir ölçekleme faktörü ile değiştirilebilir. Değişiklik sabit bir noktadan başlar ve bazı sistemlerde x-y yönünde farklı olabilir (Şekil 1).

Uzatma komutu ile açılan bir ekran penceresi içinde yer alan elemanlar, diğer elemanlarla olan bağlantıları ise aynen korunarak kaydırılabilir. Birleştirme imkanı bulunan CAD- Sistemlerinde ölçülendirme ve tarama ilgili elemanlara yerleştirilir. Uzatma esnasında bunlar, uzayan kısmı ile beraber değişir ve yeni şekle uyum sağlar (Şekil 1).

Aynalama işleminde, çizim elemanları bir ayna eksenini tarafına yansıtılarak kopyalanır (Şekil 1).

Taşıma ile elemanların konumları, yerleri değiştirilebilir. Taşıma yönü ve büyüklüğü serbest seçilebilir (Şekil 1).

Çoğaltma elemanların eski yerlerinden silinmeden, aynısının başka bir yere kaydırılmasına imkan verir. Çoğaltma sayısı yardımıyla eleman serisi oluşturulabilir (Şekil 1).

Döndürme işleminde, elemanlar bir dönme noktası etrafında belli bir açı nisbetinde döndürülebilir. Çoğaltma faktörü ile, döndürme esnasında elemanlar çok sayıda kopyalanabilir (Şekil 1).

6.2.4.4 Geometri Oluşturmaya Yardımcı İşlemler

Bir ızgara ile ekran parçalara ayrılabilir. Çapraz ışık (kursör), aktif olan pencerede, istenilen ızgara nokta kordinatına sıçrar. Bu şekilde, tam sayılı kordinat girişi bir tuşlama ile mümkün olur. Zum (ZOOM) işleminde, çizim bölümü seçilen bir faktör oranında ekranda küçültülür veya büyütülebilir (Şekil 1).

	Önce	Sonra
Budama		
Yuvarlatma		
Pah kırma		
Ölçekleme		
Uzatma		
Aynalama		
Kaydırma		
Çoğaltma		
Döndürme		
Büyütme		
Açıklama	<p>□ Tanımlama Grup ○ Tanımlama Grup □ Pencere</p>	

Şekil 1: Değişiklik ve yardımcı işlemler

Ölçülendirme ile CAD Sistemi, bir doğru ve yay uzunluğunu veya bir açının değerini otomatik olarak ölçülendirir.

6.2.4.5 Çizim Makroları (Hazır alt paketler)

Resim veya komut dizini olarak saklanan ve istenildiğinde çağrılarak bir başka çizim içerisine yerleştirilebilen parça çizimlere makro adı verilir. Makrolar sayesinde, Örn. çizim, yazı kısımları, standart kısımları, semboller bir dosyadan alınarak, ana hafızada yüklü güncel çizime monte edilir. Konumunu tayin için bir referans noktasına ihtiyaç vardır (Şekil 1).

6.2.4.6 Tasarım değişkenleri

Değişim için gerekli olan uzunluk, çap, açı bilgilerinin ya girilmesi istenir ya da bir dosyadan okunur. Bu şekilde, örn. tek komut dizini ve saklı bir ölçü tablosu ile belirli standart vida büyüklüğü ve uzunluğu için çizimler yapılabilir.

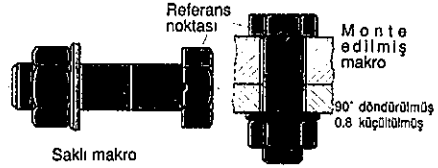
6.2.4.7 Eleman özelliklerinin yerleşimi

Çizim geometrisinden bağımsız olarak, her çizim elemanına, çizgi tipi, renk ve yüzey gibi özellikler verilebilir.

Çizgi tipleri (dolu ve kesikli çizgi) ve çizgi kalınlıkları çizim standartlarında kesin belli olup ve elemanlara atanmıştır. Farklı kalınlıktaki çizgiler, farklı renklerde gösterilebilir. Çizicide ise bu değişik renkli kalemlerle çizilir. Çizim elemanlarının farklı katmanlarda (Layer) ve renklerde gösterilmeleri ile CAD çizimlerini daha çarpıcı ve mantıklı bir şekilde yeniden kullanmak mümkün olmaktadır. Bu katmanlar, üst üste konmuş folyeler (Şeffaf yapraklar) olarak düşünülebilir. Katmanların herbiri komple bir çizim bilgisi taşır (Şekil 3). Katman tekniği ile örn. ölçüler üçüncü katmanda gösterilebilir ve istendiğinde şekilden çıkartılabilir veya katman 2'deki çevre NC-Program üretilmesi için kullanılabilir.

6.2.4.8 Tarama

Taramaların çizilmesi için, tarama türünü (Çizgi türü, Açı, Mesafe) ve taranacak alanı önceden tesbit etmek gerekmektedir. Bu ise sınır çizgilerinin veya tarama yüzeylerinin kenarlarının sıralı çevrelenmesi ile gerçekleşir (Şekil 4). Birleştirici özelliği taşıyan CAD-Sistemleri taralı alanın değiştirilmesi durumunda taramayı buna göre ayarlar.

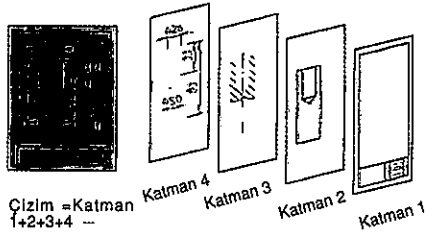


Şekil 1: Vida somun bağlantısı makrosu

Temel form A Varyasyon (değişme)

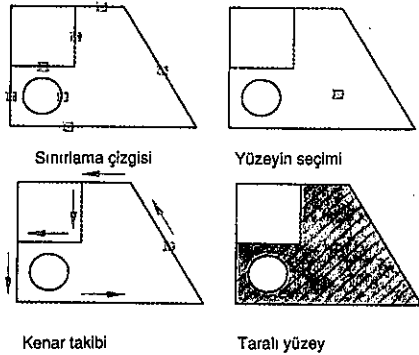
	Ölçü tablosu			
	A	B	C	D
d_1	10	10	10	6
d_2	20	20	7	20
d_3	30	10	10	40
l_1	7	8		3
l_2	15	13		5
l_3	12	8		4
α	0°	0°	0°	90°

Şekil 2 : Kademeli mil değişimi



Şekil 3 : Katman (layer) tekniği

Taranacak yüzeylerin belirlenmesi



Şekil 4: Tarama yüzeyinin belirlenmesi

6.2.4.9 Ölçülendirme, Semboller ve Metinler

Bütün CAD-Sistemlerinde çizimin ölçülendirilmesi yarı otomatik olarak gerçekleşir. Önce kullanıcı tarafından ölçülendirme türü belirlenir. Örn. yatay, zincirleme ve açılı ölçülendirme, ölçülerin yazılma şekli, ölçü hattı sınırlaması, ölçü boşluğu ve ondalık basamak gibi (Şekil 1). Ölçülendirilecek elemanın belirlenmesinden sonra, sistem ölçü değerini hesaplayıp, değeri kullanıcının belirlediği yere, klavye üzerinden girilen tolerans değerleri ile birlikte yerleştirir.

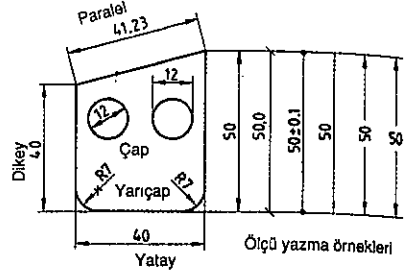
Semboller, yüzey dereceleri veya biçim ve konum toleransları gibi semboller makro olarak saklanır ve yerleştirilir.

6.2.5 3D-CAD Sistemleri

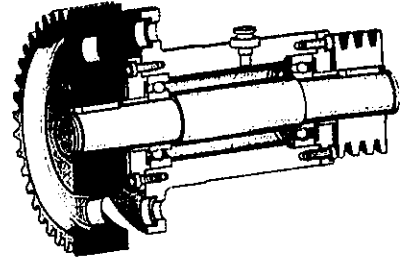
Bu sistemlerde bakış yönünün ve çalışma koordinatlarının döndürülmesiyle cisimlerin hacimsel görüntüleri her konumda değiştirilebilir. İki boyutlu görüntüler, kesitler, projeksiyon ve açılımlar sistem tarafından hazırlanıp, ekranda aynı anda gösterilir. Çizimin her bir parçası birleştirilerek yapı parça grupları oluşturulur. Bu şekilde bir modelin, komple çizimi, detay ve parça çizimleri oluşturulur. Bir ışık kaynağı canlandırması ile yansımalar ve gölgelendirmeler yapılabilir. Bu fotoğraf benzeri bir görüntü etkisi verir (Şekil 2).

6.2.6 Yapının Hareketlendirilmesi (Animasyon)

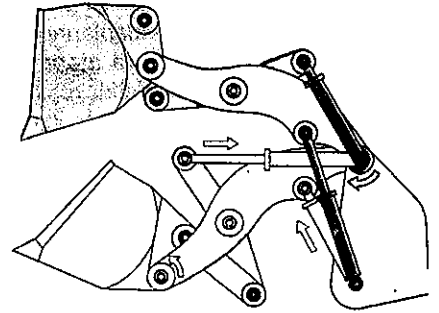
Ekrandaki hareketlerin gösterimi, eleman gruplarının adım adım kopyalanması esnasında döndürme ve kaydırma yapılarak oluşturulur (Şekil 3). Hareketlerin canlandırılmasından, bir revolver başlık hareketinin gösterimi veya çarpışma araştırmaları için robotların programlanmasında faydalanılır.



Şekil 1 : Ölçülendirme Çeşitleri



Şekil 2 : 3D- Gösterim ve gölgeleme



Şekil 3 : Hareket canlandırma

Tekrarlama Soruları

- 1 CAD/CAM terimlerini açıklayınız?
- 2 CAD çalışma yerinde hangi donanımlara ihtiyaç vardır?
- 3 Sayısal tabla ne için kullanılır?
- 4 Grafik ekranların belirgin özelliği nedir?
- 5 CAD-Verileri hangi uygulamalarda da kullanılır?
- 6 Ekran menüsü ve tabla menüsü arasındaki fark nedir?
- 7 Niçin ara birimlere ihtiyaç vardır?
- 8 Hangi model tipleri bilgisayar içinde iş parçalarından türetilebilir?
- 9 Hangi işlemlerle CAD geometri şekilleri değiştirilebilir?
- 10 Ortak ölçülendirmenin ne gibi bir sonucu vardır?

7 Elektroteknin Temel İlkeleri

Elektroteknin amacı, elektrik enerjisinin üretilmesi, dağıtılması ve kullanılmasıdır. Elektrik enerjisi, dönüşüm esnasında fazla kayba yol açmaması ve her türlü enerji çeşidine, dönüşebilmesi nedeniyle oldukça önemlidir. Örn. Isı, ışık ve mekanik işe dönüşmesi gibi. Genellikle teknik cihazlar ve tesislerin elektrik (akımına) enerjisine ihtiyacı vardır. Bu nedenle, elektroteknin temel kurallarının bilinmesinde büyük yarar vardır. Akım devreleri ve iletkenleri arasındaki bağlantıları anlayan kişi, ancak bu şekilde en etkili güvenlik tedbirlerini alabilir ve insani ve maddi hasarları önleyebilir.

7.1 Elektroteknik Tanımları ve Birimleri

Akım Devresi

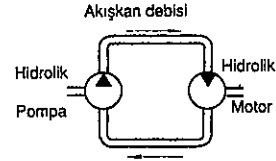
Elektrik devresi, ancak dairesel dolaşım sistemlerinde yani akım devrelerinde taşınabilir. Elektrik yüklü (elektron) parçaların hareketlerine elektrik akımı denir. Elektrik akımı, metal iletkenler içinde hareketli elektronlardan, iletken gaz ve sıvılarda ise iyonlar tarafından oluşur. Elektroteknikte, iyi bir iletkenlik özelliği taşımalarından dolayı daha çok bakır ve alüminyum iletkenlerden faydalanılır. Bir elektrik devresinin daha iyi anlaşılabilmesi için, bir kapalı hidrolik devreyi ele alalım (Şekil 1).

Burada bir pompa vasıtasıyla boru içinde gönderilen sıvı, hidrolik motoru çalıştırır. Buna uygun olarak, bir jeneratör tarafından üretilen akım ise diğer tarafta bir elektrik motorunu harekete geçirir (Şekil 2). Metal atomları yapısında serbest elektronlar vardır. Bu elektronlar atomlara az bir kuvvetle bağlıdır ve bu elektronları atomlar, kendi aralarında değiştirebilirler. Az iletkenlerde daha az serbest elektronlar vardır. İletken olmayan yalıtım malzemeleri atomlarında ise hemen hemen hiç serbest elektron yoktur.

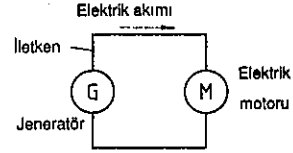
Elektrik Gerilimi (Potansiyel) (u)

Hidrolik pompanın giriş ve çıkışında oluşan basınç farkı sıvı akışının sebebinin oluşturur. Jeneratörde ise, bir uçta elektron fazlası (-kutup), diğer uçta ise elektron eksikliği (+kutup) oluşur. Bu nedenle bir elektrik gerilimi meydana gelir. Gerilim birimi Volt'tur (V) (İtalyan fizikçi Alessandro Volta, 1745-1827). Elektrik gerilimini ölçmeye yarayan alete Voltmetre denir. Voltmetre, iki uç arasındaki elektriksel potansiyel farkını (gerilim farkını) gösterir. Bu şekilde, bir priz her iki ucunda veya iki bağlantı noktası arasında gerilim ölçülebilir (Şekil 3). Bir faz ölçüm cihazı (kontrol kalemi) ile, bir iletkenin (hattın) toprağa karşı gerilim sürüp sürmediği tesbit edilir (Şekil 4). Kontrol kalemi ucu ile gerilim süren hatta temas edildiğinde, neon lambası (Ampul), sigorta; yay ve kontak üzerinden insan vücudunu da kapsayan bir elektrik kapalı devresi oluşur ve neon lambası yanar (Şekil 5).

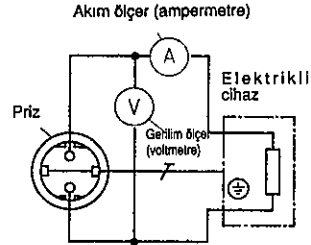
Kontrol kalemi içindeki sigorta, devreden geçen akımı insana zarar vermeyecek bir seviyeye düşürür.



Şekil 1 : Hidrolik devre

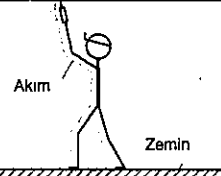


Şekil 2 : Elektrik akım devresi

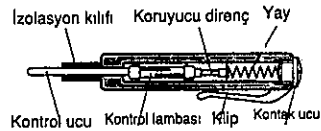


Şekil 3 : Gerilim ve akım ölçümü

Dış iletken, örn. Topraklama voltajı 230 V



Şekil 4 : Kontrol kalemi ile faz kontrolü



Şekil 5 : Kontrol kalemi

Elektrik Akımı (I)

Elektrik akımı, belli bir zaman dilimi içinde iletkenin kesiti içinden geçen elektron sayısına eşittir. Akım birimi Amper (A) ile tanımlanır (Fransız fizikçi Andre Ampère, 1775-1836). Bir devreden akımın geçebilmesi için o devrede gerilim farkı bulunması ve devrenin kapalı olması şarttır. Elektrik akımının değeri Ampermetre ile ölçülür (Tablo 1).

Elektrik Direnci (R)

Bütün elektrik iletkenleri ve elektrikli cihazlar akıma karşı az veya çok karşı bir direnç, mukavemet gösterirler. Direnç birimi Ohm (R) olarak gösterilir. (Alman fizikçi, George Simon Ohm, 1789- 1854) Bir elektrik iletkeni ne kadar uzunsa, kesit çapı ne kadar küçük ve maddesi ne kadar kötü iletiyor ise, direnç de o kadar büyüktür. 1 m uzunluğunda ve kesit alanı 1 mm² olan bir iletkenin direncine, o iletkenin Özgül Elektrik Direnci (e) denir.

İletken direnci = $\frac{\text{Özgül iletken direnç} \cdot \text{iletken Uzunluğu}}{\text{iletken kesiti}}$

$$R = \frac{e \cdot L}{A}$$

7.2 Elektrik Akımının Etkileri

Elektrik enerjisi, ısı, ışık, manyetik ve kimyasal enerjiye dönüştürülebilir.

Isı Etkisi

Elektrik akımının ısı enerjisinden, Örn. Ev ocaklarında, havyada, sigortalarda, sertlik ve eritme fırınlarında ve elektrikli kaynak makinelerinde faydalanılır (Şekil 1).

İçinden akım geçiren her iletken, akım şiddetine bağlı olarak ısınır. İçinden fazla akım geçen uzatma kablo makarasında, kablo sarımı açılmalıdır. Aksi takdirde aşırı ısınma, kablo izolasyonunu (korumasını) yakabilir veya eritebilir.

Işıma Etkisi

Ampüllerde, çok ince olan Wolfram telinde geçen elektrik akımı teli kızdırır ve akkor hale getirir ise ışık yayar (Şekil 2). Gazlı deşarj lambalarında (floresans lamba, neon lambası, güneş ışını) küçük ışınlarda, gaz parçacıkları, elektrik akımı zoru ile ışımaya başlar. Işık diyotları (LED). Örn. hesap makina göstergeleri, elektronik saatler de, yarı iletken olarak akım geçirirken ışık yayarlar.

Manyetik Etkileri

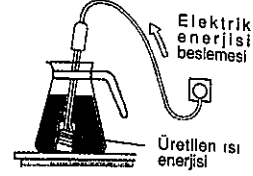
İçinden akım geçen her iletkenin çevresinde manyetik bir alan meydana gelir. Bu manyetik alan etkisinden, Örn. Elektromotorlarda, mıknatıslı bağlama plakalarında, mıknatıslı valflerde ve rölelerde istifade edilir (Şekil 3).

Kimyasal Etkileri

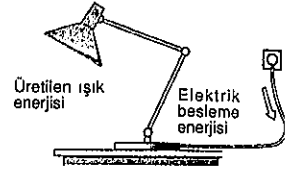
Elektrik geçiren sıvılarda iyonlar mevcuttur ve bu sıvılara Elektolit adı verilir. Elektrolit içinden akım geçtiğinde (+) yüklü iyonlar (-) ku ba doğru (Katoda), (-) yüklü iyonlar ise (+) kutba (Anoda) doğru çekilir. Bu olay Elektroliz denir. Bu elektrolizden, suyun bileşenlerine ayrıştırılmasında, Galvanizler tekniğinde, eloksal işleminde ve bazı metallerin elde edilmesinde, faydalanılır (Şekil 4)

Tablo 1 : Cihazların akım şiddetleri (örnek)

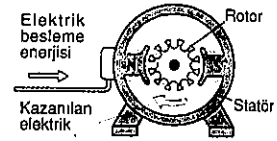
Aydınlatma ölçü aleti fotometre	0,001
Ampul	0,5
E1 matkapı	2
Ev tipi sigorta	16
Kaynak trafosu	200
Arklı fırın	150 000



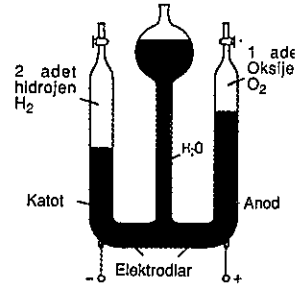
Şekil 1 : Sı ısıtıcısı



Şekil 2 : Abajur



Şekil 3 : Elektro motor



Şekil 4 : Suyun elektroliz ile bileşenlerine ayrışma:

7.3 Akım Türleri

Akım türleri şunlardır: Doğru Akım (İşareti "=" veya DC; Direct Current=doğru akım) ve Dalgalı Akım (Alternatif akım); (İşareti: "~" veya AC, Alternative Current=değişken akım).

Doğru Akım: Doğru akımda, akım yalnızca bir yönde akmaktadır. Doğru akım, Örn. Güneş enerjisi elemanları, aküler ve kuru bataryalar tarafından üretilir, veya dalgalı akımın doğrultulması neticesinde ve doğru akım jeneratörleri tarafından elde edilirler. Doğru akım motorunun çalıştırılmasında, elektroliz işleminde (Örn. Alüminyum elde edilmesinde), galvanizleme tekniğinde ve ark kaynak makinalarında doğru akımdan istifade edilir.

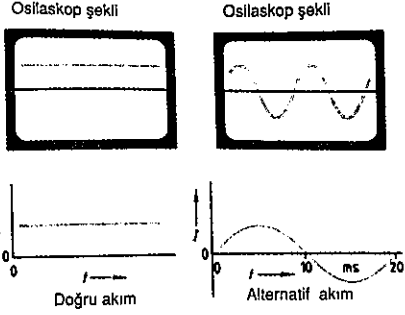
Dalgalı Akım: Dalgalı akımda, akım periyodik olarak yönünü ve değerini değiştirir (Şekil 1).

Avrupa elektrik dağıtım şebekesinde kullanılan dalgalı akım periyodu saniyede 50 defa yön değiştirir. 1 Saniyedeki yön değiştirme (dalga) sayısına FREKANS denir ve Hertz (Hz) ile ifade edilir. 1 Hz=1 dalga/saniye'dir (Alman fizikçi, Heinrich Hertz, 1857-1894). Endüstride, dalgalı akımdan, hareket enerjisi olarak faydalanılır. Örn. İş makinalarında veya matkap, zımpara makinalarında ve ev cihazlarında, Örn. Isıtma ve pişirme aletlerinde veya buzdolaplarında, çamaşır makinalarında. Çoğu zaman dalgalı akım yerine doğru akıma ihtiyaç duyulur. Örn. Elektro erozyon (Sayfa, 237) veya kaynak işlemi için. Dalgalı akımın doğru akıma dönüştürülmesi, doğrultucular veya redresörler tarafından yapılır. Yarı iletken diyotlar, transistörler veya tristörler ile puls şeklinde doğru akım elde edilir.

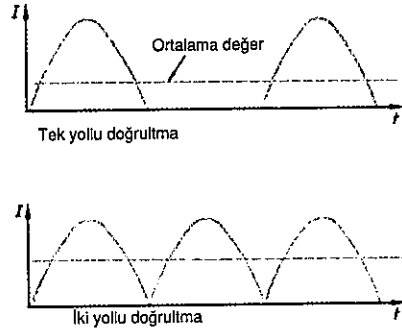
Üç Fazlı Dalgalı Akım (Trifaze Akım 3~)

Geleneksel jeneratörler, her üç sargılandırında da 50 Hz'de alternatif akım üretir. Bununla üç ayrı şebekeyi beslemek mümkün olur. Bunun için gidis ve dönüş hatları olarak toplam 6 hatta ihtiyaç duyulur. Dönüş hatları birleştirilerek 4 hat elde edilir (Şekil 3).

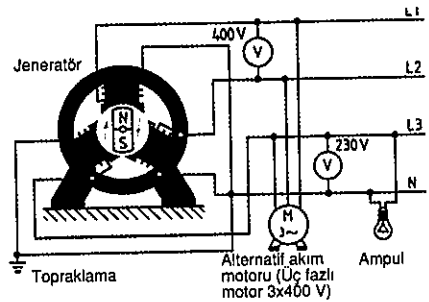
Şekil 3: 4 iletkenli (hatlı trifaze alternatif akım jeneratörünün ortak dönüş hattına (N) denir. Genelde bu uç toprağa verilir. diğer üç hat ise L1, L2 ve L3 olarak gösteri-



Şekil 1 : Zamana bağlı akım hareketliliği



Şekil 2: Puls şeklindeki doğrultulmuş akım grafiği



Şekil 3 : 4 iletkenli (hatlı) trifaze alternatif akım jeneratörü

lır. Alışıl gelmiş olan besleme şebekelerinde fazlardan biri ile nötr veya toprak arasında 230 V vardır. Fazlar arasında ise L1 ve L2 arasında veya L2 ve L3 arasında 480 V vardır. Bu gerilim, örn. çok güçlü hareket motorlarının çalıştırılmasında ve elektrikli ertirme fırınlarında veya redresörlerde kullanılır.

Yüksek Frekans

Elektrik akımının frekansı 50 Hz'in çok üstünde olası durumunda (20 kHz-300 MHz) yüksek frekans'tan bahsedilebilir. Yüksek frekanslı enerji sayesinde iletken maddeler, örn. Metaller, bazı kumaşlar, plastikler, ısıtılabilir. (Girdaplı akım-Endüksiyon) Uygulama alanları: Sertleştirme ve endüksiyon ile metallerin ertitilerek plastik kaynak yapımı, (Elektro tip).

7.4 Akım Devresinde Elektrik Tüketicileri

Elektriksel dirençler, elektrik devrelerinin ve cihazlarının içine doğrudan yerleştirilmişlerdir. Akım çevresinde bulunan dirençler, akım ve gerilimi istenilen ölçüde değiştirirler. Örn. Gerilim ve akım ölçme cihazlarında (Voltmetre ve Ampermetre) bulunan iç direnç bu cihazları aşırı yüklenmeye karşı korur. Voltmetrelerdeki yüksek **omajlı** ön dirençlerle, gerilim ölçümü esnasında akım devresinin etkilenmesi mümkün olduğu kadar küçük tutulmaya çalışılır.

Akım Kanunu

Bir direnç içinden geçen elektrik akımı, gerilim ne kadar küçük olursa, o derece küçük olur.

$$\text{Akım şiddeti} = \frac{\text{Gerilim}}{\text{Direnç}} \quad I = \frac{U}{R}$$

Akım şiddeti, gerilim ve direnç arasındaki bu ifadeye **Akım Kanunu** denir.

$$1 \text{ Amper} = \frac{1 \text{ Volt}}{1 \text{ Ohm}} \quad 1 \text{ A} = \frac{1 \text{ V}}{1}$$

Örnek: 220 V gerilimle beslenen bir havyardan 0,27 A akım geçmiş olsun.

Buna göre; havaya ısıtıcı ucunun elektrik direncinin değeri kaç Ohm'dur?

$$\text{Çözüm:} \text{ Akım kanuna göre; } R = \frac{U}{I} = \frac{220 \text{ V}}{0,27 \text{ A}} = 815$$

Direnç değeri 10 Ohm olan bir cihaz 6 Volt'luk bir gerilimle beslenirse, bundan geçen elektrik akımının şiddeti;

$$I = \frac{U}{R} = \frac{6 \text{ V}}{10} = 0,6 \text{ A'dır.}$$

Eğer aynı cihaz 220 V gerilime bağlanırsa akım şiddeti;

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220 \text{ V}}{10} = 22 \text{ A olur}$$

Bir cihaz 220 V'la beslenecek şekilde üretilmiş ise, bu cihaz 110 V ile çalışmaz. Çünkü, ayarlanan akım şiddeti gerekli akımdan daha düşük olur.

110 Volt'la çalışılan bir cihaz, 220 Volt'a bağlanırsa, cihaz bozulur, çünkü akım şiddeti istenenden çok yüksek olmuştur.

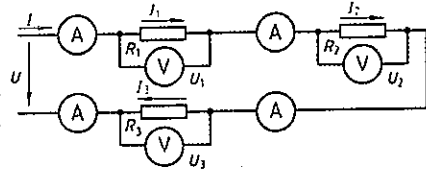
• Her cihaz hangi gerilimde (Voltaj'da) çalışacak şekilde imal edilmiş ise, o gerilimle beslenmelidir. Çalışma gerilimi cihazın tanıtım etiketi üzerinde belirtilir.

Elektrik akım devrelerinde, dirençler ve elektrik tüketici cihazlar, seri ve paralel olmak üzere iki şekilde birbirleriyle bağlanırlar.

Seri Bağlama

Seri bağlı devrede akım, tüm devre elemanlarına geçer (Şekil 1). Her bir dirence düşen birim gerilimler ölçülürse, devre toplam geriliminin (U), tüm birim gerilimlerin toplamına eşit olduğu görülür.

Ohm kanununa göre her bir direnç için: $U = R \cdot I = R_1 \cdot I_1 + R_2 \cdot I_2 + R_3 \cdot I_3$. Akım her yerde aynı olduğu için, toplam direnç, her bir direncin toplanması ile elde edilir.



Şekil 1 : Seri bağlama

Toplam akım şiddeti : $I = I_1 = I_2 = I_3$

Toplam gerilim : $U = U_1 + U_2 + U_3$

Toplam direnç : $R = R_1 + R_2 + R_3$

Problem: $R_1=30$ ve $R_2=80$ değerli iki direnç seri olarak 220 V şebeke gerilimine bağlanmış olsun (Şekil 1).

Toplam akım şiddetini I, her bir direnç üzerindeki parça gerilimleri U_1 ve U_2 'yi ve toplam gerilimi (U) hesaplayınız.

Çözüm: $R = R_1 + R_2 = 30 + 80 = 110$ $I = U/R = 220V/110 = 2A$

$U_1 = I \cdot R_1 = 2A \cdot 30 = 60V$

$U = U_1 + U_2 = 60V + 160V = 220V$

$U_2 = I \cdot R_2 = 2A \cdot 80 = 160V$

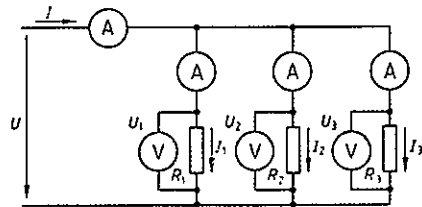
Gerilimi düşük kaynakların, toplamı alınarak daha büyük gerilim elde etmek için seri bağlama tekniği uygulanır. Şayet devrenin herhangi bir yerinde bir kopma, kesilme olursa, devreden akım geçmez.

Paralel (Bağlama) Devre

Paralel devrede elektrik akımı kollara ayrılır ve her koldan kısmı bir akım geçer (Şekil 2).

Kollardaki akım şiddetleri ölçüldüğünde, toplam akımın I, her bir koldan geçen akımların toplamına eşit olduğu görülür.

Gerilim ölçümleri, her bir direnç üzerinde oluşan parça gerilimlerin, toplam gerilime U eşit olduğunu gösterir. Akım (ohm) Kanunu ile $I = U/R$ ile $U/R = U_1/R_1 + U_2/R_2 + U_3/R_3$ elde edilir. Parça gerilimler, toplam gerilime eşit olduğu için, dirençler parça dirençlerin paydalı toplamı ile elde edilir.



Şekil 2 : Paralel devre

Toplam akım şiddeti

Toplam gerilim

Toplam direnç

Problem: $R_1 = 30$ ve $R_2 = 80$ iki direnç paralel bağlanmış olsun ve 220 V gerilimle beslensin (Şekil 2). I_1 ve I_2 akımlarını, toplam akımı ve R_1 ve R_2 yerine geçen toplam direnci hesaplayınız.

Çözüm:

$$I_1 = U/R_1 = 220V/30 = 7,33A$$

$$I_2 = U/R_2 = 220V/80 = 2,75A$$

$$I = I_1 + I_2 = 7,33A + 2,75A = 10,08A$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{30} + \frac{1}{80} \quad R = 21,8$$

Paralel devre Paralel devreler, aynı işletme gerilimi ile çalışan elektrik tüketicilerinin aynı anda kapatılıp açılmasında kullanılır. Binalarda bulunan enerji girişlerinin hepsi paralel bağlanmıştır ve hepsinde 220V gerilim bulunmaktadır. Ne kadar elektrikli ev aleti çalıştırılırsa, enerji hatlarından o kadar fazla elektrik akımı geçer. Bu sebepten, hatların dolayısıyla elektrikli cihazların büyük akımdan hasar görmemeleri için binalar, yüksek akım koruma elemanları (sigortalar) ile donatılmıştır.

Elektrik Kuvveti (P)

İster doğru akım ve isterse alternatif akım olsun bir cihazın elektrik kuvveti akım şiddetine ve gerilimine bağlıdır. Elektrik kuvvetinin birimi Watt (W) veya Kilowatt (KW) cinsinden gösterilir.

Doğru akım için:

$$\text{Elektrik Kuvveti} = \text{Gerilim} \times \text{Akım Şiddeti} \quad P = U \cdot I$$

$$1 \text{ Watt} = 1 \text{ Volt} \times 1 \text{ Amper} \quad 1W = 1V \cdot 1A$$

Problem: Bir direnç üzerinde verilenler 1k , 10W yani; $R=1k = 1000$, $p=10W$ 'dir. Bu dirence uygulanabilecek en yüksek değerli gerilim ne olmalıdır?

Çözüm: Ohm Kanunundan:

$$I = U/R \quad P = U \cdot I = U \cdot \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R} \quad \text{elde edilir. } U \text{ buradan}$$

$$U = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{1000 \text{ W} \cdot 10W} \quad U = 100 \text{ V olur.}$$

Alternatif akım için: Elektrik kuvveti $P = U \cdot I \cdot \cos\phi$ ile hesaplanır.

$\cos\phi$, kuvvet faktörü olup bir nevi verimlilik derecesini gösterir. Değeri 1'den küçüktür. Örn. 0.9 Verimlilik, üç fazlı, alternatif akım şebekeye uygulanan yük esnasında meydana gelen kayıpları ifade eder.

Problem: Trafo çıkışında 24V ölçülmüştür. $\cos\phi = 0.9$ iken akım devresinde bulunan ampermetrede 2,5 A göstermiştir. P Kuvvetini hesaplayınız?

$$\text{Çözüm: } P = U \cdot I \cdot \cos\phi = 24 \text{ V} \cdot 2,5 \text{ A} \cdot 0,9 \quad P = 54 \text{ W}$$

Elektrikte İş (W)

Elektrik kuvveti ne kadar büyük ve bağlanan cihazın çalışma süresi ne kadar uzun sürerse, yapılan iş o kadar büyük olur. İş birimi kWh cinsinden gösterilir.

Elektrikte İş (Elektrik Enerjisi) = Elektrik Kuvveti x Zaman $W = P \cdot t$ 1 kilowatt saat = 1 kilowatt x 1saat $1kWh = 1kW \times 1h$ veya $1Ws = 1W \times 1s = 1J$

Elektrik sayaçları, şebekeden çekilen elektrik enerjisini Kilowattsaat kWh cinsinden ölçerler.

Problem: 15 kW gücündeki bir elektrikli fırın, 5 saatlik bir çalışma süresinde ne kadarlık enerji harcamıştır? $1kWh$ 20 000 TL'dir.

$$\text{Çözüm: } W = P \cdot t = 15 \text{ kW} \cdot 5h = 75 \text{ kWh}$$

$$\text{Masraf} = 1kWh \text{ Elektrik fiyatı} \times \text{Elektrik tüketimi} = 20 \text{ 000 TL/kWh} \times 75kWh = 1500000 \text{ TL}$$

7.5 Elektrik Hatları ve Sigorta

Elektrik hatlarının ve cihazların fazla yüklenmemeleri ve dolayısıyla hasar görmemeleri için sigortalar kullanılır (Aşırı akımı koruma elemanları). Sigortalar, izin verilen en yüksek akım şiddetinin aşılması durumunda devreyi kesmeye yarayan emniyet elemanlarıdır.

Sigortalar, izin verilen en yüksek akımın, tehlikeli bir şekilde üzerine çıkılmasını önler.

Sigortalar, cam sigortalar ve otomatik sigortalar olarak ikiye ayrılırlar.

Cam sigortalarda, cam tüpün içinde ince bir tel veya şerit şeklinde iletken mevcuttur. Bu ince iletken tel büyük bir akım geçince eriyerek, elektrik (akım) devresini keser (Şekil 1).

Cam sigortalar, Örn. Radyo, televizyon, otomobil sigorta kutusu, tepegöz ve benzeri cihazlarda kullanılır.

Devreyi kesme özelliklerine göre sigortalar, hızlı, orta ve yavaş olarak sınıflandırılır.

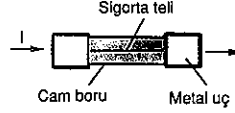
Sigorta değiştirilirken, üretici tarafından tavsiye edilen değerdeki (güçteki) sigortalar kullanılmalıdır. Sigortalar ne tamir edilmeli ne de bir tel veya iletken madde ile köprülenmemelidir.

Otomatik sigortalar, bir adet bimetal kontak ile donatılmıştır. Bimetal kontak aşırı yüklenmenin sürekliliği ile harekete geçer ve manyetik şalter vasıtası ile daha yüksek akımlarda (Örneğin kısa devre durumunda), akım devresini hemen keser (Şekil 2).

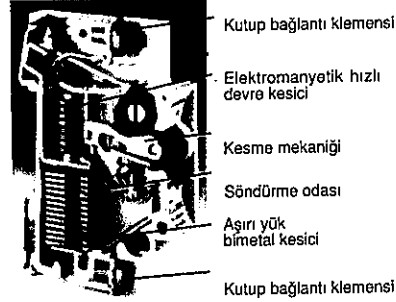
Motor koruma şalteri iki görevi yerine getirir: Bu şalterler ile bir motor devreye sokulur ve devreden çıkarılır ve aynı zamanda devreye bağlı motoru aşırı yüklenmeden korur. Bimetal sigortalar, yüksek akım şiddetinde devreyi kesme etkisi gösterir.

Tekrarlama Soruları

- 1 Hangi şartlarda bir devreden elektrik akımı geçer?
- 2 Elektrik akımının etkileri nelerdir?
- 3 Elektrik akımı çeşitlerini sayınız?
- 4 Ohm kanunu nedir? Açıklayınız?
- 5 Paralel ve seri devrelerde, akım şiddeti, gerilim ve direnç nasıl hesaplanır?
- 6 Sigortalar hangi amaçlar için kullanılır?



Şekil 1 : Sigorta



Şekil 2 : Otomatik sigorta

7.6 Elektriksel Büyüklüklerin Ölçülmesi

Elektrik gerilimleri, akım şiddetleri, dirençler ve elektrik kuvvetleri bir ölçme aleti ile doğrudan veya dolaylı olarak belirlenebilir.

7.6.1 Elektrik Geriliminin Ölçümü

Elektrik gerilim birimi olarak, Volt (V), Elektrik yükü Q yardımı ile tespit edilir. **Elektrik yükü Q**, akım şiddeti I ve geçen süre t'ye bağlıdır. Yani elektrik akım şiddeti ne zaman ne kadar büyük olursa, elektrik yükü Q'da o kadar büyük olur.

Elektrik yükü = Elektrik akımı şiddeti x Zaman

$Q = I \times t$ ile ifade edilir.

Elektrik yükü birimi Amper saniye (A.s) veya Columb(C) $1C=1A.s$ şeklinde gösterilir.

Elektrik Gerilimi: Elektrik gerilimi üretmek için olmayan yükler birbirinden ayrı tutulmalıdır.

Bunun için elektrik enerjisine (İŞ) gerek duyulur:

Elektrik gerilimi, bir birim elektrik yükünü (Q) ayırmak yada taşımak için gerekli olan elektrik enerjisidir. **(W) $U=W/Q$**

Elektrik gerilimleri, gerilim ölçü aleti Voltmetre ile ölçülür (Şekil 1). Voltmetreler, çok yüksek iç dirence sahiptir, bu nedenle ölçüm yapılacak devreden çok az akım çeker ve ölçüm neticelerini çok az değiştirir.

Şekil 2'de görüldüğü gibi, Voltmetre, gerilimi ölçülecek dirence bağlantı klemensleri ile paralel bağlanır ve ölçme yapılır.

• Gerilim ölçme cihazı, elektrik enerjisi tüketen cihazlara sürekli paralel bağlanır. Voltmetrenin (+) ucu, akım devresinin en dış kısmına ve gerilim kaynağının (+) kutbuna yakın kısma tutturulur. (-) uç ise, gerilim kaynağının (-) kutbuna yakın yere tutturulur.

Gerilim, akım ve direnç ölçümleri için daha çok avometreler kullanılır (Şekil 1). Seçme düğmesinin döndürülmesi ile istenilen ölçme büyüklüğü ve alanı ayarlanır.

7.6.2 Elektrik Akım Şiddetinin Ölçülmesi

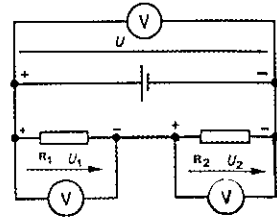
Elektrik akım şiddeti (I), Amper (A) olarak ölçülür. Elektrik akımı biriminin fiziksel olarak tesbit edilmesi için elektrik akımının manyetik etkisinden faydalanılır. Birbirinden 1 metre mesafede paralel iki iletkenin, her bir metresinde 2.10^{-7} Newton şiddetinde bir kuvvet oluşursa, elektrik akımının değeri 1 Amper olur.

Elektrik akım şiddeti Ampermetre ile ölçülür (Şekil 1). Ölçme aletindeki gerilimi çok düşük tutabilmek için, Ampermetreler çok düşük iç dirence sahiptir. Akımın ölçme aletinden geçmesi gerekmektedir. Bu nedenle, akım devresi bir noktadan ayrılır ve bu araya ölçme aleti bağlanır.

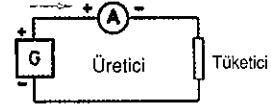
• Ampermetre devrede diğer tüketicilere seri olarak bağlanır (Şekil 3).



Şekil 1 : Çok amaçlı ölçme aleti (Avometre)



Şekil 2 : Gerilim ölçümü



Şekil 3 : Akım ölçümü

7.6.3 Elektrik Direncinin Ölçülmesi

Elektrik direnci birimi ohm (Ω) dur. Direnç değeri bir ohmmetre ile doğrudan ölçülür (doğrudan direnç ölçümü). Her ölçmeden önce, ölçme aletinin problemleri (uçları) kısa devre yapılır ve gösterge ibresi sıfıra ayarlanır (Sayfa 518, Şekil 1).

Bir akım devresindeki direnç değeri, akım şiddeti ve gerilim değerlerinden hesaplanabilir (Şekil 1). Ohm kanunu formülü kullanarak $R=U/I$ akım ve gerilim değerlerini formülde yerine yerleştirerek direnç, değeri dolaylı olarak hesaplanır.

Direnç değeri, ohmmetre ile doğrudan veya akım şiddeti ve gerilim değerleri ölçülerek dolaylı olarak bulunabilir.

7.6.4 Elektrik Güç Ölçümü

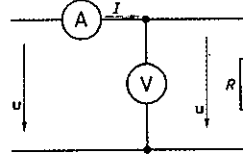
Bir voltmetre ve bir ampermetre ile elektrik gücü dolaylı olarak bulunabilir (Şekil 1).

Elektrik gücü, $P=U.I$ formülünde belirtildiği gibi ölçme sonucu elde edilen gerilim ve akım değerlerinin çarpımıdır. Bu yalnızca doğru akım için geçerlidir.

Elektrik enerjisini tüketen cihaz ve aletlerin (Örn. Ampüller, havyalar veya motorlar) anma güçleri, cihazların üzerinde yazılı etiket ile belirtilir.

Anma gücü, bir elemanın normal şartlarda ne kadar güç taşıyabileceğini gösterir.

Güç ölçme aleti ile elektrik gücü, doğrudan ölçülebilir (Şekil 2). Aletin, gerilim ve akım için ikişer ölçme uçları mevcuttur. Güç ölçme aleti ile alternatif akımların da gücü ölçülebilir. Güç faktörü $\cos \phi$, alet tarafından gösterilir.



Şekil 1 : Doğrudan direnç ölçme



Şekil 2 : Doğrudan elektrik gücü ölçme

Malzeme	Spesifik direnç ρ in $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$
Gümüş	0,0167
Bakır	0,0178
Alüminyum	0,0278
Bakır Nikel - 44	0,49
Karbon	65
Porselen	> 10000

7.7 Elektrik İletkenleri ve İzolasyon Maddeleri

Çeşitli maddeler, elektrik akımını iletme özelliklerinde çok farklılık gösterir. Öz dirençleri düşük olan maddeler, elektriği çok iyi iletir. Bakır ve Alüminyum, elektrik iletken maddeleri olarak kullanılır (Tablo 1). Elektriği çok az hatta hiç iletmeyen maddeler, örn. hava, lastik, gaz, porselen ve plastik gibi, izolatör olarak kullanılır.

7.8 Mıknatıs Etkisi ve Elektromıknatıs

Mıknatıs etkisi adından, demir (çelik, döküm demir), nikel, kobalt gibi maddeler (metaller) ve onların bileşimlerinin kendine çekme ve tutma kabiliyeti anlaşılmalıdır. Bu maddelere "mıknatıslanabilir" maddeler denir.

Her mıknatısın bir kuzey ve bir de güney olmak üzere iki kutbu vardır. Aynı isimli kutuplar birbirini iterler, zıt isimli kutuplar ise birbirini çekerler.

Manyetik alan: Bir mıknatıs, demir (talaş tozu) yakınına getirildiğinde, her bir demir talaşına bir manyetik kuvvet uygulanır (çekme veya itme). Bu kuvvet etkisi ile demir talaşları, bu kuvvetlerin yönünde dizilirler. Bu kuvvet hatlarına, manyetik alan çizgileri adı verilir. Bu çizgiler demir talaşı örneğinde olduğu gibi görünür duruma getirilebilir (Şekil 3).



Şekil 3 : Manyetik alan çizgileri

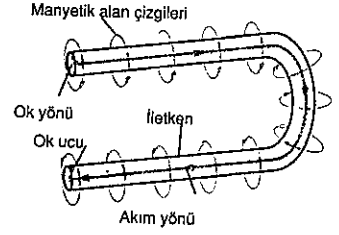
Alan çizgileri, kuzey kutbundan (N), güney kutbuna (S) doğru eğri çizgiler şeklinde uzanır. Bu çizgiler, mıknatıs içinde devam ederek kapalı çizgiler oluşturur. Mıknatıs çevreleyen ve manyetik kuvvetler etkisi altında olan ve manyetik alan çizgileri tarafından geçilen alana, manyetik alan denir. Bunların yönü ise manyetik kuvvet yönünü belirtir. Alan çizgilerinin sıklığı manyetik kuvvetin büyük olduğunu gösterir. Alan çizgileri kendi içlerinde kapalı bir hat oluşturur.

Elektrik akımı tarafından oluşturulan mıknatıs etkisine, **elektro mıknatıs etkisi** denir. Bu, hareketli elektrik yükünün manyetik alan tarafından çevrilmesi esasına dayanır (Sayfa 518).

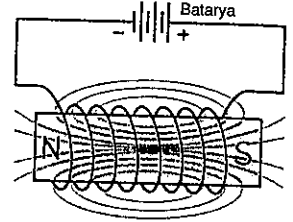
Uygulama: Jeneratörde (524) ve elektromotorlarda (Sayfa 379) uyarı mıknatısı olarak, rölelerde (Sayfa 448) anahtar mıknatısı ve kaldırma mıknatısı olarak kullanılır.

İletken çevresindeki manyetik alan: Elektrik akımı geçen bir iletkenin çevresinde manyetik alan oluşur (Şekil 1). Alan çizgileri, merkezi daireler şeklinde yönlendirilir. Bunların yönü iletken içerisinden geçen elektrik akımının yönüne bağlıdır. Akım yönü değiştirilirse alan çizgilerinin yönü de değişir. Alternatif akım geçen iletken çevresinde manyetik alternatif (değişken) alan meydana gelir.

Akım geçen bobin üzerindeki manyetik alan, bir bobinde sarım sayısına uygun şekilde manyetik alanı çoğaltır (Şekil 2). Bobin içerisine bir yumuşak demir çekirdeğin sokulması ile manyetik alan oldukça kuvvetlendirilir.



Şekil 1 : İçinden akım geçen bir iletken çevresinde oluşan manyetik alan



Şekil 2 : Demir çekirdekli bobinin manyetik alanı

7.9 Yarı İletken Elektronik Devre Elemanları

Yarı iletkenler, özel elektriksel karakteristikler gösterir. Örneğin elektronik kumanda (kontrol) ünitelerinde yarı iletken yapı elemanlarına rastlanır. Diyotlar, transistörler, tristörler ve entegre devreler (IC) yarı iletken yapı elemanlarından bir kaçıdır.

Elektronik yarı iletken yapı elemanları çok temiz ortamlarda imal edilmelidir. Bunlar kristal yapıda bulunan Germanyum ve Silisyumdan imal edilir. Bu maddeler kimyasal olarak 4 değerli olup saf durumda iken çok düşük elektrikletilme özelliğini gösterir. Bunlara, elektriği iyi iletir hale getirmek için imal edilirken az miktarda diğer elementlerden katılır ve kristal yapıları bozulur. Bu ise, kimyasal 3 değerli elementlerle (P katkılı) örneğin İndiyum, 5 değerli elementlere (N katkılı) örneğin Antimuan, uygun oranda katılarak katkılı hale getirilir. Fiziksel iletkenlik mekanizması kristalin, N-katkılı yarı iletkenlerde elektron fazlalığına ve P-katkılı yarı iletkenlerde ise elektron azlığına (boşluk, delikler) dayanmaktadır.

P- katkılı yarı iletkene, N-katkılı yarı iletken ilave edildiği zaman (Sayfa 521, Şekil 1), elektriği ileten bir yapı oluşturulur. Gerilim uygulandığı zaman N-yarı iletkenin fazla elektronları, P-yarı iletkenin boşluklarına doğru itilir (Sayfa 521, Şekil 1 a). Elektronlar boşlukları doldurur ve sağdaki elektrota doğru (+ Kutba) hareket eder. Bu şekilde elektrik akımı meydana gelir. Bu yapıya, geçiş yönüne göre PN-fonksiyonu denir. (-) kutup P-yarı iletkenine ve (+) kutup ise N yarı iletkenine gelecek şekilde geri-

lim bağlantısı değiştirilirse, elektronlar soldaki elektroda doğru akar (Şekil 1 b). Elektron azlığının mevcut olduğu P-yarı iletken bölgesinde, hiçbir elektron geçişi mümkün değildir ve akım meydana gelmez. Buna PN-fonksiyonu engelleniyor denir.

Buna göre bir PN-fonksiyonu bir yönden akım geçişine izin verirken diğer yönden akım geçişini engeller. Yarı iletken devre elemanları "çek valf" etkisi esasına dayanır.

Yarı iletken Diyot

Yarı iletken diyotlar, iki kutuplu (bağlantılı) ve genellikle PN- fonksiyonlu elektronik devre elemanlarıdır (Şekil 2). Diyot, ok yönünde akımı geçirir, ters yönde ise akımı geçirmez.

Diyotlar, alternatif akımları doğrultmak ve elektrik sinyallerini ayırmak (dekublaj) ve birleştirmek (kuplaj) için kullanılır.

Transistörler

Transistör'ler üç yarı iletken katmanından oluşur. Bu katmanların katkı sırası P,N,P (PNP- Transistör) veya N,P,N (NPN-Transistör) şeklinde olur. Her bir katmana bir elektrot bağlıdır (Şekil 3).

Her iki uçta bağlı elektrotlara emitör (E) ve kollektör (C), ortadaki elektrotta ise beyz (B) denir. PNP tipi transistörlere beyz elektrotu ile, emitörden kollektöre doğru akan akım; NPN transistöründe ise kollektörden emitöre doğru akan akım kontrol edilir. Beyz ve emitör arasında kontrol gerilimi uygulanmazsa emitör-kollektör arasında akım geçirilir. Çünkü PN fonksiyonu daima engelleme yönünde çalışır. Beyz akımı ile PN fonksiyonun engelleme etkisi ortadan kaldırılarak kollektör ve emitör arasında akım geçmesi sağlanır.

I_B kontrol akımı, kontrol edilen I_C (ya da $-I_C$) akımından 100 defa daha küçük olduğundan, transistörlerle, küçük elektrik giriş gücü ve büyük elektrik çıkış gücü olan basit yapılı elektronik amplifikatörler (kuvvetlendiriciler) yapılabilir.

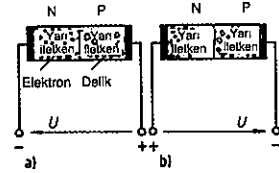
Tristör

Tristör, birçok P- ve N- bölgelerinden oluşan kontrol edilebilir yarı iletken doğrultuculardır (Şekil 4).

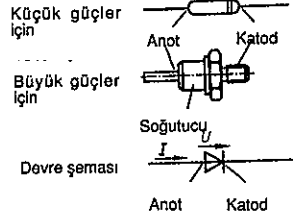
Kontrol edilmediği durumda tristör akımı, her iki yönde de engeller ve kontrol, elektroda uygulanan akım pulsu (kontrol pulsu) ile tristör geçirgen duruma döner. Bunun için anot ve katot arasında pozitif bir gerilim bağlanmış olması şarttır.

Anottan-Katoda doğru akım geçtiği müddetçe tristör, geçirgen durumdadır. Akım değeri (0) olursa tristör engelleme konumuna geçer ve böylece kalır. Bu durum bir sonraki tetikleme akımı uygulanıncaya kadar devam eder.

Tristörler ile örneğin kontrol edilebilir doğru akım kaynakları (cihazları) imal edilebilir.

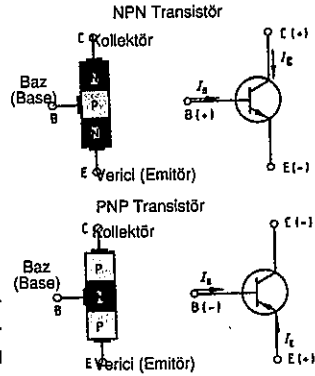


Şekil 1: Bir yarı iletkende PN Bağlantısı

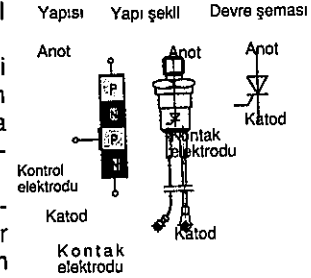


Şekil 2 :Yarı iletken diyotları

Yapısı ve devre şeması



Şekil 3 : Transistörler



Şekil 4 : Tristör

Entegre devreler (IC)

Entegre devre elamanları 1 mm² büyüklüğünde silisyon plakalar üzerinde onlarca PN fonksiyonlarından oluşur. Bu şekilde, birçok diyot, transistör, direnç ve kondansatörler kullanılarak çok küçük hacimde devreler yapılır. IC'ler, tam kuvvetlendirici devreler, sayısal hesaplama elemanları, bellek veya kontrol elemanları içerebilir (Şekil 1).

Entegre devre elemanı



Çok transistörlü devre ve entegre elemanı



Şekil 1 : Entegre devre elemanları yapı tarzları

Tekrarlama Soruları

- 1 Elektrik gerilimi ve akım şiddeti nasıl ölçülür?
- 2 Yarı iletkenler kimyasal olarak nasıl yapılır?
- 3 PN-fonksiyonundan ne anlaşılmaktadır?
- 4 IC'lerin avantajları nelerdir ?

7.10 Elektrik Enerjisi Üretimi

Elektrik enejisi diğer enerjilerin dönüşümünden elde edilir. Elektrokimyasal enejiden termoelektrik, ısı enerjisinden foto elektrik, ışık enerjisinden ve endüktif mekanik enerjiden elde edilir.

Sürtünme ile elektrik gerilimi üretilmesinde plastik maddeler genelde iyi bir izolasyon maddesidir ve diğer maddelerle sürtünme aracılığı ile elektrikle yüklenebilir. İzolasyon nedeni ile bu yük boşalmaz. Örneğin, kuru bir yolda hareket eden otomobilde, iyi izole edilmiş lastiklerde 1000 Volt civarında bir gerilim yüklenebilir. (Statik yüklenme).

Bu tür sürtünme elektriği, çok yüksek gerilimler göstermesine rağmen yük değişimi çok azdır. Bu nedenle, bu tür yolla elde edilen enerjiyi teknik olarak kullanmak mümkün değildir.

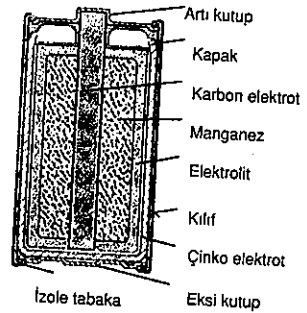
Statik yüklenme, folyoların birbirlerine yapışmasına ve ark (kıvılcım) oluşmasına neden olur. Çözücü madde buharlarının, kömür veya tozlarının patlamaları, bu şekilde ark oluşmasına neden olur.

Kimyasal enerji ile elektrik gerilimi üretilmesi

Bir iletken elektrolit içerisine yerleştirilen 2 değişik metal elektrot veya 1 metal ve kömür elektrot arasında elektrik gerilimi oluşur. Bu düzene galvanizli element denir. Kuru bataryalar, (Piller) genellikle kömür ve çinkodan oluşur (Şekil 2).

Bu şekilde olan bir akım tüketimi esnasında negatif elektrot (katot) parçalanır (bozulur).

Bu yüzden kullanılmış piller cihazların içinden derhal çıkartılmalıdır. Elektrolitin pil dışına sızması dolayısıyla, cihazın bozulmasına sebep olur. Tekrar kullanılmayacak durumda olan piller normal çöp içerisine atılmamalıdır (çevre koruması, geri dönüşüm). Bu tür tükenen bataryalar yerine, tekrar doldurulabilen aküler kullanılır.



Şekil 2 : Kömür, çinko elementi

Isı ile gerilim üretimi

Örneğin, bir demir tel ve konstant telden oluşan termo elementin, her iki telin birleşme noktasında, uçlarına göre daha sıcak veya daha soğuk olması durumunda iki tel arasında elektrik gerilimi (doğru akım) meydana gelir (Şekil 1).

Işık ile Gerilim Üretimi

Üzerine ışık düştüğü müddetçe foto element içinde elektrik gerilimi oluşur. Alp'lerdeki acil kurtarma hizmetlerinde kullanılan telsiz sistemleri, güneş kollektörlerinden elde edilen gerilimle belirlenir (Şekil 2).

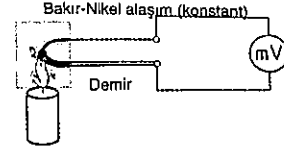
İndüksiyon ile Gerilim Üretimi

Bobin içerisinde bir mıknatıs içeri doğru hareket ettirilirse, bobin uçlarına bağlanmış ampermetrenin ibresi hareket eder (Şekil 3). Mıknatıs tekrar dışarı çekilirse, ibrenin bu sefer ters yönde hareket ettiği görülür. Mıknatıs hareketi bu bobin içerisinde, akım etkisiyle bir gerilim meydana getirir. Gerilimin yönü mıknatısın hareket yönü ile değişir (Alternatif gerilim). Aynı etki, mıknatısın sabit tutulup bobinin hareket ettirilmesi ile de sağlanır.

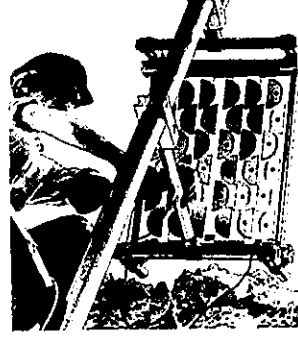
Endüktif etki ile oluşan değişken gerilimin tekniğe kullanılması, bobinin ileri geri olarak değil, bilakis onun nal şeklinde olan bir mıknatısın kutupları arasında döndürülmesi ile (Şekil 4) gerçekleştirilir. Bunun için demir çekirdek üzerine bobin sarılır. Rotor adı verilen bu bobin döndürülür. Mıknatısın kuzey kutbundan güney kutbuna doğru yönlendirilmiş manyetik alan, bobine dönüşümlü olarak A'dan B'ye ve tersi yönünde etki eder.

Manyetik alan, bobin içerisinde yönünü periyodik olarak değiştirir ve bobin içerisinde alternatif akım meydana getirir. Bisiklet dinamosu, şarj dinamosu ve santrallardaki jeneratörler bu prensiple çalışır.

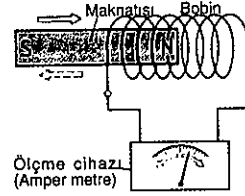
Akım çekmek için bobin telinin her iki ucu, mil üzerine yerleştirilmiş ve birbirinden tamamen yalıtılmış iki papuca bağlanır. Bu papuçlar üzerinde temas eden kontaktörler, dönen bobin ile (rotor), iletkenler arasındaki bağlantıyı sağlar. Jeneratörden alternatif akım yerine doğru akım alınmak istenirse, kontak bileziği (halkası) yerine akım doğrultucu kullanılır. Akım doğrultucu, alternatif akımı puls biçiminde doğru akıma dönüştürür.



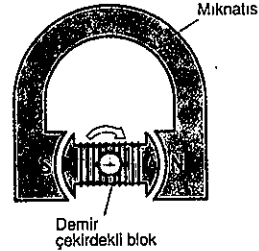
Şekil 1 : Termo element



Şekil 2 : Güneş kollektörleri



Şekil 3 : İndüksiyon gerilim



Şekil 4 : Jeneratör prensibi

Büyük jeneratörlerde nal şeklindeki mıknatıslar kullanılmaz. Rotor içerisinde manyetik alan, özel doğru akım makinası tarafından üretilir. Sargılar statorda bulunmaktadır (Şekil 1).

Transformatör

Yüksek elektrik gücü iletimi (Örneğin 500 MW), 220 V tüketim geriliminde çok yüksek akım şiddetleri meydana getirir. Örneğin:

$I = P/U$, 500 MW/220 V \approx 2.3 MA. Bunun için birkaç m^2 'lik tel kesimine ihtiyaç vardır. Bu nedenle elektrik gücü çok yüksek gerilim ve düşük akım şiddeti ile nakledilir. Bu yüksek gerilimler transformatörler kullanılarak üretilir. Transformatör, bir demir çekirdek ve 2 adet farklı sarım sayısına sahip bobinlerden oluşur (Şekil 2). Primer bobine (U_1) alternatif gerilimi uygulanmış olsun. Demir çekirdek içerisinde manyetik kuvvet etkisi ile sekonder tarafına U_2 alternatif gerilimi endükleir. Bu gerilim değerleri bobinlerin sarım sayısına, N_1 ve N_2 'ye bağlıdır. Transformatörde, gerilim oranı sarım sayısı oranına ve akım şiddetleri ise sarım sayıları oranının tersine eşittir.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1}$$

Transformatörler ile jeneratör gerilimi 380 kV'a kadar yükseltilir ve tüketime sunulur. Tüketici tarafından bu yüksek gerilim tekrar transformatörlerle, örneğin 220 V veya 380 V'a düşürülür.

Tekrarlama Soruları

- 1 Elektrik gerilimi hangi usüllerle elde edilebilir?
- 2 Trafolar hangi amaçla kullanılır?
- 3 Trafolardaki, gerilim, akım ve sarım sayıları arasındaki bağıntılar nedir?

7.11 Elektrik Tesislerinde Kaçaklar ve Koruyucu Tedbirler

Elektrik kazaları cihazlarda ve tesislerdeki, teknik yetersizlikler ve herşeyden önce dikkatsizlikten dolayı meydana gelmektedir.

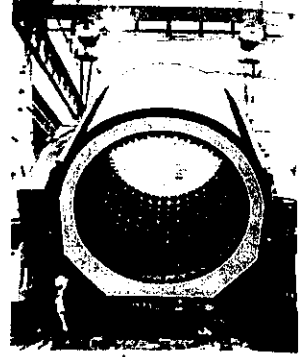
7.11.1 Elektrik Akımının İnsan Vücuduna Etkileri

İnsan vücudundan elektrik geçerse, Örn. faz hattına dokunulması veya temas ile dışardan gelen akım vücut içerisindeki akımdan büyük ise öncelikle solunum ve kas yapısı felç olur. Bunun neticesinde hattan kurtulamama, kırampırlar, denge bozuklukları, kalp ve solunum durması gibi problemler doğar.

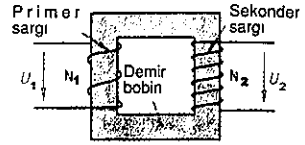
• 50 mA üzerindeki akımlar ve 50 V üzerindeki gerilimler hayati tehlike oluşturur. İlk yardım tedbirleri;

İlk yardımda hemen yapılması gerekenler:

• Akım devresini kesiniz veya yaralının temas noktasından uzaklaştırılmasını sağlayınız.



Şekil 1 : Jeneratör Stator



Şekil 2 : Transformator

- Yaralıyı yan yatırıp nefes yolunu serbest tutunuz.
- Kalp masajı ve nefes alamama durumunda suni tenefüs yapınız.
- Hızlı bir şekilde tıbbi yardım sağlayınız.

Gerilim taşıyan parçaların yanında kesinlikle çalışılmamalıdır. Parçaların gerilimi bir şekilde kesilemiyorsa, çalışmalar elektrik uzmanı tarafından sürdürülmelidir.

7.11.2 İzolasyon Hataları

Elektrik tesislerinde, kısa devre, topraklama hatası, elektrik kaçağı ve vücut kısa devresi oluşabilir (Şekil 1).

Kısa Devre, gerilim bulunan iki iletkenin arasında izolasyon hatası nedeni ile temas olması veya iki telin birbirine değmesi sonucunda meydana gelir. Sigorta atarak bu durumda ortaya çıkan yüksek akımı keser.

Topraklama, iletken bir kablonun doğrudan toprakla ya da toprağa temaslı bir parçayla bağlanmasıyla oluşur. Burada da topraklama sigortası atar.

Köprülenme, anahtarın hatalı bağlanması sonucu cihazın kapatılmaması durumunda ortaya çıkar.

Elektrik kaçağı, izolasyon hatasından dolayı gerilimin, normalde çalışma durumunda gerilim altında olmayan parçalara ulaşması demektir. Örn. makinanın gövdesinden bu durumda öncelikle akım geçmez ve sigorta atmaz. Bu şekilde oluşan bir cihaz hatası, iyi izole edilmiş zemin nedeni ile uzun süre fark edilmez.

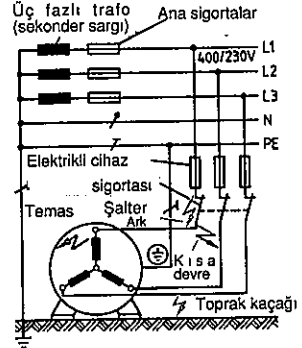
Elektrik kaçağı bulunan cihaza dokunurken insan vücudundan toprağa doğru akım geçer (Şekil 2). Bu kaçak akım şiddeti, insan vücudunun direncine ve topraklama bağlantısının iletme kalitesine bağlıdır. Elektrik kaçağı temas eden iyi bir topraklama bağlantısına geçer ve (su, gaz veya kalorifer borusuna) bu durumda onun üzerinde tehlikeli, kuvvetli bir akım oluşturur (Şekil 3).

7.11.3 Koruyucu Tedbirler

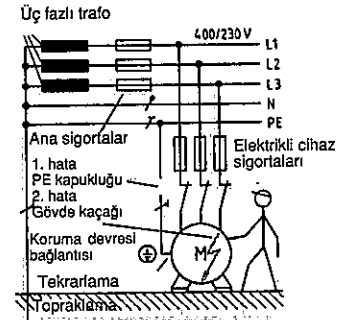
Küçük gerilim: İnsanların iletkenlere temas edeceği yerlerde, güvenlik açısından yalnızca düşük gerilimler kullanılmalıdır. Örneğin, kazan ve küçük yerlerde kullanılan elektro kaynak makinası en fazla 50 V ile çalışmalıdır. Çocuk oyuncaklarında gerilim en fazla 25 V olmalıdır.

Çalışma gerilimleri: Alternatif gerilimlerde 50 V ve doğru gerilimlerde 120 V olan tesislerde, yüksek temas gerilimlerine karşı koruyucu tedbirler almak zorunludur.

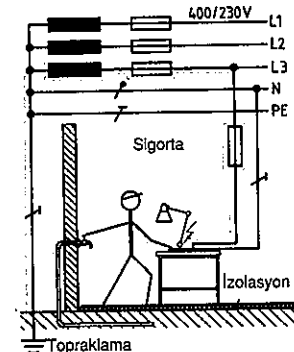
Koruyucu izolasyon: Hata durumunda gerilim altında kalacak metal parçalar izole edilmelidir. Bu koruyucu tedbirler, Örn. Şebeke tarafından beslenen traş makineleri ve matkap makinelerinde kullanılır.



Şekil 1 :Kısa devre topraklama hat bağlantısı vücut teması



Şekil 2 : Temas gerilimi



Şekil 3 : Kaçak akım devresi

nılır. Koruyucu izolasyon olan matkap makinelerinde, Örn. mandren plastik dişli çark düzeni ile motordan elektrikselsel olarak ayrılmıştır. Gövde ve anahtar da izole edilmiş olmalıdır.

TN şebekesinde koruyucu tedbirler: TN şebekesinde alınan koruyucu tedbirlerde, gerilim üreticinin ortak hattı, doğrudan toprağa verilmiştir (T, Fransızca = terre = Toprak) iş makinasının gövdesi, koruyucu hattın PE (yeşil sarı renk) ortak hattına bağlanır (Şekil 1). Kesiti 6 mm²'den büyük hatların bağlantıları PEN hattı üzerinden beraber yapılabilir (PE ve N iletkeni birlikte).

Koruyucu tedbirlerin görevi, kaçak akımdan kısa devre oluşturarak fazla akım koruma sigortasının atmasını sağlamaktır.

Hareketli cihazların bağlantıları, korumalı fiş ve priz bağlantıları ile yapılır (Şekil 2). Bağlantı kablosu üç damarlı olmalıdır.

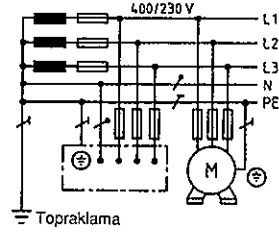
Koruma Trafosu: Koruma trafosu ile topraksız bir gerilim elde edilir (Şekil 3). Trafoya, anma akımı 16 A'ı geçmeyen bir cihaz bağlanmalıdır. Bu devrenin toprak bağlantısı olmadığına dikkat edilmelidir. Cihaz içinde, elektrik kaçağı olması durumunda, bu insanlar için bir tehlike doğurmaz. Çünkü, insan vücudundan bir akım geçmez. Ancak, ikinci bir hata tehlikeye yol açar.

Koruyucu trafolar, beton karıştırıcılar, ıslak taşlama makinesi ve banyolarda traş makineleri prizlerinde kullanılır.

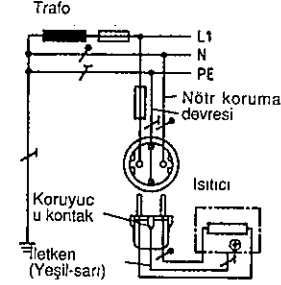
Koruma trafoları: Örneğin, beton karıcılarda, banyolarda, traş ve saç kurutma makinelerinin prizlerinde veya direk bağlantılarında kullanılır.

Koruma anahtarı: Koruma anahtarı iyi bir emniyet sağlar. Bir çok elektrik enerjisi üreten ve dağıtan şirketlerin ön gördüğü, kaçak akım koruma anahtarları ile, akım devresi ve cihazlar denetlenerek herhangi bir hata durumunda, devre dışı bırakılır veya devre kesilir (Şekil 4).

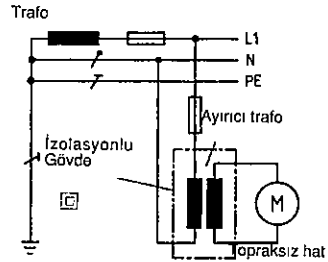
Bir elektrik devresinde, gelen besleme hattı ile (faz) dönüş hattın da (nötr) bulunan akım aynıdır. Elektrik kaçağı durumunda bu akımın bir kısmı toprak hattı üzerinden toprağa akar. Koruma anahtarı bu durumda, 0,2 saniye süre içinde devreyi keser. Test tuşu'na (T) basılarak bu işlem denenebilir. T tuşuna basıldığında anahtarın devreyi kesmesi gerekir.



Şekil 1 : TN-Şebeke koruması

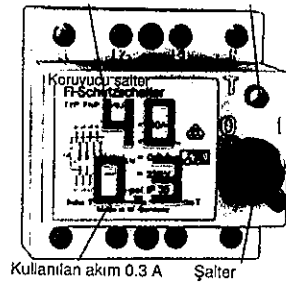


Şekil 2 : Korumalı bağlantı



Şekil 3 : Koruyucu trafo

İşletme Akımı 40 A Kontrol butonu









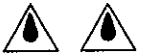

Şekil 4 : Koruma anahtarı

7.11.4 Elektrikli İş Vasıtalarında Koruma Çeşitleri

Kullanım çeşidine ve kullanım yerine göre, elektrikle çalışan cihazlar ve tesisler tesadüfî temaslara, yabancı maddelere ve suya karşı korunmalıdır. Koruma çeşitleri kısa işaretler ile gösterilir. Bu işaretler IP-harflerinden (IP= International Protection=Ulusallararası Koruma) ve iki basamaklı sayılı, koruma kademesinden oluşur (Tablo 1). Bir cihazın, bir parçasının koruma kodu bir başka parçasınınkinden farklı ise, her birini ayrı ayrı göstermek gerekir. Örn. Motor IP 21, klemens kutusu IP 54.

1. Rakam	Temas ve yabancı maddelere karşı koruma	2. Rakam	Sudan koruma
0	Özel bir koruma yok	0	Özel bir koruma yok
1	Sert cisimlerin girmesine karşı (Ø > 50 mm)	1	Dikey olarak damlayan suya karşı
2	Sert cisimlerin girmesine karşı (Ø > 12 mm)	2	Dikey olarak damlayan suya karşı; işletme aracı %15 yatık durumda
3	Sert cisimlerin girmesine karşı (Ø > 2,5 mm)	3	60° düşeye kadar su püskürtmesine karşı
4	Sert cisimlerin girmesine karşı (Ø > 1 mm)	4	Her yönden gelen su sıçramalarına karşı
5	Toza karşı koruma; tam temasa karşı	5	Her yönden gelen su çağlayanına karşı
6	Toz sızdırmaz; tam temasa karşı	6	Su çağlaması, derin göllere karşı
		7	Basınç ve zaman koşulları altında dalmalara karşı
		8	Ait dalmalara karşı




Aydınlatma, ısıtıcılar, elektromotorlu hareket düzenleri, elektrikli iş makinaları ve elektrikli tip cihazların IP-koruma sınıflandırmaları, aynı şekilde sembollerle ifade edilebilir (Tablo 2).

Semboller	Koruma	IP Koruma	Semboller	Koruma türleri	IP- Koruma türü
	Su damlasına karşı	IP 31		Su sızdırmaz	IP 67
	Yağmura karşı	IP 33		Basınçlı su sızdırmaz	IP 68
	Püskürtme suya karşı	IP 54		Toz korumalı	IP 5X (X = İşaretleme rakamı eksik)
	Su fışkırtmasına karşı	IP 55		Toz sızdırmaz	IP 6X

7.11.5 Elektrikli Cihazların Koruma Sınıfları

Elektrikli cihazlarda, ayrıca koruma sınıflandırmaları yapılır (Tablo 3). Koruma sınıfları, doğrudan veya dolaylı temaslara karşı alınacak önlemleri gösterir. Koruma sınıfları I, II ve III olacak şekilde üçe ayrılır.

I. Sınıf koruma, örn. tüm metal muhafazalı cihazları kapsar: Bu cihazlar, koruma hattına bağlanmak için, bağlantı klemensine sahiptir ve uygun sembole gösterilmiştir.

Koruma sınıfı	I	II	III
Sembol			
Koruyucu tedbir	Topraklama hattı	Koruma izolasyonu	Koruyucu küçük gerilim
Uygulama	Elektromotorlar	Aydınlatma, ev aletleri	50 V 'a.kadar küçük cihazlar

7.11.6 Elektrikli Cihazların Kullanma Talimatları

Ölümle sonuçlanan bir çok elektrik kazalarına, hatalı giriş bağlantıları ve tesisatlar neden olmaktadır. Bu yüzden, aşağıdaki talimatlara uyulması gerekmektedir.

- Hasarlı hat ve priz bağlantıları ve cihazlar hemen devre dışı bırakılmalıdır.
- Elektrikli cihazların ve tesislerin kurulması, değiştirilmesi ve tamiri tecrübeli elektrikçiler tarafından yapılmalıdır.
- Bir oda içerisinde korumasız prizler bulunmamalıdır.
- İkili ve üçlü prizler yasaktır.
- Hatlara ek ve uzatma yapılmamalıdır. Örn. katlamak veya izole bant sarmak.
- Akım geçiren çıplak veya kılıflı hatlara dokunulmamalıdır. Örn. açık hatlara, pense, demir çubuk veya herhangi bir aletle temas edilmeye kalkışılmamalıdır.

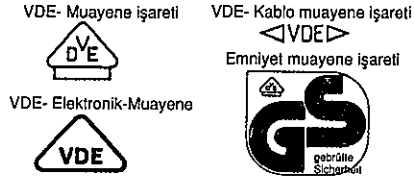
Elektrikli cihazlar, prizli bağlantılar ve hatlar VDE- Talimatlarına (VDE= Verband Deutscher Elektro techniker = Alman Elektronikçiler Birliği) uygun olması ve VDE- Muayene sembollerini taşımalıdır (Şekil 1).

Prizli bağlantılar; Üç fazlı düz prizler, 1981 yılından itibaren, CEE- normlarına uyan (CEE- Internationale Commission für Regeln zur Begutachtung Elektrotechnischer Erzeugnisse = Elektronik Ürünlerin Bilirkişiliği için Uluslararası Komisyon) dört köşeli prizlerle değiştirilecektir. Bunun sağladığı önemli faydalar:

- Yüksek değerli akımların kullanılması, püskürtme suya karşı koruma veya yağ sızdırmazlığı sağlaması
- En azından, elektrik fişlerinin, daha büyük akım bulunan prizlere sokulmasını önleme gibi bir ihtiyacı karşılar.

Koruma kontak yuvasının priz yapısındaki kanallı yerleşim sayesinde priz konumunun karıştırılma ihtimali ortadan kaldırılır. Şayet kanal aşağı yöne bakıyorsa koruma kontak yuvası konumu saat yönü ile tesbit edilir. 380 Voltluk bir beş kutuplu trifaz prizi saatin 6'yı gösterdiği konumdadır (Tablo 1).

Ayrıca, PE koruma kontak yuvasının çapı, L1,L2,L3 kutuplarının veya N, nötr hattınıninkinden daha büyüktür.



Şekil 1 : VDE- Muayene işaretleri

Tablo 1 :CEE-Normuna göre prizli bağlantılar

Kutup sayısı	Akım tiplerine göre kadran üzerinde koruma bağlantısı				
	110...130 V 50-60 Hz	220...250 V 50-60 Hz	380...415 V 50-60 Hz	...380 V 50-60 Hz Koruma trafosu	50...250 V Doğru akım
3					
4					—
5				—	—
Renk	Sarı	Mavi	Kırmızı	Gri	Mavi

Tekrarlama Soruları

- 1 Elektrik akımı kazaları nasıl oluşur?
- 2 Elektrik akımının, insan vücudu üzerindeki etkisi nelerdir?
- 3 Kısa devre, toprak kaçağı, elektrik kaçağı ve köprülenme nasıl oluşur?
- 4 Hangi tesislerde, yüksek gerilim temaslarına karşı, koruyucu önlemler alınmalıdır?
- 5 TN şebekesi koruyucu önlemlerden neler anlaşılmalıdır?
- 6 Niçin, aynı anda hem elektrikli cihaza ve iyi iletken bir toprak hattına dokunulmamalıdır?
- 7 Neden hatlara yama yapılmamalıdır?
- 8 Elektrikli cihaz, koruma sınıfı I nereden anlaşılır?
- 9 Prizlerdeki karıştırmama nasıl temin edilebilir?

Terimler ve Deyimler Sözlüğü

A

Abscheren,
Beanspruchung: Kesme gerilmesi
Absoluter Druck: Mutlak basınç
Achsabstand: Eksen mesafesi
Arbeit elektrische: Elektrik işi
Arbeit mechanisch: Mekanik iş
Auflagerkräfte: Mesnet (tepkî) kuvvetleri
Auftrieb: Kaldırma
Ausgleichsteilen: Yedirmeli bölme

B

Bewegung: Hareket
-,beschleunigte: Hareket ivmesi
-,gleichförmige: Düzgün Hareket
Boyle-Mariotte,
Gesetz von-: Boyle-Mariotte Kanunu

C

Cosinus: Kosinüs
Cotangens: Kotanjant

D

Differentialteilen: Yedirmeli bölme
Direktes Teilen: Direkt (doğrudan) bölme
Dreiecke: Üçgen
Drehmoment: Dönme momenti
Drehstrom: Dönme akımı
Druck: Basınç
-beanspruchung: Basınç etkisi
Durchfluß-geschwindigkeit: Akım hızı (debi)

E

Elektrotechnik: Elektroteknik
Ellipse: Elips
Energie: Enerji

F

Federkraft: Yay kuvveti Festigkeitsberechnungen: Mukavemet hesapları
Flächenberechnung: Yüzey (Alan) hesapları
-bezogene Masse: Yüzeyle ilgili ağırlık
-pressung: Yüzey preslemesi
Flaschenzug: Palanga
Fliehkraft: Merkez kaç kuvvet (savurma kuvveti)

G

Gase,Zustandsänderung: Gazlarda hal değişimi
Gasgleichung,allgemeine: Genel gaz eşitlikleri

Gas Geschwindigkeit: Gaz hızları
Gestreckte Längen: Uzatılmış uzunluklar
Gewichtskraft: Ağırlık kuvveti

H

Hauptnutzungszeit: Esas işleme zamanı
-beim Bohren: Matkapla delmede esas işleme zamanı
-beim Drehen: Tornalamada esas işleme zamanı
-beim Fräsen: Frezelemede esas işleme zamanı
Hebel: Kol,manivela
Heizwert: Isı değeri
Hohlzylinder: içi boş silindir
Hydraulik,Berechnungen: Hidrolik hesaplamaları
Hydrostatischer Druck: Hidrostatik basınç

I

Indirektes Teilen: Endirekt (dolaylı) bölme

K

Kegel: Konik
-drehen: Konik tornalama
-stumpf: Kesik koni
Keil: Kama
Kinetische Energie: Kinetik enerji
Kolbengeschwindigkeiten: Piston hızları
-krafte: Piston hız kuvvetleri
Krafte: Kuvvetler
-beim Beschleunigen: Hızlanma (ivme) esnasındaki kuvvetler
Kreis: Daire (çember)
-abshnitt: Daire parçası
ausschnitt: Daire dilimi
bewegung: Dairesel hareket
-ring: Daire halkası
-ringausschnitt: Daire halkası parçası
Kugel: Küre
-abschnitt Küre parçası bölümü
-ausschnitt: Küre dilimi
Kurbeltrieb: Krank tahriki

L

Längen, gestreckte: Çekilmiş uzunluklar(doğrular)
-,Teilung von-: Doğruların bölünmesi
-,zusammengesetzte: Uzunluk bileşimi
Längenänderung: Uzunluk değişimi

Längenbezogene Masse: Uzunlukla ilgili ağırlık

Leistung,elektrische: Elektrik gücü

-,mechanische: Mekanik güç

-von Pumpen: Pompaların gücü

-,Zerspanungs-: Talaş kaldırma gücü

Leiterwiderstand: iletken direnci

Luftdruck: Hava basıncı

-verbrauch pneumatischer

Zylinder: Pnömatik silindirlerde havakullanımı

M

Massenberechnung: Kütle hesapları

Mechanische Arbeit: Mekanik iş

-Leistung: Mekanik güç

Mittlere Geschwindigkeit

bei Kurbeltrieben: Krank tahririnde ortalama hız

O

Ohmsches Gesetz: Ohm kanunu

P

Parallelogramm: Paralelogram (Paralelkenar)

-schaltung: Paralel bağlama

Pneumatik: Pnömatik

Potentielle Energie:Potansiyel enerji

Prozentrechnung: Yüzde hesabı

Pumpen,Leistung: Pompa gücü

Pyramide: Piramit

-nstumpf: Kesik piramit

Pythagoras: Pisagor

Q

Quadrat: Kare

R

Räderwinde: Çıkrık

Randabstand: Kenar mesafesi

Raute: Eşkenar dörtgen

Rechteck: Dikdörtgen

Reilbung: Sürtünme

Reihenschaltung: Seri bağlama

Resultierende: Bileşik

Rhombus: Eşkenar dörtgen biçiminde

Rhomboid: Paralelkenar

Riementrieb: Kayış tahriri

Rohlängen: Ham uzunluklar

Rolle: Makara

S

Schiefe Ebene: Eğik düzlem

Schmelzwärme: Ergime sıcaklığı

Schneckenrieb: Sonsuz dişli tahriri

Scheidkraft: Kesme kuvveti

Schnittgeschwindigkeit: Kesme hızı -

kraft: Kesme kuvveti

-leistung: Kesme gücü

Schraube: Vida

Schwindung: Çekme (büzülme)

Sinus: Sinüs

Spannung,elektrische: Elektrik gerilimi

Spezifisch Schnittkraft: Spesifik (Izgül) kesme kuvveti

T

Tangens: Tanjant

Teilen mit dem Teilkopf: Divizör ile bölme

Teilung von Strecken: Doğruların bölünmesi

Temperatur: Sıcaklık

Transformator: Transformator

Trapez: Trapez

U

Überdruck: Üst basınç

Übersetzung: Aktarma oranı

Umfangs-geschwindigkeit: Çevresel hız

V

Verbrennungswärme: Yanma sıcaklığı

Verdampfungswärme: Buharlaştırma sıcaklığı

Vielecke: Çokgen

Vierkantprisma: Dikdörtgen prizma

Volumenberechnung: Hacim hesabı

-änderung: Hacim değişmesi

Vorschub-geschwindigkeit: İlerleme hızı

W

Wärmemenge: Isı miktarı

Wechselstrom: Değişken akım

Wendelnutenfräsen: Helisel kama yatağı frezeleme

Widerstände, Schaltung: Devre dirençleri

Winde: Çıkrık

Winkelfunktionen: Açı fonksiyonları

Wirkungsgrad: Verim

Würfel: Küp

Z

Zahnradberechnung: Dişli çark hesabı

-trieb: Dişli çark tahriri

Zerspanen, Kräfte

und Leistungen: Talaş kaldırma kuvveti ve güçleri

Zinsberechnung: Faiz hesabı

Zugbeanspruchung: Çekme gerilmesi

Zusammengesetzte

Längen: Birleştirilmiş uzunluklar

Zustandsänderung

bei Gasen: Gazların hal değişimi

Zylinder: Silindir

İNDEKS

A

Akım hızı (debi)	32
Ağırlık kuvveti	13
Aktarma oranı	25
Açı fonksiyonları	2,6

B

Boyle-Mariotte Kanunu	19
Basınç	31
Basınç Etkisi	23
Bileşik	13
Birleştirilmiş uzunluklar	7
Buharlaştırma sıcaklığı	20

C,Ç

Çekilmiş uzunluklar(doğrular)	7
Çıkık	17
Çekme (büzülme)	20
Çevresel hız	15
Çokgen	9
Çıkık	16,17
Çekme gerilmesi	23

D

Düzgün Hareket	14
Direkt (doğrudan) bölme	30
Dönme momenti	16
Dönme akımı	22
Daire (çember)	9
Daire parçası	9
Daire dilimi	9
Dairesel hareket	14
Daire halkası	10
Daire halkası parçası	10
Doğruların bölünmesi	7
Dikdörtgen	8
Divizör ile bölme	30
Doğruların bölünmesi	7
Dikdörtgen prizma	10
Değişken akım	22
Devre dirençleri	21
Dışlı çark hesabı	24
Dışlı çark tahriki	16,25
Elektrik gerilimi	21

E

Eğik düzlem	17
Eksen mesafesi	24
Elektrik gücü	22
Elektrik işi	22
Elektroteknik	21
Elips	10
Enerji	18
Endirekt (dolaylı) bölme	30
Ergime sıcaklığı	20
Esas işleme zamanı	27
Eşkenar dörtgen	8
Eşkenar dörtgen biçiminde	8

F

Frezelemede esas işleme zamanı	28
Faiz hesabı	6

G

Gazlarda hal değişimi	19
Genel gaz eşitlikleri	19
Gaz hızları	14
Gazların hal değişimi	19

H

Hareket	14
Hareket ivmesi	14
Hidrolik hesaplamaları	32
Hidrostatik basınç	31
Hızlanma (ivme) esnasındaki kuvvetler	13
Hava basıncı	31
Ham uzunluklar	7
Hacim hesabı	10
Hacim değişmesi	19
Helisel kama yatağı frezeleme	30

I,İ

Isı değeri	20
Isı miktarı	20
İlerleme hızı	15
İçi boş silindir	11
İletken direnci	21

K

Kesme gerilmesi	23
Kaldırma	31
Kosinüs	2,6
Kotanjant	4,6
Kol,manivela	16
Konik	11
Konik tornalama	26
Kesik koni	11
Kama	17
Kinetik enerji	18
Kuvvetler	13
Küre	11
Küre parçası bölümü	11
Küre dilimi	11
Krank tahriki	15
Kütle hesapları	12
Krank tahrikinde ortalama hız	15
Kesik piramit	6
Kare	8
Kenar mesafesi	7
Kayış tahriki	25
Kesme kuvveti	23
Kesme hızı	15
Kesme kuvveti	29
Kesme gücü	29
Küp	10

M	
Mutlak basınç	31
Mekanik iş	18
Mesnet (tepki) kuvvetleri	16
Mukavemet hesaplar	23
Merkez kaç kuvvet (savurma kuvveti)	14
Matkapla delmede esas işleme zamanı	27
Mekanik güç	18
Mekanik iş	18
Mekanik güç	18
Makara	16
O	
Ohm kanunu	21
P	
Palanga	16,17
Piston hızları	32
Piston hız kuvvetleri	32
Pompaların gücü	32
Pnömatik silindirlerde hava kullanımı	31
Parelelogram (Parelelkenar)	8
Paralel bağlama	21
Pnömatik	31
Potansiyel enerji	18
Pompa gücü	32
Piramit	11
Pisagor	6
Paralelkenar	8
S	
Sürtünme	18
Seri bağlama	21
Sonsuz dişli tahriki	25

Sinüs	2,6
Sıcaklık	19
Silindir	10
Spesifik (İzgül) kesme kuvveti	29

T	
Talaş kaldırma kuvveti ve güçleri	29
Transformatör	21
Trapez	8
Tanjant	4,6
Talaş kaldırma gücü	29
Tornalamada esas işleme zamanı	27

U,Ü	
Uzatılmış uzunluklar	7
Uzunluk bileşimi	7
Uzunluk değişimi	19
Uzunlukla ilgili ağırlık	12
Üçgen	6,9
Üst basınç	31

V	
Verim	18
Vida	17

Y	
Yedirmeli bölme	30
Yay kuvveti	13
Yüzey (Alan) hesapları	8
Yüzeyle ilgili ağırlık	12
Yüzey preslemesi	24
Yüzde hesabı	6
Yanma sıcaklığı	20

KAYNAKÇA

1. Tabellenbuch Metall, Ulrich Fischer, VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL Nourney, Vollmer GmbH & Co. 1992.

Kتابın tercümesidir.

ÖĞRETMEN MARŞI

**Alnımızda bilgilerden bir çelenk
Nura doğru can atan Türk genciyiz.
Yer yüzünde yoktur, olmaz Türk'e denk;
Korku bilmez soyumuz.**

**Şanlı yurdum, her bucağın şanlı dolsun;
Yurdum, seni yüceltmeye andlar olsun.**

**Candan açtık cehle karşı bir savaş,
Ey bu yolda and içen genç arkadaş!
Öğren, öğret halka hakkı, gürle coş;**

**Şanlı yurdum, her bucağın şanlı dolsun;
Yurdum, seni yüceltmeye andlar olsun.**

İsmail Hikmet ERTAYLAN

Satış Fiyatı..... 540000 - TL+KDV

TOPTAN SATIŞ

İstanbul Devlet Kitapları Müdürlüğü, Adana, Ankara, Burdur, Elazığ
Erzurum, İzmir, Samsun, Sivas, Trabzon, Van ve Zonguldak
Bölge Şeflikleri

PERAKENDE SATIŞ

Millî Eğitim Yayınevleri ve Bakanlık Yayınları Satıcısı Kitapçılar.

ISBN 975-11-1008-4