

NÜMERİK KONTROLLU TAKIM TEZGAHLARI VE ELEKTROEROZYON

HAZIRLAYANLAR

İlyas ERDOĞAN

Zeynel KARAGÖZ

ANKARA

Yüksek Teknik Öğretmen Okulu

1982

Ferit Baltacı
20-1-1984

NÜMERİK KONTROLLÜ TAKİM TEZGAHLARI VE
ELEKTROEROZYON

Hazırlayanlar

İLYAS ERDOĞAN

-

ZEYNEL KARAGÖZ

ANKARA

Yüksek Teknik Öğretmen Okulu

1982

İÇİNDEKİLERSAYFA NO:

Önsöz.....	ii
İçindekiler.....	iii
<u>BÖLÜM: 1</u>	
NÜMERİK KONTROLA GİRİŞ	
1.1. Nümerik Kontrol Nedir?.....	1-3
1.2. Nümerik Kontrolün Tarihçesi.....	3-4
1.3. Abaktan Bilgisayara.....	4-10
1.4. Nümerik Kontrollü Takım Tezgahı Kullanılmasını Gerektiren Sebepler.....	10
1.5. Nümerik Kontrolün Avantaj ve Dezavantajları.....	11-12
<u>BÖLÜM: 2</u>	
TEMEL NÜMERİK KONTROL SİSTEMİ	
2.1. Nümerik Kontrol Temel Proses Akışı....	13
2.2. Karteziyen Koordinat Sistemi.....	13-15
2.3. Takım Tezgahlarında Eksen Tayini.....	16-21
2.4. Ölçülendirme Sistemleri.....	21-22
2.5. Ölçülerdirme Dikkat Edilecek Hususlar.....	22-24
2.6. Makina Kontrol Üniteleri.....	24-29
2.7. Parça Teknik Resimleri.....	29-31
2.8. Dizayn safhasında Proses İşbirliği....	31-32
2.9. Takım Aparat Dizayn Kılavuzu.....	33-34
2.10. Parça Programlama Formu.....	34
2.11. APT Sistemi.....	34-38
2.12. Parça Programlaması.....	39-45
2.13. Sayı Sistemleri.....	45
2.14. Nümerik Kontrollü İş Makinalarında Kumanda Sistemleri.....	45-49
2.15. Delgi Bantlarında Kullanılan Kodlama Usulleri.....	49-51
2.16. Servo Mekanizması.....	51
2.17. Nümerik Kontrollü Makina Kontrol Sistemi Çalışma Prensipleri.....	51-55
2.18. Geri İletim Sistemleri.....	55-59
2.19. Makina Kontrol Tipleri.....	59-60
2.20. Bant Kodları.....	60-62
2.21. Bir Tezgahın Makin. Çalıştırılması.....	63

BÖLÜM: 1**KIVILCIMLA AŞINDIRMA**

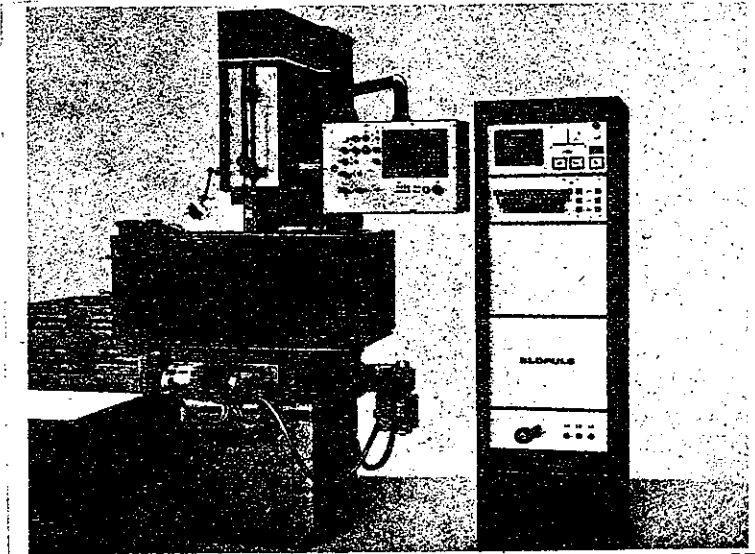
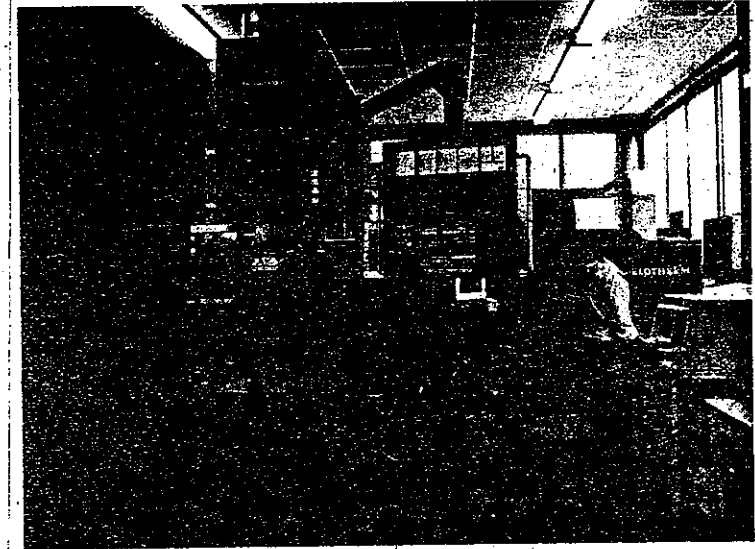
- 1.1. Kıvılcımla talas kaldırma işleminin doğru kullanımı 64 - 65
- 1.2. Kıvılcım metodunun kategorileri..... 65 - 67
- 1.3. Kıvılcım yönteminin fiziksel prensibi..... 67 - 69
- 1.4. Erozyon Termonolojisi..... 69 - 74
- 1.5. Elektrik parametresinin düzenlenmesi ve etkileri..... 74 - 75
- 1.6. Pulse tipi jeneratörler..... 75 - 76
- 1.7. Çift devreli elektrik parametreleri..... 76 - 80

BÖLÜM: 2**KIVILCIMLA İŞLEMEDE YÜZEYLERİN YAPIM VE****ÖZELLİKLERİ..... 81 - 83****BÖLÜM: 3****AKIŞKAN 83 - 84**

- 3.1. Enjeksiyonlu akışkan 84 - 85
- 3.2. Aspirasyon akışkan 85 - 86
- 3.3. Yandan süpürmeli akışkan 86 - 88
- 3.4. Özdeş elektrotlarda akışkan kullanımı..... 88
- 3.5. Akışkan kullanım teknolojisi 88 - 94

BÖLÜM: 4**ELEKTROT MALZEMELERİ**

- 4.1. Metal elektrotlar 95
- 4.2. Elektrotların biçimlendirilmeleri 95 - 96
- 4.3. Elektrot imalat metodları 96
- 4.4. Elektrotların dövmeyle şekillendirilmesi.. 96
- 4.5. Elektrotların maden parlaklığında imali .. 96
- 4.6. Balvanoplastik elektrotların imalatı..... 96 - 99
- 4.7. Asitlerin elektrotları kısaltma etkileri.. 99 - 101
- 4.8. Elektrotların imal ve işleme metodları.... 101 - 107
- 4.9. Erozyonda kullanılan yalıtkan sıvıları... 107 - 109
- 4.10. Uygulama teknolojisi 109 - 117

BÖLÜM: 5**—UYGULAMA ÖRNEKLERİ..... 117 - 126****Teknolojik tablolar (EKLER)..... 126 - 178****KAYNAKÇA 179**

BÖLÜM 1

NÜMERİK KONTROLA GİRİŞ

1.1. Nümerik Kontrol Nedir?

Nümerik Kontrol veya "NC" sanayi devriminde işleri kolaylaştırmak için bulunmuş çok faydalı bir imalat tekniğidir.

NC, basit olarak, bir makinanın operatör müdahalesi olmadan bir takım sayılarla kontrol edilmesine denmektedir.

Çok eskiden beri insanlık işlerini daha kısa zamanda ve daha kolay bir şekilde yapabilmenin yollarını aramış durmuştur. Gelişen teknoloji, sanayi devriminden sonrada toplum hayatında artan refahı yaygınlaştırmak, medeniyetin geliştirdiği birçok nimetlerden daha çok sayıda insanların yararlanmasını sağlamak için çok büyük bir hızla, adeta takibi mümkün olmıyan bir süratle teknoloji gelişmiştir. Seri üretim sistemleri kurulmuş, daha kısa zamanda daha çok üretimi gerçekleştirmek için, yapılan işlerde özdeşlik ve beraberliği sağlamak amacıyla makinadan insanın kumandası kaldırılmış yine başka bir makinanın kumandası ile bir veya birkaç makina-ya kumanda edilir, iş yapabilir durumlara gelinmiştir. Böylece işletmelerde daha az insan gücü gerekmekte, makina-yoğun teknolojiuygulaması ile verim dahada yükselmektedir.

Bugün üretim işlerinde en büyük problemlerden biri büyük sayıdaki partiler halinde gelen işlerin atelyede yapımı sırasında işlerin çok değişik yapılarda olmalarının getirdiği zorluklardır. Bu işler üzerinde genellikle aynı işlemler yapılmakta, hemen hemen hepsi aynı operasyonlardan geçmektedir. Bu işlemler delme, diş açma, raybalama, delik büyültme, kaba ve ince frezelemedir.

Yukarıda geçen işlemlerin yapılması için genellikle atelyede konvansiyonel takım tezgahları veya universal tezgah denilen takım tezgahlarında aynı operasyonları yapmak mümkündür. Ancak, universal takım tezgahlarında aynı operasyonları yapmak için maharetli kalifiye işçilik gerekmekte, genellikle düşük kapasitede çalışılmakta ve çok fazla fire bırakmaktadır. Aynı işlemleri konvansiyonel otomatik üretim tipi tezgahlarda yaparken hazırlık zamanı fazla zaman almakta, karışık ve pa-halı bağlama aparatları gerekmektedir. Bu noktadan hareket ederek optimum imalat metodunun özelliklerini şöyle sıralayabiliriz:

- Otomatik tezgahların üretim hızına varabilmek,
- Tezgahın işe hazırlanma zamanını kısaltmak,
- Bağlama aparatlarını asgariye indirmek,
- Fireyi azaltmak,
- Tüm esnekliği korumak,
- Vasıfsız işçi tarafından kullanılabilmesi.

Yukarıda sıralanan zor şartları gerçekleştirecek, imalat işlemini rahatlatacak ve işletmelerde karlılığı maksimize edecek NC'li takım tezgahları geliştirilmiştir. NC, işleri kolaylaştıran, kalite, verimlilik ve hassasiyet gibi endüstrinin çağdaş ihtiyaçlarına cevap verecek yeni bir teknolojidir.

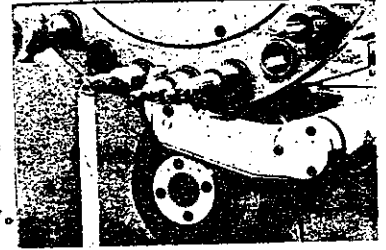
Tezgaha verilen emirlerle ilerleme hızı, takım hareket hızı, devir sayıları ve kesicinin, tahtanın dönüş hareket yönlerine kumanda edilebilmektedir. NC sistemler, üzerinde delikler bulunan kağıt delgi bantlarından elektronik olarak kontrol mekanizmaları vasıtasıyla, ışıkların bant üzerindeki deliklerden geçerken, sistem içinde bir takım elektronik devreleri harekete geçirerek ve ikaz ederek kesicilere ve iş parçasının hareketine kumanda edebilmektedir. Bant okuyucu makineleri programlardan makinalara aktarılan bilgileri okumakta ve ilgili yerlere istenilen sinyalleri göndermektedir. Bantlara Milletlerarası kabul edilen belirli sisteme göre kodlama yapılır; bir işin işlenmeye başlanmasından işin bitimine kadar bütün gerekli operasyonlar operatör eli değmeden yapılmaktadır. Belirli bir işin hazırlanmış bulunan delgi bantlarını saklayıp, bir müddet başka işleri yaptıktan sonra, yine önceki bantı kullanarak aynı ölçülerde işin yapımı mümkün olduğu içindir ki; ikinci bir hazırlık zamanına ihtiyaç kalmamaktadır. Bu suretle zaman aralıklarına rağmen yapılacak bütün işlerde özdeşlik kolaylıkla sağlanabilmektedir.

Delgi bantları üzerindeki her satır delik, enternasyonal olarak kabul edilmiş bir koda bağlı olarak bir harf veya sayıyı temsil eder. Bu bant kontrol sistemine takıldığında tezgahın fonksiyonlarının hepsini kontrol edebilir. Örneğin: Milin çalışmaya başlaması ve durması, mil hızı, dönme yönü, kesme sırasında kullanılacak soğutma sıvısının başlaması ve durması, hatta kesici takımların otomatik olarak takılıp sökülmesi bile el değmeden otomatik olarak tezgahta bulunan kollar vasıtasıyla yapılabilmektedir. (Şekil:1)

ŞEKİL:1 NC'li bir takım tezgahında kullanılan otomatik kolun bir kesiciyi çakarıp yenisini takması.

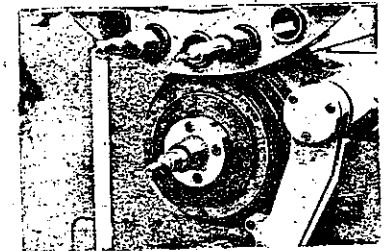
1. OPERASYON:

Otomatik sistemden gelen sinyal üzerine takımları taşıyan tamburda o işlem için gerekli olan kesici takım kolun alma sahasına gelmiştir ve kol kavramıştır.



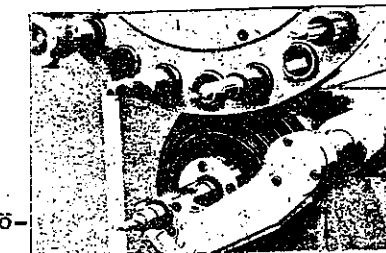
2. OPERASYON:

Otomatik kol önceden planlandığı gibi işlem için gerekli olan kesiciyi kavramış ve fener miline takmak üzere harekete geçmiş, yuvaya takmaktadır.



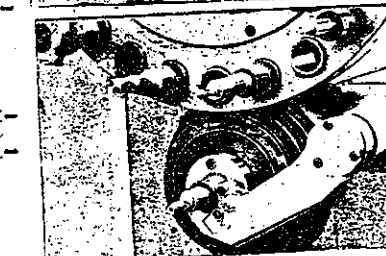
3. OPERASYON:

Otomatik kol tarafından fener mili yuvasına takılmış bulunan kesici, özel sıkma ve tesbit sisteminin hareketi ile sıkılmış ve işlemleri yapmak üzere gelecek emirle belirli hızda dönecek, belirli boyda dışarı çıkabilecektir.



4. OPERASYON:

Otomatik kol takımı yerine takmış ve tekrar eski konumuna almıştır.



1.2. NC'nin Tarihçesi:

1725 yılında ilk defa İngilterede bir dokuma tezgahının delinmiş kartlarla kontrol edildiği, istenilen desende kumaşın dokunduğu tesbit edilmiştir. 1863 yılında geliştirilen bir piyano, bir kağıt üzerindeki deliklerden geçen havanın piyano tuşlarını hareket ettirmesi prensibine göre çalıştırılmıştır. Yukarıdaki iki örnekle başlayan bant ve kartlarla kontrol sistemi NC'nin doğum ve gelişmesine büyük ışık tutmuştur. 19. yüzyılın sonlarına doğru kesme, delme, tornalama, frezeleme, taşlama gibi takım tezgahları endüstride kullanılmaya başlanmıştır.

20. yüzyıla girerken sanayide elektrik motorlarının kullanımı büyük bir hızla artmış ve yaygınlaşmıştır. Birçok makina işlemleri kesme hızları arttırılarak, insan eli değmeden yapılan işlerin sayısı gün geçtikçe artmıştır.

İkinci Dünya savaşından önceki yıllarda delikli kartların işlenmesine ve sıralanmasına dayanan otomatik hesaplama sistemleri kullanılıyordu. Bu makinalar temel aritmetik ve istatistik hesaplamaları yapabiliyor ve muhasebecilik, bankacılık, stok denetimi, nüfus sayımı değerlendirmeleri ile bilimsel çalışmalarda yaygın biçimde kullanılıyordu.

1940 yıllarında 2. Dünya savaşının getirdiği ihtiyaçlar neticesinde Amerikan Hava Kuvvetleri komplike parçaların üretilmesi için araştırmaya girişti. İnsan elinin değmeyeceği uçak parçalarının yapılabilmesi için elle kumanda edilmeyen makinalara gerek duyulmuştur. Bundan sonraki çalışmalar bugünkü NC'lerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Zaten tarihi incelediğimiz zaman birçok önemli araç ve gereçlerin, makina ve cihazların büyük bir zarurettten dolayı bilhassa savaş atmosferi içerisinde geliştirildiği görülmektedir. 1952 yılında ilk defa üç eksenli NC'li freze tezgahının yapımı gerçekleşmiştir. 1955 yılında askeri amaçlar için kullanılan bu tezgahlar, 1957 yılından sonrada diğer özel işletmelerde kullanılmaya başlanmıştır.

Bugün çok çeşitli amaçlar için seri üretimde kullanılan NC'li takım tezgahları dahada geliştirilmiş, gelişmiş ülkeler artık NC'li bırakmış, CNC (Kompüterli NC) ile DNC (Direkt NC) denilen daha geliştirilmiş takım tezgahlarını kullanmaktadır.

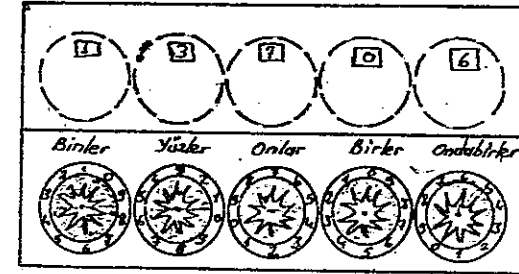
1.3. Abak'tan Bilgisayara:

Herhalde ilk insan ilk sayı, rakam fikrini kendi parmaklarından almıştır. Bir elde beş parmak, iki elde on parmak ellerde ve ayaklarda toplam yirmi parmak... Ve iki parmak, üç parmak daha eder beş parmak... Bugün hala birçok ilkel toplulukta rakam adedi ona kadar veya yirmiye kadardır. 10 ve 20'den fazlasını onun ve yirminin katlarıyla ifade edebilmektedirler. Daha sonra bir takım çakıl taşlarıyla hesaplamalara çalışılmış olsa gerek. Gene pek eski çağlardan kalma üstüne düğüm atılmış iplikler buluyoruz. Buda kendi zamanına göre bir hesaplama metodu...

Gerçek ahlamlı insanlığın ilk yaptığı "Hesap Makinası"

abaklardır. Abaklarda sıra sıra teller üzerine yerleştirilmiş vesage-sola hareket edebilen toplar vardır. Bir topun solda bulunması sayı yazdırmazken, sağa doğru çekilmesi o sayının yazılması demektir. Abak'a benzer ilk cihazların yapılışı bundan 3000 sene evveline dayanmaktadır.

Otomatik hareketlerden yararlanarak ilk toplama yapan makinayı bulan Fransız filozof ve matematikçisi BLAİSE PASCAL'dır. Sayıların toplanmasının ana prensipleri ilk defa 17. yüzyılda Pascal tarafından belirlenmiştir. Pascal, "bir tarafa doğru döndürülen dişli çarklar"ın hareketinden faydalananak, ikili sistem üzerine kurulu bir makina icad etmiştir. (Şekil:2)



ŞEKİL:2 Pascal'ın Toplama Makinası

Bugün çarklı, mekanik hesap makinalarının babası sayılan Pascal'ın toplama cihazının çalışma prensibinden hareket eden bir Alman bilgini GOTTFRIED WILHELM VON LEIBNIZ (1646-1716) çarpma işleminide yapabilen bir hesap makinası geliştirmiştir. Bu ilk cihazların zamanımıza kadar gelişmesi ile halen dahi birçok büroda kullanılan çarklı ve kollu, bir kısımda elektrik motoru ile işleyen hesap makinaları meydana gelmiştir.

Hesaplama elektronik sistemin öncüsü İngiliz bilgini CHARLES BABBAGE'dir. (1792-1871)Babbage'nin "Analytical Engine" (Analitik Motor) adını verdiği cihaz belli bir programlama içinde hesapları otomatik olarak yapabiliyordu. Babbage, ömrünü biri diferansiyel, biride analitik sistemle işleyip çözümleme yapabilen makinaların icadı yolunda harcamıştır.

Babbage'den 50-60 yıl önce delikli kartlar icad edilmişti. Bu delikli kartlar yolu ile Nümerik hesaplama ve kontrol sistemleri kurulabilmekte idi. Babbage bu sistemide ele almış, biraz daha geliştirerek bir ana yapı meydana getirmiştir ki; böylece bugünkü hesaplayıcıların (elektronik) temeli atılmış oluyor.

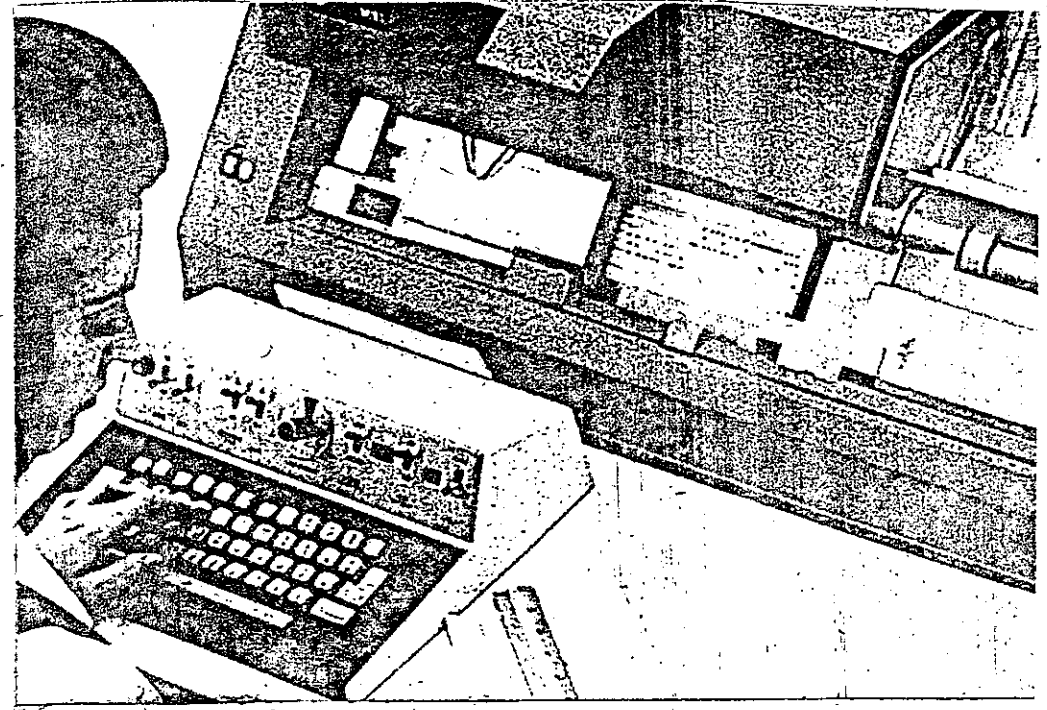
Bir istatistikçi ve maden Mühendesi olan Amerikalı doktor Herman Hollerith (1860-1929) delikli kartları Babbage'nin ileri sürdüğü gibi nümerik kontrol işlerinde kullanmayı denemiş ve "İstatistik Makinası"nı icad etmişti. Hollerith'in makinası şu ünitelerden oluşmakta idi:

a. Kart Deliciler: Bilgiler "Kart Deliciler" diye bilinen makinalarla kartlara delinir. Kart delicilerin daktilodakine benzer klavyesi vardır. Ama bu klavye ile harf basmak yerine kartlar delinir. Delme işlemine yaklaşık 500 boş kartın makinenin sağ üst köşesindeki kart deposuna yerleştirilmesiyle başlanır. Klavyedeki bir tuşa basılarak bir kartın depodan önün hemen altındaki delme yerine gelmesi sağlanır. Delme tuşlarından birine basıldığında tuş, bir kolon üstünde istenilen düzende delikler delen bir dizi zımbayı harekete geçirir. Zımbalar, elektromagnetlerle çalışır. Bir kolondaki delikler tamamlandıncaya kart, ilerleri alınarak delinecek ikinci kolona hazırlanır.

Delme işlemi tamamlanan kart, delme yerinin solundaki okuma yerine getirilir. Okuma yerinde, bir kolondaki her delik konumu için bir tane, yani oniki metal dokunucu vardır. Kart dokunucular ile dönen silindirin arasından geçer. Kolon üstünde bir deliğin bulunduğu durumda dokunucu delikten geçerek metal silindire değip devreyi tamamlar. Böylece zımbalara elektriksel bir etki göndererek bilgiyi delme yerinde bulunan karta deler. Bu işleme ikileme (duplike) adı verilir.

Kart okuma yerinden geçtikten sonra makinenin sol üstündeki biriktiriciye gelir. Biriktiriciye kart sayıcı 500'ü bulduğu zaman makine kendi kendine durur. Atlama, (bir kartı delmeden geçirmek) ikileme yada alfabetik karakterleri sayısal delikler haline getirme gibi işlemler, otomatik olarak "program birimince" denetlenir. Bu birimde bir tambur üstüne yerleştirilmiş bir dizi dişli tarafından okunan, önceden delinmiş denetim kartı vardır. Yaylı kollarla takılı olan dişlinin bir dişi, kart üstündeki deliğe gelir. Dişin deliğe girmesiyle kol döner ve makinenin denetim devresine bir sinyal gönderen küçük bir anahtarı işletir.

Delme işlemi işleticinin ustalığına bağlı olarak saatte 250-500 kart arasında değişmektedir. Ama bilgi sayara bağlanmış bir makine ile dakikada 120 kartı delinebilir. (ŞEKİL: 3)



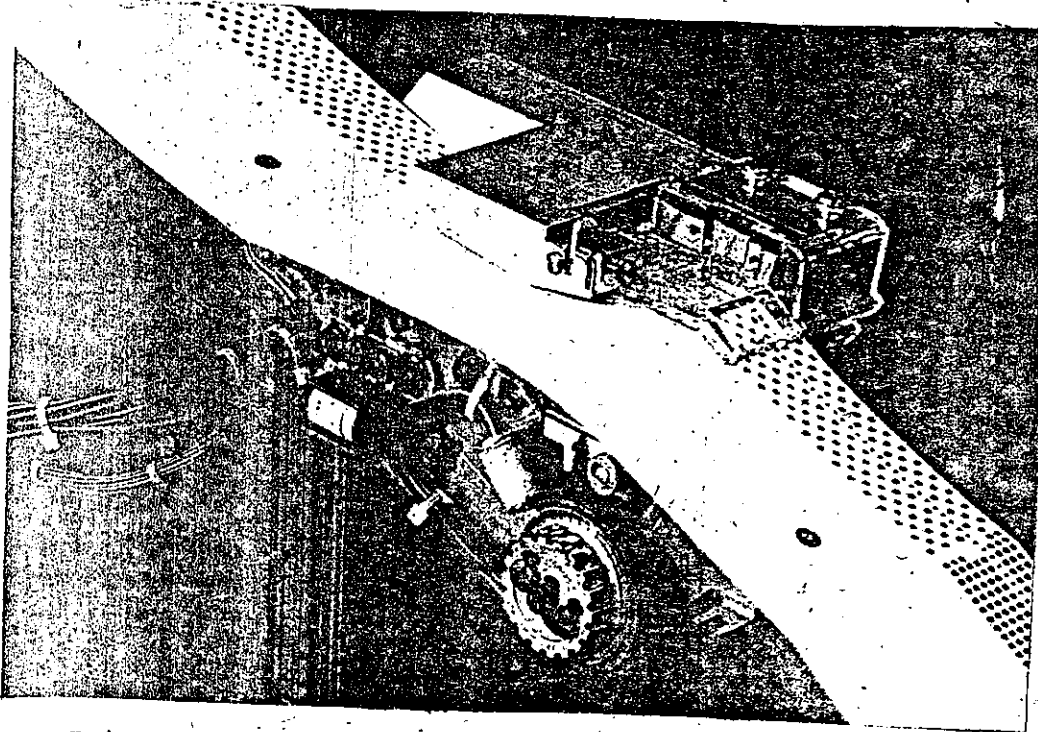
ŞEKİL: 3 Kart Delgi Makinası.

b. Delgi Sağlama Makinaları: Belinmiş kartlardaki yanlışlar bir sağlama makinasıyla denetimden geçirilir. Kartlar makineye yüklenir ve makineye işleten kişi bilgiyi yazar, ama kartlara hiçbir delik delinmez. Bunun yerine sağlama makinası verilen bilgiler ile sağlama bilgilerini karşılaştırır ve arada bir fark varsa, makineyi durdurup kartı bir depoya gönderir. Bazı modellerde yanlışlar bulununca klavye kilitlenir ve bir uyarıcı ışık yanar. O zaman işletici bilgiyi yeniden verir. Bu uyarı ancak iki kez yinelenir. Yanlış hala düzeltilmemişse makine yanlış kalunun yanına küçük bir çentik yapıp işlemi sürdürür. Kart daha sonra çıkarılıp düzeltililebilir. Yanlışsız kartların sağ üst köşesine çentik açılır. Bir düste kartın sağlaması yapıldıktan sonra yanlış kartlar ayıklanır ve delgi işlemcisine düzeltilmek üzere geri verilir.

c. Çeviriciler: Kartların kolayca bulunmaları ve dosyalanmaları için üstlerinde deliklerin yanı sıra bazı basılı bilgilerinde bulunması gerekir. Çeviriciler kartı okuyarak üstüne tek satır halinde içindeki bilgilerin özetini yazar.

d. Kart Okuyucular: Delinmiş kartlardaki bilgiler bilgisayar işlem biriminde "kart okuyucular" adı verilen makine-

lar tarafından okunur. Bu makinalar bilgisayar tarafından denetlenir. İşletmen, kartları depoya yükler, makinada kartları okuma yerine verir. Okunan bilgiler ana işlem birimine gider. İlk modellerdeki okuma mekanizmaları delicilerdekine benzer. Metal bir levha üzerine yayılan kart yüzeyini süpüren metalden bulucu fırça biçimindedir. Bulucu fırça delikten geçerek elektrik devresini tamamlar. Modern okuyucularda delikler fotoelektrik tarayıcılarla bulunur ve kartlar dakikada 300-2000 kartlık hızla işlenir. Kart okuyucu birimler sıralayıcılarada bağlanabilir. (Şekil: 4)



ŞEKİL: 4 Sürekli Kart Okuyucusunun Okuma Birimi

e. Sıralayıcılar: Sıralayıcılar bir kart destesini daha önce belirlenen bir sırada düzenler. Sıralayıcının çalışması delikli panolu bir programla denetlenir. Sıralayıcı istenen bilgiyi karttan okuduktan sonra, kartı çıkış depolarından birine geçirir. Program, belirli bir bilgiyi içeren bütün kartların aynı depoda toplanacağı biçimde düzenlenir. Bilgisayarlarla daha hızlı sıralamalar yapılabilir. Ancak bilgisayarın başka işlemler için kullanıldığı, yada sıralamanın bu yöntemleri kullanacak kadar karmaşık olmadığı durumlarda e-

lektromekanik sıralayıcılar çok yararlıdır. Sıralayıcıdakartlar bir dizi lastik rulo arasından birer birer geçerek, yönlendirme kanadı adı verilen bir dizi çelik dille uygun depoya yönlendirilir. Kanatlar, kart okuyucudan gelen sinyallerle harekete geçirilen elektromagnetlerle işler. Okuma biriminden gelen sinyaller, program panosu tarafından magnet düzeneğine yollar. Sıralayıcılar dakikada 1500 kart sıralayabilir.

Harvard Üniversitesinden HOWARD H. AIKEN delikli kartlarla yapılacak işlemlerin tamamen otomatik bir hale getirilebileceğini ileri sürüyordu. Bu konuyla ilgilenen IBM (International Business Machines Corporation) firması 1937 yılında Aiken ile işbirliği yapmış ve ilk otomatik bilgisayar (Computer) diyeceğimiz cihaz 1944 yılında meydana getirilmiştir. "Automatic Sequence Controlled Calculator" (ASCC) 'Otomatik dizilerle kontrol yapan hesaplayıcı' adını alan bu cihazda 72 kayıt deposu mevcut olup, her kayıt deposuna bir toplama makinası takılmış bulunduğundan bir depodaki sayı bir diğer depodaki ile doğrudan doğruya toplanabiliyordu.

Hesap makinalarına elektronik sistemlerin sokulması ile, gerçek anlamıyla Computer'ler 1941 yılında Berlin'de ZUSE tarafından geliştirilmiştir. Bu cihaz IBM'nin ilk elektromekanik sistemine çok benzemekle beraber, KONRAD ZUSE'nin yaptığı Z_3 ve Z_4 kompüterleri mekanik sistem yerine, elektronik sisteminde elektron lambalarını kullandığından çok daha hızlı işliyordu.

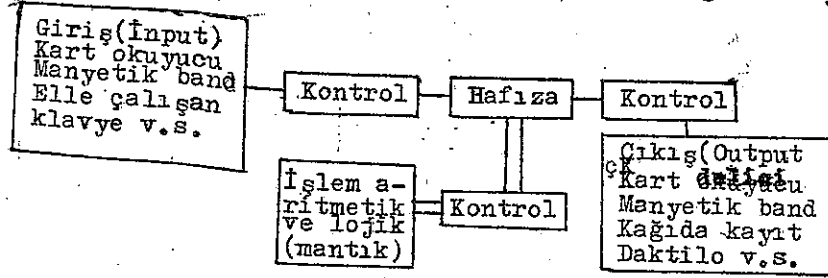
1946 yılında A.B.D.'de Pennsylvania Üniversitesinde J. P. ECKERT ve J. W. MAUCHLY bir elektronik bilgisayar meydana getirmişlerdir. "Electronic Numerical Integrator and Calculator" (ENIAC), 'Elektronik Sayısal Toplayıcı ve Hesaplayıcı' adını alan bu cihazı çok daha geliştirilmişleri takip etmiştir.

Bugün günümüzde pek basit hesap makinalarından dev bilgisayarlar kadar bütün kompüterlere hafıza üniteleride ilave edilmiştir. Bilgisayarlar da genellikle şu şekillerde hafıza üniteleri kullanılmaktadır:

1. Çekirdekli hafıza (Magnetik Core)
2. Manyetik tambur (Magnetic Drum)
3. Manyetik disk (Magnetik Disk)
4. Manyetik bant (Magnetik Tape)

Bu hafızalar sayesinde computer verilen bilgileri saklayabilmekte, gerektiğinde tekrar verebilmekte, bu saklanan

bilgiler üzerinde hesap yapabildiği gibi bunlardan faydalana-
rak alınacak neticelerde içabeden değişiklikleri yapabilmekte-
dir. Aşağıda hafıza biriminide ihtiva eden modern bir bilgäsa-
yarın ünitelerini ve yapısını şematik olarak görmekteyiz.



1.4. Nümerik Kontrollü Takım Tezgahı Kullanılmasını Gerektiren Sebepler:

1. Küçük partili komplike parça imalatı.
2. Gerekli metod tashihlerinin yapılmasını geciktiren sürekli dizayn değişiklikleri.
3. Ufak çapta imalat için pahalı takım, aparat ve metodların kullanılması.
4. İşçilik maliyetlerinin malzeme maliyeti yanında çok büyük bir miktar teşkil etmesi.
5. Çok az sayıdaki benzer parçalardan meydana gelen partilerin bulunması.
6. İşçilik maliyetinin önemli bir kısmını tezgah ayarlama ve parça bağlama zamanının teşkil etmesi.
7. Çok operasyonlu ve tezgah ayarlama süreleri uzun olan imalatların bulunması.
8. Az kar bırakan ufak çapta siparişlerin imalat hatında bulunması.
9. Günlük olarak değişme gösteren büyük takım, aparat ve master envanterinin bulunması.
10. Her zaman yükleme imkanı olmayah büyük sayıda çok milli matkabın bulunması.
11. İki veya daha fazla sayıda kopya tezgahının bulunması, yüklenen işlerin gününbirine değişiklik arz etmesi.
12. Uygulama imkanı olmadığından dizayn değişikliklerinin yapılamaması.
13. Model ve parçaların çok hızlı değişmesine sebep olan düzensiz pazarın bulunması.

1.5. Nümerik Kontrol'un Avantaj ve Dezavantajları:

Nümerik kontrollü takım tezgahları kullanımının sanayide yaygınlaşması birçok ekonomik avantajından ileri gelmektedir. Nümerik kontrol bu bakımdan sanayinin birçok kademesinde para tasarrufu sağlamıştır. Nümerik kontrolü bir imalat kavramı olarak haklı çıkaran avantajlar şöyle sıralanabilir:

- a. Operatör tezgahı elle kontrol etmemekte ve klasik tezgahlarda olduğu gibi hareket eden iş parçasına sık sık dokunmamaktadır. Bu şekilde operatör daha emniyetli durumda olur.
- b. Hassas işlerde fazla miktarda operatör maharet ve dikkati gerektirmez. Bu bakımdan bir operatör aynı anda birkaç tezgahla görevlendirilebilir. NC operatörü, operasyon sırası ve diğer fonksiyonların düzenlenmesi külfetinden kurtarılmıştır. Makina fonsiyonlarının bantla kontrol edilmesi, parçaların çok daha süratli olarak imal edilmesini temin eder.
- c. NC'nin hassas oluşu ve bant kontrolü vasıtasıyla operatörden gelebilecek hataların bertaraf edilmesi bozuk mal oranını %50-60 azaltır.
- d. Teknik resmin atelyeye intikalinden, ilk parça imal edilene kadar geçen zaman düşer. NC'deki işe hazırlama ve bant hazırlama zamanları, klasik tezgahlarda aynı işin işlenmesi durumuyla karşılaştırıldığında çok daha düşük olduğu anlaşılar.
- e. Mevcut bir parçada yapılması düşünülen değişiklikler programın tashih edilmesi yani delgi bantında yapılacak bazı değişikliklerle kolayca halledilebilir. Hazırlanmış bantlar saklanarak ileri bir tarihteki parça imalatı için kullanılabilir.
- f. Bütün parçalar aynı bantın kullanılması neticesinde elde edildiğinden imalat kalitesi her zaman aynı olup, parçadan parçaya değişiklik arz etmez.
- g. Saklanan delgi bantları vasıtasıyla parçalar istenildiği zaman yeniden imal edilebildiğinden firmalar lüzumundan fazla parça siparişi vermezler ve parayı daha değişik maksatlarda kullanabilirler.
- h. Kullanılan takım, aparat ve master sayısı düşer.
- i. Kesici takım ilerlemesi ve tezgah hızının optimize edilebilmişinden dolayı takım masrafları düşer.

j. Komplike parçalar, parça programı hazırlandıktan sonra hemen hemen basit bir parça kadar kolay işlenir.

k. Genellikle işe hazırlama (set-up) ve işleme zamanları düşer.

l. Özel maksatlı tezgahlarla mukayese edildiğinde NC tezgahlarının kısa vadeli (küçük partili) imalatlara kolayca adapte olabildiği görülür. Bir başka deyimle, NC özel maksatlı tezgahların yaptığı işleride yapabilir.

m. Ara iş (artık malzeme) miktarı azalır.

n. Aynı imalatı yapabilecek tezgah sayısı düşer.

o. Delgi bantının ilk kontrolü yapıldıktan sonra çok az sayıda muayeneye ihtiyaç duyulur. Muayene zamanı yarı yarıya azalır ve dolayısıyla muayene maliyeti düşer.

ö. Daha iyi, esnek planlama; ve maliyet hesabı kolaylığı sağlar.

NC, bu sayısız üstünlüklerinin yanı sıra bazı dezavantajlara sahiptir:

a. Kontrol ünitelerinden dolayı ilave fiyat artışı vardır.

b. İlave ekipmanların bulunması ve elektronik konusunda eğitilmiş elemana ihtiyaç duyulmasından dolayı bakım masrafları artar.

c. NC tezgahı daha çok yer kaplar. (Hacmi büyüktür.)

d. Dizayn ve imalat mühendislerinin nümerik kontrol sistemlerinin çalışması konusunda eğitilmeleri icabeder.

e. NC tezgahlarının fiyatları klasiklerden çok fazladır.

f. NC tezgahlarının genellikle voltaj dalgalanmalarına tahammülü yoktur.

g. Çevre şartlarından etkilendiğinden NC takım tezgahlarının bulunduğu ortam şartlarının (sıcaklık, nem oranı v.s.) kontrol altında tutulması gerekir.

BÖLÜM 2

TEMEL NÜMERİK KONTROL SİSTEMİ

2.1. Nümerik Kontrol Temel Proses Akışı:

Klasik takım tezgahlarında klasik usullerle imal edilmekte olan parçalar, programlanmak suretiyle daha verimli bir biçimde Nümerik Kontrollu tezgahlardada işlenebilirler.

Bir parçanın Nümerik Kontrollu takım tezgahında işlenebilmesi için yapılacak ilk iş, eksiksiz bir parça teknik resminin hazırlanmasıdır. Daha sonra parça programı hazırlanacaktır.

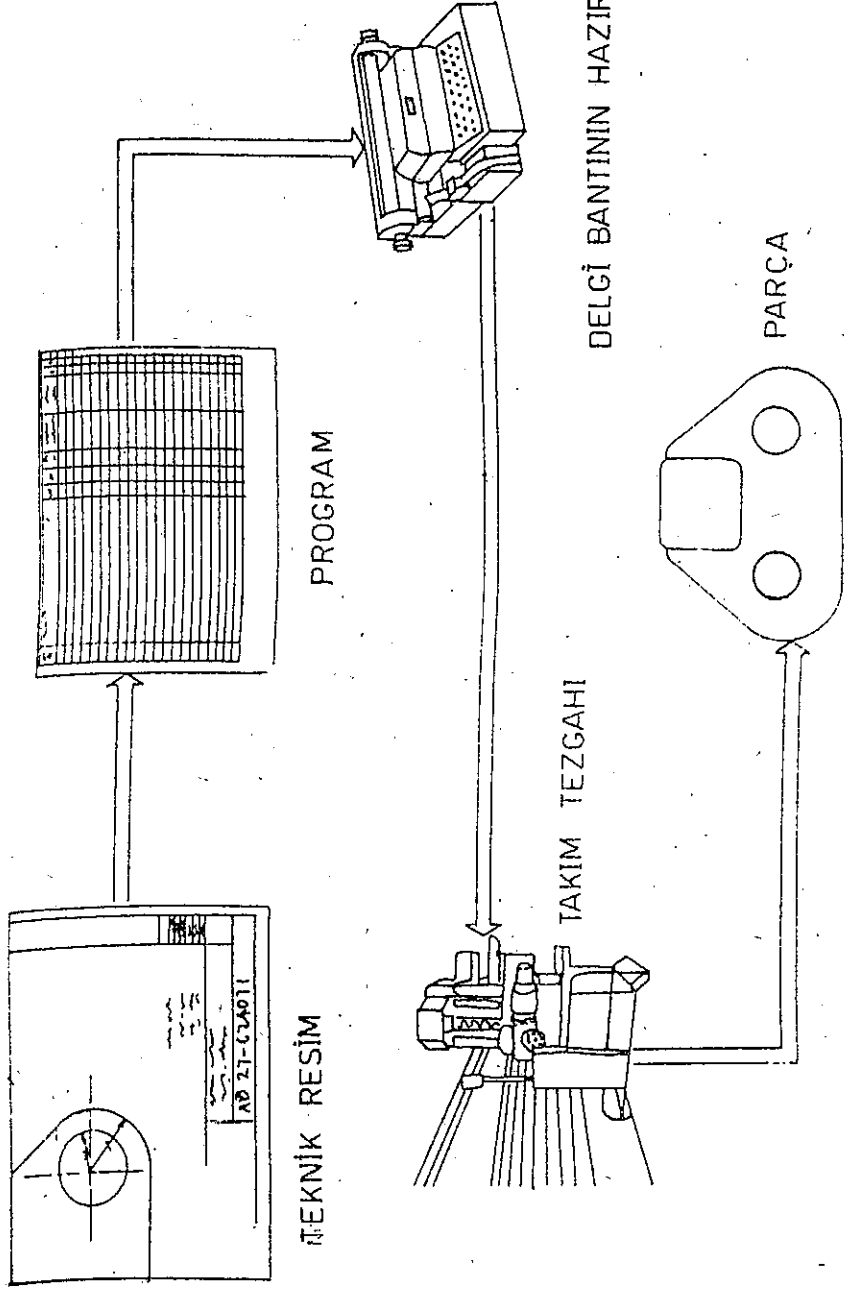
Parça programı, dizayn parametrelerinin tezgaha kumanda edilebilecek özel bir formatta yazılarak ifade edilmesine denmektedir. Hazırlanan parça programı, delgi bantına aktarılır. Delgi bantı üzerine kodlanan bilgilerin kontrol ünitesi tarafından anlaşılabilmesini temin eder. Kontrol ünitesine yüklenen delgi bantı, tezgah kızaklarına hareket veren servo mekanizmalarını tahrik edebilecek sinyalleri üreterek parçanın işlenmesini sağlar.

2.2. Karteziyen Koordinat Sistemi

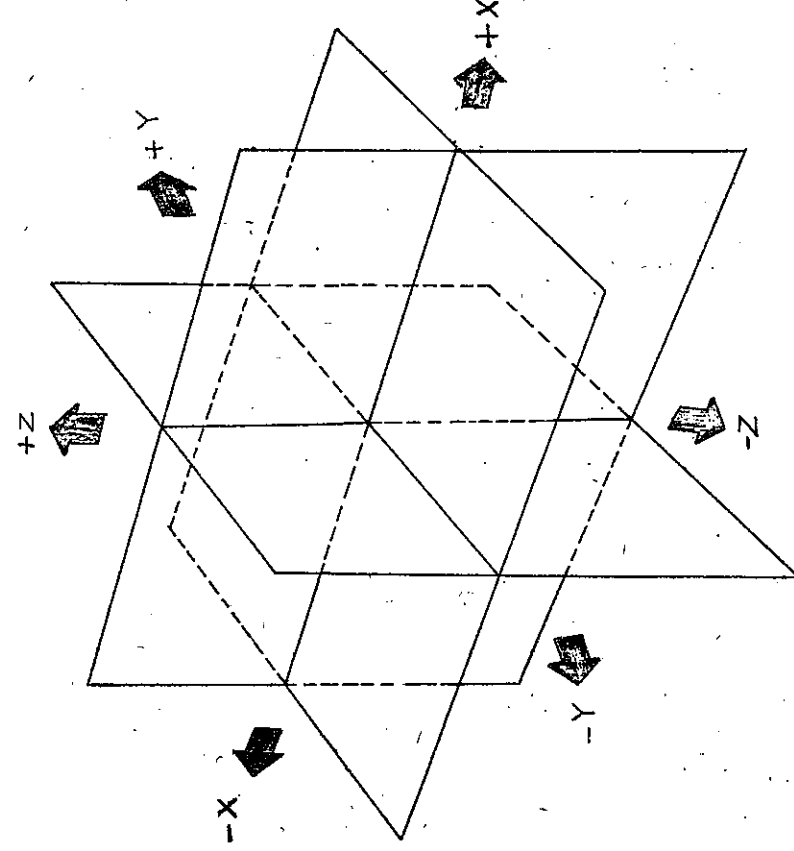
Nümerik kontrol fikrinin en önemli hususiyetlerinden biri de bu tip tezgahlarda karteziyen koordinat sisteminin kullanılmasıdır.

Karteziyen koordinat sisteminde bütün ölçüler bağlantı noktasına (orijin) göre seçilir. "X", "Y", "Z", gibi birbirlerine dik üç ana eksen den meydana gelen bu koordinat sistemi takım tezgahları eksen tayininde kullanılmakta olup bütün nümerik kontrol parça programları bu sisteme dayanmaktadır. (Şekil:5)

Büyük çoğunluğu Karteziyen Koordinat Sistemini kullanan NC tezgahlarının yanında polat koordinatlarını kullanan tezgahlarda rastlamak mümkündür. Sayıları çok az olan bu tezgahlar, bazı özel maksatlar için dizayn edilmiş olup parça üzerindeki noktalar merkezi bir referans noktasına olan mesafe ve referans düzlemi ile yapılan açı ile tanımlanmaktadır.



NÜMERİK KONTROL AKIŞ ŞEMASI



KARTEZİYEN KOORDİNATLARI

2.3. Takım Tezgahlarında Eksen Tavini:

Herhangi bir nümerik kontrollü takım tezgahındaki temel doğrusal hareket eksenleri Karteziyen koordinat sistemine dayanıp X, Y ve Z olarak bilinirler.

Şekil:6'da Karteziyen koordinat sistemine göre tarif edilen şematik bir takım tezgahı görülmektedir.

Genel olarak, takım tezgahlarındaki iş mili veya ayna (döner başlık) merkez çizgisi "Z" eksenini olarak kabul edilmektedir. Bu aynı zamanda tezgah tablasının aşağı veya yukarı, yani düşey yöndeki hareketidir. Tezgah tablasının kesici takıma doğru olan hareketi negatif "Z" eksenini yönündedir.

Tezgah tablasının katedebileceği en uzun mesafenin bulunduğu eksen genellikle "X" eksenidir. (Şayet "Z" eksenini değilse). "X" eksenine göre 90° açıklığındaki eksen ise "Y" eksenidir.

Hareketlerin başlatıldığı ve kontrol edildiği besleme motorları ve talaş milleride şekilde gösterilmiştir.

Şekil:7a da gösterilen tornada sağa ve sola olan hareketler torna aynasının merkez çizgisine paralel olup, "Z" eksenini yönündeki hareket olarak tanımlanır. İçe ve dışa doğru olan hareketlerin yapıldığı ve ana kazağa dik olan kazağın yönü "X" olarak kabul edilmektedir.

Şekil:7b'deki yatay revolver tornada "X" ve "Z" eksenleri, Şekil:7a'daki tornanın aynıdır. Fakat, revolver başlığın sağa ve sola hareketi "Z" eksenini yönündeki harekette paraleldir. Bu sebeple, bu eksenleri ayırt etmek için aşağıdaki gibi değişik notasyonlar kullanılır.

İkinci hareket "X" eksenine paralelse, U,

"Y" eksenine paralelse, V,

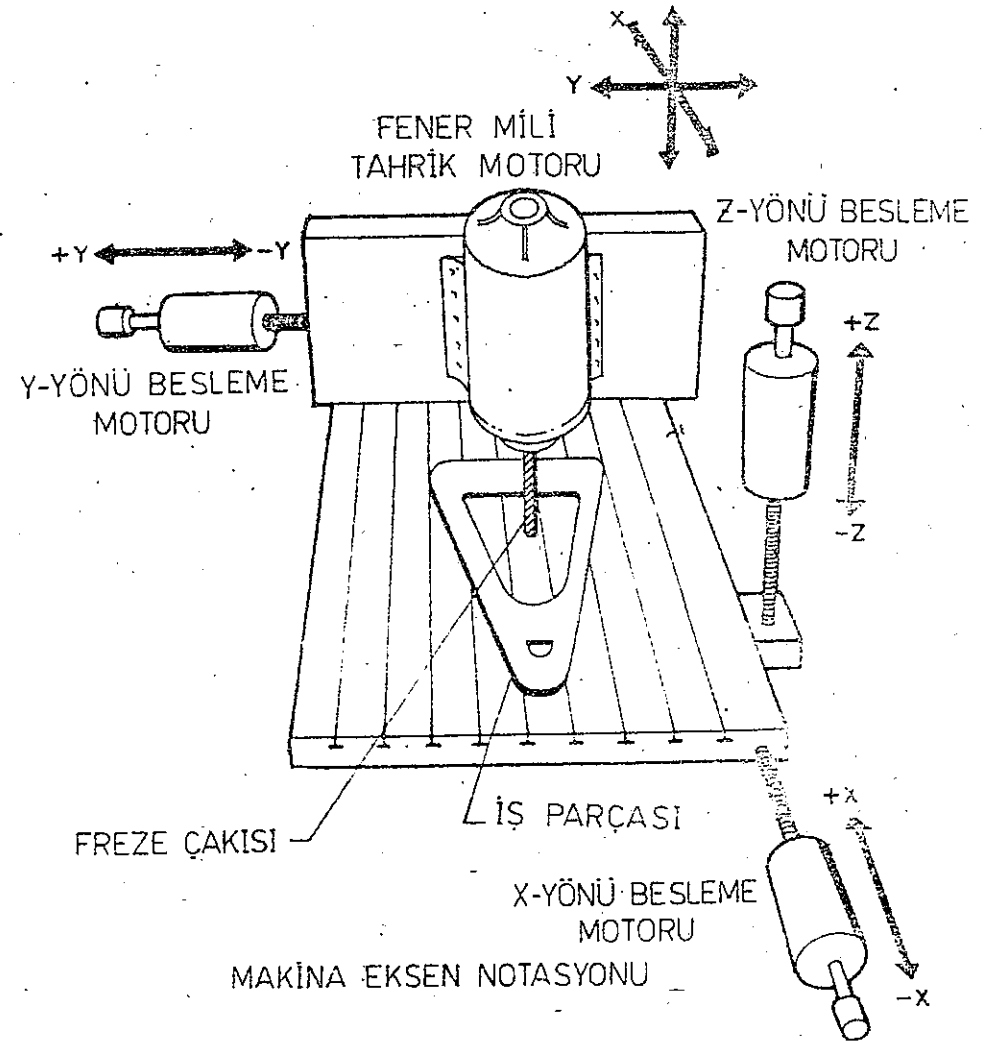
"Z" eksenine paralelse, W,

adını alır. Bu duruma göre döner başlığın doğrusal hareketi "W" olarak ifade edilir.

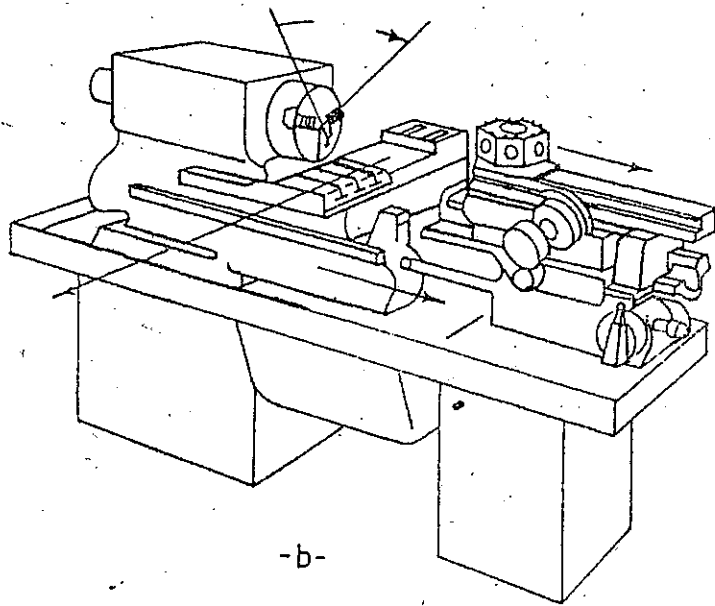
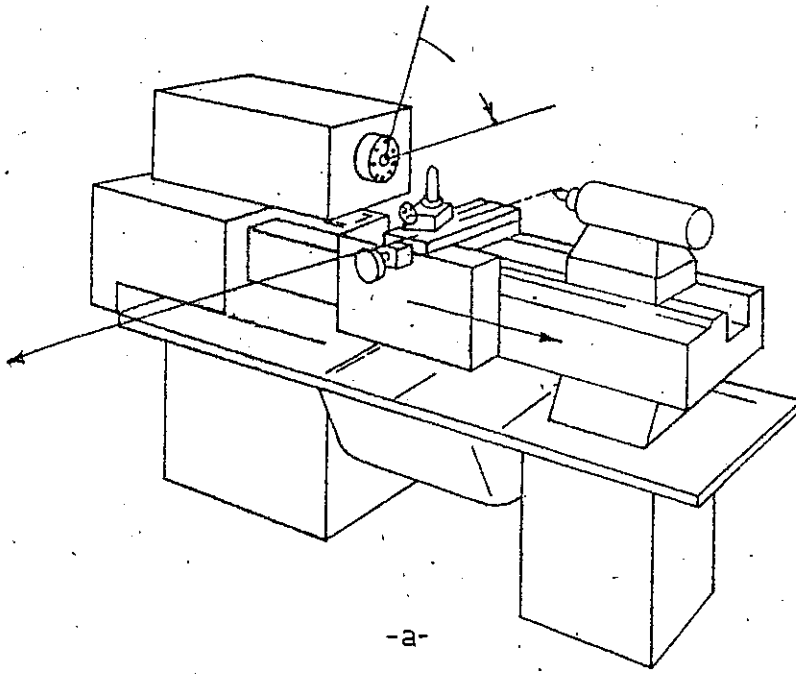
Şekil:8a'da üç çeşit doğrusal harekete sahip bir düşey Revolver Torna görülmektedir.

Şeklin sağ tarafındaki başlığın hareketi primer olarak kabul edildiğinden, bu başlığın düşey hareketi "Z" ve yatay hareketinde "X" olarak belirlenebilir.

Sekonder bir harekete sahip olan revolver başlığın yatay hareketi "U" ve düşey hareketinde "W" dir.



ŞEKİL:6



ŞEKİL: 7

Şeklin sol tarafındaki çekiç başlığın hareketi tersi-
yer olup, bu tip hareketlerin notasyona aşağıdaki gibidir:

Tersiyer hareket "X" eksenine paralelse, "P",
"Y" eksenine paralelse, "Q",
"Z" eksenine paralelse, "R",

adını alır. Bu bakımdan çekiç başlığın yatay yöndeki hare-
keti "P", ve düşey yöndeki hareketide "R" olarak tesbit e-
dilebilir.

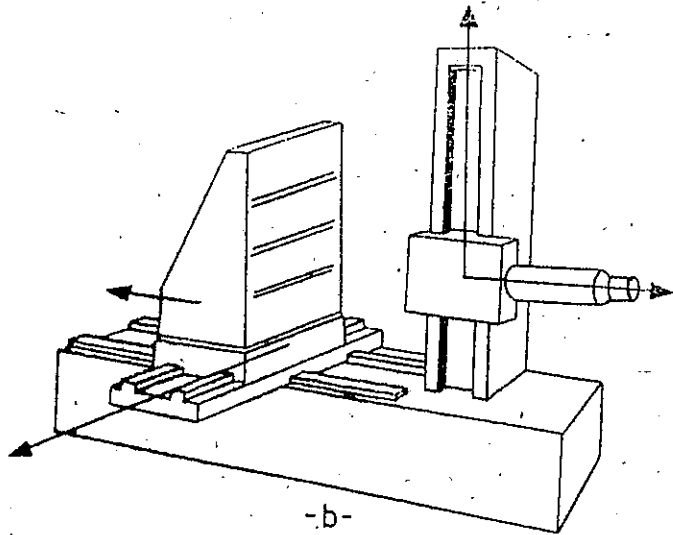
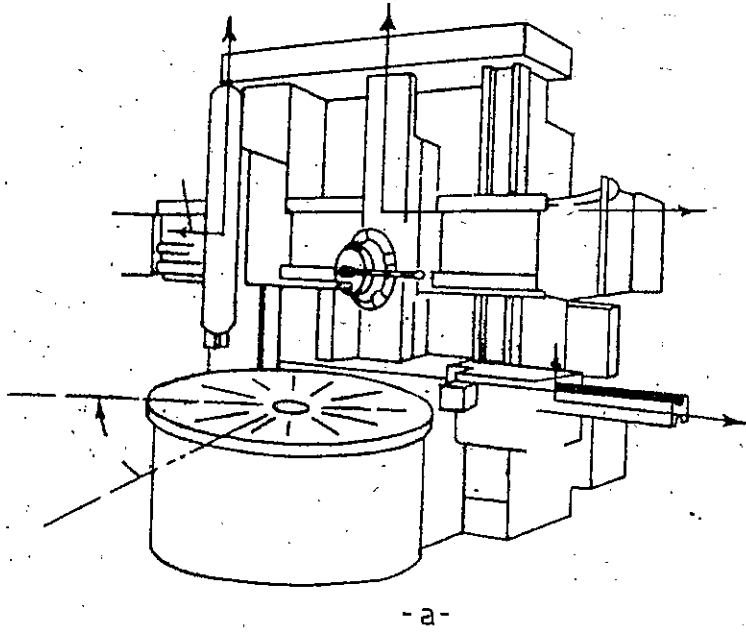
Şekil:8b'de bir yatay delik genişletme tezgahı gös-
terilmiştir. Bundan evvel bahsi geçen örneklerde iş parça-
sı sabit, kesici takım hareket ediyordu. Kesici takımın sa-
bit ve işlenecek parçanın hareketli olduğu bu gibi durumlarda
doğrusal hareket eksenleri, harfin üzerine bir " " (üs)
işareti koyularak gösterilir. Başlığın hareketi "Z" olarak
gösterilirse, parçanın sola doğru olan hareketini "W" ola-
rak ifade edilmesi gerekir. Aynı şekilde parçanın içe veya
dışa olan hareketide "X" olarak gösterilmelidir. Bu durum-
da başlığın düşey hareketi "Y"dir.

Bu ana kadar nümerik kontrollü takım tezgahlarında-
ki doğrusal hareketlerden bahsedildi. Şekil:9a,b'de görül-
düğü gibi açısal hareketlerde rastlamak mümkündür. Şekil:
6a'da gösterilentezgahta döner başlığın (ayna), parça yüze-
yine dik olabilmesi için yatay konuma getirildiği görülmek-
tedir. Döner başlık burada düşey yöndeki doğrusal hareket
kaabiliyetine ilave olarak bir yay üzerinde dönerek açısal
hareket (tilting) yapma imkânında sahiptir. Bu tip açısal
hareketlerin notasyonu şu şekildedir:

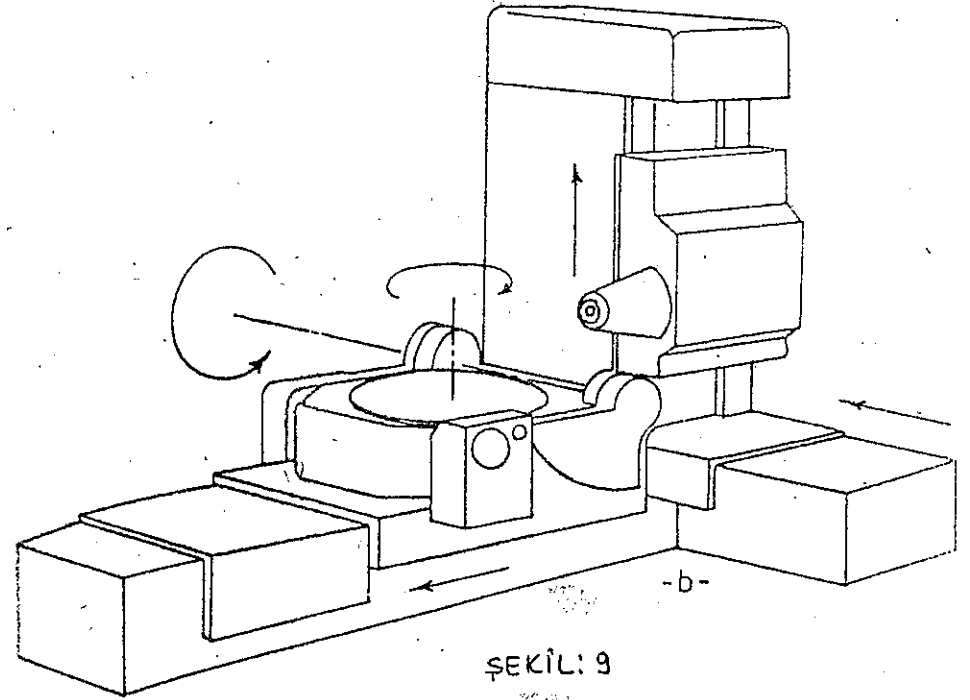
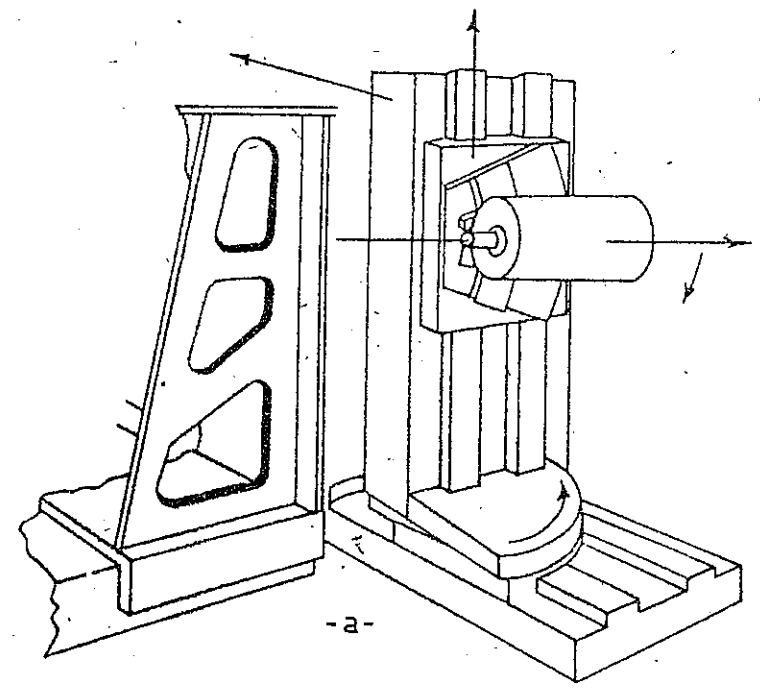
Dönme hareketinin yapıldığı doğrultu "X" eksenine paralelse "A"
"Y" eksenine paralelse "B",
"Z" eksenine paralelse "C",

harfi ile ifade edilir. Bu duruma göre başlığın dönme hare-
keti "X" eksenini etrafında olduğundan "A" ve düşey kazağın
dönme hareketi "Y" eksenini etrafında olduğundan "B" ile gös-
terilmiştir.

Şekil:9b'deki tezgahın eksenleride benzer şekilde
tayin edilebilir.



ŞEKİL: 8



ŞEKİL: 9

2.4. Ölçülendirme Sistemleri :

Nümerik Kontrol sistemlerinde, tezgahı kontrol etmekte kullanılan sayılar, parça teknik resminden alınmaktadır.

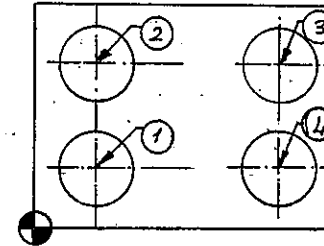
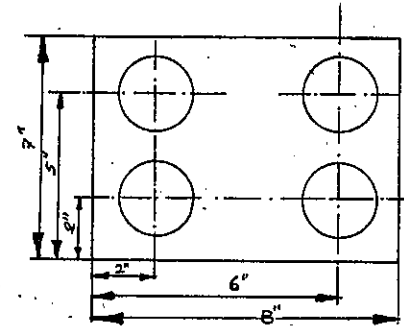
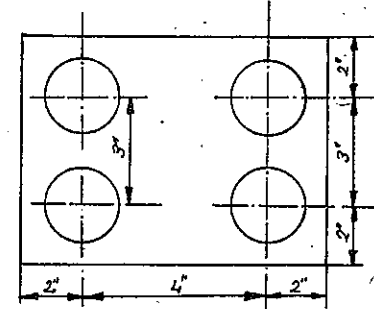
Genel olarak üç tip resim ölçülendirme tekniği (Şekil:10) vardır. Ölçülendirme sistemlerinin birincisi, "Artırmalı Ölçülendirme" (Incremental Dimensioning) olarak bilinmektedir. Bu sistem nümerik kontrollu takım tezgahlarının koordinat sistemine her zaman uymayabilir. Bu durumlarda parça programlayıcısı biraz daha zaman harcayarak resmi uygun şekilde yeniden ölçülendirir.

Orta şekilde gösterilen sistem genellikle "Mutlak Ölçülendirme" (Absolute Dimensioning) olarak bilinmektedir. Burada ölçülerin çoğu resmin sol ve alt tarafları esas alınarak verilmiştir. Her ne kadar X ve Y koordinatları gösterilmemiş gibi görünüyorsa da, programlayıcı bunları resimden kolaylıkla tesbit edebilir. Mutlak ölçülendirme sistemi nümerik kontrollu takım tezgahlarında en çok tatbik edilen sistemdir. Şekildende görülebileceği gibi resmin sol alt köşesi koordinatlar için başlangıç noktası teşkil etmektedir. Şekil:10 da en altta gösterilen sisteme "Karteziyen Koordinat Ölçülendirmesi" denilmektedir. Bu sistem nümerik kontrollu takım tezgahlarına tamamen uyar. Resimdeki delik pozisyonları özel olarak numaralandırılmıştır. Her deliğin X ve Y koordinatları ölçülendirme tablosunda gösterilmiştir. Resmin sol alt köşesi başlangıç noktasını temsil eden bir sembole sahiptir. Tablodaki bütün değerler başlangıç noktası esas alınarak verilmiştir.

2.5. Ölçülendirmede Dikkat Edilecek Temel Hususlar:

Bütün imalat ve muayene operasyonları ölçülendirilmiş parça resimlerinden istifade edilerek gerçekleştirilmektedir. İster klasik, isterse nümerik kontrollu tezgah kullanılsın, kullanılan ölçülendirme sistemi verimliliğe etki etmektedir. Aşağıda belirtilen hususlar herhangi bir ölçülendirme sistemini geliştirmek veya yeniden düzenlemek için yol gösterici mahiyettir.

Nümerik kontrollu veya benzeri tezgahlarla donatılmış olan işletmelerde ölçülendirme sisteminin gözden geçirilmesinin gerekliliği, daha önceden kullanılmakta olan ölçülen-



Nokta	X	Y
1	2.0	2.0
2	2.0	5.0
3	6.0	5.0
4	6.0	2.0
REF.	0.0	0.0

ŞEKİL: 10

dirme sisteminin yetersiz oluşu ve bu sistemin NC ekipmanlarına göre düzenlenmemiş olmasından ileri gelmektedir. Ölçülendirmede dikkat edilecek temel hususlar şunlardır:

- a. Parça yüzeyleri birbirlerine dik üç referans düzlemine göre tarif edilmelidir.
- b. Referans olarak makina eksenlerine paralel olan parça yüzeyleri seçilmelidir.
- c. Ölçülendirme parça üzerindeki fiziksel noktalardan yapılmalıdır.
- d. Düzgün yüzey şartı aranmadığı durumlarda, referans düzlemlerine dik olmayan parça yüzeyleri için konkaviteye müsaade edilmelidir.
- e. Müsaade edilir toleranslar belirtilmelidir.
- f. Parça, fiziksel şeklin tesbitinde hesap ve kabul yapmayı gerektirmeyecek şekilde ölçülendirilmelidir.
- g. Nümerik kontrollu tezgahta işlenecek olan bir parça kesici takım merkez çizgisinin tesbit edilebilmesini sağlayacak şekilde tarif edilmelidir.

2.6. Makina Kontrol Üniteleri:

Nümerik Kontrollu takım tezgahlarında tezgaha istenildiği şekilde kumanda edilebilmesini sağlayan elektronik devrelerin bulunduğu üniteye "Makina Kontrol Ünitesi" adı verilmektedir.

Kontrol ünitelerinin fiyatları, kontrol edilebilen değişken sayısına bağlı olarak değişmektedir. Bugün piyasada "Pozisyonlama" (Positioning) ve "Konturlama" (Contouring) olmak üzere iki ayrı kontrol tipi mevcuttur.

a) Pozisyonlama (Positioning) Kontrolü:

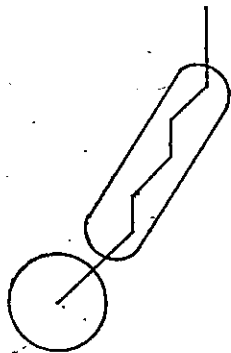
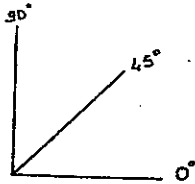
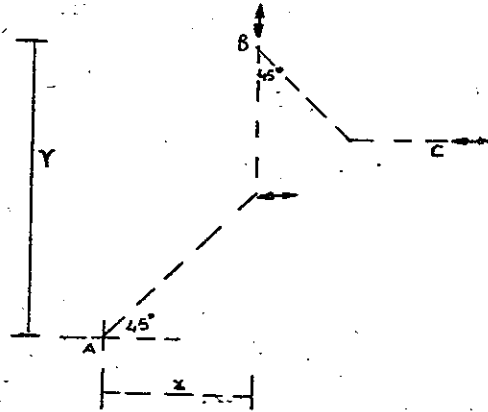
Kesici takımın bir noktadan başka bir noktaya giderken takip edeceği yolun önemli olmadığı durumlarda pozisyonlama kontrolü kullanılmaktadır. Bu kontrol, X ve Y eksenlerine paralel olarak hareket imkanı verdiği gibi 45° açısı altındaki hareketleride gerçekleştirebilmektedir. Pozisyonlamada tezgah iş mili veya pres delgi zımbası iş parçasının belli bir noktasına giderek önceden programlanmış bir takım operasyonları yerine getirir. Pozisyonlama kontrolü daha çok delme, delik genişletme, deliğe kılavuz çekme, raybalama, delik ağzı genişletme, delik ağzına konik çekme, zımbalama, nokta kaynağı, perçinleme gibi iş parça-

sının belli bir noktasında tamamlanabilen operasyonların yerine getirilmesinde kullanılmaktadır.

Pozisyonlama kontrolü ile çalışan bir tezgahta iş parçasının bir noktasından başka bir noktasına gidilirken kesici takım hiç bir zaman iş parçasına temas etmez. Tezgah tablasının sabit olması halinde iş mili ve iş milinin sabit olması halindede tezgah tablası hareket eder. Bu tezgahlarda faydalı işler yalnızca belli bazı noktalarda yapıldığından, noktadan noktaya gidişlerde sarfedilen imalat dışı sürenin asgariye indirilmesi gerekir. Bazı sistemlerde pozisyonlama önce X sonrada Y koordinatının katedilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Ancak pozisyonlama sürenin daha az olduğu diğer sistemlerde X ve Y eksenleri aynı anda hareket ederler.

Şekil:11a'da pozisyonlama kontroluna sahip olan NC tezgahlarının çoğunda rastlanabilen kesici takımın noktadan noktaya giderken takip ettiği yol görülmektedir. Gidilecek noktanın, ilk noktaya göre X ve Y koordinatları eşitse, kesici takımın 45° eğimle hareket ederek pozisyonlama işlemini tamamlar. Kesici takımın A noktasından B noktasına pozisyonlanması için katedilecek yolun X ve Y doğrusal hareketleri Şekil: 11a'daki örnekte anlaşılabileceği gibi her zaman aynı uzunlukta olmayabilir. Bu durumlarda kontrol 45° açısı altında harekete bağli olarak önce kısa olan X hareketini bitirir. Daha sonra Y eksenine paralel hareket ederek B noktasına ulaşır. B noktasından C noktasına gidebilmek için kontrol yine önce 45° lik açısı altında harekete bağli olarak kısa olan "X" mesafesini bitirir ve daha sonra "Y" mesafesinin kalanını tamamlar. Bütün bu pozisyonlama hareketleri hızlı ilerleme (rapid traverse) ile yapılmaktadır.

"X" eksen yönünde verilen bir komut 0° , "Y" eksen yönünde verilen bir komut 90° , ve "X" ile "Y" koordinatlarının eşit olduğu bir komut verilmesi halinde ise 45° lik bir doğru parçası (Şekil:11b) elde edilir. İlerleme hızı kontrol edilebildiği takdirde bir pozisyonlama kontrolü bu üç açıdan herhangi birinin eğiminde freze işlemi yapabilir. Bu özellik pozisyonlama kontroluna sahip takım tezgahlarında "Doğru Parçası Boyunca Frezeleme" kabiliyet olarak bilinir. Şekil:11c, 45° den farklı açıdaki bir parça yüzeyinin



SEKİL: 11

uygun bir freze çakısı kullanılarak nasıl işlenebileceğini göstermektedir.

ÖNEMLİ HATIRLATMA: Eğer herhangi bir taslak malzeme üzerine doğrusal bir kanal işlenecekse, taslak tablaya 0° , 45° veya 90° açı altında yerleştirilmelidir.

b) Konturlama (Contouring) Kontrolü:

Sürekli işleme imkanı veren Konturlama Kontrolü sistemi iki veya daha fazla yöndeki hareketlerin birbirleriyle ilişkili olarak aynı anda kontrol edilmesini ve böylece arzu edilen profilin elde edilmesini sağlar. Konturlama kontrolünün pozisyonlamadan olan en bariz farkı "Enterpolasyon" dur. Enterpolasyon, iş parçasının programlanmış iki noktası arasındaki bir profilin işlenmesini temin eder. Enterpolasyonlar, fonksiyon tipine göre değişik adlarla anılırlar.

Doğrusal Enterpolasyon:

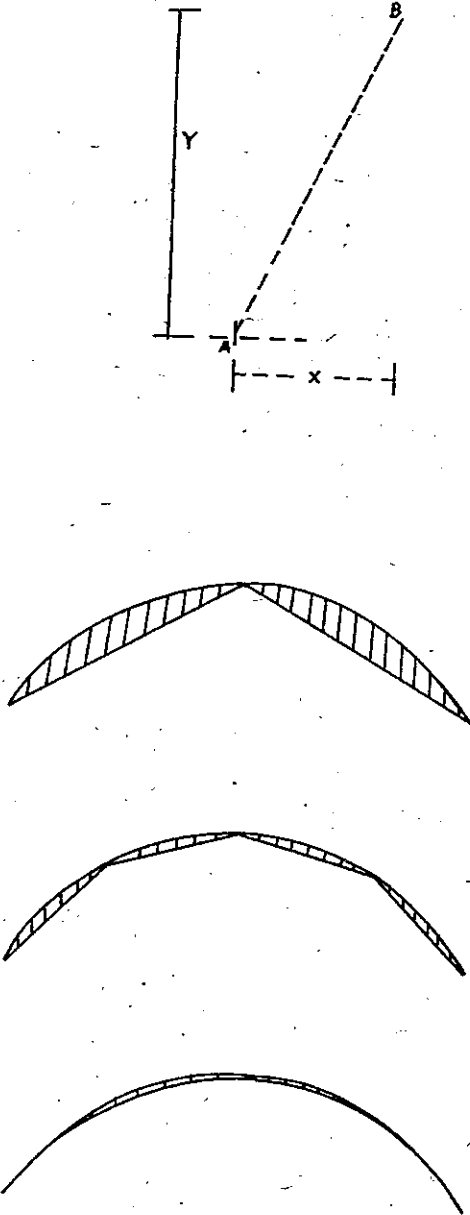
Programlanmış iki nokta arasında bir doğru parçası elde edilmesine yarayan enterpolasyon tipine "Doğrusal Enterpolasyon" adı verilmektedir. Pozisyonlama kontrolünden farklı olarak burada herhangi bir açı altındaki doğrusal frezeleme imkanı mevcuttur. (Şekil:12a)

Doğrusal enterpolasyon, sürekli işlemenin temelini teşkil etmektedir. Doğrusal olmayan fonksiyonlar, çok küçük doğru parçalarına ayrılarak, yaklaşık olarak işlenirler. Doğrusal enterpolasyon yardımıyla bir profil kesme işlemi yapılması düşünülürse, fonksiyonu yaklaşık olarak tanımlayan doğru parçalarının her birinin başlangıç ve bitiş koordinatlarının kontrol ünitesine verilmesi zorunludur. Butakdirde program uzunluğu koordinatları verilecek nokta sayısı ile doğru orantılı olarak artacaktır. Aralarında 0,001 mm veya 1 metre bulunan iki nokta arasının doğrusal enterpolasyon yardımı ile işlenmesi için gerekli programlama süresi ve program uzunluğu aynıdır.

İki programlanmış nokta arasında doğrusal enterpolatör vasıtasıyla kesici takıma kumanda edilirse, kontrol ünitesi bu noktaların koordinatlarını bitiş noktasına ulaşınca kadar hafızasında saklar.

Dairesel Enterpolasyon:

Dairesel Enterpolasyon, doğrusal enterpolasyonun ge-



SEKİL:12

İştirilmiş bir şeklidir. Makina kontrol ünitelerinin çoğunda bulunan dairesel interpolatör, dairesel yörüngeyi kontrolun muktedir olduğu en küçük hareket miktarlarınca doğru parçalarına ayıran, otomatik olarak bu doğru parçalarının başlangıç ve bitiş koordinatlarını hesapeden ve kesici takımın bu yörüngeyi takip edebilmesi için gerekli sinyalleri üreten bir bilgisayar elemanıdır. Şayet üniteye dairesel yörüngeyi işleme toleransı verilirse, işin hassasiyetine göre küçük doğru parçalarının uzunluk ve sayıları değişiklik arzedecektir.

Makina kontrol ünitesinin dairesel enterpolasyon yapma yeteneği yoksa bu takdirde dairesel yay programlayıcı tarafından çok küçük doğru parçalarına ayrılacak ve bu doğru parçalarının başlangıç ve bitiş koordinatları tek tek hesap edilerek programlama formuna dolayısıyla delgi bantına aktarılacak ve çok uzun bir program elde edilmiş olacaktır. Fakat dairesel enterpolasyon yapılırken yayın başlangıç ve bitiş koordinatları ile yarıçap ve merkez koordinatlarının verilmesi dairesel yörüngeyi işlenmesi için kâfidir. Bu örnek dairesel enterpolasyon ile doğrusal enterpolasyon arasındaki farkı anlatmaktadır (Şekil:12b).

Parabolik Enterpolasyon:

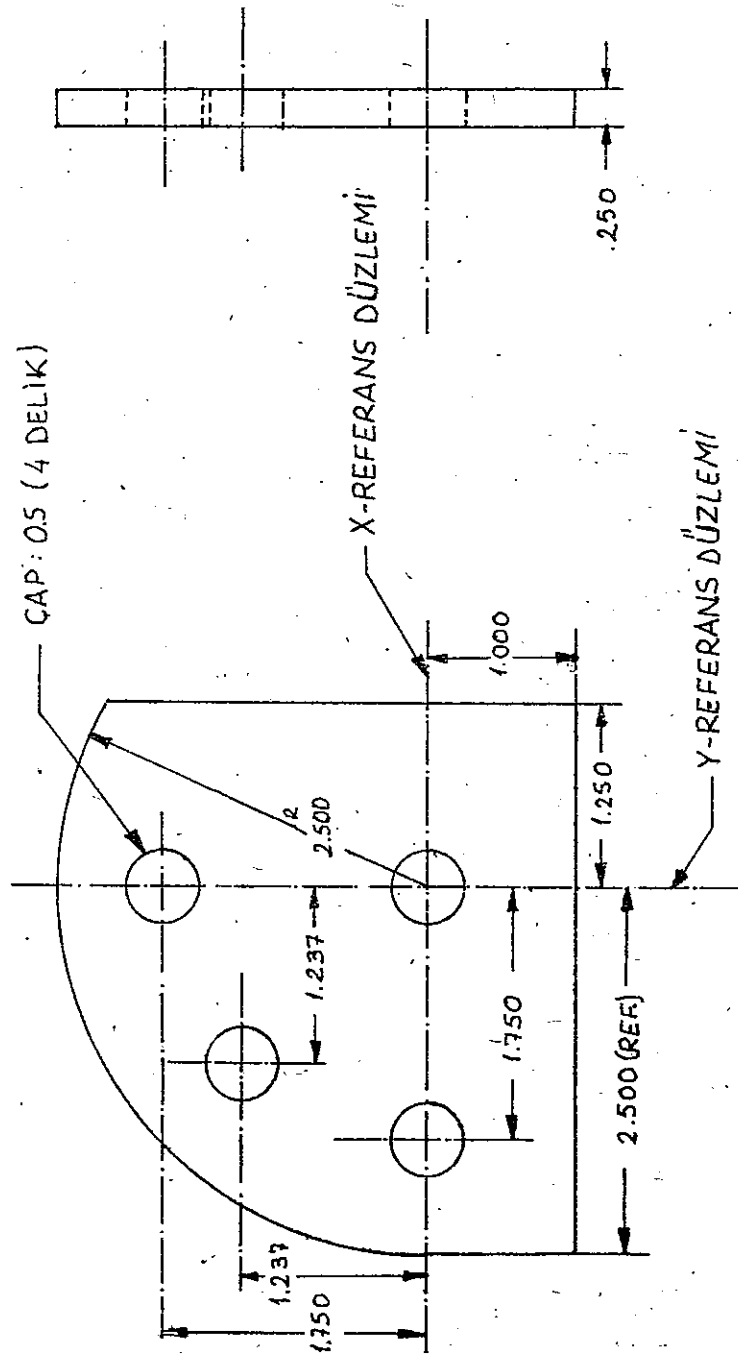
Dairesel enterpolasyonun geliştirilmiş şekli parabolik enterpolasyondur. Dökme kalıpları ve otomotiv endüstrisinde kullanılan komplike formlara sahip kalıpların işlenmesinde parabolik enterpolasyon çok geniş uygulama alanı bulmaktadır. Parabol şekil itibarıyla bir doğru üzerinde bulunmayan üç nokta ile tanımlanmaktadır. Serbest eğrilerin parabolik yaylarla yaklaşık olarak işlenmesi mümkündür.

Kübik Enterpolasyon:

Üçüncü dereceden eğriler, kübik enterpolasyon yardımıyla yaklaşık olarak işlenirler. Ençok bellek kapasitesi gerektiren kübik enterpolasyon ancak kısaca CNC adı verilen Kompüterli Nümerik Kontrol Sistemine haiz kontrol ünitelerinde gerçekleştirilebilmektedir.

2.7. Parça Teknik Resimleri:

Şekil:13 de örnek bir parça resmi gösterilmiştir. Bu örnekte bütün fiziksel noktalar birbirlerine dik olan "X" ve "Y" referans düzlemlerine göre ölçülandırılmıştır. Her referans düzlemi bir tezgah eksenine paralel olup, takım-aparat

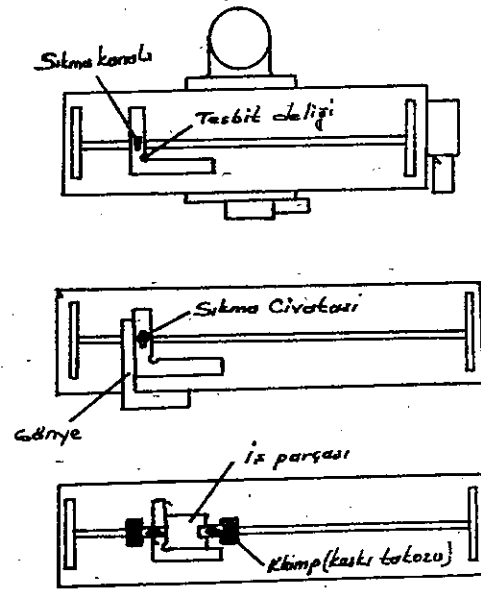


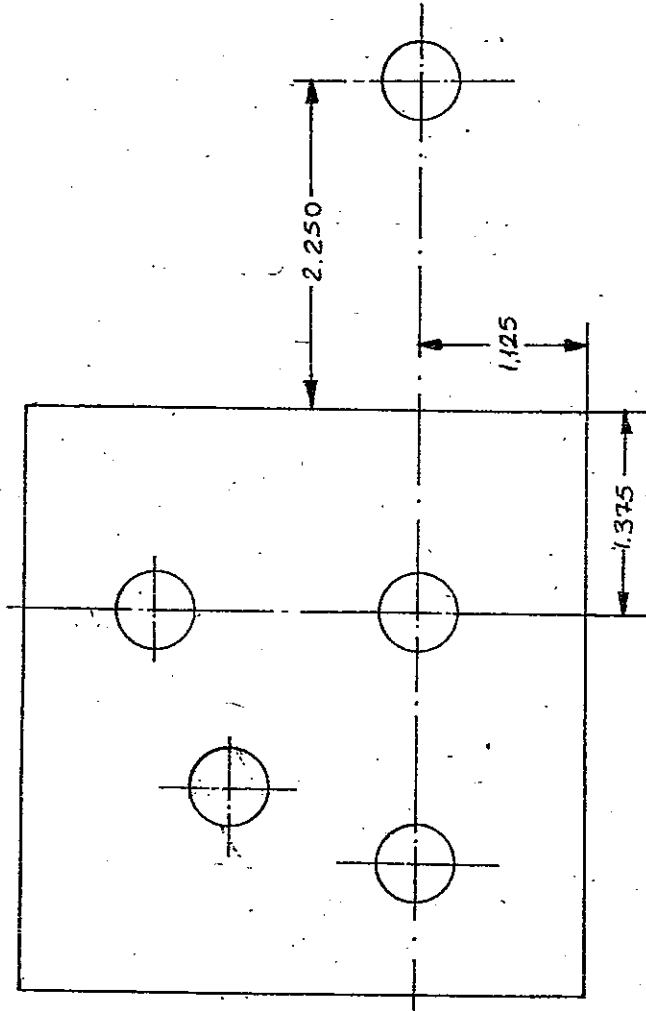
ŞEKİL:13

yerleşim düzenine uygun olan noktalardan başlamaktadır. Ölçülendirme işlemi, parçanın fiziksel şeklini tam olarak tanımlayacak şekilde yapılmıştır. Bu parça maksatlı olarak hem "Noktadan Noktaya Pozisyonlama" (4 deliğin delinmesi) ve hemde sürekli işleme dediğimiz "Konturlama" kontrolü ile işlenebilecek şekilde seçilmiştir.

2.8. Dizayn Safhasındaki Proses İşbirliği:

Şekil:14 de, üzerine 4 delik delinecek olan bir taslak resmi görülmektedir. Takım-aparat dizaynı ve parça programının hazırlanması, bir referans noktasının seçilmesini ve taslağın tezgaha bağlanış usulünün tesbit edilmesini gerektirmektedir. Takım-aparat dizayncısı ile parça programlayıcısının seçecekleri ortak bir referans noktasının, parçayı dizayn eden mühendisin tesbit ettiği noktanın aynı olması gerekmez. Bu durumda taslağın 2,25 in. sağ tarafında bulunan Takım Deliği (takımın operasyona hazır vaziyette bulundurulduğu ilk nokta), taslak tablaya bağlanırken dikkate alınan referans noktasıdır. Takım-aparat dizayncısı bu vaziyete göre taslağın tablaya bağlanmasını temin edecek klamp ve bağlamaları tesbit edecektir. Parça programlayıcısı ise, kesici takım merkezinin takip edeceği yolun, taslağı tablaya bağlayan fikstür ile çakışmamasına dikkat edecektir.





SEKİL:14

2.9. Takım Aparat Dizayn Kılavuzu:

Nümerik kontrolün en büyük ekonomik avantajlarından biri de takım-aparat dizaynı sahasındadır. Takım-aparat dizaynında takip edilecek yol aşağıda sıralanmıştır. Bu örnek, takım-aparat dizaynı ve parça programlama fonksiyonlarının iki ayrı şahısta bulunması esasına göre düşünülmüştür. Kullanıcı bu 14 maddenin kendi şartlarına uygun bir hale getirilebilmesi için bazı ayarlamalar yapmalıdır. Aslında prosedür kısa ve mantıklı olmalıdır. Fakat bu örnek zaman kaybını, bilgi noksanlığını ve yanlış anlamayı önlemek için bu şekilde düzenlenmiştir.

Nümerik kontrollu tezgahlarda takım-aparat dizayn esasları şu şekilde sıralanabilir:

- Aparat resminde 1/16 inç. (1.5875mm) den büyük olan boyutlar mutlaka ölçülendirilmelidir.
- Her aparat dizaynı tezgah çalışır durumda iken operatörün baktığı istikamette bir görünüş resmi ihtiva etmelidir.
- Bütün klamplar çizilmeli ve bulundukları yerler ölçülendirilmelidir.
- Aparat resmi tam olarak ölçülendirilmelidir. Bazı boyutları resimden ölçülmesini gerektiren not yazılmamalıdır.
- Aparat resmi tam olarak ölçülendirilmelidir. Bazı boyutları
- Kesici takım ile aparatın, herhangi bir noktasında çakışmanının olmadığı belirtilmelidir.
- Bitmiş aparat dizaynının bir nüshası parça programlayıcısına gönderilmelidir.
- Parça programlayıcısı kendisine gönderilmiş olan nüshada kesici takım merkez çizgisine belirtir.
- Üzerinde kesici takım merkez çizgisinin belirtildiği dizayn nüshası tekrar aparat dizayncısına gelir.
- Dizayncıya gelen bu nüsha aynı zamanda parça programlayıcısı tarafından farkedilen çakışmaları ve diğer hatalarında ihtiva eder.
- Her çeşit düzeltme ve dizayn değişiklikleri bu nüsha üzerine not edilir.
- Reşim üzerindeki düzeltmeler ve yapılan değişiklikler takım-aparat atelyesine bildirilir.

RESIM NO: _____

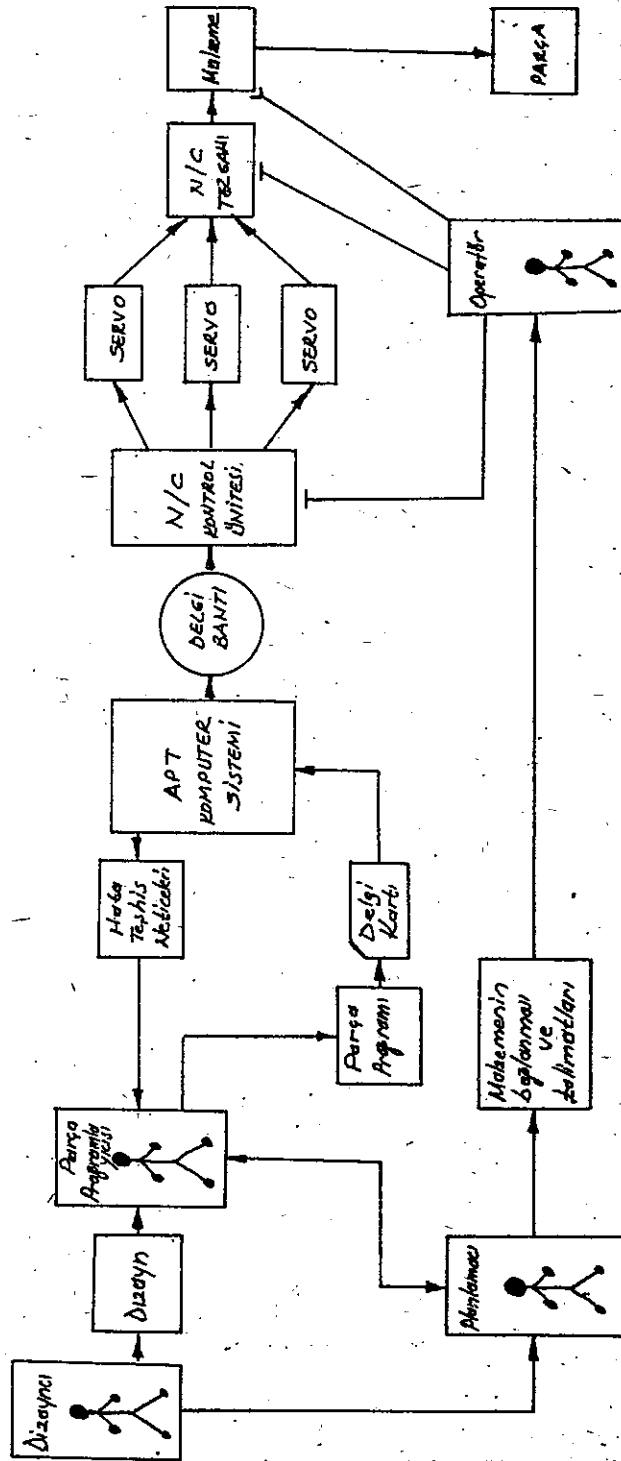
TERCO NC MAKİNASI L.A. 20

[illegible]

SEKIL: 16 a

ŞEKİL: 16 b-

Sıra no.	İşlemler	Kod								Sıra no.	İşlemler	Kod							
		8	7	6	5	4	3	2	1			8	7	6	5	4	3	2	1
1	DEL	•	•	•	•	•	•	•	•	45	0			•	•	•	•	•	
2	1380 rpm S									46	0			•	•				
3	feeding 1 P									47	5			•	•	•	•	•	
4	Cutter-Sun Q									48	0			•	•				
5	0			•	•					49	Z		•		•	•		•	
6	1	•		•	•				•	50	EOB				•	•		•	
7	5			•	•			•	•	51	0			•	•				
8	0			•	•					52	1	•		•	•			•	
9	Z	•	•		•	•				53	5			•	•		•	•	
10	EOB					•			•	54	0			•	•				
11	0			•	•					55	X	•	•		•	•			
12	2	•		•	•				•	56	-			•					
13	0			•	•					57	EOB				•			•	
14	0			•	•					58	0			•	•				
15	X	•	•		•	•				59	4	•		•	•		•		
16	Y	•		•	•					60	0			•	•				
17	EOB					•			•	61	0			•	•				
18	0			•	•					62	X	•	•		•	•			
19	0			•	•					63	-			•		•	•	•	
20	5			•	•			•	•	64	Y		•		•	•		•	
21	0			•	•					65	-			•		•	•	•	
22	5			•	•			•	•	66	EOB					•		•	
23	-			•		•		•	•										
24	EOB					•			•										
25	0			•	•														
26	2	•		•	•				•										
27	0			•	•														
28	0			•	•														
29	Y	•		•	•				•										
30	EOB					•			•										
31	0			•	•														
32	2	•		•	•				•										
33	0			•	•														
34	0			•	•														
35	Y		•		•	•			•										
36	-			•		•		•	•										
37	X	•	•		•	•													
38	EOB					•			•										
39	0			•	•														
40	2	•		•	•				•										
41	0			•	•														
42	0			•	•														
43	Y		•		•	•			•										
44	EOB					•			•										



ŞEKİL:17 APT SİSTEMİ

2.12. Parça Programlaması:

Nümerik Kontrollü takım tezgahlarına parça programlama ile kumanda edilmektedir. Parça programları elle hazırlanabildiği gibi bilgisayar yardımıyla da hazırlanabilmektedir. Önemli olan parçayı işlemek için gerekli operasyon talimatlarının belli bir formatta delgi bantına aktarılmasıdır.

a) Elle Parça Programlaması:

Nümerik kontrollü takım tezgahında işlenmesinde karar verilen bir parçanın herşeyden önce iyi ölçülendirilmiş bir teknik resmine ihtiyaç vardır. Programın hazırlanabilmesi için uygun bir operasyon sırasının tesbiti çok önemlidir. Operasyon sırası tesbit edilirken kesici takımın enaz miktarda yol katetmesi esas olarak alınacaktır. Diğer taraftan programlama formuna işlenecek koordinatlar kesici takım merkez çizgisi üzerinde bulunacaktır. Herhangi bir yanlışlığa meydan verilmemesi için programlamaya geçilmeden önce kesici takım merkez çizgisinin takip edeceği yolun teknik resim üzerine çizilmesi gerekir.

Kesici takımın harekete başlamadan evvel bulunacağı uygun yerin koordinatları seçilen orijin noktasına göre belirlenir. Bundan sonra yapılacak iş operasyon talimatlarının form üzerine dökülmesinden ibarettir. İlerleme ve iş mili dönme hızları malzeme ve operasyon tipine bağlıdır. Operasyonların istenildiği şekilde kontrol altına alınabilmesi için uygun hazırlık ve tali fonksiyonlar seçilir (Tablo - 1 ve Tablo - 2).

b) Bilgisayar Yardımıyla Parça Programlaması:

Bilgisayar yardımıyla parça programlama işleminin genel olarak nasıl yapıldığı Şekil: 18'de sematik olarak gösterilmiştir. Bu işlem aşağıdaki safhalar halinde yapılır:

Kaynak Program: Sık sık parça programı adı da verilen kaynak program, bilgisayara girdi teşkil eden verileri ihtiva eder. Bu işlemin aşağıdaki verilerin ifade edilme biçimi (format) parça programlayıcı ile bilgisayar sistemi arasındaki ortak bir lisana göre düzenlenir. Kaynak programın fonksiyonu, parça ve takım tarifleriyle birlikte makina operasyonlarının sıralanmasını temin etmektedir.

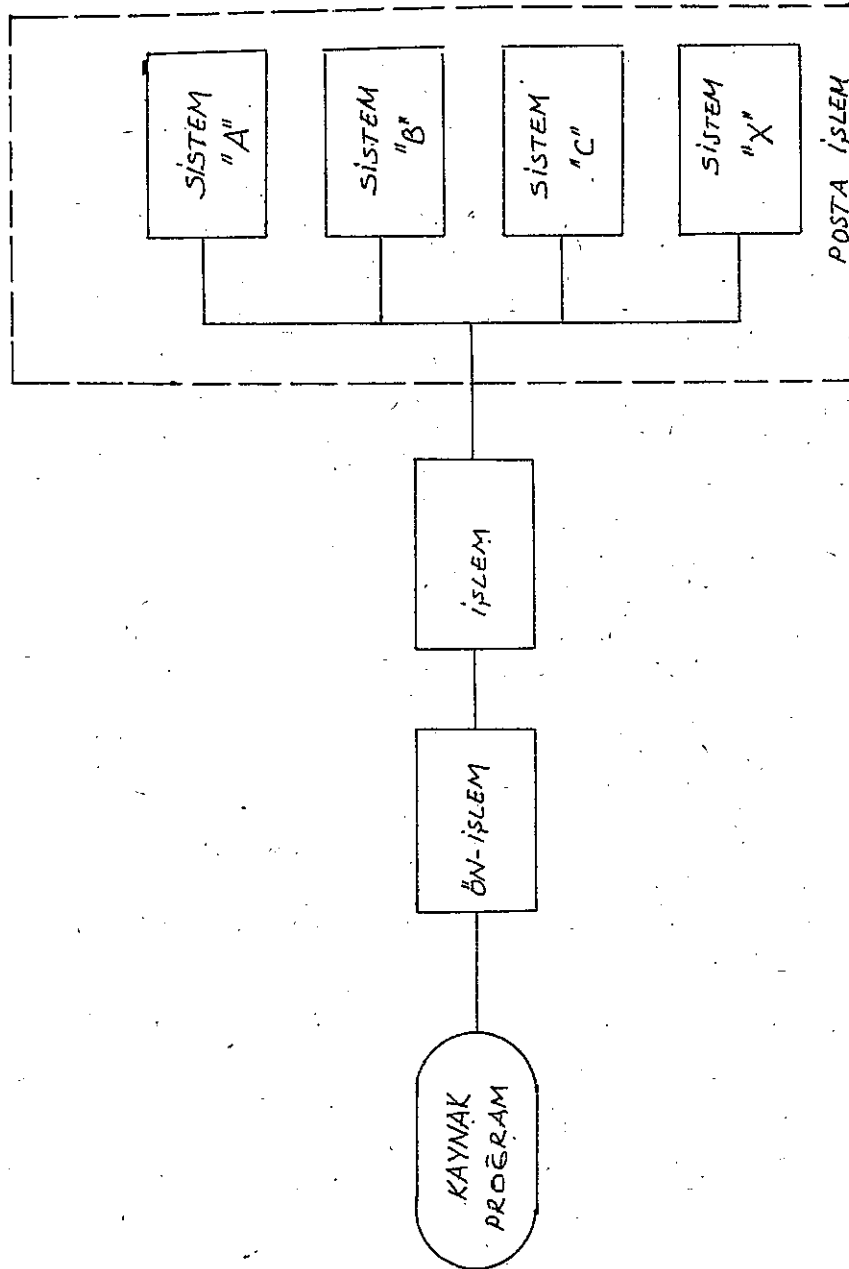
TABLO - 1 Hazırlık Fonksiyonları

- G00 - Noktadan noktaya pozisyonlama
- G01 - Normal ölçüler dahilindeki doğrusal enterpolasyon
- G02 - Normal ölçüler dahilindeki saat-yönü dairesel enterpolasyon
- G03 - Normal ölçüler dahilindeki saat-ters-yönü dairesel enterpolasyon
- G04 - Bekleme
- G06 - Parabolik enterpolasyon
- G08 - Pozitif ivme
- G09 - Negatif ivme
- G10 - Uzun ölçüler için doğrusal enterpolasyon
- G11 - Kısa ölçüler için doğrusal enterpolasyon
- G17 - Dairesel enterpolasyonun XY düzleminde yapılacağını gösterir
- G18 - Dairesel enterpolasyonun ZX düzleminde yapılacağını gösterir
- G19 - Dairesel enterpolasyonun YZ düzleminde yapılacağını gösterir
- G20 - Uzun ölçülere dayalı saat-yönü dairesel enterpolasyon
- G21 - Kısa ölçülere dayalı saat-yönü dairesel enterpolasyon
- G30 - Uzun ölçülere dayalı saat-ters-yönü dairesel enterpolasyon
- G31 - Kısa ölçülere dayalı saat-ters-yönü dairesel enterpolasyon
- G33 - Sabit hatreli dış çekme
- G34 - Artan hatreli dış çekme
- G35 - Azalan hatreli dış çekme
- G40 - Bu kod tezgah operatörünce yapılmış takım tashihlerini iptal eder
- G41 - Takım tashihi iş yüzeyinin sol tarafına uygulanacaktır
- G42 - Takım tashihi iş yüzeyinin sağ tarafına uygulanacaktır
- G43-G52 - Çeşitli yönlerdeki takım tashihleri için kullanılırlar
- G80 - Daha önce kodlanmış sabit devreleri iptal eder
- G81 - Delme operasyonları için kullanılırlar
- G82 - Delik ağzı genişletme
- G83 - Kesikli delik delme (kesici takım her birimde geri çekilir)

- G84 - Deliğe dış çekme
- G85-G89 - Çeşitli delik genişletme devreleri
- G90 - Mutlak ölçülendirme uygulaması
- G91 - Arttırmalı ölçülendirme uygulaması

TABLO - 2 Tali Fonksiyonlar

- m00 . Tezgahın programlı olarak durdurulması
- m01 . Tezgahın ihtiyari olarak durdurulması
- m02 . Program sonu
- m03 . İş mili saat-yönünde döner
- m04 . İş mili saat-ters-yönünde döner
- m05 . İş mili dönüşünün durdurulması
- m06 . Takım değiştirme kodu
- m07 . 2 numaralı (mist) soğutucu açık
- m08 . 1 numaralı (flood) soğutucu açık
- m09 . Soğutucu kapalı (her ikiside)
- m10 . Tabladaki klamp'a kumanda ederek harekete geçmesini sağlar
- m11 . Tabladaki klamp'a kumanda ederek klamp'ın durdurulmasını sağlar
- m13 . Soğutucu açık, iş mili saat-yönünde döner
- m14 . Soğutucu açık, iş mili saat-ters-yönünde döner
- m15 . Bu kod pozitif yönde hızlı ilerleme veya herhangi bir ilerleme hızına göre hareket temin eder
- m16 . Bu kod negatif yönde hızlı ilerleme veya herhangi bir ilerleme hızına göre hareket temin eder
- m19 . Bu kod kontrol tarafından okununca iş mili önceden kararlaştırılmış açısal bir pozisyonda durur
- m30 . Delgi bantının sonuna gelindiğini gösterir
- m31 . Bu kod iş mili çalışmazken pozisyonlama yapılmasını sağlar
- m32-m35 . Bu kodlar sabit kesme hızları için kullanılırlar
- m40-m45 . Bu 6-kod vites değiştirmek için kullanılırlar (iş mili hız değiştirme).



ŞEKİL: 18

Ön - İşlem: Parça resmi üzerinde tam olarak tanımlanamamış ölçülerin hesabı ve kaynak programındaki sembolik terimlerin işleme tabi tutularak yok edilmesi burada yapılır. Gerek duyulmadığı takdirde bilgisayar sistemi ön-işlem basamağını atlayabilir.

İşlem: Burada program dili makina diline çevrilerek işleme tabi tutulur. Bunun neticesinde program listesi, hata teşhis neticeleri ve kesici takım merkez çizgisi koordinatları elde edilmiş olur.

Posta - İşlem: İşlem sonunda elde edilen bilgiler bu kısım için girdi teşkil eder ve bu bilgiler nümerik kontrollü tezgaha yüklenebilecek bir formata göre düzenlenir.

Kaynak programın herbir satırı ayrı bir karta delinir. Kartlara kodlanan bilgiler küçük bir bilgisayar yardımıyla manyetik banta aktarılır. Daha sonra büyük bir bilgisayara yüklenen bant, APT sistemi tarafından işleme tabi tutulur. Program temel olarak 4 elemandan teşekkül etmektedir:

- a) Program tanım talimatı (PARTNO).
- b) Başlangıç değerlerinin ve kontrol fonksiyonlarının verdiği talimatlar (MACHIN, FEDRAT, CUTTER gibi).
- c) Hareket talimatları (i.e., GO, GO LEFT, GO FWD, gibi).
- d) Programı bitirme talimatları (END ve FINI gibi).

Hazırlanan program kartlara delinerek genel maksatlı bir bilgisayara yüklenir. Bilgisayardan alınacak ilk çıktı kaynak programının bir listesini, kesici takım merkezinin takip edeceği yolun koordinatlarını ve teşhis edilen hataları ihtiva etmektedir. Elde edilen bu listedeki bilgiler NC kontrol ünitesinin istediği formatta değildir. Bu bilgiler programlayıcının bir değerlendirme yapmasına yardımcı olur ve daha sonraki posta işlem'e girdi teşkil eder.

Bilgisayar yardımlı parça programlamanın son safhası işlem sonunda elde edilen bilgilerin kontrol ünitesine yüklenebileceği bir formatta düzenlenmesidir. Bu posta - işlem sırasında bilgiler değişikliğe uğramaz ve yalnızca belli bir formata göre yeniden düzenlenir.

PROGRAMLAMADA KULLANILAN DİLLER:

Bu dillerin en büyükleri ve en universal olanı APT'tır. (Automotically Programmed Tools). Bunun yanısıra APT kökenli dillerde geniş bir kullanma alanı bulmuşlardır.

KISA ADI	GELİŞTİREN	GELİŞTİRİLMİŞ ANACI	ÖZEL TEKNOLOJİ	HESAP KAPASİTESİ	KELİME HAZNESİ
APT	MIT	5 eksenli, nokta, doğru ve yörlüğe yönlü işlemlerin kumandası için (SC)	Hayır	IBM, CDC, UNIVAC ve diğerleri. 256 K byt./i.	300 Kelime
MINIAPT	G. Horn: N/C Elektronik Programlama Araçları	2 eksenli, yörlüğe yönlü ve, bir eksenli doğru yönlü işlemlerin kumandası için (2C, L)	Hayır	CDC, UNIVAC, SIEMENS ve diğerleri. 32 K byt.	200 Kelime
IFAPT	ADEPA, France	2 C, L	Evet	32 K byt	—
2C, L	NEL, Glaston	2 C, L	Hayır	UNIVAC ve diğerleri	—
EXAPT 1	Alman Yüksek Okulları EXAPT Cemiyeti	Noktaya göre kumanda ve basit işlemlerin kumandası	Evet: Delme işlemleri için.	IBM, CDC, UNIVAC, SIEMENS ve diğerleri. 128 K byt	130 Kelime
EXAPT 2	"	İki eksenli ve yörlüğe yönlü işlemlerin kumandası için	Evet: Tornalama işlemleri için	210 K byt	150 Kelime
EXAPT 1.6	"	2C, L	Evet: Delme işi	180 K byt	180 Kelime
BASIC EXAPT	"	2C, L	Hayır	100 K byt	120 Kelime

ACIKLAMA:

BYT: İki değerli sinyal

MIT: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü - USA

LAMI: Elektrobeyin (Bilgisayar) Ticareti ve Endüstrisi

NEL: Ulusal Mühendislik Laboratuvarı Glaskow-İngiltere

ADEPA: Otomatik üretimi geliştirme - Fransa

EXAPT: Apt'ın Almanya da Berlin, Dachen, Stutgard,

Yüksekokulları tarafından geliştirilmesi için kurulan cemiyet.

2.13. Sayı Sistemleri:

Tabanı iki olan sayı sistemine binar (ikilik) sistem adı verilir. Makina kontrol üniteleri tabiat itibariyle ikilik sistemiyle çalışmaktadır. Programlama formu üzerindeki rakamlar NC sistemine kumanda edecek olan bantlarda değer olarak aynı kalmasına rağmen değişik bir şekilde ifade edilmektedir.

Makina Kontrol üniteleri bilgisayarlarda da olduğu gibi ikilik (binar) sayı sistemini kullanmak zorundadır.

Elektronik devrelerin çoğunda iki özellik mevcuttur ki, buda devrenin açık veya kapalı oluşudur. Bu bakımdan kontrol ünitesi için ikilik girdi gereklidir.

Şekil: 19, aynı değerdeki bir dizi sayının ikilik ve ondalık sistemlerde nasıl ifade edildiklerini göstermektedir. Değerler aynı fakat şekiller farklıdır. Bu, bir fikir veya düşüncenin iki ayrı lisanda ifade edilmesine benzemektedir. Ondalık sayı sistemi 0'dan 9'a kadar olmak üzere 10 değişik karaktere sahiptir. İkilik sistem ise yalnızca "0" ve "1" lerden oluşmaktadır.

2.14. NC İş Makinalarında Kumanda Sistemleri:

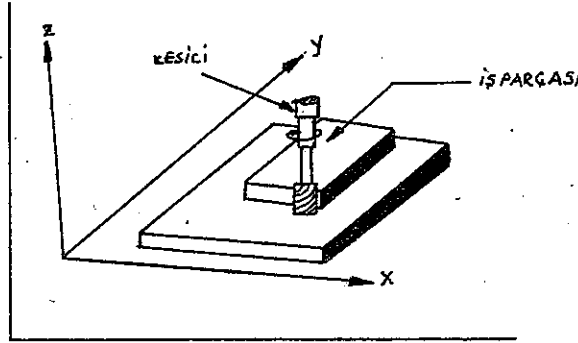
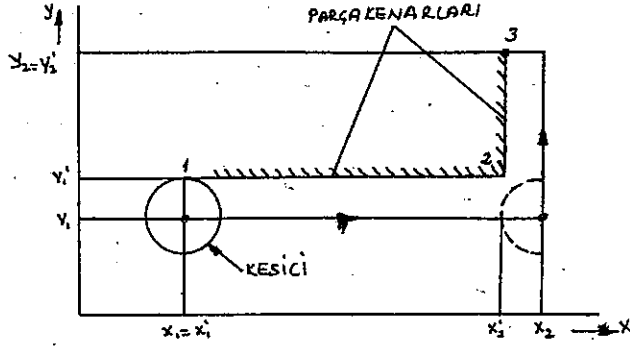
Genel olarak kumanda sistemlerini:

1. Noktaya göre kumanda sistemi,
2. Doğruya göre kumanda sistemi,
3. Yörlüğe göre kumanda sistemi, olmak üzere üçe ayırabiliriz.

1. Noktaya göre kumanda sistemi:

Bu sistemde kesiciyi taşıyan ve (z) eksen boyunca hareket edebilen anamilin (x-y) düzlemine dik olan ve eksenlerinin kesişme yeri olan delik merkezi (x-y) koordinatlarına göre tanımlanmış olan deliklerin ve benzer işlemlerin

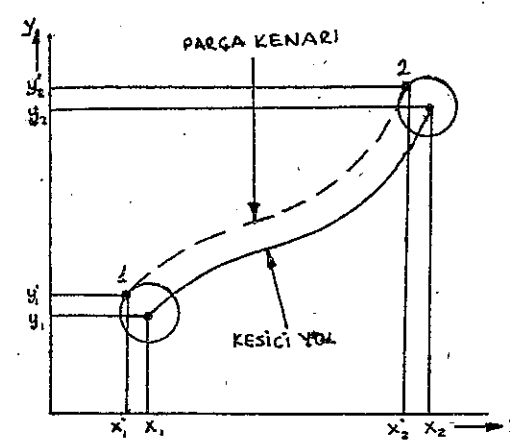
tezgah masası önce (x) eksenine sonra, (y) eksenine paralel olarak, veya bunun tersi şeklinde hareket ederek istenilen işlemler sağlanmış olur. Bu kumanda sistemi ile, basit frezeleme, silindirik tornalama ve oksijenle kesme işlemlerinde uygulama yapılmaktadır. (Şekil: 21)



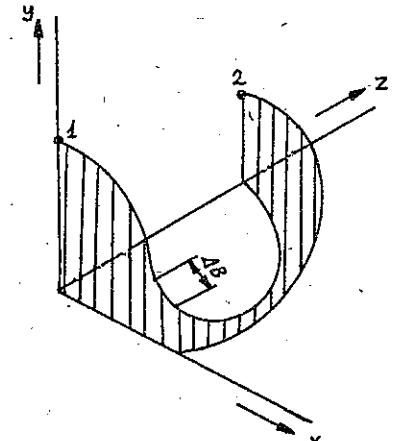
3. Yörüngeye göre kumanda sistemi:

Bu kumanda sisteminden istenen görev aynı zamanda NC'lu iş makinelerinin doğuşunu gerektiren işlemlerdir.

Bu kumanda sisteminde başlama ve bitiş noktalarının aynı düzlem üzerinde bulunma zorunluluğu yoktur. Şekil: 22a ve 22b' de görüldüğü üzere işlenen parça kenarı, herhangi bir matematik fonksiyona uyan, (x-y) veya (x-y-z) koordinatlarına göre değişebilen ölçülere sahip herhangi bir eğri veya yüzeyler NC'lu iş makinelerinde rahatlıkla işlenebilir. (x-y-z) koordinatlarındaki ölçü değişimi, kesici alet talaş alma işlemini yaparken gerçekleştirebilir. Bu sistemin can alıcı noktası da budur. (x-y-z) değerleri sistemin içinde veya dışında bulunabilen bir hesaplayıcı yardımı ile hesaplanır. Ve makineye kumanda olarak verilir.



ŞEKİL: 22-A



ŞEKİL: 22-B

Bu sistemde de işlenen parça ile, kesici alet arasında sıkı bir bağımlılık vardır. Hesaplama işlemlerinde kesicinin çapı çok mühim rol oynar. Bu sistemle; türbin kanavları, dövme kalıpları, pres kalıpları, ayrıca düzlem olmayan iş parçalarında işlenebilir.

2.15. Delgi Bantlarında Kullanılan Kodlama Usulleri:

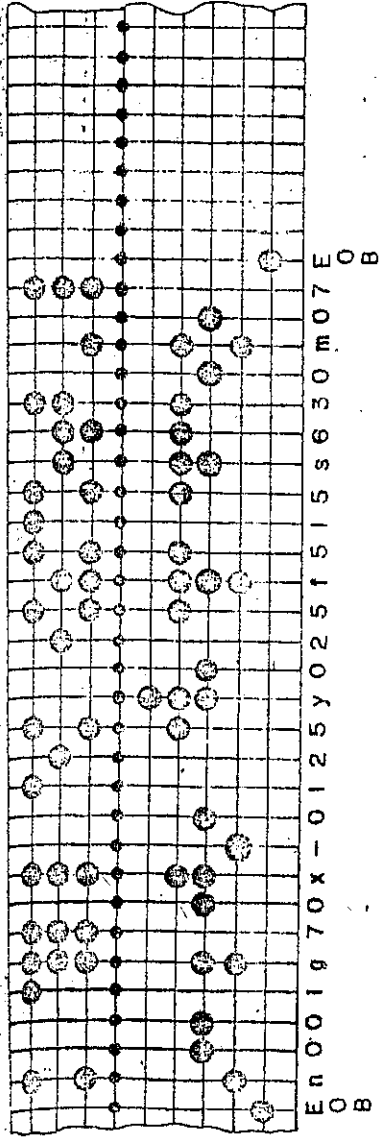
Dünya üzerinde birçok tipte NC takım tezgahına rastlamak mümkündür. Bu bakımdan bazı firmalar delgi bantlarının formatını değişik biçimde düşünmüşlerdir. Halen kullanılmakta olan 8-10 format olmasına rağmen, bunlardan en çok kullanılan 3 format aşağıda ifade edilmiştir:

A. Kelime Adres Formatı (Word Address Format):

Şekil: 23, kelime adres formatına göre düzenlenmiş bir talimatı ihtiva eden delgi bantını göstermektedir. Bu sistemde her sayının başına sayının anlamını ifade eden bir karakter getirildiğinden bu adı almıştır. Kelime adres formatı bilgilerin kontrol ünitesine herhangi bir sırada verilmesine imkan sağlar. Takım tezgahının hareketlerini düzenleyen sayıların başındaki karakterler "Adres" adını almaktadır.

B. "TAB" Sıra Formatı (Tab Sequential Format):

En çok kullanılan bant formatlarından biri de "TAB" sıra formatıdır. Bilgiler bant üzerine aktarılırken sayıların başına "TAB" kelimesi getirilmektedir. Her fonksiyon yalnızca takım tezgahı veya kontrol imalatçısının tesbit ettiği bir sıra dahilinde kodlanabilir.



SIRA	HAZ.FK.	x	y	z	D.HIZ	HIZ(d/d)	TALI FK.
n001	070	x-01125	y0215		f515	s630	m07

KELİME ADRES FORMATI

ŞEKİL: 23

şekil: 24'den de görülebileceği gibi herhangi bir fonksiyonun talimata ilave edilmesine gerek duyulmasa da "TAB" kelimesi muhakkak kullanılır.

C. Değişken Blok Formatı (Variable Block Format):

şekil: 25'de gösterilen değişken blok formatı, kelime adres ve tab sıra formatının birleşmelerinden meydana gelmektedir. Bu formata göre düzenlenmiş bir delgi bantı, gerek "kelime adres" gereksede "tab sıra" formatına göre imal edilmiş makina kontrol üniteleri tarafından da okunabilir. Kelime adres formatına göre dizayn edilmiş bir kontrol ünitesi delgi bantını okurken tab kelimelerini ihmal eder. Tab sıra formatına göre dizayn edilmiş sistemde diğerinin aksine tab kelimelerini dikkate alır. Her sayı bütün bu format sistemlerinde aynı reaksiyonu gösterir.

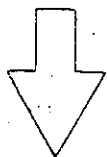
2.16. Servo Mekanizması:

Nümerik Kontrollü takım tezgahlarının hassasiyetlerinde rol oynayan en büyük faktörlerden biri de kapalı devre servo sistemidir. Şekil: 26'da şematik olarak basit bir servo mekanizması görülmektedir. Bu devre ocak, termometre, termostat ve devreyi açıp kapamaya yarayan bir anahtardan meydana gelmektedir. Burada termostat önceden belirli bir sıcaklık derecesine göre ayarlanmıştır. Şayet termometrenin tespit edeceği oda sıcaklığı bu limitin altına düşerse, anahtar devreyi kapatır ve ocağı yakar. Oda sıcaklığı yükselince bunu hisseden termostat devreyi açarak ocağın sönmelerini temin eder.

Aynı servo mekanizma prensibi takım tezgahların da kesici takım pozisyonunun sürekli olarak kontrol altında tutulması için kullanılmaktadır. Servo mekanizması kesici takım gerçek pozisyonu ile arzu edilen pozisyon arasındaki farkı hissetmektedir. Bu hissetme elektriksel, elektronik, optik, mekanik veya başka bir yolla gerçekleştirilebilir. Bu olay istenen ve fiili oda sıcaklıklarının farkının termostat tarafından hissedilmesine benzer. Kesici takım arzulanan pozisyona ulaştığında sinyal sıfırlanır ve hareket sona erer.

2.17. NC Makina Kontrol Sistemi Çalışma Prensibi:

şekil: 27'de bir makina kontrol sisteminin çalışma prensibi basit olarak gösterilmiştir. NC tezgah kullanıcılara



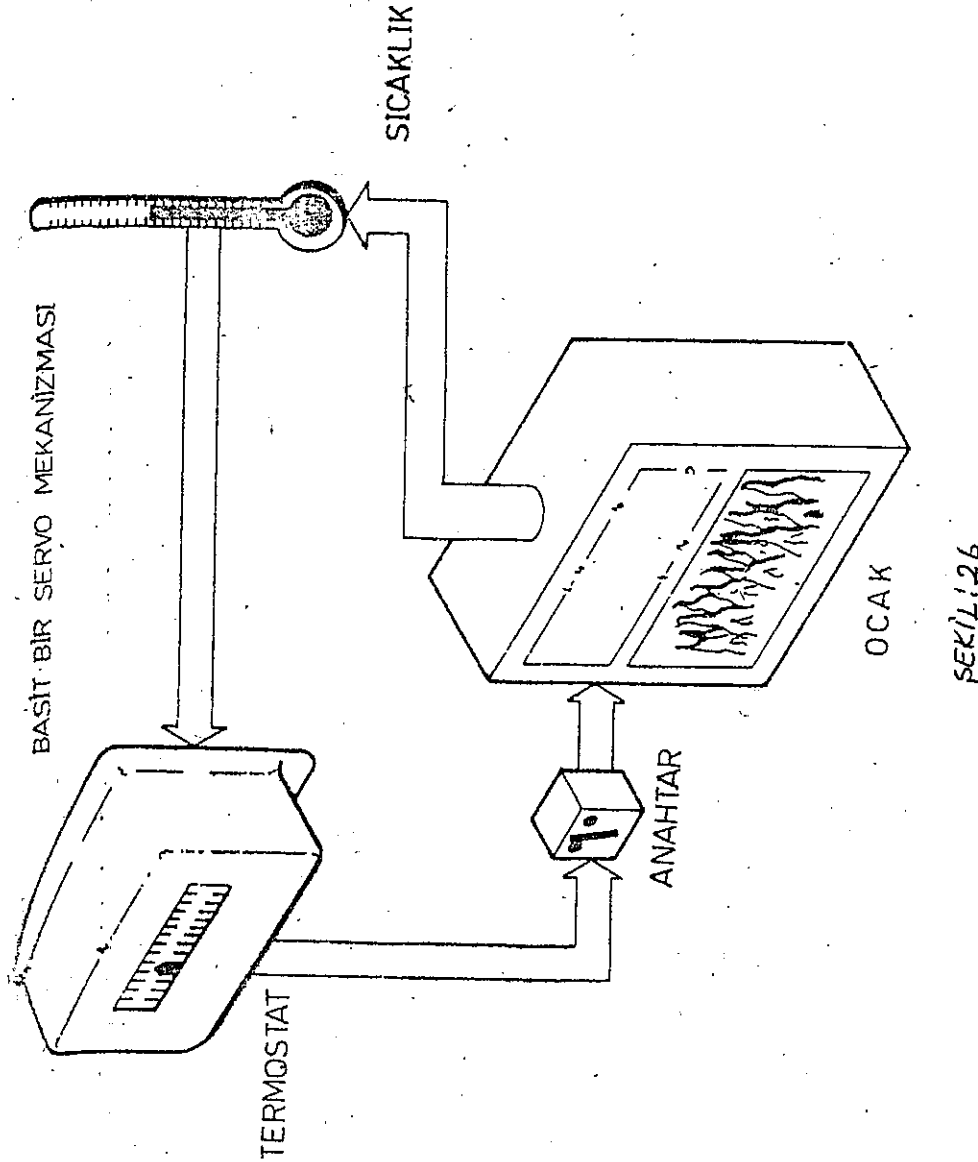
- 52 -

SEKIL: 26



- 53 -

ŞEKİL: 25



rının eline geçen makina kontrol üniteleri imalatçıdan imalatçıya değişmesine rağmen genellikle şekil: 27'deki sistem kullanılmaktadır.

Bir makina kontrol ünitesindeki temel elemanlar aşağıdaki gibi tarif edilebilir:

a) Bant Okuma Mekanizması: Delgi bantındaki bilgilerin kontrol ünitesi tarafından kabul edilebilir şekilde okunmasını sağlayan mekanizmadır.

b) Bilgi Aktarma Devreleri: Bilgileri alarak uygun bir şekilde kontrol ünitesine iletir.

c) Ara Hafıza: Banttaki bilgiler aktarılırken husule gelecek zaman kayıplarını önlemek için bir sonraki bir blok bilgi bu hafızaya yüklenir.

d) Enterpolatör: Eksen hareketlerini zamana bağlı olarak düzenler.

e) Pozisyon Göstergesi: Behar eksenin bulunduğu yeri gösterir.

f) Servo: Takım tezgahına hareket sinyalini iletir.

g) Geri İletim: Mekanik bir hareketi uygun bir hata sinyaline dönüştürür.

h) Tahrik Ünitesi: Takım tezgahının güç kaynağıdır.

i) Kontrol Sistemi: Sistemin bütün faaliyetlerini koordine eder.

2.18. Geri İletim Sistemleri:

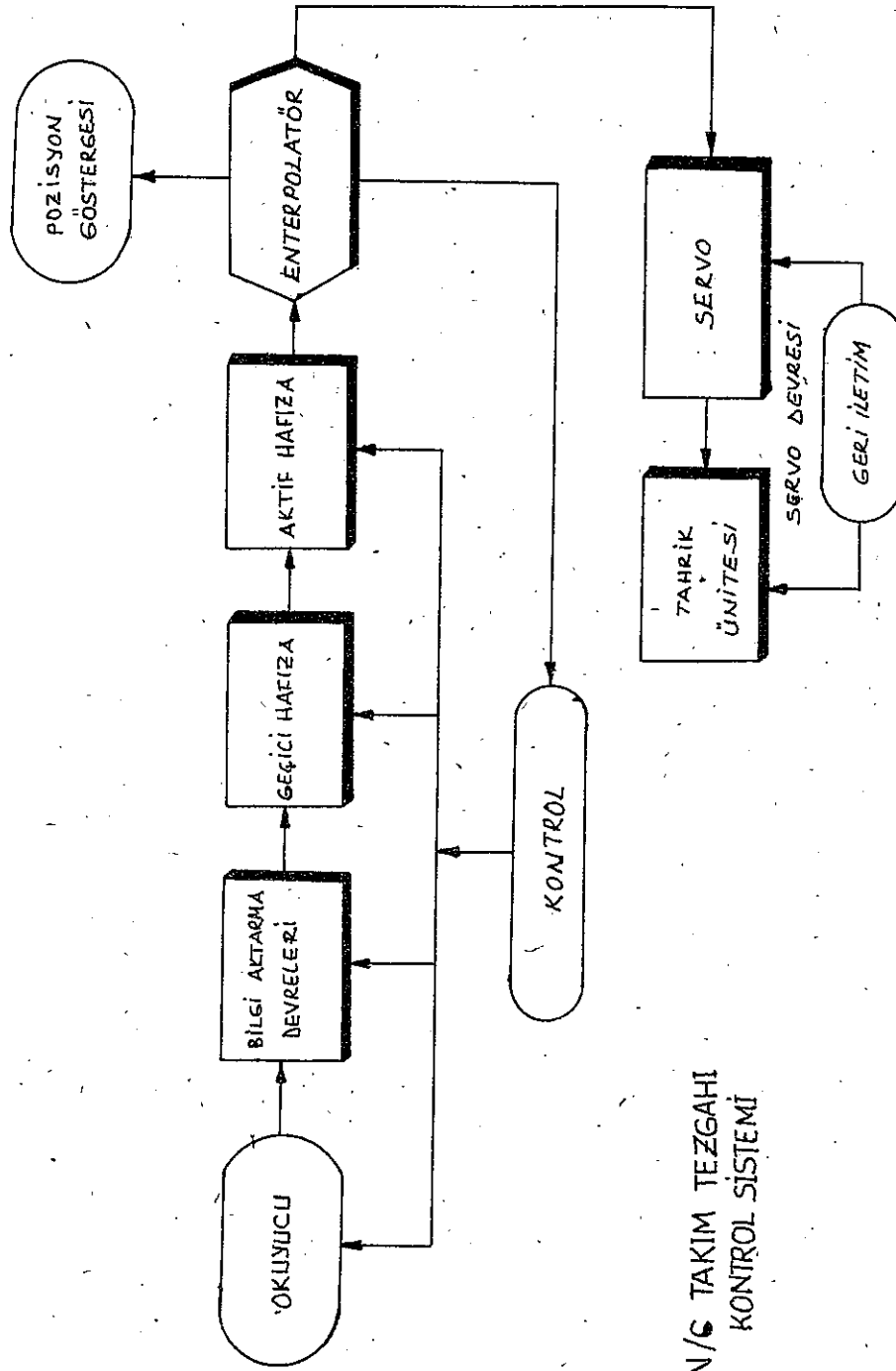
Geri iletim üniteleri şimdiye kadar iyi anlaşılma-
mış ve hep karışıklığa sebep olmuştur. Şekil: 28'de de görüldüğü gibi NC sistemlerinde uygulama alanı bulan 3 tip geri iletim sistemi mevcuttur:

a) Açık Devre Geri İletim:

Geri iletimin en temel ve ucuz yolu açık devre ile olanıdır. Bu sistemin hassasiyet derecesi tahrik motoru ile talaş milinin hassasiyetlerine bağlıdır. Genellikle açık devre makina kontrol ünitesi olarak adlandırılan sisteme "Devresiz" sistem demek daha uygun olacaktır.

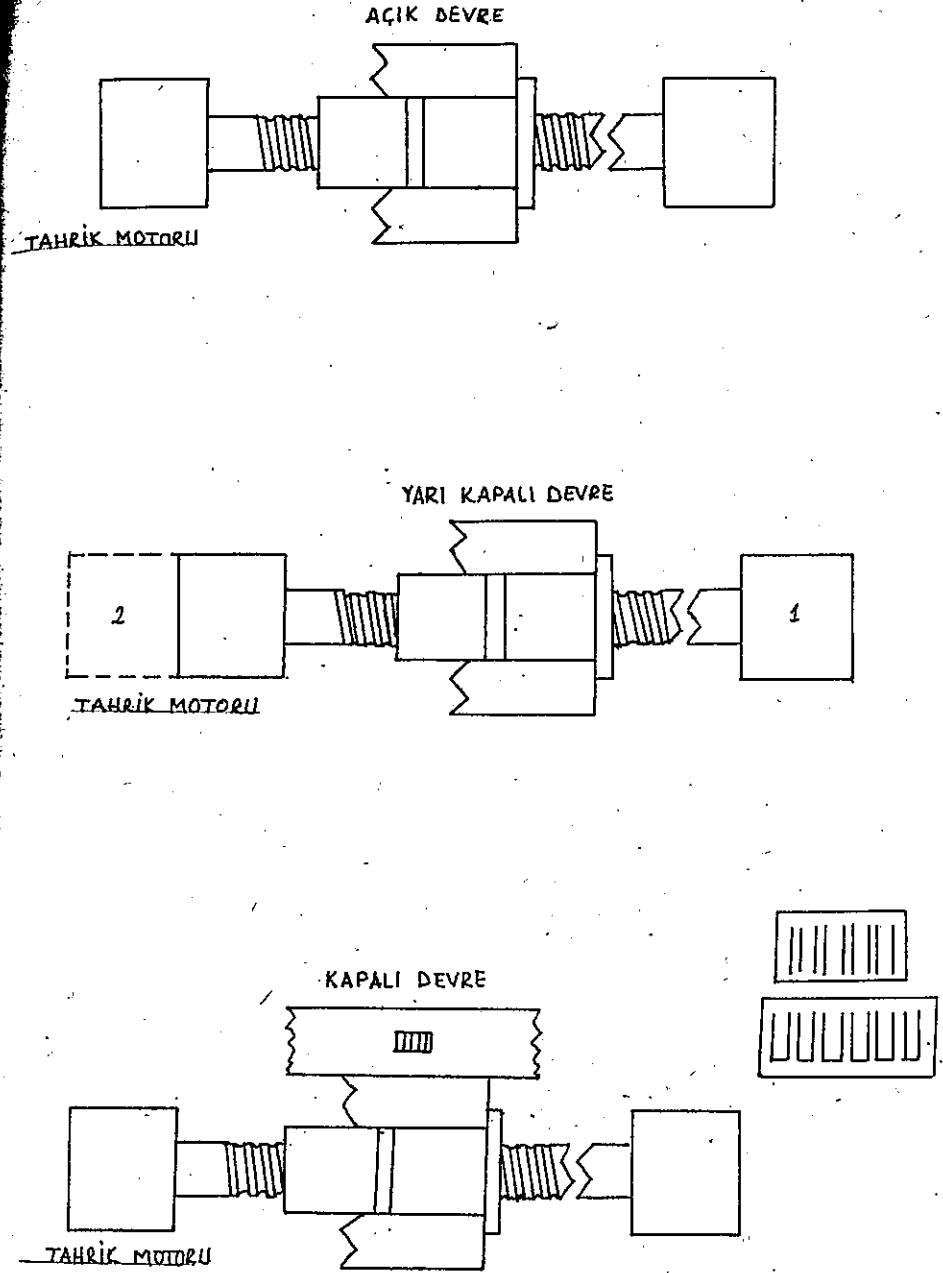
b) Yarı Kapalı Devre ile Geri İletim:

Açık devre geri iletim sisteminde olduğu gibi burada da bir tahrik motoru ve talaş mili mevcuttur. Buna ilave olarak talaş milinin dönme hareketini ölçebilen bir cihaz "Döner Enkoder" (Rotary Encoder), eklenmiştir. Tahrik moto-



N/C TAKIM TEZGAHI
KONTROL SİSTEMİ

ŞEKİL: 27



ŞEKİL: 28

runun her birim hareketi, talaş milini belli bir oranda döndürmektedir. Döner Enkoder, talaş milindeki dönme miktarını ölçerek tahrik motorunun verdiği girdi ile karşılaştırır. Yarı kapalı devre ilk Nümerik Kontrollü takım tezgahlarında kullanılmış yeni bir metoddur.

c) Kapalı Devre ile Geri İletim:

Kapalı devre geri iletim sisteminde diğer iki sistemden farklı olarak tablanın üstünde hareket edebileceği bir kızak ilave edilmiştir. Tezgah tablasının doğrusal hareketi kızak üzerine yerleştirilmiş hassas ölçü aleti yardımıyla ölçülür. Tabla hareket ettiği zaman, hareketli tezgah elemanının toplam hareket miktarı otomatik olarak ölçülür. Bu miktar ana sinyalden çıkarılarak hata sinyaline dönüştürülür. Hata sıfırlanana değin operasyon devam eder.

ÖNEMLİ HATIRLATMA: Çoğu kez pozisyonlama kontrollerinin açık devre ve kontrolleme kontrollerinin yarı kapalı/kapalı devre geri iletim sistemi kullandıkları zannedilmesine rağmen genellikle doğru olan bu düşünce bir kaide olarak kabul edilmemelidir. Önemli olan şey, piyasada bulunan sistemlerin iyi analiz edilerek ihtiyaçlar doğrultusunda seçim yapılmasıdır.

2.19. Makina Kontrol Tipleri:

Makina kontrol sistemlerinin bütün tiplerinde gözle görülür değişiklikler ve gelişmeler olmaktadır. Bu gelişmeler kısaca şu şekilde sıralanabilir:

a) Sabit Donanımlı (Hard-Wired) Makina Kontrol Üniteleri:

Bu tip sistemler belli bazı elektronik devreler yardımıyla fonksiyonunu yerine getirirler. Her defasında yüklenen delgi bantı vasıtasıyla parça işlenir.

b) Program-Hafızalı (Stored-program) Kontrol Üniteleri:

Bu sistemlerde ilave olarak bir hafıza vardır. Delgi bantı kontrole yüklendiğinde bilgiler bu hafızaya aktarılır ve benzer parçaların müteaddit defalarca işlenmesinde kullanılır.

c) Programlanabilen Hafızalı Kontrol Üniteleri (Programmable Logic Controllers):

Bu sistemlerde hafıza ayrıca programlanabilme özelliğine sahip olup, kontrol ünitesine istenildiği zaman ilave edilebilir.

d) Kompüterli Nümerik Kontrol (CNC):

Bu sistemlerde kontrol ünitesi içerisine bir mini bilgisayar eklenmiştir. Programlanabilen bu bilgisayar, program talimatlarında her an değişiklik yapılabilmesini sağladığından esnek bir özelliğe sahiptir. Mini bilgisayar ayrıyeten tezgahın gerekli bakım kontrollerinde yapabilmektedir. Mesela, tezgah hidrolik sıvı sıcaklığı belli bir limitin üzerine çıkmışsa, operatör mini bilgisayar tarafından ikaz edilir.

e) Direkt Nümerik Kontrol (DNC):

Bu sistemde birden fazla nümerik kontrollü takım tezgahı müşterek bir kompütere bağlanarak aynı merkezden kumanda edilirler. Parça programları bilgisayarın hafızasında kaydedilir ve istenen program tezgah yanbağındaki operatör paneli vasıtasıyla bilgisayardan istenildiği an çağrılabilir.

2.20. Bant Kodları:

Nümerik Kontrollü takım tezgahlarında genellikle 3 tip bant kodlama sistemi kullanılmaktadır. Eskiden beri kullanılan en yaygın kod, EIA (Electronics Industries Association) kodudur, (şekil: 30). Bu kod 8 kanaldan meydana gelmektedir. Üçüncü ve dördüncü kanalların arasında bantın hareket ettirilebilmesi için delikler bulunmaktadır.

ASCII (American Standard Code for Information Interchange) ve DIN 66024 (ISO) kodları ise daha yeni kodlardır. Şekil: 29 DIN 66024 ve EIA RS 244 A kodlarını ve aradaki farkı göstermektedir.

EIA kodunda bir sıradaki delik sayısı tek, ASCII ve DIN 66024 kodlarında ise bir sıradaki delik sayısı çifttir.

ASCII ve DIN kodlarında ise; nümerik sayıların delik yerleri aynı olduğu halde, diğer işlemlerde farklıdır. Şekil: 31'de de ASCII ve DIN kodlarını görmekteyiz.

Kullanılacak kod, milli standartlar paralelinde olacaktır. Bu bakımdan tezgahlarda bu üç tür koddan her birisine rastlamak mümkündür. Hatta son zamanlarda imal edilen takım tezgahları üzerine ilave edilen bir düğme, istenildiği anda herhangi bir koda göre bilgi yükleme imkanı getirmiştir.

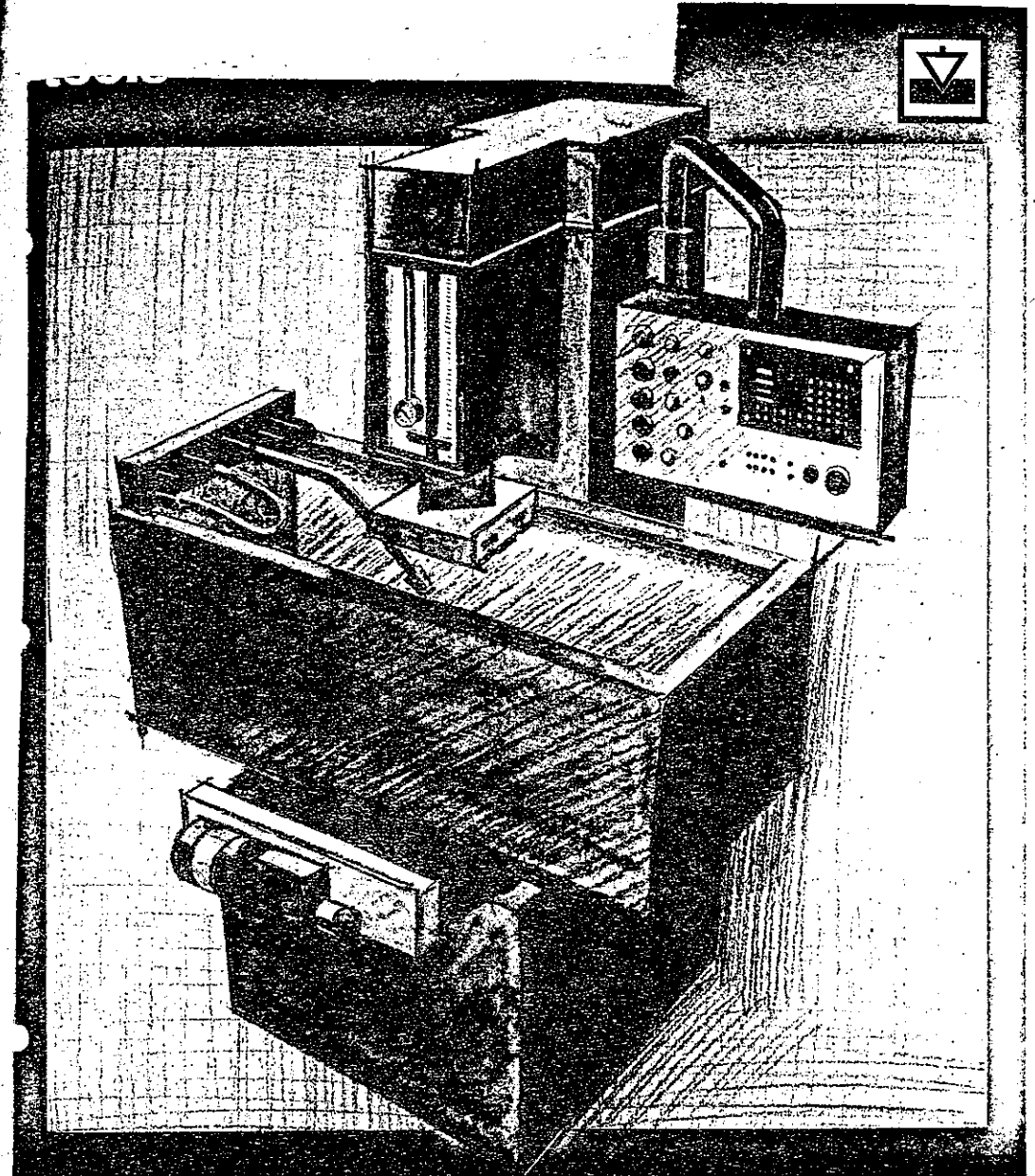
DIN 86024 (ISO)		İŞARET	EIA RS 244 - A	
Track-No.	Sign.		Sign.	Track-No.
8 7 6 5 4 3 2 1			8 7 6 5 4 3 2 1	
	NUL	Kayıt sonu	&	
	BS	Paso	LC	
	HT	Geri tuşu	UC	
	LF	Tabulatör (ilerletici)	EOR	
	CR	Paso çizgisi	RT	
	SP		TAB	
	(		<=	
	%	Ara boşluk tuşu	ZWR	
	:	İç kontrol		
	/	Dış kontrol		
	+	Program başlangıcı		
	-	Müşbet işareti		
	0	Menfi işareti		
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	A			
	B			
	C			
	D			
	E			
	F			
	G			
	H			
	I			
	J			
	K			
	L			
	M			
	N			
	O			
	P			
	Q			
	R			
	S			
	T			
	U			
	V			
	W			
	X			
	Y			
	Z			
	DEL			

ŞEKİL: 29

Delikli Bantlı İşaretlerin Anlamları		
Sıra No	Program Anlamı	İşaret Grubu
1	Desimal Sayı 0 bittir 0	NÜMERİK İŞARETLER
2	" " 1	
3	" " 2	
4	" " 3	
5	" " 4	
6	" " 5	
7	" " 6	
8	" " 7	
9	" " 8	
10	" " 9	
11	Bn İşaret (+)	Bn İşaret
12	" " (-)	
13	Açı okuma adresi 'e göre	
14	" " " 'ye "	
15	" " " 'e "	
16	İlerleme hızı	
17	Gesir şartları	
18	Ek geçişime için açık	
19	Yardımcı fonksiyonlar	
20	Takım numarası	
21	Ana mil devir sayıları	ALFA İŞARETLER
22	Takım seçimi	
23	İkinci eksen 'e paralel	
24	" " 'ye "	
25	" " " 'e "	
26	Yol adresi 'e göre	
27	" " 'ye "	
28	" " " 'e "	
29	Ara boşluk	
30	Dezifme işareti	
31	Çözümlenmiş mak. Yarıtmalı	İşaret
32	İlerletici (Tabulatör)	
33	Delik bandı (dur kodu)	
34	Geriye sarım (başla kodu)	

ŞEKİL: 30

PRORAM KODU EIA RS 244							
Program Sembol	8	7	6	5	4	3	2
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
+							
-							
a							
b							
c							
f							
g							
L							
m							
n							
S							
t							
u							
v							
w							
x							
y							
z							
ZWR							
IRR							
<=							
TAB							
STOP							
Ö							



BÖLÜM: 1

KIVILCIMLA AŞINDIRMA

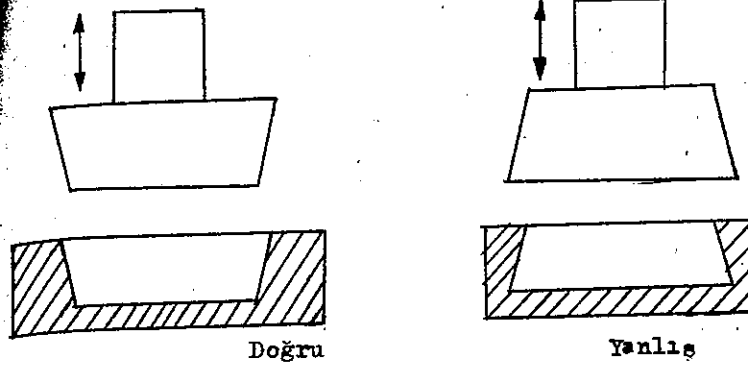
1.1. Kivilcım ile Talaş Kaldırma İşleminin Doğru Kullanımı:

Malzemelerden düzgün ve doğru bir şekilde talaş kaldırma işlemleri elektrik enerjisi yardımı ile yapılır. Burada kesicinin dönerek talaş kaldırması söz konusudur değildir. Talaş kaldırma işlemi yapılırken hiçbir ses (gürültü) çıkmaz. Periyodik bir akım olayı vardır. Boşaltma işlemi yapılan parça sertleştirilir. Daima elektrik enerjisi kullanılır ve işlemler 20 Voltluk bir gerilim altında yapılır. Kazıyarak işleme yapılır. İstenen şekle uygun elektrotlar hazırlanıp tezgaha takılarak işe aksenel olarak etki ettirilmek suretiyle talaş kaldırma işlemi yapılır. Etki ettirilen gerilim 20 Volttan aşağı olamaz.

Değişik metal alaşımların yapıları (işlenmeleri) uçak endüstri ve uzay endüstrisinde önemli bir yer tutar. Çok karmaşık ve yüksek hassasiyet istenen yerlerde bu kivilcım metodu kullanılarak çok iyi bir sonuç alınabilir. Bu metodu 0.3 mikron hassasiyetinde iş yapmak mümkündür.

Kivilcım ile aşındırma işlemi oldukça basittir. Önce malzeme ye uygun elektrot seçimini yapıp, daha sonra istenen profile uygun elektrot hazırlanması gerekir. Sonra iş parçası ile temas etmeyecek konuma getirilir. İşlem yalıtkan bir sıvı içerisinde yapılır. İş parçası ve elektrot doğru akım kaynağına bağlanmıştır. Parça ve elektrot arasında bir gerilim meydana getirilerek işleme başlanır. İlk anda elektrik akımı olmaz çünkü; yalıtkan iş ile elektrot izolatörlü (tecrit edici) dir. Aralık küçültüldükçe kivilcım meydana gelir ve bu arada elektrik ısıya dönüşür. Sürekli olarak deşarj yapılarak işleme devam edilir. Sonuçta arzu edilen şekle uygun bir iş elde edilir.

ÖNEMLİ: İstenen şeklin eldeşi için elektrot biçimleri mutlaka doğru olarak seçilmelidir. (Şekil: 1)

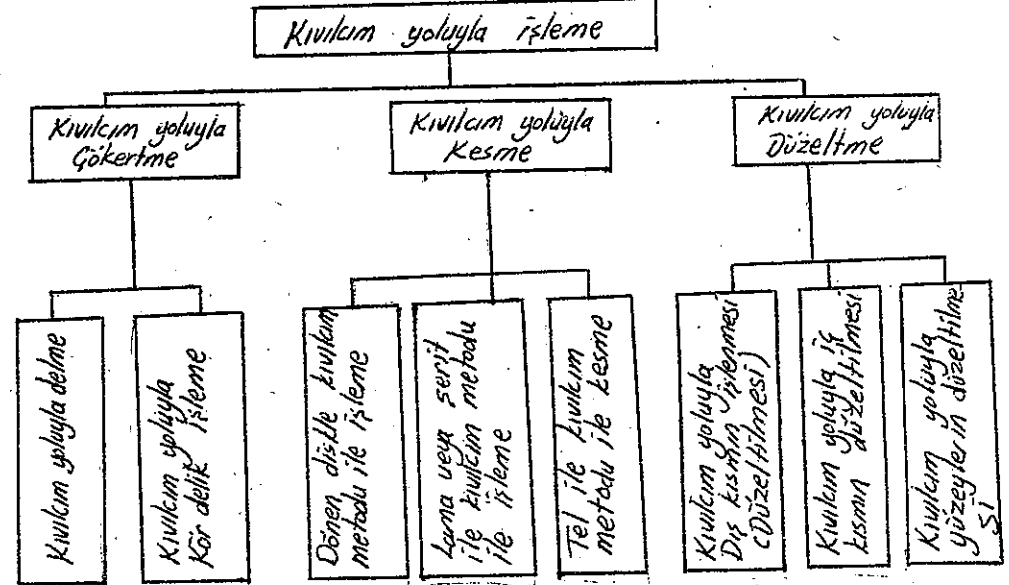


Şekil:1 Elektrotların seçimi.

1.2. Kivilcım Metodu'nun Kategorileri:

Aşağıdaki tabloda da görüldüğü gibi kivilcım metoduyla aşındırma işlemi (Elektroerozyonu) üç ana gruba ayırmamız mümkündür:

1. Kivilcım yoluyla çökertme.
2. Kivilcım yoluyla kesme.
3. Kivilcım yoluyla düzeltme.

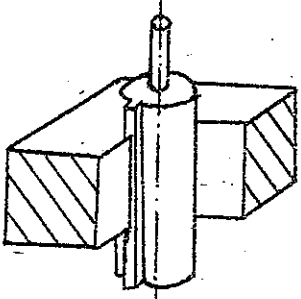


Tablo: 1. Kivilcım metodu'nun sınıflandırılması.

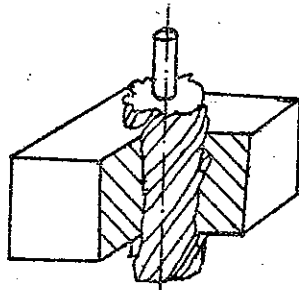
1.2.a. Kivilcım Yoluyla Çökertme: Bu yöntemle işleme yapılırken

tüm operasyonlar birarada, ortalama bir hızla yapılır. Yani, işlenecek parçanın durumuna uygun olarak elektrot malzemesine seçilmiş bir içe doğru girme hızı verilir. Aşağıdaki şekiller işlerin ve elektrotların durumunu göstermektedir.

Şekil:2-3. İşin boydan boya delineceği bir delme işlemi görülmektedir.

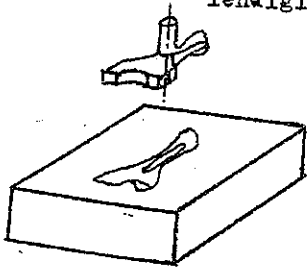


Şekil: 2

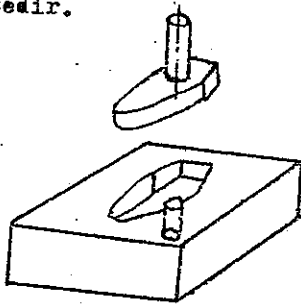


Şekil: 3

Şekil:4-5. Kör deliklerin yani, delik ucu diğer tarafa çıkmayan işlerin, uygun elektrot kullanılarak işlendiği görülmektedir.

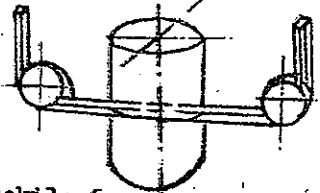


Şekil: 4

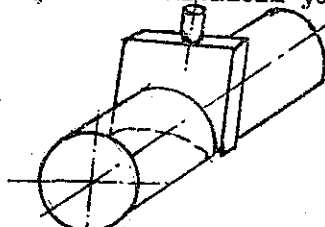


Şekil: 5

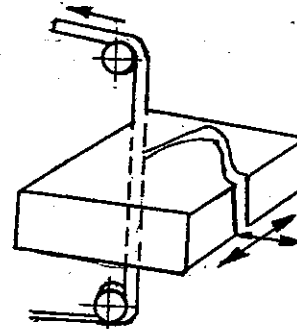
1.2.b. Kıvılcım Yoluyla Kesme: İşlemin tüm operasyonları aynı anda yapılır. Kısa parçaları kesme ve işlenmeyi düz veya kasıli olarak yapabilmek imkanı vardır. Aşağıdaki şekiller kıvılcım yoluyla kesmeye örneklerdir.



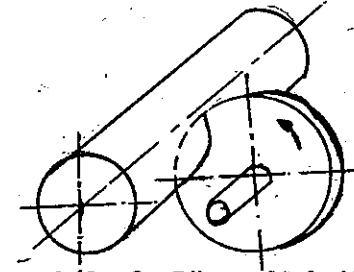
Şekil: 6. Şerit ile kesme



Şekil: 7. İmana ile kesme.

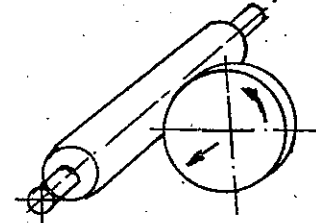


Şekil: 8. Tel ile kesme

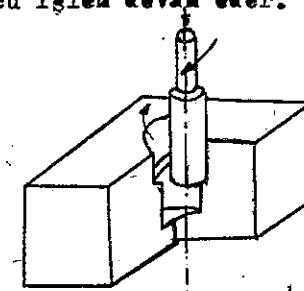


Şekil: 9. Dönen disk ile kesme.

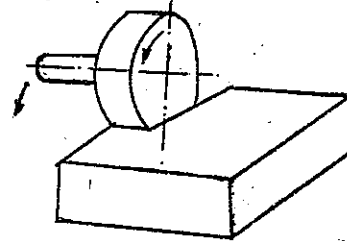
1.2.c. Kıvılcım yoluyla düzeltme: Bütün operasyonlar biraradadır. Şekillerde de görüldüğü gibi elektrotun belirli bir devir sayısı ile kendi etrafında dönmesi sonucu işlem devam eder.



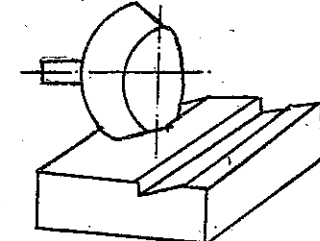
Şekil:10. Kıvılcım yöntemiyle dış yüzeyin düzeltilmesi.



Şekil:11. Kıvılcım yöntemiyle iç yüzeyin düzeltilmesi.



Şekil:12. Kıvılcım yoluyla düz yüzeyin düzeltilmesi.



Şekil:13. Kıvılcım yoluyla profilli yüzeyin düzeltilmesi.

1.3. Kıvılcım Yönteminin Fiziksel Prensipleri:

Malzemelerden fiziksel olarak talağın kaldırılması, elektrotla boğaltma işlemi çok karmaşıktır. Parçanın işlenmesinde elektrot, yalıtkan sıvı ve birde elektrik akımına ihtiyaç vardır. Seçilen elektrot elektriği iyi bir şekilde iletebilmelidir. Uy-

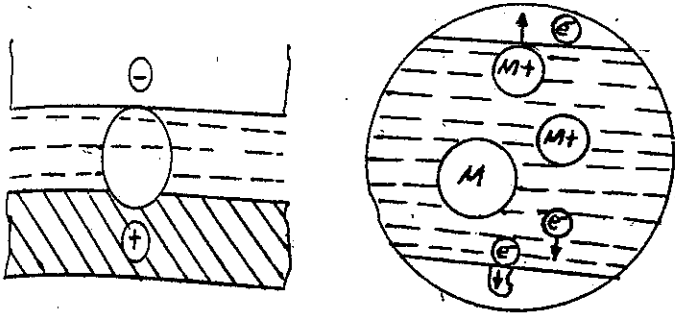
gulanada gerilimin uygun seçilmesi gerekir. Kıvılcım işlerinde genellikle iki elektrot kullanılır. Gerilim seçilirken şunlara dikkat edilmesi gerekmektedir:

- İki elektrot arası uzaklık,
- İzole edilebilecek elektrik yalıtkanlığı,
- Boşluktaki bozulma durumu.

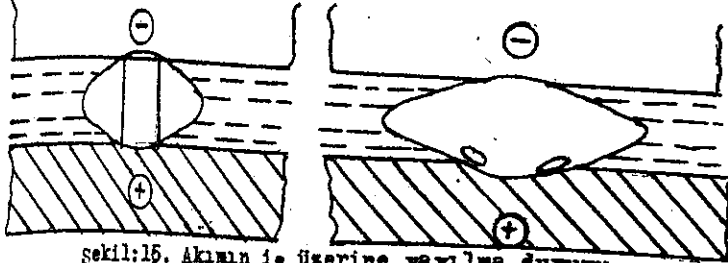
İyi bir boşaltma elde edebilmek için, başlangıçta kuvvetli bir elektrik verilmesi zorunludur. Uzantıların kalması için:

a) Bu alanın etkisi altında pozitif olarak iyonlaşan elektrotlar bulunur. Çok çabuk iyonlaşma sayesinde büyük bir hızla bir kanal elde edilebilir.

b) Kıvılcımla birlikte parçanın tamamına elektrik yayılır. Elektrot parçaya değdiği bir ark oluşur ve yaklaşık 8000°C ile 12000°C arasında bir ısı meydana gelir. Şekil:15 çarpma anındaki etkiyi ve Şekil:16 da akımın yayılma durumunu göstermektedir. Bazen gaz kabarcıklarının çıkması ile, elektrik kabarcık bulunan alana eşit olarak dağılır. Akım kesildiği zaman ısı, sıvı sayesinde çabucak düşer. Bu arada gaz kabarcıkları da kaybolur.



Şekil:14. Elektrotun çarpması anındaki etki.



Şekil:15. Akımın iş üzerine yayılma durumu.

Dinamik bir kuvvet doğar. Eritilmiş kıvılcımlardan parçanın dış kısmında bir krater oluşur. Parça ağındırılarak işlenirken elektrik akımı altında küçük küresel bir alan meydana gelir ve bundan sonra talağı boşaltmaya bağlar. Ağındırmada elektrotun profili simetrik olarak işe aktarılır. Tabii olarak özellikle ısı kutupsal olarak iletilir ve parçayı bu ısı ısıtır. Sert ve yoğunluğu fazla olan parçaların boşaltılmaları kolaylıkla yapılabilir. Bu arada elektroda da yıpranma olur. Parçadan talaş kaldırırken elektrodun bir kısmı eksilir. İşleme için en uygun elektrodu seçmek, boşaltmada sağlam değer elde etmek için; yoğunluğun (gerilimin) ve iş parçasının simetrik bir özellik taşıması gerekir.

Bunun için % 99,5 erozyon ile, % 0,5 de elektroda yıpranma olacağı gözönüne alınarak işlemler yapılır.

1.4. Erozyonun Terminolojisi:

Biz bu kısımda elektrik akımı ile işlemede, yani erozyonda kullanılan terimleri açıklayacağız.

KAVRAMLAR:

Ark: Sürekli boşaltmada elektrodun değmesiyle bir etke alanı meydana getirmesidir.

Aspirasyon: Elektrikğin kap içerisindeki boşlukta yayılmasını önlemek, atmosferle bağıntısını azaltmaktır.

Kapasite (C): Jeneratöre bağlı olarak belirli bir enerji ile yapılabilecek boşaltmadır.

Yayılma: Boşluklarda ve boşulan kısımlarda ısınan yalıtkan sıvının tasviyesi.

Krater: Çıkan kıvılcımların (yalnız bir kıvılcımın) parça üzerinde bıraktığı oyuklardır. Şekil: 16 *Krater*



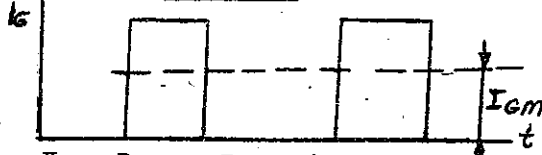
Şekil: 16. Kraterler.

İşlenenin Ortalama Akımı (I_{gm}): İşleme esnasında akım boşluklara aritmetik olarak ortalama bir değerde yayılır. Ortalama akımı çalışma esnasında bir ampermetre üzerinden okuyabiliriz.

Şekil: 17. I_g



En Son Boğaltmanın Akımı (I_{ge}): Bir boğaltmada maksimum akımın değeri, malzemelerin çizelgede belirlenen yoğunluklarına göre seçilir. (Şekil: 18)

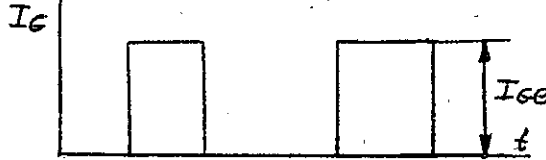


Kısa Devre: Parça ile elektrikli bir elektrodun birbirine değmesidir. (Yapıcı bir etki yoktur, yani kaynak değildir.)

Boğaltma: Elektrik akımının etkisiyle malzemeden kaldırılacak talaş miktarlarıdır. Bu miktarlar deneyler sonucu elde edilmiş değerler olarak çizelgelerde belirtilmiştir. (TA).

Anormal Boğaltma: Bir arklı boğaltmadır.

Düzenleme Süresi (U): Hareketten bağlamak üzere veya, akımın uygulanmaya bağlanmasına kadar geçen zaman. Şekil: 19



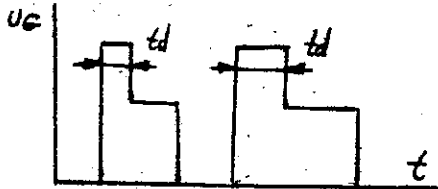
İyonlaşma: Her boğaltma aralığından sonra elektroda parça arasındaki iletin durumu.

Elektrik geçirmez: Boğaltım esnasında ve boğaltmadan önce elektroda verilen elektriğin çevreye yayılmasının sağlanması.

Kıvılcım ile çap arasındaki aralık: Elektrodun boyutları ile işlenecek malzemenin biçim ve boyutları arasında bir bağıntı vardır. Bu bağıntı biraz boşluk olmasını gerektirir. Şekillerde de görüldüğü gibi bu boşluklardan kıvılcımlar çıkar.

a) Boyutlar ile kıvılcım arasındaki sınır aralık kolon F':

Çeşitli boyutlardaki elektrodların deldiği delikler ölçüldüğünde erimiş kraterler görülür. (Şekil: 20). Bunun için buraların temizlenmesi amacıyla aspirasyon kullanılır.



b) Boyutlar ile kıvılcım arasındaki sınır aralık kolon F':

A'da olduğu gibidir. İşleme esnasında injeksiyon kullanılır.

c) Boyutlar ile kıvılcım arasındaki ortalama aralık:

Çeşitli elektrodların boyutlar arasında ve işlenen yüzeyde meydana gelen kriterlerin orta noktasından kalınlığa olan oranı. (Aspirasyonla işleme). Şekil: 21



d) Boyutlar ile kıvılcım arasındaki ortalama aralık kolon E':

c'de olduğu gibidir. İşleme esnasında injeksiyon kullanılır.

Elektrot: Ağındırma için kullanılan alet (malzeme).

Malzemeden kaldırılabilir kolon M: Parçadan kaldırılacak talaş miktarı mm^3/dak .

Malzemeden kaldırılabilir özgül R sütunu: İş parçasından kaldırılabilir talaş miktarı mm^3/dak . Amper

G-K sütunlarında yüzey durumu: Yüzeydeki pürüzlülük.

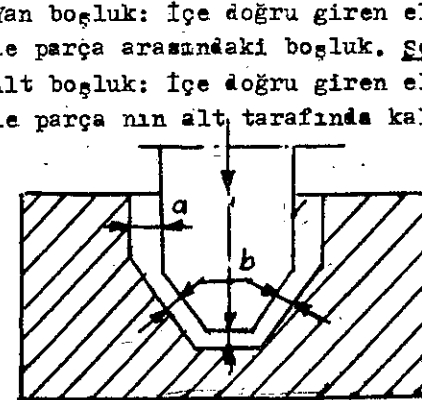
Na CH 20log.10Ra Ra, mikron cinsinden.

İtme frekansı: Belirli zaman aralığındaki hareket sayısı.

Boşluk: Parça ile elektrot arasında kalan kısım.

a) Yan boşluk: İçe doğru giren elektrotun eksenine paralel elektrot ile parça arasındaki boşluk. Şekil: 22

b) Alt boşluk: İçe doğru giren elektrotun eksenine paralel elektrot ile parça nın alt tarafında kalan boşluk. Şekil: 22



İtme: Parçaya uygulanan gerilim.

İnjesiyon: Elektrik akımının boşluklardan dışarıya yayılması ve atmosferde karışarak daha kuvvetli hale gelmesi.

İyonlaşma: Elektrot ile parçaya uygulanan gerilim sayesinde meydana gelen durum (iyonlaşma).

Uygun gerilim: Uygun gerilimler aşağıdaki çizelgede gösterilmektedir.

rilmiştir.

1/32 0.75A	1/16 1.5A	1/8 3A	1/4 6.25A	1/2 12.5A
1 25A	2 50A	4 100A	8 200A	16 400A

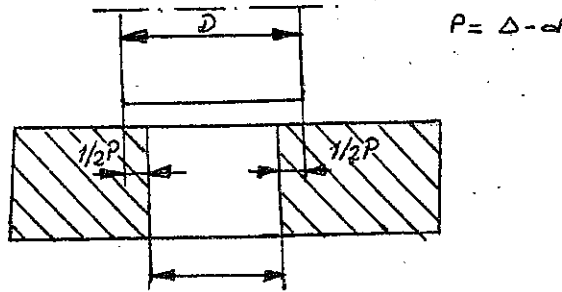
Elektrotların uzunlamasına etkisi, sütunC:

Zorunlu minimum uzunluğu kullanılan elektrotun silindirik ağız kısmı.

Kutupsal: Basık şekilde eklenmiş elektrotlar. Örneğin: Pozitif kutup Eklenmiş yada tek parçalı elektrot.

Bozulma: Yayılma da verilmiştir.

Ana çap veya kaplamaE Elektrotlar çeşitli boyutlarda yapılırlar. Delik yada oyukların işlenmesinde bütün işlemler için ortalama boyutta bir elektrot seçilir, yada kaba ve ince işlemler ayrı ayrı elektrotlarla yapılabilir. Şekil: 23



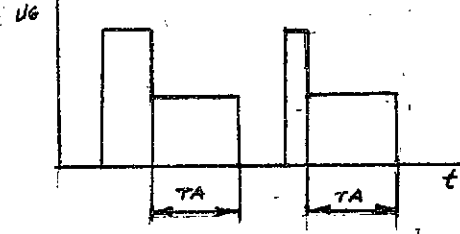
Güvenlik Önlemi: Kaba ve orta işlemlerde kullanılan elektrotların boyutları teknolojik olarak tablolarla belirtilmiştir. Yapılan işin biçimine göre değişik şekilli oluğuna bağlı olarak üç elektrotta kullanılabilir. Yani, kaba, orta ve ince işlemler için ayrı ayrı elektrotlar.

Sağlam işleme: Kısa devrelerde, anormal boşaltmada sağlam işleme yapmak güçleşir. Bu yüzden gerekli değerleri çizelgelerden seçmekte büyük yarar vardır.

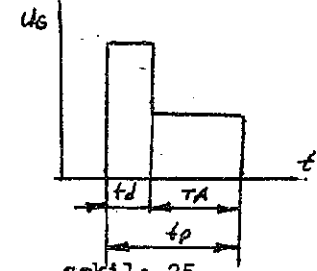
TA Boşaltma zamanı: Akımın düzgün ve doğru yayılması ile istenen zamana uygun bir boşaltma elde edilir. Bunlar jeneratöre bağlı olarak değişir. Şekil: 24

İtme zamanı (tp): Elektrotlara uygulanan gerilimin itiş boşaltma zamanına ve düzenlemeye göre değişir. Şekil: 25

$$tp = TA + td$$



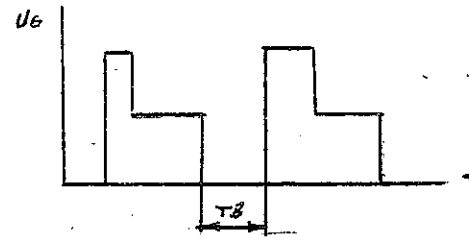
Şekil: 24



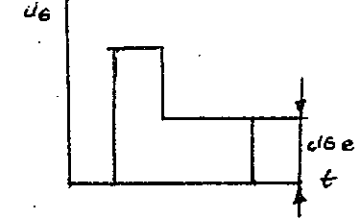
Şekil: 25

Aralık zamanı TB: İki itme (yani dalış-çıkış) arasında bir boş geçen zaman vardır. Bu geçen zamana aralık zamanı denilir. Şekil: 26.

Boşaltmanın gerilimi: Boşaltma esnasındaki sınır gerilmelerdir. İşe ve elektrotta verilen gerilim 15 - 25 Volt arasında olabilir. Şekil: 27 (UGO).

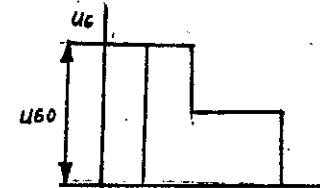


Şekil: 26



Şekil: 27

Gerilim hızı UGD: Boşlukların düzenlenerek, sınır olarak kullanılan gerilimlerdir. Şekil: 28



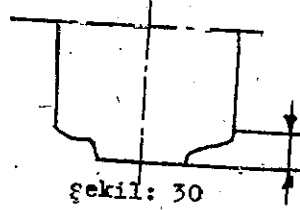
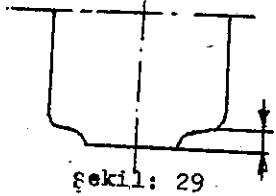
Yıpratma: Elektrotun malzemeyi aşındırırken, kendisinde meydana gelen aşınmadır. Üç değişik yıpratma şekli görülür:

a) Alınan yıpratma: Yalnız ölçülendirilen kısım elektrot olarak kullanılmaktadır. Şekil: 29

b) Kenar kısmının yıpratılması: Geniş ve büyük parçalarda kenar kısımlarında kullanılmaları mümkündür. Şekil: 30

c) Yüzde hacimsel yıpratma:

Elektrotun kaldıracağı hacim x 100
Parçadan kaldırılacak hacim



1.5. Elektrik Parametresinin Düzenlenmesi ve Etkileri:

MIKROFİN JENERATÖRLERİ: Zayıflatma tipi jeneratörler.

Parametrelerin alt bölümü

Mikrofin jeneratörlerin durumu, parametrelerin alt bölüm-
 leri, kapasite değerleri ve etki biçimleri:

- Yüzey durumları..... Teknolojik tablolarda görülüyor
- İşleme hızı " " "
- Elektrotların yıpranması " " "
- Kıvılcım ağırlığı " " "

Parametrelerin ikinci bölümleri:

1. Akımın düzenlenmesi: Potansiyel gücü her tarafa yayıla-
 bilecek şekilde uygun tip jeneratör seçilir. Akım kondensatör yar-
 dımıyla düzenli bir şekilde yayılır. Değişik frekanslar kullanarak
 boşaltma yapılır. Yüksek potansiyel değişik boşluk içinde kaba bir
 yüzey dokusu vererek geniş oluklar meydana getirir ve aynı zamanda
 metalin aşınması hızlı olur.

Az potansiyel ise, iyi dokulu bir yüzey ve küçük oyuk-
 lar meydana getirir.

5 Amperlik kıvılcımla iş hacminden iki defada aşındırılacak
 miktar, iki amperlik kıvılcımla sekiz defada aşındırılır. Makine-
 deki akım çoğalırken, buna paralel olarak metal aşınması da çoğal-
 maktadır. Genellikle yanaklara yüksek frekanslar uygulanır.

2. Servonun düzenlenmesi: Servo başlığı elektrotun iş par-
 çasında ilerlemesini kontrol eder. Çalışma boşluğu voltajı ve
 voltaj kaynağı arasındaki dengeyi servonun doğru kıvılcım boş-
 luğu ile muhafaza edebiliriz.

3. Parametrenin sınırı:

Kutuplar: Mikrofin (zayıflatma tipi) jeneratör kullanıl-
 ığında elektrot daima negatif kutba bağlanır. Özel durumlarda
 işin durumuna bağlı olarak kondaktör kullanıldığında pozitif kutup

verilir. Kutuplar akımın akışına yön verir. İş ve elektrot zıt
 kutuplu olduğundan işleme (aşındırma) sağlanır.

1.6. Pulse tipi Jeneratör (Çarpma tipi):

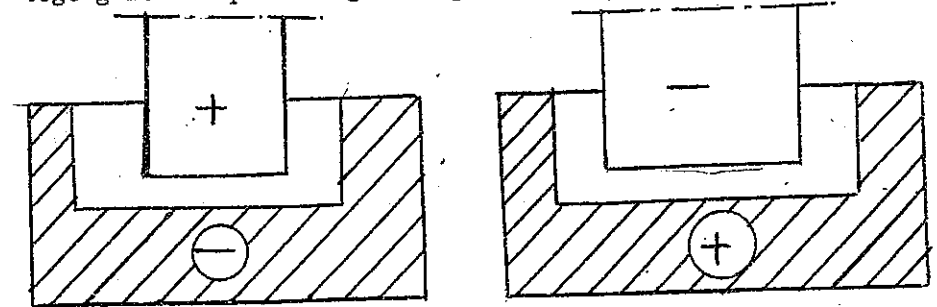
Bu bir transistör devresiyle olabilir. Bujeneratörlerle
 kontrollü enerji vermek mümkündür. Bu da her kıvılcım boşluğu içe-
 risindeki enerji miktarının tam olarak ölçülebilmesini kolaylaştı-
 rır.

Elektrik parametrelerinin temel bölümleri:

Etkileri:

- Yüzey durumları (Sütun G,K)
- Kıvılcım aralıkları (Sütun E,F,E',F')
- Elektrotların yıpranmaları (Sütun O)
- Malzemeden kaldırılan talaş (Sütun M,R)

1. Kutuplar: Bu tip jeneratörlerde değişik kutuplar kul-
 lanılabilir. Yani arzu edildiği zaman elektrot (-) kutba, veya
 bunun zıttı olarak (+) kutba bağlanabilir. Aşağıdaki şekilde iş-
 teğe göre kutuplara bağlamak görülmektedir.

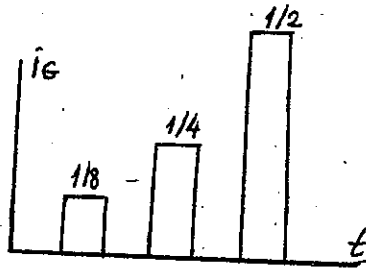


Şekil: 31

2. Yeni gerilmeler: Değişik gerilmeler için pulse tipi je-
 neratörler tercih edilirler. Bu jeneratörle ortalama olarak en
 fazla 25 Ampere kadar olan, parça ile elektrot arasında meydana
 gelebilecek gerilmeler ayarlanabilir.

En uç boşaltma yoğunluğu 1ge, akım daima normal bir değer-
 de ise yeni yoğunluk ayarı Şekil: 32'de belirtildiği gibi elde
 edilir.

Şeklin altındaki tabloda ise jeneratörün yoğunluğu arttıkça
 yeni gerilmelerin meydana geldiği görülmektedir. Örneğin: 12 A.lık
 jeneratörde yoğunluk ayarı 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2 gibi gerilim-
 ler meydana gelir ve gerilim arttıkça bunlarda artar.



şekil: 32

Yoğunluk ayarı	1/32	1/16	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	16
I _{gm}	0.75	1.5	3.1	6.25	12.5	25	50	100	200	400
I _{ge} limit boğ.yoğ.	1.1	2.35	4.5	9	18	36	72			
I _{ge} limit						72	144	288	576	

Bogaltma zamanı TA: Devreye akım verilerek, akım sonucunda bogaltma zamanı tesbit edilir.

1 2 s	2 3 s	3 4 s	4 6 s	5 12 s	6 25 s	7 50 s
8 100 s	9 200 s	10 400 s	11 800 s	12 1600 s		

1.7. Çift devreli elektrik parametreleri:

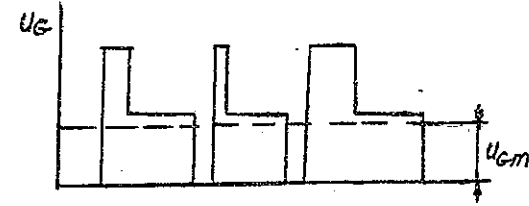
Elektrik parametreleri yalıtılmış olarak yapılmışlardır. Bunun sebebi de kullanımlarının kolay olması içindir. Düzenlenmesi:

- Servo ayarı
- Aralık zamanı

Makinanın doğru hazırlanması ve doğru kullanım için, zorlama ve etkilere karşı çift devreli parametreler kullanılır.

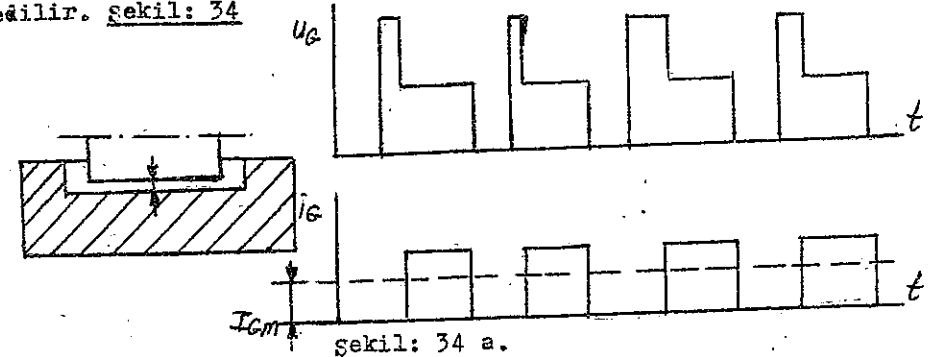
1. Servo: Gerilmeler potansiyetre ile tesbit edilir. Sınır gerilmeler için ucun değeri ortalama bir değerde olur ve değişiklik potansiyeller tercih edilir. şekil: 33

Çayyet ibre kapasitenin fazla olduğunu gösteriyorsa, daha az bir gerilme istenir. Kullanılan alın boğluğu azalır ve eksenel boğluğun üzerine çıkar.



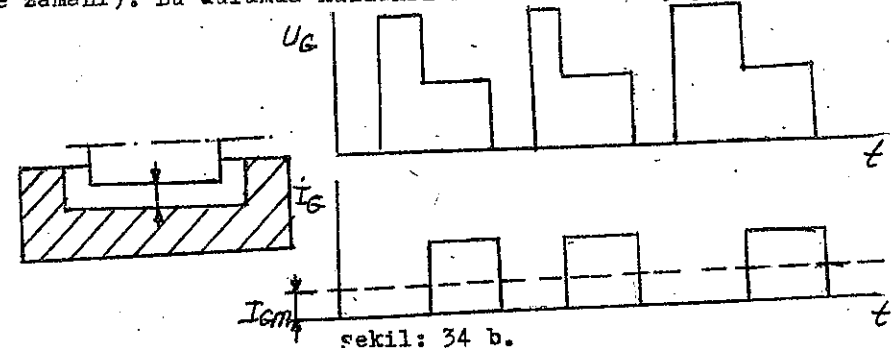
şekil: 33

Çalışma boğluğu voltajı ile voltaj kaynağı arasındaki denge servo bağılıından sebep olan doğru kıvılcım boğluğu ile muhafaza edilir. şekil: 34



şekil: 34 a.

Bu alanda boğluğa olan etki azdır. İyonlaşma zamanı kısalır (bekleme zamanı). Bu durumda kullanılan normal akım çoğaltılır.



şekil: 34 b.

Elektrot parçaya değdiğinde Potansiyetre (potansiyel enerji ölçen alet) sol tarafı gösteriyorsa alına etki yüzeyi artırılır. Bunun için etki ve bekleme zamanını çoğaltmak gerekir. Etki ve bekleme zamanını çoğaltmak için de kullanılan akım en aza indirilir.

Bozulduğu sanılırsa, alın kısımlarını daha düzgün bir şekilde ayarlamamız mümkündür. Bundan sonraki sayfada böyle bir du-

rumla ilgili bir çizelge verilmiştir. Bu çizelgede parçadan kıvılcım çıkarma biçimi, bekleme zamanı, parametreler TB, yeni sınır ve gerilmeler TA v.s. görülmektedir.

Pratikte uygulamak için bazı değerler çizelgelerden alınarak TA TB td formülü kullanılabilir.

td %		td s		x 100	
TA = TB = td =					
Malzeme	Parça	PARAMETRELERİN		ETKİSİ (SERUO)	
Elektrot Kutbu		Yıpranma ve Malzemeden Kaldırılma			
Gr	Ac			Yıpranma azalıyor. td sıfıra yaklaşıyorsa malzemeden kaldırılabilecek max td takriben % 10 ise akımın değeri de % 10'un altına inebilir.	
Gr +	Ac			Sıfıra doğru yıpranma azalmadığı, arttığı zaman malzemeden kaldırdığı td takriben % 10	
Cu +	Ac			td % 10 olduğu zaman yıpranma azalır. td % 10 max için malzemeden kaldırılan	

Tablo: 2.

AÇIKLAMA: Yukarıdaki grafikler belirli düzenlemeler için çizilmiştir. Değişik durumlarda aynı sonuçların alınması beklenemez. Diğer durumlar içinde ayrı grafikler hazırlanması gerekir. Bunun için td % 5-10 ortalama bir akım için, malzeme durumu işleme şekline göre

% 5-10 dan daha aşağı düşebilir.

Aralık zamanı: Aralık zamanı TB, elektrot ile parça arasında gerilim olduğunda söylenebilir. TB 1 - 12 arasındaki aralık zamanları Tablo 2'de verilmiştir.

TB ne kadar kısa olursa, elektrottaki yıpranma da o derece az olur. Aralık zamanı TA nın 3 eksiğinden daha az olmamalıdır. Örneğin: TA = 6 için TBmin. 3 ten aşağı olmamalı.

Aynı bitirme yüzeyini muhafaza etmek için kıvılcım frekansı ve akım gücünün her ikisinde daha fazla aşındırma miktarı için çoğaltılabilir.

Çarpma tipi devrelerde bir ayırıcı, kıvılcım olabilme zamanını, çalıştırma ve durdurma limiti içinde kontrol eder. Çarpma nisbeti kıvılcım zamanında kararlaştırılır. Aralık zamanın bitmiş olduğunu gösterir. Zamanında ağırlı derecede ısıtmadan metalin max derecede aşınması sağlanmalıdır. Aralık zamanı sadece yalıtkanın iyonlaşmasına ve arkın devamını önlemeye müsaade eder.

2. Parametrelerin düzenlenmesi:

a) Makina üzerindeki monitronun dolanması: Çift devreli parametreler düzenlenirse sulama daha da kolaylaşır. Parametrelerdeki kutup göstergelerinin düzenlenmesi daha önceki sayfalarda belirtilmiştir.

Kullanımda soğutulan parça sıvının içindedir. Herhangi bir ölçme durumu söz konusu olduğu zaman elektrot ağzının ölçülmesi tercih edilir. Bunun nedeni de yeni gerilimlerle birlikte parçanın ısısının artmasıdır.

Uygun kullanımdan sonra aynı elektrotla bir önceki ölçülerden biraz daha küçük boyutlarda işleme yapılabilir. Boğaltma esnasında ağırlı boğaltma, yayılma ve kısa devre durumları görülür.

b) Makina üzerindeki monitronun dolanması: Çizelgelerde parametrelerin düzenlenmesi, kullanılan soğutma sistemleri teferuatlı olarak verilmiştir. Uygun soğutma yapılmadığında ısıda yükselme olur. Parçanın her tarafına ısı eşit olarak dağılmaz.

Uygun bir çalışmada; kullanılan ilerlemenin uygun olması, titreşimlerin anaza indirgenmesi gerekir. Kontrol düğmesinin en son safhaya getirilmemesinde yarar vardır. (Özel durumlar hariç.)

FREKANSLAR: Teferruatlı olarak soğutma bahsinde incelenecektir.

1. Parçanın aşırı kalınlıkta olan kısmını beğaltmak için, daha önceki kısımlara nazaran daha bozuk yüzeyler meydana geleceğinden özel önlemler alınmalıdır.

2. Tahminen komple işlemede, döğemenin birinci operasyonunda veya cam ve bilye gibi küçük parçaların yatakları bozuluyorsa, bitirme talaşı için azar azar işleme gereklidir.

3. Sen işlemler genellikle polisaj olur.

Kıvılcımla aşındırma yöntemlerinde genelde bir başlangıç yani kaba, orta ve ince işlemler yapılır. Özellikle havacılıkta ve uzay teknolojisinde ince işlemler daha sık yapılır ve çok büyük bir itina gösterilir.

BÖLÜM 2

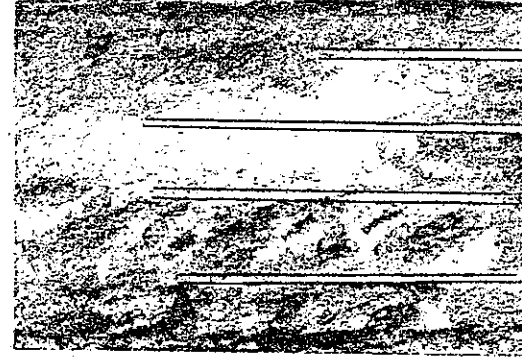
KIVILCIMLA İŞLEMEDE YÜZEYLERİN YAPIM VE ÖZELLİKLERİ

Kıvılcımla işleme yönteminde malzemelerden talaş kaldırma işlemi genellikle 8000 - 12000°C'lık bir ısı altında olur.

Kullanılan malzemeleri yüksek ısıdan korumak gerekir. Bu yüksek ısı malzemelerde az veya çok bir deformasyon meydana getirir. Bazen de parçada hiçbir değişiklik meydana getirmeyebilir.

Çıkan yüzeyler bir büyüteçle incelendiği zaman çok pürüzlü bir yüzeyin meydana geldiği görülür. Bu yüzden bazı uygulamalarda (örneğin: havacılıkta) sen işlemler yapılırken özel önlemler alınmaktadır. Böylece tüm işlemler hassas olarak yapılır.

Metallerin kesme analizleri yapıldığı zaman malzemede değişik tabakalar görülür. Aşağıdaki şekil: 35 de bir çeliğin işlenmesinde meydana gelen tabakalar görülmektedir.



şekil: 35.

1- Metalin erimiş yada
erimekte olan bölgesi

2- Beyaz Bölge

3- Değişik bölge

1. Metalin erimiş yada erimekte olan bölgesi: Bu bölgede taneler yavaş yavaş metalden ayrılır. Ve parçada adım adım istenen biçim meydana gelmeye başlar.

2. Beyaz bölge: Malzeme üzerinde istenen profil meydana gelmiştir. Bu aralıktaki kısımlar eşit kalınlıklarda değildir. Bu a-

landa yüzeydeki sert yanaktan kurtulmuş ve işleme biraz daha kolaylaşmıştır.

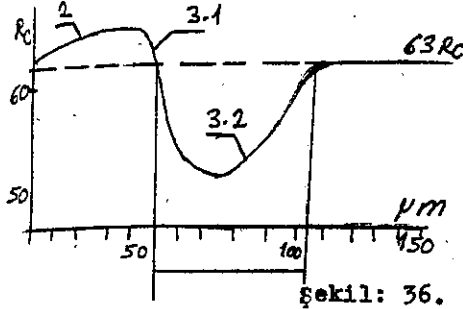
3. Değişik bölge: Bu kısmın yapımında termik ısı had safha-ya ulaşır, talaşın dışarı çıkması güçleşir ve bunun sonucu olarakta çeliğin beğaltılması zorlaşmıştır.

Bu üç kısımdaki durumlarla sık sık karşılaşılabilir. Özellikle kurbür ve tungsten ile beğaltma yapıldığı zaman çok güçlü bir şekilde beğaltma yapılabilir. Toplam kalınlık daha az bir enerji ile beğaltılabilir ve daha kaliteli bir yüzey elde edilebilir. Elde edilebilecek TA yüzey durumları aşağıda verilmiştir. Örneğin: Cu Ac kullanıldığı zaman şekil: 36 da görülen grafikten hareketle yüzey durumları belirlenebilir.

Yoğunluk ayarı: 1/2 Yoğunluk ayarı: 1

TA = 10 için	35mm	70mm
TA = 6 "	12mm	25mm
TA = 3 "	6mm	10mm

Eğer beğaltmalar kısa, yoğun ve birazda aralıksız bir zamanda olursa daha kolay ve daha az bir enerjiyle işlemler sonuçlandırılabilir.



- 2) Metal kısımlarının veya ösle-
rinin ısıtılması.
- 3.1) Sert martensit dokunun tek-
rar ısıtılması.
- 3.2) Martensit deku ve bu deku-
nun üzerindeki bir ısıda
tutulması.

(a) Uygun yatak

şekil: 36.

Yukarıdaki şekilde sertlik değişim fonksiyonları, parçanın üzerindeki ölçme kalınlığını ve talaş kaldırabilmek için gerekli değerleri görmekteyiz. Burada bir eğri çizgi oluşturulmuştur. Burada kullanılan çelik su verilmiş 63Rc sertlikte, kullanılan elektrot Cuau, kutup+, yoğunluk seviyesi 1, TA 10, işlenecek kısım toplam kalınlığın büyük bir bölümüdür.

Elektrot parçadan çıkartıldığında bazen yada zorunlu olarak metalde meydana gelen yüzeysel değişiklikler ve meydana gelen özellikler şunlardır:

BÖLÜM 3

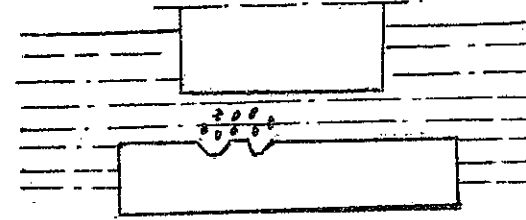
AKIŞKAN

Akışkan: Aşındırma esnasında önemli bir rol oynayan, parça ve elektroda verilen elektrik akımını çevreye yaymayan, ilerleme ve üstün bir randıman elde etmek için kullanılan, kıvılcım meto-
dunda büyük ve önemli bir yeri olan bir elemandır.

Bunun sayesinde karmaşık şekillerin işlenmesinde doğacak olan sakıncaları ortadan kaldırmak mümkün olmuştur.

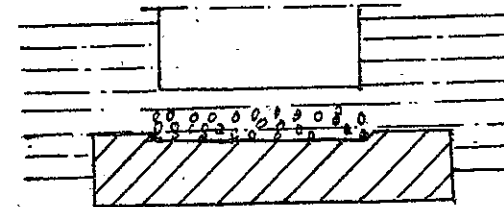
Kullanılan sıvılar incelendiğinde, şu özelliklere rastlaya-
biliriz: Çevreye elektrik yaymayan, elektrik iletmeyen bir temiz-
likte ve bütün işlemlerde kullanılabilen bir elemandır.

Bu akışkanlar kullanılarak aşağıdaki şekilde görülen bir işleme söz konusu olabilir.



şekil: 37.

Elektriği kolaylıkla geçiren elektrotlarla beğaltmalar ve düzeltmeler hassas bir şekilde yapılabilir. Bu beğaltma esnasında büyük bir ısının oluşması kaçınılmazdır. Meydana gelen ısıdan do-
layı malzemede bazı deformasyonların oluşması normaldir. şekil: 38
de ısıdan dolayı meydana gelen bazı çıkıntılar görülmektedir.

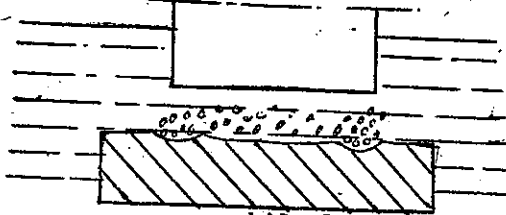


şekil: 38

Anormal beğaltmalarda parça ile birlikte elektrottada de-
ğişimler söz konusu olur.

Bunun için ne fazla bir güç, ne de zayıf bir baskı uygulan-
malıdır. Üstün bir randıman elde edebilmek için sıvının da mümkün
olduğunca temiz tutulması gerektirir.

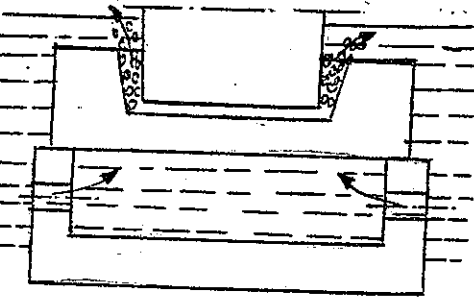
Değişik kısımlara değişik akımlar verildiği zaman ise, Se-
kil: 39 da görüldüğü gibi bazı boşluklar meydana gelebilir.



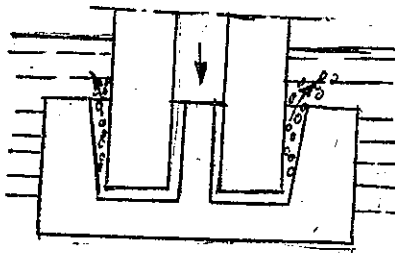
Şekil: 39.

Akışkan sıvının her tarafa kolaylıkla yayılabilmesi için
gerekli tedbirlerin alınması ve elektriğin her tarafa yayılmasının
önlenmesi gerekir. Akışkanların elektrik yayılmasındaki çok çe-
şitli problemleri ortadan kaldırmakta önemli bir yerleri vardır.

Şekil: 40 Bir borunun eklenmesi ile akışkan etkisini, Şekil: 41
ise kör deliklerin nasıl ıglenmesi gerektiğini göstermektedir.



Şekil: 40



Şekil: 41

3.1. ENJEKSİYONLU AKIŞKAN:

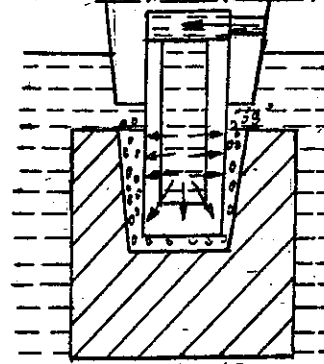
Tencere şeklindeki parçalarda kör deliklerin beğaltılması
akışkanın enjekte suretiyle etki ettirilmesi sonucu olur.

Enjeksiyonla akışkanın kontrolü genellikle konik işlemlerde
daha iyi sonuç vermektedir. Bu sistemde değişik profilli normal
elektrotlar kullanılır. Konik biçimdeki parçaların ıglenmesinde
talaş yan taraflardan daha kolay çıkar. Bu tip beğaltmaya sık sık
rastlanabilir. Örnek olarak, kesme kalıplarında esas kesme ağzın-

dan sonra (diği kalıpta) koniklik mevcuttur.

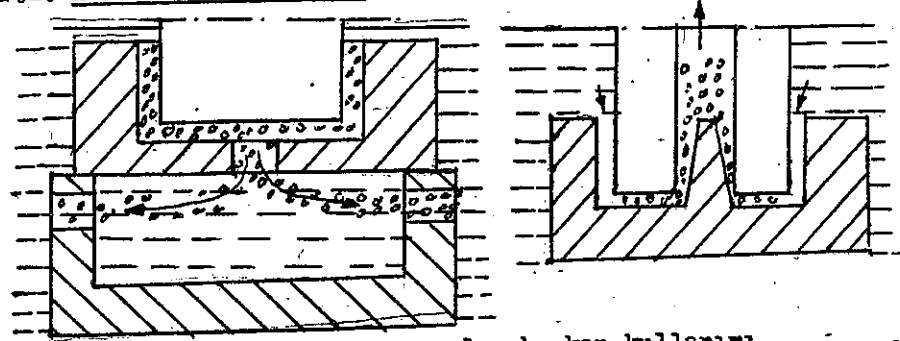
Boru biçimindeki elektrotların kullanılması bazen zorunlu
olur. Elektrot sarımsı bir talaş çıkartıyorsa kısa devre oluyor
demektir. Grafit elektrotların kullanımı sırasında akışkanın önemi
daha büyüktür. Akış için parçaların gözeneklerinden faydalanılır.
Elektriğin çevreye yayılmaması, elektrotlarda toplanması ve akış-
kanın gözeneklerden akıtılması sağlanır.

Şekil: 42 bir akışkan kullanım tipini göstermektedir.



Şekil: 42.

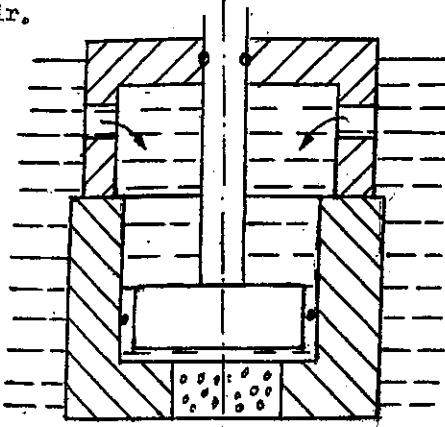
3.2. ASPIRASYONLU AKIŞKAN:



Şekil: 43. Aspirasyonla akışkan kullanımı.

Bu tipte akışkan çıkan talaşları içine çekerek temizleme
yapar. İş parçası elektrot ile bir kap arasına yerleştirilir. Bu
tip bir işte akışkan enjekte edildiği zaman yan etkiler meydana
gelebilir. Böyle tip bir akışkan kullanımının avantajı, akışkanın
her tarafa eşit olarak yayılmasıdır. Bu yöntemle gerekli önlemler
alınarak derinliği fazla olan parçalar kolaylıkla ıglenabilir.
Aspirasyondaki basıncın 0,8 - 0,9 kg/cm² arasında olmasına dikkat

edilmelidir. Yedek aspirasyon ve injeksiyon sistemi kullanıldığında bu değerler çoğaltılabilir. Şekil: 44 büyük parçaların büyük hızlarla işlenmesinde nasıl bir sulama tipi kullanılacağını göstermektedir.



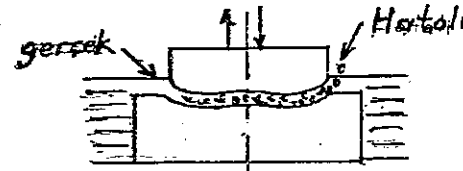
Şekil: 44.

3.3. YANDAN SÜPÜRME AKIŞKAN:

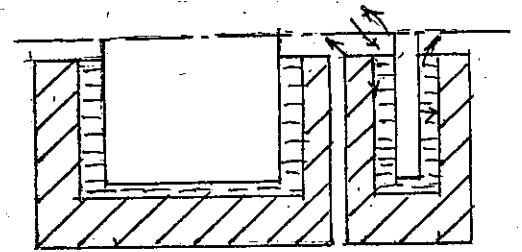
Çok karmaşık şekillerin yapımında (örneğin: madalya yapımında) işin sürekli izlenebilmesi yönünden böyle bir yöntem kullanmak avantajlıdır. Buna bir başka örnek olarak, karmaşık bir yapıya sahip plastik kalıpların işlenmesi esnasında bir önceki işlemlere bağlı olarak değişik şekillere sahip işlemlerin izlenebilmesinin daha kolay olacağını söyleyebiliriz.

Eğik bir boru ile akışkan enjekte edilerek yapılan işin üzeri temizlenir ve işlemler böylece kontrol edilebilir. Vuruntulu yani Pulse tipi işlemlerde bu teknik daima kullanılır. Elektrot geriye çekildiğinde basınçlı akışkan fışkırtılarak yapılan işin yüzeyi iyice temizlenir.

Bu yöntemin yatakların işlenmesinde kullanılması iyi sonuç vermektedir. Yataklar istenen boyutlarda hassas olarak işlenebilir. Verilecek giriş açıları kolaylıkla elde edilebilir. Fakat bu yöntemle uzunlamasına olan yüzeylerin işlenmesi mümkün olmamaktadır. Şekil: 45 de özellikle yataklardaki gibi eğik yüzeylerin işlenmesinde başarılı sonuçların alındığını görmekteyiz. Şekil: 46 da da akışkanın elektrotlara paralel olarak etki etmediği görülmektedir.

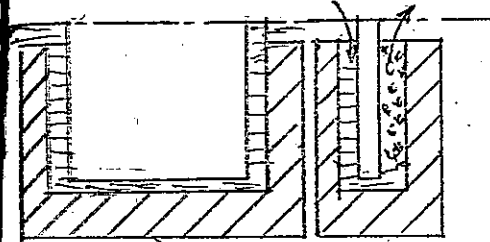


Şekil: 45.

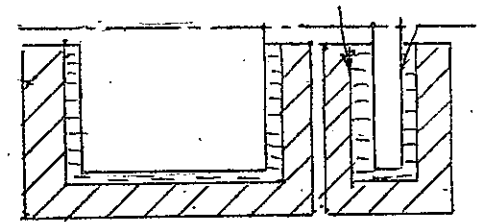


Şekil: 46.

Boru biçimindeki kör deliklerin işlenmesi esnasında etkili bir sulama için Şekil: 47 deki gibi bir sulama sistemi kullanılabilir. Sulama iyi yönetilirse (akışkan) boğluklarda maksimum bir elektrik yaymaz. Elektrik yalnız elektrotta toplanır. Sulamanın (akışkanın) hiçbir zaman çift taraftan etki ettirilmemesi gerekir. Şekil: 48.

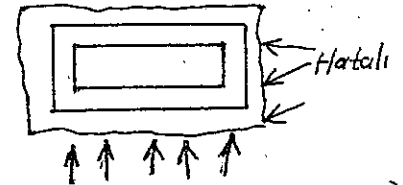


Şekil: 47.



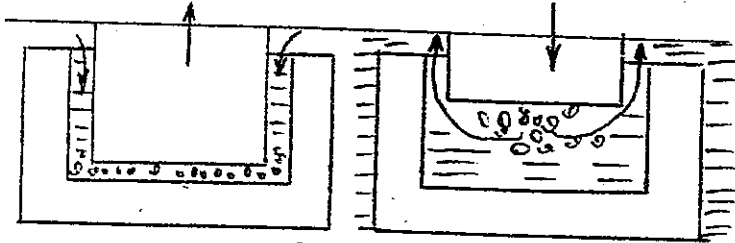
Şekil: 48.

Çünkü talaşların çıkması zorlaşır ve talaşlar tabanda toplanır. Akışkanın çevreye yayılması kolaylaşır ki, bu tercih edilmeyen bir durumdur. Yarıkların işlenmesi gibi durumlarda elektrot üzerindeki örtünün tasviyesi gerekir. Diplere kadar işlemek son derece zorlaşır ve hatalı bir yüzey meydana gelir. Şekil: 49.



Elektrik geçirmeyen karışımlar ile sulama (akışkanın Kullanımı):

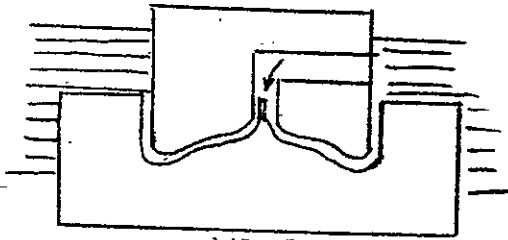
Bu yöntemde elektrot hacmi sıvı ile dolu olan parçaya daldığı zaman, parçanın içindeki akışkan dışarı çıkar. Elektrot yukarı çıktığı zaman ise, boş kalan kısım akışkan sıvı ile dolar. Elektrot işe dalmaya başladığı zaman sıvı dışarı çıkarken, içeride bulunan tüm pislikleride kendisiyle birlikte dışarı çıkarır. Şekil: 50. Bu tip boşaltma işlemi genellikle deliklerin işlenmesi esnasında sık sık kullanılır.



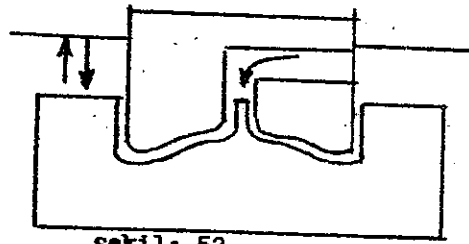
Şekil: 50.

3.4. Özdeş Elektrotlarla İşleme Esnasında Akışkan Kullanım Yöntemi:

Şekil: 51 deki gibi özdeş bir parçanın işlenmesi esnasında anormal bir devirle çalışılmaması ve sulamanın doğru kullanılması gerekir. Doğabilecek sakıncaları gidermek için elektrotun geri çekilmesi esnasında karışımın elektriği geçirmemesi, her tarafta eşit boşaltma olması zorunludur. Zaten işleme yapılıyorken elektrik akımı da olmaz. Şekil: 52.



Şekil: 51.



Şekil: 52.

3.5. AKIŞKAN KULLANIM TEKNOLOJİSİ:

Biz akışkanların değişik kullanım yöntemleri ve malzemeler hakkında açıklamalarda bulunduk. Bu açıklamaları bazı uygulamalarla daha anlaşılır hale getirmeye çalıştık. Ancak bütün bunlar ide-

al yöntemlerdi. Yinede bütün durumlarda iyi sonuç vermesi beklene-
mez. Yalnız pekçok problemin çözümünü halledebilir.

Akışkanın basıncı:

Bu basınç durumu manometre kullanılarak kontrol edilebilir.

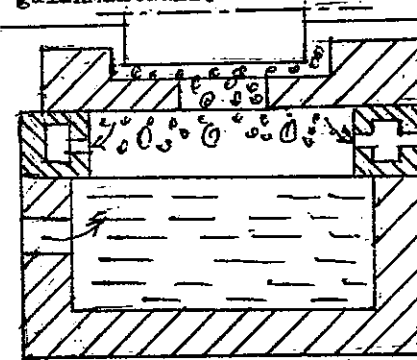
1. Metal elektrotlarla işlemede: İnjektasyon veya aspiras-
yon yönteminde akışkan basıncı her tarafa eşit olarak yayılabil-
meli ve uygun basınç seçilmelidir.

2. Grafit elektrotlarla işlemede: İnjektasyon veya aspiras-
yon kullanıldığında kritik bir yıpranma yoktur.

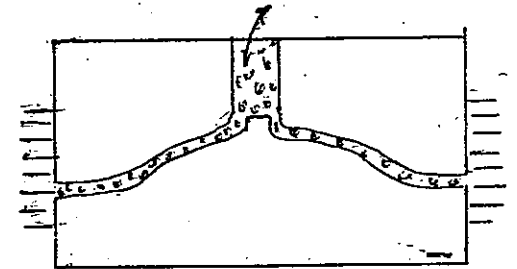
Akışkan olarak genellikle hidrokarbonlu yağlar(petrol), gaz
yağı, silikonlu yağlar, iyonlaşmış sularla eritilmiş etilen
alkoller kullanılır. Kullanılan akışkanın görevlerini şöyle sıra-
layabiliriz:

- a) Elektrot ve iş parçası arasında yalıtıklık temin etmek.
- b) Akışkan iyonları ile kıvılcımın iyi iletimini sağlamak.
- c) Ağındırılan parçaların soğutulma işlemini yapmak.
- d) İş parçasının oksitlenmesini önlemek.
- e) Aşınmış parçaları kıvılcım boşluğundan uzağa sürüklemek.

Gazlardaki Problem: Gaz ürünleri, yani değişik gazların kap-
larda karışım yığılmalarına, patlamalara ve parçada yer değiştir-
melere neden olabilir. Tüm karışımların kaplarda patlama ihtimal-
leri vardır. Hava yapmaması için işlemlere geçmeden önce kabın
tamamen doldurulması gerekir. Hazneye iş parçasının yerleştiril-
mesi, pompa ile akışkanın temizlenmesi, kaptaki gazın hacmini az-
altmak için temizleme kısmının düzgün olması gerekmektedir. Şe-
kil: 53 de halkalı görüler yerlerin temizlenmesi gerektiği vur-
gulanmaktadır.



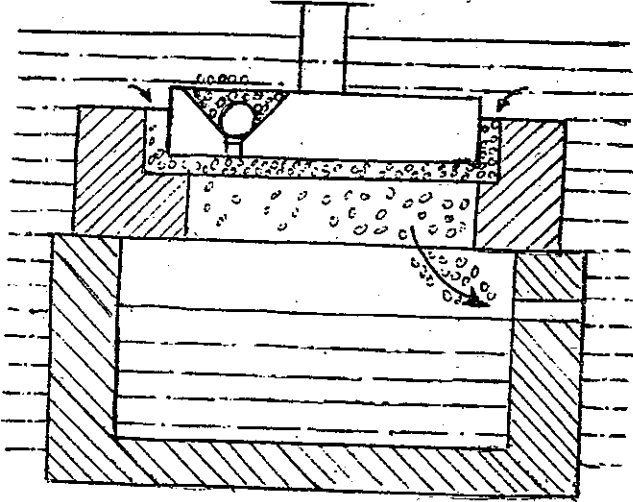
Şekil: 53.



Şekil: 54.

İç-bükey bir elektrodun kullanılması esnasında, elektrodun oyukları arasında birikmeler meydana gelir. Bu tip birikmeleri önlemek için elektrede, boru biçiminde bir yarık açılır. şekil: 54.

Büyük biçimli bölmelerde kullanılan karışımın temizlenmesi için; sübap vazifesini gören ve konik bir delik içerisine yerleştirilmiş bir bilya kullanılır. Bu aynı zamanda aspiratör görevi de görerek, pislikleri içine çeker. Bu tip bir boşaltma tercih edilir. şekil: 55.

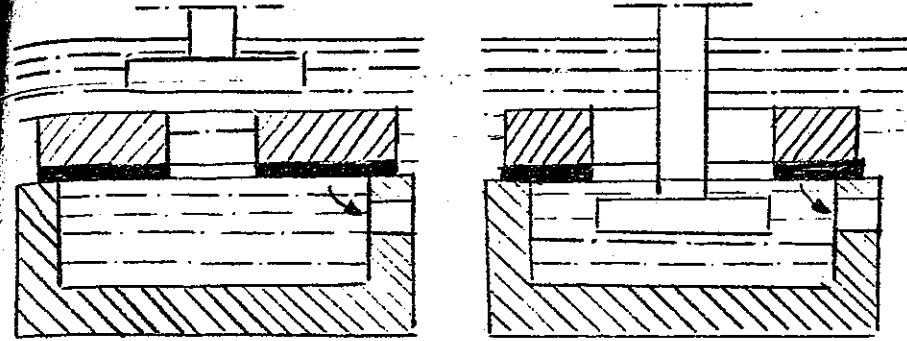


şekil: 55.

Sözü edilen elektrotların kullanımı (Tampon):

Daha önceki işlemlerde aspirasyonla kolaylıkla işlenmeyi anlatmıştık. Burada belli bir kural izlenmez. Fakat şu iki noktayı iyi bilmek gerekir:

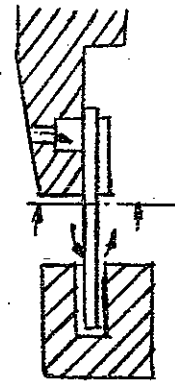
1. Kullanılan tampon elektrotlar işi boydan boyca delebilmelidir.
2. Aralıklı boşaltma esnasında kademeler 10 mm'den aşağı olmamalıdır. Şayet düşükse meydana gelecek sakıncaları ortadan kaldırmak için araya parçalar konur. Konan parça kalınlığı 1mm. veya daha fazla olabilir. şekil: 56 da bu düzenleme yapıldıktan sonra işleme devam edildiğini göstermektedir.



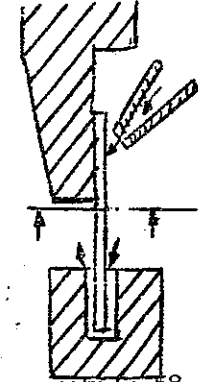
şekil: 56.

Yan temizlemede akışkanların kullanım örnekleri:

- a) Bir yuvanın dikey olarak işlenmesi kolay olur. Parça elektrot ile sport arasındadır. şekil: 57.
- b) Boru şeklindeki uzun bir parçanın işlenmesi esnasında elektrot, elektrik geçirebilen başka bir parçaya monte edilir. Elektrotun yan kısımlarında deformasyonlar görülebilir. şekil: 58.



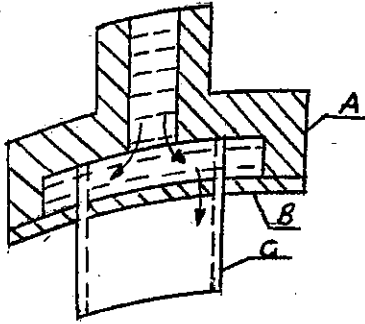
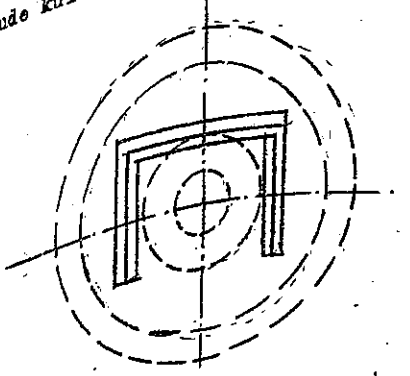
şekil: 57.



şekil: 58.

Uzunlamasına bir elektrot kullanılacaksa, elektrodun hadeden geçirilmesi gereklidir. Bu nedenle kullanılan elektrot mümkün olan ölçüde kısa seçilmelidir. Herhangi bir parçaya montaj edilmesi çok değişik biçimlerde olabilir. Bu işlemlerde mümkün olduğu kadar çok iyi bir akışkan kullanımı seçilmelidir. İyi bir sulama (akışkan kullanım metodu), şekil: 59 da gerekli sistemlerle birlikte görülmektedir.

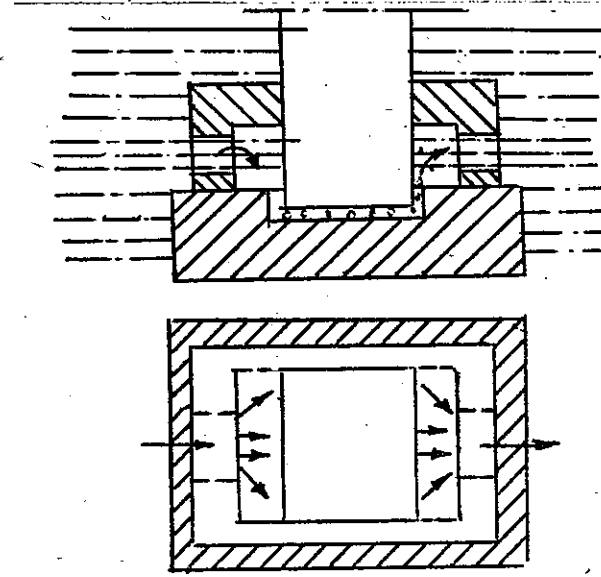
- Elektrot yatağın iç kısmına monte edilmiştir.
- Kullanılan elektrot ortalama aşındırmada 2mm. kalınlığı
işler. x - y doğrultularında 0,5 mm.'lik bir genişletmeyi kolay-
lıkla yapabilir. Bu tip bir elektrot plak deliklerin ve yatakların
genişletilmesinde kullanılır.



Şekil: 59.

- Elektrot alüminyum plakının içinden geçer ve istenen e-
battaki eşındırmayı sağlar.
İşleme esnasında alüminyum plakaları birkaç dakikada aşın-
dırmak mümkün değildir. Pekçok delikten sonra istenen boyutlar
sağlanabilir.

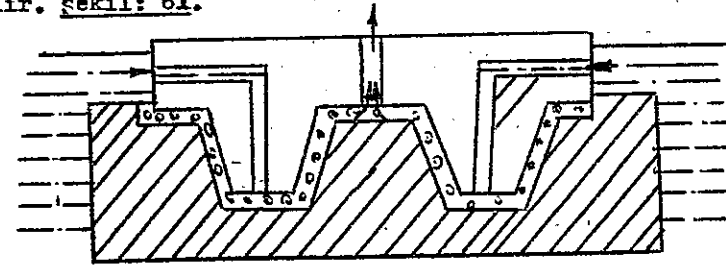
Kıvrımların Sulanması:
Çakışık deliklerde akışkanın kullanımı çok zordur. Fakat
yeterince akışkan kullanılmadığı takdirde istenen verimde sağla-
namaz. Gerektiği zaman Şekil: 60 da görülen bir akışkan kullanım
yönteminde uygulanabilir.



Şekil: 60.

Tamamen sulama (Akışkanın her tarafa yayılması):

Bu metoda karışım akışkanların temizlenmesi çok kolay o-
larak yapılır. Biçimlendirilecek parçada, şekil sayısı ne kadar
çok olursa olsun, bu yöntem başarıyla uygulanabilir. Akışkan ola-
rak değişik gazlar kullanılır. Birbirine benzeyen kısımların bo-
şaltılmasında kolaylıkla yapılabilir. Kullanılan alanın tamamına
elektrik geçirilmeyen sıvı (akışkan) yayılarak görevini tam olarak
yapabilir. Şekil: 61.

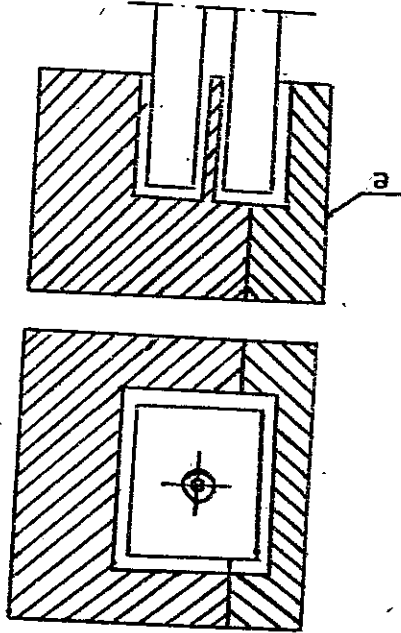


Şekil: 61.

Parçanın yan yüzeylerindeki oluk ya da deliklerin işlenmesi
ESNASINDA akışkanların kullanımı:

Serbest-yen yüzeylerin işlenmesi esnasında elektriğin çevreye yayılmasını önlemek amacıyla bir sınırlama yapılır. Örneğin: aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi (a) alüminyumdan bir ek yapılarak işleme geçilebilir.

Böyle işlemler yapıldığı takdirde akışkanın kullanımında üstün bir verim elde edilir.



Şekil: 62.

BÖLÜM 4

ELEKTROT MALZEMELERİ

Elektro erozyonda kullanılan aletler genelde pahalıdır. Buna nedende kullanılan aşındırıcıların bazı değişik özellikler taşımasıdır.

Piyasada birçok çeşit malzeme mevcuttur. Bunların işlenmelerinde değişik elektrotlarla mümkün olur. Genellikle bütün malzemeler az veya çok elektrik iletir. Malzemelerin bir kısmı iletim yaparken, bazılarında sen derece ekonomik bir iletim özelliğine sahiptirler.

Elektrot malzemelerini 3 ana gruba ayırabiliriz:

1. Metal Olan Malzemeler:

- Bakır elektrot,
- Bakır tellür yada krem,
- Bakır tungsten,
- Tungsten-gümüş,
- Alaşımlı alüminyum (Silisyum)
- Prinç,
- Tungsten (Genellikle tel biçiminde),
- Çelik.

2. Metal Olmayan Malzemeler:

Grafitler.

3. Metal ve Metal olmayan Karışımı Malzemeler:

Kuprografit (bakır grafit).

Şimdi kullanılan elektrotların özellikleri hakkında biraz ayrıntılı bilgi verelim:

4.1. Metal Elektrotlar:

4.1.a. Bakır elektrot:

Özgül ağırlığı= 8.9 gr/cm³

Ergime ısısı= 1083°C

Elektriği geçirme hızı= 0,0167.Ωmm²/m

4.2. Elektrotların biçimlendirilmeleri:

Bakır elektrotlara istenen biçimin verilmesinde 2 yol iz-

lenir.

1. Çarpma yoluyla (preslenerek) biçimlendirme:

Bakır soğuk veya sıcak olarak preslenebilir. Bundan sonra bakır 880°C'e kadar ısınır. Presleme iki veya üç defa yapılır. Elektrot yapımı genellikle böyle olur. Preslendikten sonra soğuyan malzemede çakmalar görülebilir.

2. Yavaş biçimlendirme:

Soğuk olarak biçimlendirme yapılır. Dürsekli (kavisli) işlerde hidrolik pres aracılığıyla önceki işlemler tekrarlanarak yavaş yavaş elektrotun bitirilmesi sağlanır. Örneğin metal-ya yapımında, bazen 12 defaya kadar düzeltmeler yapılarak işlemlere devam edilir.

4.3. Elektrotların imalinde kullanılan imalat metodları:

Bakır elektrotlar torna ve frezede nisbeten işlenerek şekillendirilir. Alete yapışma etkileri yoktur. Tüm diğer ürünlerde olduğu gibi %5 yağ veya % 50 petrol ürünlerinden biri ile yağlama yapılabilir.

Bakır elektrotların taşlanmalarında:

Taş (parlatıcı): Karberondum,

Taş taneleri: Bitirme için 46 - 80 tane iriliği,

Yapımı: Sertlik H - K, Gözeneklilik: 13 - 15

Taşın çevre hızı: 30m/sn.

İyi bir sulama ve veya, taşın ısınmasını önlemek gerekir.

4.4. Elektrotların dövme yoluyla uzatılması:

Bu tip imalat profilli elektrotların imalinde geçerlidir. Büyük özellikler gösteren ve boru biçimindeki elektrotlar için de bu yöntem kullanılır.

4.5. Elektrotların maden parlaklığında imali:

Bu proje genellikle çok boyutlu elektrotların imalatı esnasında ve birkaç yıl kullanmak gerektiğinde çok özenilerek yapılan elektrotlar için geçerlidir. Genellikle gözenekli olarak yapılır. Bakır kimyasal olarak asitlerden etkilenir.

Bu elektrotlar daha çok, ince ve hassas alın işlemlerinde kullanılırlar.

4.6. Galvanoplastik elektrotların imalatı:

Bu usul üç boyutlu ve ayrıntılı elektrotların imalatında geçerlidir. Böyle bir metoduyla büyük parçalar kolayca işlenebi-

lir. Örnek olarak, otomobil endüstrisinde madeni levha kısımların son işlemlerinin ve büyük plastik kalıpların işlenmesini gösterebiliriz.

Bu usulde yoğunlukları bilmek gereklidir. Pratikte tüm ülkelerde endüstri kuruluşları, ürettikleri elektrotların biçimlerine göre özelliklerindeki belirtmektedirler.

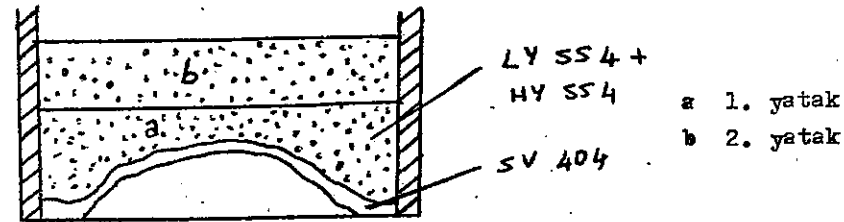
Kullanım alanına uygun elektrot seçilerek kullanılmalıdır. Kullanılan elektrotların ebatlarının da istenen ölçülerde olması gerekir. Örneğin: Ø 100mm. yükseklik 20-30mm. gibi) Bundan başka günlara dikkat edilmeside tavsiye edilir:

Değişik boyutlardaki veya profilli model elektrotların hazırlanması daha fazla dikkati gerektirir. Herhangi bir kalıpta, özellikle ağaçların işlenmesinde gomalak ve metal gibi model elektrotlar kullanılacaksa, bunların görevini doğru ve düzenli olarak yerine getirmesi için kalıba % 1 kadar boşluk vermek gerekir.

Kalıpların hazırlanması:

Elektrotların imalatı kalıpta negatif bir açı ol- turacak şekilde yapılır. Kalıplar genellikle soğuk biçimlendirme yöntemiyle ve değişik tiplerde yapılırlar.

Şekil:63'de SV 404 bir model üzerinde görüldüğü gibi 1 mm kalınlıkta bir yatak temiz ve düzgün olarak işlenebilir. Bu 1 mm lik kısım yaklaşık 20 dk. da işlenmektedir. Yataktan 10 mm den fazla talaş kaldırılamaz.



Şekil: 63

Eğer pek çok yatak işlenecekse, her yatağın işlenmesi 2 - 3 saat zaman alacağından çok büyük bir ısı meydana gelir. Akışkanla ısıdan ötürü yatakların bozulması önlenmeli, yaklaşık 30 saat bir çalışmadan sonra soğutma mutlaka yapılmalıdır.

Kalıpların madenselleştirilmesi (parlatılması):

Kullanılacak iletken bakır ince bir gümüşle kaplanır. Bu

nun için aşağıdaki sıra izlenir:

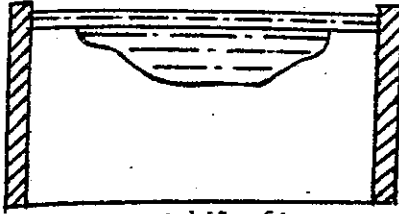
- Kalıp alkolle titizlikle temizlenir, gümüş kaplanacak yüzeye kesinlikle el değmemesi gerekir.
- Kalıp daha sonra 25 - 30°C ısıtılarak gümüşün donması kolaylaştırılır.

Netl. Su damıtımı: 1 litre tuzlu su (1 dubleye sodyum ve potasyum), 10 gr. gümüş nitrat, veya 0.25 litre tuzlu su ile 0,5 gr gümüş nitrat ağır ağır karıştırılarak kaynatılır. Birkaç dakika sonra tekrar su ilave edilir ve cam şişe kahverengi bir renk alıncaya kadar işleme devam edilir.

Net-2. Su damıtımı: 1 litre gümüş nitrat için; 5 gr. amonyak 10 cm³ gümüş nitrat içinde eritilir ve çalkalayarak su eklenir. Renk kahverengi oluncaya kadar işleme devam edilir.

- Gümüşmü:

Kalıptaki kıvrımlar arasına karışımın eşit bir biçimde yayılması sağlanmalı ve bu şekilde 30 - 40 dakika bırakılmalıdır. Şekil: 64. Kalıpta iyi bir gümüş örtü meydana getirmek ve akımın rahatça geçebilmesini sağladığı için bakır tel tercih edilir.



Şekil: 64.

Galvanoplastik:

Biz burada sadece kontrollü sıvılar hakkında bilgi vereceğiz:

Bakır Sulfat Sıvı:

220 - 250 gr bakır sulfat
40 - 65 gr sülfirik asit

Operasyon durumu-

Isı: 20 - 40°C Gerilim: 3 - 6 Volt

Alana gelen akım: 4 - 8 A/dm²

Temizleme filtrelerle sağlanır ve sürekli bir elektrik akımı uygulanır.

Bakır pyrispot sıvı:

Asitlere karşı üstün bir özelliği vardır. Bittğinde çö-

kelti görülür. Hızlı bir harekete sahiptir.

Bakır prospat: 100 gr

Potasyum prospat: 330 gr

Amonyak: 2,5 m

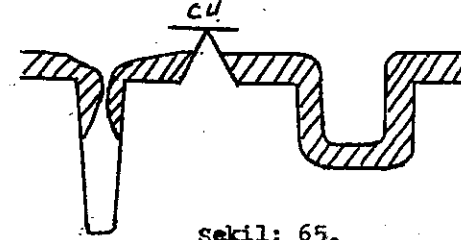
Operasyon durumu-

Alana gelen akım: 1 - 7 A/dm²

PH: 8 - 8.6

ACIKLAMA: Bazı durumlarda galvanoplastik ürünlerde değişik biçimler elabılır. Örneğin: Dar parçaların işlenmesi esnasında oluşan çöktirtiler delik ağzlarını kapatır. Elektrotların fazla uzun olmaması gerekir. Aksi takdirde bir kabarma olabilir.

Şekil: 65.



Şekil: 65.

Sertleştirilmiş bakır elektrotlar:

Elektrotların her operasyondan sonra ortaya çıkan deformasyonları düzeltilebilir. Dövülebilen elektrotlar sert elabılır. Bakırın yüzeyinde toplanan silikati çıkarmak için bakırın yüzeyi temizlenir. Bunun içinde şu yöntem izlenir: Elektrot 500 - 600°C ısıtıldıktan sonra aniden alkol içerisine batırılır. Böylece mevcut olan oksit tabakası silinmiş ve elektrot temiz olarak tekrar kullanılmaya hazır duruma gelmiştir.

4.7. Asitlerin elektrotlara kısıltma etkileri:

Bakır elektrotlar asitlerden etkilânirler. Elektrotların daha ekonomik elabılması için, düzeltilerek birkaç kez kullanılabilmesi gerekir.

Elektrotun dayanımını artırmak için, Şekil: 66 da görüldüğü gibi köşelerin kesildiği noktaların biraz kavisli yapılması gereklidir.



Şekil: 66.

Bu sakıncalı durumlar kaplamalı elektrot ağızları için büyük önem taşır. Elektrotların kullanılması sırasında el değdirilmesinde yarar vardır. Elektrotlara gelen ısı yanaklara gelen ısıdan daha fazladır.

Çok kullanılan iki formülü vermekte yarar vardır:

1. Nitrik asit %65 Yoğunluk 1.4 400 cm³
Psiphorik asit %85 Yoğunluk 1.7 70 cm³
Su karışımı 400 cm³
400C altında elektrotların boyutlarındaki küçülme miktarı 0.04 mm/dak. dir. Psiphorik asitin artırılması, sertlik ve ömrü uzatmaktadır.

2. Nitrik asit %65 Yoğunluk 1.4 400 cm³
Su karışımı 400 cm³

ÖNEMLİ AÇIKLAMA:

1. Yağlı kısımlar titizlikle temizlenmelidir.
2. Uygun uzamalar dikkate alınarak uygulama yapılmalıdır.
3. Önemli zamanlarda hiçbir zaman su asitin üzerine ilave edilmemeli, asit suya dökülmelidir.
4. Elektrotu ölçmelerden önce temizlemek gereklidir.
5. Serbest reaksiyonlardan sakınmak gerekir.
6. Asit sıçrayan yeri hemen bolca bir suyla yıkamak iyi olur.

7. Şayet belirgin ve benzer kısaltmalar gerekli ise, etki alanının 0,05 mm. den daha az olmaması gerekir. Daha önemli uzunluklarda ise yoğunluğu azaltmak gerekir (% 10 - % 20 asit ilave edilir.) Talaş açısından da sakınılmalıdır.

8. Çalışırken gözlük takmakta yarar vardır. Kıvılcımda bakır elektrotların kullanılması ve tüm teknolojik bilgiler Pulse'nin teknik tablolarında belirtilmiştir.

Bakır tellür (Krom veya plam):

Bakırzelektrotlar % 1 - 3 krom veya plam ihtiva ederler.

Bu alaşımlarda büyük bir aşındırma özelliği vardır. Dövmeye ve çekme yoluyla şekillendirilebilirler. Bunlara çok değişik şekiller vermek mümkündür. İşlenmeleri diğerlerine nazaran % 15 ler vermek mümkündür. İşlenmeleri diğerlerine nazaran % 15 % 25 daha kolaydır. Asit oranı daha azdır ve elektriğinde iyi iletirler.

Bakır Tungsten:

Bu alaşım çoğu defa izole edilmiş bakırla tungstenin karışımından oluşturulur. İyi bir elektrot eldesi için, malzemenin kaliteli olması ve iyi bir imalattan geçmesi gerekir. Genellikle karışım oranları % 50 - 80 tungsten ve % 50 - 20 bakır şeklindedir. Şurası muhakkaktırki tungsten oranının yüksek olması işlemede güçlük yaratır. Üstün bir aşındırma ve hızlı kullanım özelliğine sahiptirler.

Mekanik ve elektriksel özellikleri:

Elektrik iletkenliği: 0,045 - 0,055 Ω mm²/m

Brinel sertliği: 85 - 240 kg/mm²

Özgül ağırlığı: 15 - 18 gr/cm³

4.8. Elektrotların imalat ve işleme metodları:

TORNALAMA:

Alet	Karbür	Hız çeliği
Kesme hızı	60-100 m/dak.	12-20 m/dak.
Kesme açısı	6 - 8 derece	8 - 10 derece
Boşluk açısı	4 - 6 "	4 - 6 "

TAŞLAMA:

Taş Yeşil karberandum

Tane sayısı: 60

Sertlik: V

Gözeneklilik: 8

Avantajları ve dezavantajları:

Genelde bakır tungsten mekanik olarak sağlam bir şekilde işlenebilir. Deformasyonlara karşı dayanıklıdır. Prinç kaynağı yapılarak zımba veya takım tutucusuna bağlanabilir. Makina işçiliğine müsaittir. Yapımında hassas ölçü ve iyi yüzey kalitesi elde edilebilir.

Özellikle kalıplarda kullanımının pahalı olması ve baskı ile biçimlendirilememesi dezavantajlarıdır.

Uygulama:

Uygulamalarda kupru tungsteni kullanırken genel olarak aşağıdaki prensipler izlenir: (Aşağıdaki durumlarda kullanılır):

- Sert malzemeleri işlemede iyi sonuç verir.
- Ayrıntıların doğru olarak bitirilmelerinde kullanılır.
- Açılı parçaların işlenmesinde kullanılır.

- Çok kalın parçalarda deliklerin boydan boya işlenmesinde,
- Çok küçük ayrıntılara haiz parçaların işlenmesinde.

Kıvılcım Yöntemi ile İşlemede:

Bu yöntemde kullanılan bakır elektrot ve akımı kolaylıkla geçiren bakır tungstenlerin kullanım alanları ve diğer bazı özellikleri aşağıdaki tablo da verilmiştir:

	Jeneratör	Düzen	İşlenen çelik	İşlenen karbür
Malzeme-	Çarpma tipi	Kaba	Cu % 20-40	Bizzat bakır
den kal-	" "	İnce	Cu % 10-20	" "
dırılan	Zayıflatma tipi	"	Bizzat bakır	" "
Hacimsel yıpranma	Çarpma tipi	Kaba ve İnce	Cu % 3 - 5x	Cu % 3 - 4x
(sınırsal)	Zayıflatma tipi	İnce	Cu 3 - 5 x	Cu 3 - 4 x
Ortalama kıvılcım	Çarpma tipi	Kaba ve Bizzat bakır	Bizzat bakır	Bizzat bakır
	Zayıflatma tipi	İnce	Bizzat bakır	Bizzat bakır
Yüzey durumu	Çarpma tipi	Kaba ve Bizzat bakır	Bizzat bakır	Bizzat bakır
	Zayıflatma tipi	İnce	Bizzat bakır	Bizzat bakır

Table: 3

Bakır tungstenlere asit karışımı:

Asitli karışımı:

% 50 florhidrolik asit % 40 karışım

% 40 nitrik asitle % 62 karışım

% 10 damıtılmış su

İşlemlerde yukarıdaki karışım oranlarının gözönünde bulundurulması gerekir.

Çalışma Isısı:

Isının yükselmesi çalışma hızının azalmasına ve buna bağlı olarakta verimde büyük bir düşmeye neden olacağından, ısı yükselmesini mutlaka önlemek gereklidir.

Yöntem:

Elektrot bir hareketle işe dalar ve bir sarsıntı meydana getirir. Tüm kesme hareketleri 30 saniye ile 1 dakika arasında olur. Elektrot işten çıktığı zaman akışkan ile temizlenir.

İşlemler sonunda elektrotun üzeri çok iyi temizlenmeli ve gerekirse taşlanmalıdır. Özellikle geometrik biçimlerin eldesinde elektrotun yüzey durumu çok önemlidir.

Hareket hızının yüzeye etkisi: Hareket hızlı olursa elektrot yüzeyindeki pürüzlülük artar ve yanaklarda bozulma meydana gelir. Bozulan elektrotlar frezelendikten sonra taşlanır.

Açıklama: Elektrotun asitlerden etkilenmemesi için uygun işlemler seçilmelidir.

Gümüş tungsten karışımı elektrotlar:

Diğerlerinden gözle görülebilecek farklı özellikler taşırlar. Aşınma oranları düşüktür. İnce kesitler sarsıntıya dayanıklı olup tam olarak işleme yapabilir. Fiyatı yüksek ve işçiliğinde oldukça zordur.

Alüminyum Alaşım:

3 boyutlu ve büyük parçaların işlenmesinde kullanılıp, ince işlemler için tercih edilmezler. En son CH 38 ve CH 40 kalitesindeki yüzeyler elde edilir. Alaşımları silimün veya ASG adıyla anılır. Çeşitli kullanma avantajları vardır. Bu alaşımdaki elemanların oranları şöyledir:

%85 Al, % 11 Si, %4-6 Mg, % 1 Zn, % 1 Ti, % 1 Mn, Fe, ve % 1 Cu. İmal eden firmalar genellikle yukarıdaki değerleri kullanırlar.

Avantajları:

Silimünüm iyi bir akıcıdır. Ancak hava kabarcıklarından sakınmak için çeperinin fazla kalın olmaması gerekir. (Yaklaşık 10 - 15 mm. olabilir.) Diğerlerine göre % 1 daha güçlü bir şekilde geri çekilebilir. Uygulamalarda elektrotta 540°C bir ısı meydana gelir. Soğutulmaları su ile olabilir. % 40 NaOH kullanılır ve takriben % 2 mm/dak. talaş kalıdırabilir. NaOH (Sodyum hidroksit) tehlikeli bir bileşik olduğundan, kullanırken dikkatli olmak gerekir. Uygulamalarda çoğu zaman verimli ve iyi sonuçlar elde edilir. Yüksek makina devrelerinde ve döküm alaşım olarakta kullanılabilmelerinin yanında ekonomiklerdir.

Aşınma Dayanımı:

Büyük ebatlardaki yanakların işlenmesi bunlarla olur. Ancak çeliklerin işlenmesinde kullanılamazlar. Malzemelerdeki yıpranmalar için kıvılcım aralıkları özel tablolarla belirtilmiştir. Akışkan kullanım durumu: Zayıf enjeksiyondur.

Prinç:

Prinçin pratik olarak işlenmesi zordur. Bunları işleyebilmek için çoğu kez titan alaşımlı malzemeler kullanılır. Küçük çubuklar (ince kalınlık) şekline getirilebilir. Hemen hemen her makinede işlenebilirler. Aşınma oranları fazladır. Zımpara taşının gözeneklerini çabucak doldurur.

Tungsten:

Tungsten genellikle küçük çaplı deliklerin işlenmesinde kullanılır. Bunlarla 0,01 den daha aşağıdaki toleranslara kadar işlemek mümkün olur.

Çelik:

Çelik malzemeden yapılmış elektrotlar pekçok yerde kullanılabilirler. Ancak ağırlıklarının fazla olması nedeniyle bakır ve grafit elektrotlar bunların kullanımını azaltmışlardır.

Uygulamalarda büyük bir önem taşır. Plastik kalıplarda ve düzeltmelerde v.b. gibi yerlerde kullanılırlar. Makinede işleme zamanları yavaştır. Aşınma oranları bazılarının tatmin edicidir.

METAL OLMAYAN ELEKTROTLAR:

Grafitler:

Kaba işçilikte genellikle pozitif kutup olarak kullanılırlar.

Mekanik ve elektrik özellikleri:

Elektrik iletkenliği: 8 - 15 ohm mm²/m

Özgül ağırlığı: 1,6 - 1,85 gr/cm³

Ergime ısısı: 3600°C

Genleşme katsayısı: 2 - 4 x 10⁻⁶

Tane büyüklüğü: 0,01 - 0,045 mm

Yükleme kuvveti: 200 - 700 kg/cm²

İmal edilen grafitler istenen ebatlara uygun olurlar. Değişik özellikler taşıdıklarından çeşitli amaçlar için kullanılabilirler. Zayıf (amizotrop) ve kuvvetli (izotrop) yoğunluklara sahiptirler.

Bir grafitte ayrıntılar izotropluk özelliği göstermese; ısı ve elektrik uygun olarak ayarlanmalıdır ki, işlemler istenilen ölçüler yapılabilsin. İmalatları sırasında izotrop olmayan grafit bloklar ağızlanmalıdır. (tanelerin aynı ekseninde olması gerekir.) Şekil: 67.

Grafitin özgül ağırlığında karışımlar mevcutsa, o zaman yoğunluk hakkında kesin bir karar veremeyiz. Grafitlerin daima zayıf yoğunluklarda olması tercih edilir. (1,6 - 1,7) Genelde grafitler budgeerlerden daha fazla yoğunluklara sahiptirler. Yoğunluğun fazla olması demek, hacimsel yıpranmasında bu oranda fazla olması demektir. Yüze etkileri bitirmelerde daha kolay olur. Grafitlerde aşınan tanelerin yerine yeni taneler çıkar. Son işlemlerde ilerleme hızları yavaşlatılır.

Grafit elektrotların işleme ve kullanım metodları:

TORNALAMA:

Kaliteli grafitlerin işlenmeleri klasik metodlarla yapılır. Normalde grafitler hız çelikleri ile işlenirler. İşlemede izlenecek fonksiyonlar şöyledir:

	Hız çeliği	Normal Sertlikte	Fazla Sert
Kesme açısı (Boşluk)	8 - 10°	8 - 10°	10 - 20°
Talaş açısı	16 - 20°	16 - 20°	10°
Kesme hızı	80 m/dak.	150 m/dak.	250-400 m/dak.

Taglama:

İyi bir taglama yapabilmek için şu özelliklerdeki tagların kullanılması tavsiye edilir:

Tag: Yeşil karberandum

Esneklik: Cam haline getirme

Tane sayısı: Başlamada 36, Bitirmede 60

Sertliği: J

Gözenekliliği: 5

FREZELEME:

Çeşitli model ve boyutlardaki kopye frezelerinde veya, elle kumandalı frezelerde imal edilebilirler. İşlemler büyük hız ve ilerlemelerde yapılabilir. İşleme zamanı bakır veya bakır tellerden 5 - 10 defa daha kısadır. İşlenen kısımlara polisaj yapılacaksa ince bir tabaka bırakmakta fayda vardır. Küçük bir freze çakısı ile tüm işlemler tamamlanabilir. Piyasada bloklar halinde veya, daha değişik biçimlerde grafit elektrotları bul-

mek mümkündür. Grafit elektrotlar herhangi bir metal üzerine monte edilerekte kullanılabilirler.



Şekil: 67:

Grafit elektrotların avantajları:

1. Her ısıda kolaylıkla çalışabilir ve yüksek ısıdan dolayı mekanik bir bozulma husule gelmez.
2. Pratikte deformasyona uğramazlar.
3. Kolaylıkla işlenebilirler.
4. Yegunlukları azdır. Bu nedenle büyük ebatlarda yapılabilirler.
5. İşçilikleri kolay olduğundan, maliyetleride düşüktür. Ayrıntılı elektrotlar daha ekonomik olarak yapılabilirler.
6. Takım tutucularına vidayla veya, yapıştırarak kolayca bağlanabilirler.
7. Özellikle koyu renkteki grafik çeşitleri, iyi ve ince yüzeyler elde ederler.

Grafit elektrotların sakıncaları:

1. Ağındırma özellikleri kuvvetli olduğundan makina ve kalıbı korumak için özel önlemler almak gerekir.
2. Kolay kırılırlar.
3. Bitirme işlemlerinde düşük güçlerin kullanılması kötü sonuçlar doğurabilir.
4. Yalıtkan akışkan emdirilmiş olan grafitler, tekrar yapıştırılıp (birleştirilip) kullanılamazlar.
5. İyi bir akışkana ve zamanla periyodik olarak geri çekilmelere ihtiyaç duyulur.

Grafit elektrotlar kullanılırken dikkat edilecek noktalar:

1. Jeneratörlerde düşük güç kullanılmamalıdır.
2. Ağız kısımları kullanım anında kritik açılarda tutulmalıdır. Böylece daha sonraki işlemler için kolaylık sağlanmış olur. Son işlemlerde mümkün olduğu kadar yüksek hızlarda çalışılmalıdır.

3. Grafit tanelerinin keskin olmalarına dikkat edilmelidir.

Grafit Kalıplar:

Seri imalatlarda grafit elektrotlardan başka grafit kalıplarda hazırlanır. Bunların pahalı olmaları seri imalatlarda kullanılmalarını gerektirir.

Grafit-Bakır:

Bunlar genellikle hızlı işlemlerde iyi sonuç verir. Ancak bakır gözenekleri doldurduğu için biraz az kullanılır.

Mekaniki ve Elektriki Özellikleri:

Uygun kalitede:

Elektrik iletkenliği: 3-5 ohm mm²/m

Özgül ağırlığı: 2,4-3,2 gr/cm³

Kopma direnci: 700-900 kg/cm²

Grafit ve bakır elektrotların mekanik kullanımları da kolaydır. Çünkü eğim açılarının etkileri az olup daha az kırılıp dırılar. Bunların enbüyük sakıncaları pahalı olmalarıdır.

Tasıdıkları Özellikler:

Değişik tip ve değerlerde grafit ve bakır elektrotlar imal edilir. Bunlar kullanıldıkları yer bakımından farklılıklar gösterirler.

1-Boşaltmalar gözle görülebilir orandadır.

2-İşleme özellikleri daha azdır.

3-Zayıflatma tipi jeneratörler tercih edilmelidir.

4-Son işlemlerde daha fazla bir güç kullanarak yüzey hafifçe düzeltilebilir.

5-Sert malzemelerde tungsten daha iyi sonuç verir.

6-Malzemeyle birlikte elektrotların yanakları da genellikle % 10-15 oranında yıpranma meydana gelir. Bu oran pozitif kutupta daha fazla, negatif kutupta daha zayıftır.

4.9. Elektroerozyonda Kullanılan Yalıtkan Sıvılar:

Bunları şöyle sıralayabiliriz:

4.9.a. SU:

Makinalarda gayeye uygun yerlerde iyoniz edilmiş su kullanılabilir.

4.9.b. HİDROKARBÜRLER:

1-Elektrik geçirmeyen mineral yağlardır. Karışımli olan yağlar biraz koku yaymalarına karşı, üstün sonuçlar verirler.

...ları vardır. yüksek viskozitedeki yağlar bitirme işlemlerinde tercih edilmezler. Kalın yağlarla daha üstün bir işleme sağlanır. Sıvı mümkün olduğu kadar temiz tutulmalı ve hafif bir eğimle püskürtülmelidir.

2-Petrol:

Petrolün viskozitesi düşüktür, bu özelliğiyle son işlemlerde iyi sonuçlar verir. Karbür ve tungsten elektrotlarda kullanılması büyük yarar vardır. Keküsünü gidermek için gerekli önlemleri almak gerekir.

ACIKLAMA:

İşlemlerde seçilmesi tavsiye edilen sıvılardır:

Tungsten ve karbürün işlenmesi için: Petrol

Küçük parçaların işlenmesi için:

Son işlemlerde: Petrol

Normal kalınlıktaki parçaların işlenmesinde: 6-12 cst viskozitedeki yağ (bitirme arası CH 21 ve CH 35)

Kalın parçaların işlenmesinde: 12-20 cst viskozitedeki yağ (CH 36 ve daha kalın)

Elektro Erozyonda kullanılması Tavsiye Edilen Yağlar: (Dielektrik):

Marka	Viskozite (cst)	20°C E°	Parlama sınırı
BP 250	6	1,48	120
Kastrol HONDA 409	6,4	1,52	135
Cihevron EDM Fluid 71	5,7	1,46	116
Esso MENTOR 28/SOMENTOR 43	7,4	1,6	124
Esso LECTOR 40	6,8	1,55	132
Esso UNIVOLT 64	20	2,9	156
Fuchs RATAK EE	5,6	1,46	115
Gulf mineral scaleil	5,8	1,48	132
Mobiloil VLOCITE 4	9	1,75	118
Mobiloil VLOCITE 6	19,1	2,8	158
Secal FINA LYRA D50	12	2,05	132
Petrol	2	1	78

NOT: Çok sık uygulamalarda işlem durumlarına göre yağ seçimi yapılır.

4. 10. Uygulama Teknolojisi ve Uygulanan (Seçilen) Metodlar:

İşleme şekli belirlendiği zaman, mantığa uygun bir çözümleme (işleme) metodu da tesbit edilir. Hazırlık sırasını şöyle sıralayabiliriz:

- Belirli işleme düzeni,
- Elektrot malzemeleri,
- Düzenleme,
- Elektrot uzunlukları ve bunların altındaki beyutlar,
- Elektrotun numarası,
- İşleme zamanı,

Aşındırma iki kısımdan oluşur ve ayrı ayrı işleme şekilleri vardır.

Silindirik delikler:

Tüm silindirik delikler ve yarıklar normal elektrotlarla işlenebilirler.

Seçilen değerler ve işleme düzeni:

Uygulamalarda arzulanan yüzey kalitesinin eldesi için firma tavsiyelerine mutlaka uyulmalıdır. Aşındırma zamanını kısaltmak için başlangıçta uygun düzenlemenin seçilmesi gerekir. Son işlemler için ayrı bir düzenleme gereklidir. Şayet ayrıntılı işlemlerde hassasiyet çok büyük önem arz ediyorsa, bu durumda birden fazla elektrot kullanılabilir.

Prensipte iki düzenleme yeterli olur, Bu düzenlemelerin değeri CH 12 ve CH 23 olabilir. (Bunlardan başka değerlerde kullanılabilir. Yüzeydeki son işleme için CH 27 değeri uygundur.

İki işleme düzeniyle yaklaşık olarak 8 - 15 defada işlem tamamlanır. Kaba, orta ve ince olmak üzere 3 elektrotun kullanıldığı düzenlemelerle daha kaliteli ve ekonomik bir işlem gerçekleştirilebilir. Örneğin:

İnce	Orta	Kaba
CH15	CH25	CH40
CH22		CH47
CH30		CH45

Yüzey durumları ve işleme şekilleri AGMO çizelgelerinde belirtilmiştir. Daha iyi bir yüzey kalitesi için zayıf aşındırma ve yüksek hızlar seçilmelidir.

Elektrot malzemelerinin seçimi:

Çeliğin işlenmesi için, sert tungsten (CW) ve buna benzer malzemeler seçilebilir.

- Bakır (Cu)
- Bakır tungsten (CuW)
- Grafit (Gr)
- Bakır grafit (CuGr)

Diğer elektrot malzemeleri daha az kullanılır. CH 21 kalitesinde bir yüzey elde edilmek isteniyorsa yıpratma tipi jeneratörler kullanılır. Bitirme operasyonlarında Cu, CuW ve CuGr tipi elektrotlar kullanılmalıdır.

Şayet CH 22 değerinde bir yüzey kalitesi isteniyorsa, bu durumda çarpma tipi jeneratör kullanılır.

İşlenen malzeme	CH 21 Yıpratma tipi	CH 22 Çarpma tipi
Ac ve yabancı CW	Cu - CuW Cu-CuW-CuGr	Cu - CuW - Gr - CuGr Cu-CuW - Gr - CuGr

Table: 4

AÇIKLAMA 1. Silindirik derin deliklerin işlenmesi güçtür. Çünkü elektrotların da uzun olması gereklidir. Yüzeyler arasındaki boşluklar küçüktür ve elektrik iyi yayılamaz. Bu nedenden dolayı CH27 değerinde yüzey kalitesi arzu edilir. Bazen iki ayrı elektrotla işlem tamamlanabilir.

- Kullanılan elektrot boyu 20mm. yi geçmemelidir.
- CuW 3 - 5, Cu veya Gr daha aşağı kullanılma imkanına sahiptir.

AÇIKLAMA 2. Cu ile işlenen yüzeylerin bitirme operasyonları CuW ile yapılır. CuGr hem başlangıç ve hemde son işlemlerde kullanılabilir.

Sen işleme değeri:

Çizelgelerden gereken değerler seçilerek tezgahın ayarı yapılır. Seçimler işlem şekline ve etki biçimine göre yapılır.

Malzeme seçiminde malzemenin özellikleri ve işleme şekli dikkate alınmalıdır.

Parametre seçimleri ise, daha önceki bölümde anlatılmıştır.

Zayıflatma Tipi Jeneratörler:

Bu jeneratörlerle boğaltma esnasında uygun değerler elde etmek mümkündür. Kullanılan malzemelerde arzu edilen yüzey kalitesi elde edilebilir. İşleme kutbu daima negatif olur.

Uygulamada: CH 21 ve daha hassas yüzey kalitesi istenen yerlerde, zorunlu bitirme operasyonlarında ve küçük deliklerin (0,03 mm. den daha küçük olabilir) işlenmesinde çok kullanılır.

Çelik ve Çelik olmayan metallerin işlenmesi:

İşlemler esnasında elektrotun az yıpranması istenir. Bunun için AGMO eğrilerinden (Ekler bölümünde) yapılan seçimin doğru olması gerekmektedir. Çizelgeden Cu Ac, Gr Ac veya Gr-Ac tipi elektrotlardan biri seçilerek işleme yapılır. Silindirik delikler fazla derin değilse, çizelgedeki değerler aynen kullanılır.

Kutupların seçimi:

Grafit elektrotlarda pozitif veya negatif kutuplar kullanılabilir. CH 30 gibi üstün yüzey kalitesi istenen ve zayıf yıpranmanın tercih edildiği durumlarda, iyi bir işleme hızında pozitif kutuplar tercih edilirken; deliklerde az yıpranma isteniyorsa ve büyük işleme hızlarında negatif kutuplar tercih edilmelidir.

Beydan boya deliklerde az yıpranma isteniyorsa, bakır veya bakır tungsten elektrotlarla birlikte yalnızca pozitif kutuplar kullanılmalıdır.

Yeni akım yoğunluklarının seçimi:

a) Kaba işlemede: Başlangıçta yeni yoğunlukların seçimi elektrot ve parçaya uygun olarak çizelgeden seçilir.

Alın durumu	Tavsiye edilen yoğunluk seviyesi		
	Elektrot Gr-, Gr-	Elektrot Cu-, CuW-	Elektrot Silümin -
0-0,1 cm ²	1/8-1/4	1/8-1/4	
0,1-0,25cm ²	1/4-1/2	1/4-1/2	
0,25-1 cm ²	1/2-1	1/2-1	
1 - 4 cm ²	1 - 2	1/2-2	
4 - 16cm ²	2 - 4	1 - 2	
16-64 cm ²	4 - 8	1 - 2	2 - 4
64 ve daha faz.	8	1 - 2	4 - 8

Table: 5

AÇIKLAMA:

de bir işleme zamanı hesap edilebilir:

$$T_{min} = \frac{V \text{ (mm}^3\text{)}}{M \text{ (mm}^3\text{/dk)}}$$

Kaba işlemlerde:

Alın yüzeyi.

$Sf = Sft - Spu$

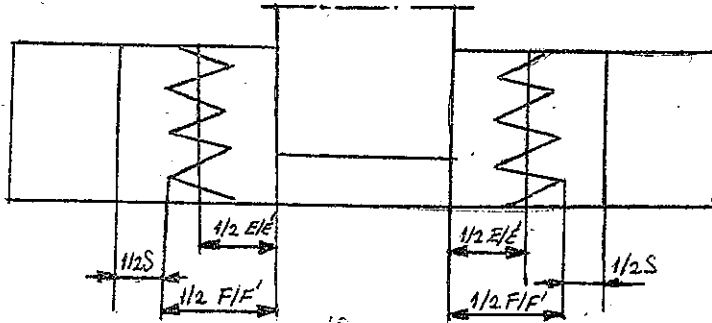
Hacimsel olarak işlenen miktar.

$Va = Sf \cdot x \cdot h \cdot m$

İşleme hızı: Pratikte $\text{mm}^3\text{/dk.}$ olarak malzemeden kaldırılan talasın işleme hızı tablolardan seçilebilir. İşleme hızına değişik birçok faktör etki edebilir.

İşleme zamanı: $Te = Va / Me$

Orta işlemlerde:



Şekil: 68

Alın yüzeyi.

$$Sf_{sf} = (Se - Ssf/2 + Fe'' - Ee''/2 - Fsf'' - Esf'') \cdot x \cdot P$$

Genelde ençek şu formül kullanılır:

$$Sf_{sf} = (Se - Sfs/2 + Fe'' - Ee''/2) \cdot x \cdot P$$

İnce işlemlerde:

Gerektiği zaman aşağıdaki iki formülde hassas işlemler için kullanılabilir.

$$Sff = (Se/2 + Fe'' - Ee''/2) \cdot P \quad Sff = (Ssf/2 + Fsf'' - Esf''/2) \cdot P$$

Malzemelerin hacimsel işlenmesi:

Orta: $Vaf = Sfs \cdot x \cdot h \cdot m$

İnce: $Vf = Sff \cdot x \cdot h \cdot m$

İşleme hızı: Bu operasyonlarda genellikle alına çok zayıf bir yoğunluk uygulanmalıdır. Tüm işlemler için M değeri ve yoğunluk ayarı en üst düzeyde seçilerek işlemler tamamlanır. M ve R sü-tunlarından her işlem için ayrı akım yoğunluğu seçmemiz mümkündür.

"- E/F ve E'/F' işlemlere bağlı olarak tablolardan seçilir.

Son işlemlerdeki düzenlemelerde yoğunluk ayarı değerlerinin 1/8 - 1/4 ü geçmemesi gerekir. (Çok küçük delikler hariç). Akım se-viyeleri küçük deliklerde genellikle 1/2 yi geçmemelidir.

İşleme zamanı:

Orta: $Tsf = Vaf / Maf$

İnce: $Tf = Vf / Mf$

ACIKLAMA:

Değişik profillerdeki işlerin işlenmesi için uygun kesme yön-temlerine önceki bölümlerde değinmiştik. Elektrotlarla işlenecek max. yükseklik 10 mm. olarak tavsiye edilir. Yıpranmanın mümkün olduğu kadar azaltılması için, birden fazla elektrot kullanılır. İri parça-ların ayrıntılarının işlenmesinde ve CH36 gibi hassas yüzey kalite-si elde edilmesi istendiğinde alüminyum alaşımlı olan silüminyum e-lektrotlar kullanılır.

Çarpma (Pulse) Tipi Jeneratörler:

Minimum yıpranma için AGMO çizelgelerindeki düzenlemeler ve ayrıntılı operasyonlar tespit edilir.

Kaba işlemede: Genelde başlangıç operasyonları için büyük hızlar tercih edilir. (Yüksek yoğunluk seviyeleriyle birlikte). A-lın yüzeylerinde bulunabilecek yarıklar v.s. gibi ayrıntılar biraz derin olarak yapılır. Çünkü yıpranma başlangıçta daha fazladır.

Orta ve hassas işleme: Son işlemler için biraz tolerans bı-rakılır ve daha fazla dikkat gerektirir.

Kutupların seçimi: Genellikle pozitif kutuplar seçilir.

Yoğunluk seviyesi seçimi:

Kaba: Kullanılacak yöntemlere uygun düzenlemeler yapılır.

Orta ve ince: Yoğunluk seviyesinin daha fazla olması gerekir.

Yıpranma genellikle % 1'i geçmez.

Besaltma zamanının seçimi: Tüm düzenlemeler için tolerans sınırları içerisinde TA değeri elde edilebilir.

Tungsten ve karbürün işlenmesi: Tungsten ve karbür malzeme-lerin işlenmesinde genellikle CuW cinsi elektrotlar kullanılır. Uy-gun düzenlemelerle uygun bir yıpranma sağlanabilir. Negatif kutup-lar seçilir ve TA 8 değerinden yukarıdaki durumlarda korunma ara-lığında hesaba katmak gerekir.

İşleme hızının hesaplanması: Çok boyutlu ve beydan boya de-liklerin işlenmesi esnasında pratik (yaklaşık) hesaplamalar yapılır.

Kaba işlemede: $Va = Oyuğun \text{ hacmi} - \text{İşlenecek olan hacim.}$

İşleme hızı: Çoğu zaman kaba işleme hızı daha fazla olur.
Kaba işleme zamanı: $T_e = V_e / M_e$

Orta ve hassas işleme:

Orta işlemlerde $V_{sf} = S_d (S_e - S_f / 2 + F_e^* - E_e^* / 2)$ yaklaşık.

Hassas işlemlerde:

Ayrıntılı işlem iki defada (geçişte) bitiriliyorsa-

$$V_f = S_d (S_e / 2 + F_e^* - E_e^* / 2)$$

Ayrıntılı işlem üç defada bitiriliyorsa-

$$V_f = S_d (S_{sf} / 2 + F_{sf}^* - E_{sf}^* / 2)$$

İşleme hızı: Özellikle alında iyi bir sulama tercih edilir. Uygun bir işleme hızı genellikle M tablolarından ve AGMO çizelgelerinden tespit edilir.

* Pratikte çok beyutlu işlerde daima injeksiyon etki ettirilir.

AÇIKLAMA:

Akışkan kullanım durumlarını işlem şekline göre seçmemiz gerekir. Her frekansın değişik kullanım yerleri vardır. Pratikte malzemeden % 10 - 30 arasındaki değerlerde bir talaş kaldırma söz konusudur.

İşleme zamanı:

Orta: $T_{sf} = V_{sf} / M_{sf}$

Hassas: $T_f = V_f / M_f$

Toplam işleme zamanı:

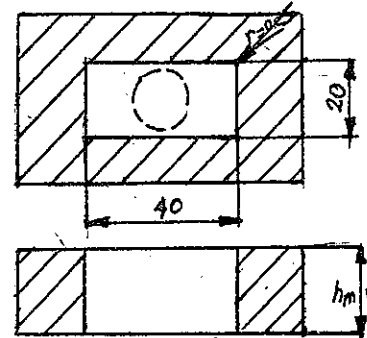
$$T_t = T_e + T_{sf} + T_f$$

BÖLÜM 5

UYGULAMA ÖRNEKLERİ:

Beydan beya deliklerin işleme örneği:

Bu tip işlemler çeşitli yöntemlerle yapılabilir.



Şekil: 69.

Verilenler: Aşağıdaki şekilde görülen beydan beya deliğin işlenmesi.
Kullanılan malzeme: Su verilmiş çelik
Arzu edilen yüzey durumu: CH 24
Maksimum yıpranma: 0,01 mm.
Parça sayısı: 1 adet
Parçanın hazırlanması: Su verilmeden önce parçaya 18 mm. çapında delik delinir.

İşleme düzeni ve sayısı: Aynı ayda 3 veya 2 düzen seçilebilir. Biz iki düzen seçelim. Çünkü 20 mm. veya daha aşağı değerdeki kalınlığa sahip parçalara orta bir işlem operasyonu uygulamaya gerek yoktur. Bunun için bir kaba ve ardından sonrada hassas bir elektrotla işlemek yeterlidir.

Kaba yüzey durumu: CH32 - CH39

İnce yüzey durumu: CH24

Elektrot malzemesinin seçimi: Sade (susuz) işlemlerde CuW ve CuGr tipi elektrotlar kullanmak gereksizdir. Çünkü bunlar daha pahalıdır. Bunların yerine Cu ve Gr tip elektrotlar kullanılır.

Kaba işlemede: AGMO çizelgelerinden gerekli yüzey durumları seçildikten sonra Cu veya Gr elektrotla negatif kutupta CH32 ve CH39 yüzey kaliteleri elde edilir. Yıpranma kuvvetli ve hızlıdır. Şayet delik boyu çok uzun ise (burada sözkonusu değil) hızlı bir yıpranma seçilmemelidir.

Bakır ve grafit elektrotlarla daha kolay bir işleme sağlanır.

İnce (bitirme) işleminde: Bu operasyonda CH 24 gibi hassas bir yüzey elde etmek istediğimiz için grafit elektrot seçilir.

Parametrelerin düzenlenmesi:

Kutuplar: Kaba ve ince işlemler için negatif kutup seçilir. İşlemlerin hızlı olması istendiğinde de negatif kutuplar seçilir.

Yoğunluk seviyesi:

Başlangıç: Alındaki yüzey durumu 5,45 cm² (şekildeki işlenecek alan) dir. Bunun için seçilecek yoğunluk seviyesi 2-4 dür. Limit değer 2 dir.

Bitirme: CH24 değerinde bir yüzey eldesi için 1/4 lük bir yoğunluk seviyesi seçilir.

Boşaltma zamanı:

Başlangıç: Çizelgeden alınır. Bu işleme için yoğunluk ayarı 2 olduğuna göre TA=6 olacaktır.

Bitirme: TA=1 (her zaman değil)

Sulamanın (akışkanın) seçimi: 0,01 mm.'lik bir yıpranma aspirasyon yöntemiyle elde edilemeyeceğinden injeksiyon sistemi kullanılır.

Verilenlerin Özeti:

Elektrot No	Operasyon	Elektrot malzemesi	Araç edilen yüzey durumu	Parametre Ayarı			Elektrotun hesabı									
				Kutup	Yg. Ayarı	TA (A)	Atılan	MF Pos C (A)	Ortalama Vitesse E/E'	Limit Aralık E/E'	Alınan Güçlük	Ip Alın I. x h (C)	Yıpranma % (D)	Toplam	Boyutlar	
Kaba	Gr	32-38	-	2	6	Asp.			0,178	0,32	0,4	0,72	1			
İnce	Gr	24	-	1/4	1	Asp			0,04	-	-	0,04	1,3			

Elektrot No	Operasyon	Yüzey Durumu (G)	Malzemedan Kaldırılan	Tahmini İşleme Zamanı	TB (B)	Servo İşlet	Frekans	MF Potansiyel	Uygun İşleme Zamanı	Açıklamalar
Kaba	37	550	20							
İnce	24	20	7							

AÇIKLAMA: Negatif kutupda ve hassas işlem yapıldığı için gazla bir aşınma olabilir. Güvenlik önlemleri alınmalıdır.

Elektrot uzunlukları ve iş boyutları:

a= 22-25 mm.

If= hmx1,3x0,75= 20 mm. 25 olabilir.

Le= (hm 0,75hm)= 35 mm. 40 olabilir.

f= 39,96x19,96 mm.

e= 39,28x19,28 mm.

İşleme zamanının hesabı(kaba):

Alın yüzeylerinin hacmi-

Sfe= 40x20- π 18²/4= 545 mm²

İşlenen malzemenin hacmi-

Ve= 545x20= 10x900 mm³

şekil: 70.

İşleme hızı: Alın kısımlarında yapılan işlemlerde jeneratör tam kapasite ile çalıştırılabilir.

Me= 550 mm³/dak.

İşleme zamanı: Te 10x900/550. 20 dak.

İnceişleme için işleme zamanı hesabı:

Alın yüzeyi hacmi-

Sff=(0,4/2+0,32-0,178/2)120= 33 mm²

İşlenen malzeme hacmi: Vf= 33x20= 660 mm³

İşleme hızı: Alın işlenirken 3A'lık bir akım geçmesi sağlanır. Mf= 3x7= 21 mm³/dak.

İşleme zamanı: Tf= 660/20= 33 dak.

Toplam işleme zamanı:

Tt= Te + Tf= 20 + 33= 53 dak.

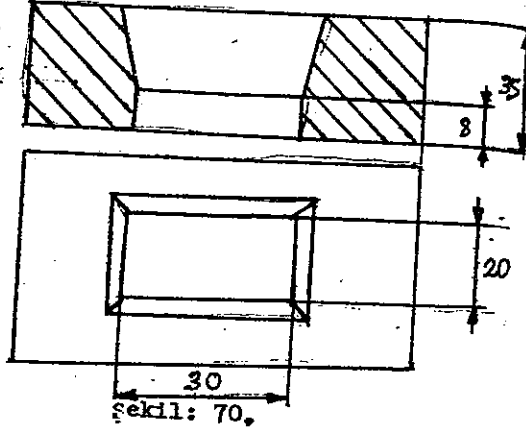
Takriben 1 saat alınır.

Örnek:2

İşlenen parçanın arkasında boşaltılarak bir işleme sözkonusu dur(boydan boya işleme). Bunun için uygun etüd ve elektrot seçimi yapılmalıdır.

1. Verilenler:

İşlenen malzeme: Su verilmiş çelik.
Yüzey durumu: CH 26
Silindirik kısım: 8 mm.
Diğer boşluk: Boydan boya konik.



AÇIKLAMA:

- Her işlem için belirli bir oranda yıpranma sağlamak gerekir.
- Yüzeyde uygun bir talaş açısı verilecek şekilde işlemler yapılır. Fazla talaş kaldırmak sakıncalıdır.
- Talaş açısı çizelgelerdeki değerlere uygun olmalıdır.

2. İşleme düzeni:

Tek bir elektrotla talaş kaldırılmak istenirse zorlamalar olabilir.

3. Elektrot malzemesi:

Kolaylıkla işlemek için grafit elektrot kullanılır.

4. Parametrelerin ayarlanması (seçimi):

Alın yüzeylerinde 1 cm²lik bir talaş hacmi için yoğunluk 1A olarak seçilir.

Uygun yüzey durumu elde edilmesi için aşağıdaki tabloda verilen değerler kullanılmalıdır. Silindirik, konik parçaların işlenmesinde aspirasyon yöntemi kullanılır.

A	B	C	D	E	F	G	H
İş- lem	Kutup	yoğ. ayarı	TA	Akış kan	ortala- ma kıvılcım ayarı	yüzey işleme durumu	kalın- lığı
1	-	1	8	inj.	0,22	38(38)	7

A	B	C	D	E	F	G	H
İşlem	Kutup	Yoğ. ayarı	TA	Akış kan	Ortalama kıvılcım ayarı	Yüzey işleme durumu	Kalın- lığı
1	-	1	8	inj.	0,22	38(38)	7
2	-	1	6	inj.	0,14	34(35)	7
3	-	1	5	inj.	0,11	32(32)	7
4	-	1	3	inj.	0,10	29(29)	7
5	-	1/2	1	asp.	0,05	26(26)	Takrak

Tablo: 7

5. Verilenlerin özet:

Elektrot No	Operasyon	Elektrot Malzemesi	Ayar Yoğunluk	Kutup	TA	Akış kan	MF Pas (p)	Ortalama kıvılcım ayarı	Yüzey işleme durumu	Kalın- lığı	Yüzey işleme
1	Gr	38	+	1	8	inj.				4	
2	Gr	25	+	1	6	inj.				6	
3	Gr	32	+	1	5	inj.				9	
4	Gr	29	-	1	3	inj.				1	
5	Gr	26	-	1/2	1	asp.	0,48		0,05	1,4	

Elektrot No	Operasyon	Yüzey (G)	Malzeme	Yoğunluk (A)	Yoğunluk (R)	Talaş işleme Zamanı	T8 (R)	Seri I.E.	Frekans	MF Pozitif	Yüzey işleme Zamanı	Açıklama
1		38	165	7.2								
2		34	160	7.4								
3		32	140	6.6								
4		29	105	12								
5		26	34	8								

6. Elektrot boyutları:

Uzunluk: Bir elektrotun kullanılan kısmı
 $7 \times 0,4 + 7 \times 0,6 + 7 \times 0,9 + 7 \times 1,4 + 7 \times 1,4 = 23,8 \times 0,75 = 17 \text{ mm}$.
Takriben 20 mm. alınabilir.

7. İşleme zamanının hesabı:

İşlenen malzemenin hacmi- $V = S \times P = 3500 \text{ mm}^3$

Veriler:

1. Operasyon	Takriben	700 mm ³
2. "	"	" "
3. "	"	" "
4. "	"	" "
5. "	"	" "

İşleme hızı- Normal bir akışkan kullanıldığı takdirde:
Pozitif kutup kullanıldığında 10A/cm²,
Negatif kutup kullanıldığında 6A/cm²'lik bir yoğunluk seviyesi seçilir.

İşleme hızlarının eldesi için şu yollar izlenir:

1. Operasyon	7,2x10 = 72 mm ³ /dak.
2. "	7,4x10 = 74 mm ³ /dak.
3. "	6,6x10 = 66 mm ³ /dak.
4. "	12x6 = 72 mm ³ /dak.
5. "	8x6 = 48 mm ³ /dak.

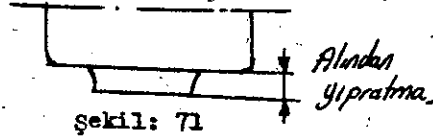
Takribi işleme zamanı:

1. Operasyon	10 dak.
2. "	10 "
3. "	11 "
4. "	10 "
5. "	15 "

Toplam zaman: 56 dak. Yaklaşık olarak 1 saat alınabilir.

8. Aşındırma için tavsiyeler:

Bir parçanın arka yüzeyini ve açılı bir yüzeyi işlemekte şekilde görülen şekli uygulamakta yarar vardır.



Cok boyutlu yarıkların(oyukların) işlenmesi:

Bütün işlemlerde işlemin önce analizi yapılır. Değişik ve benzer oyukların işlenmesi için gerekli düzenlemeler yapılarak işlemlere başlanabilir. Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi, önce arzu edilen yüzey kalitesi tespit edilir.

ÖRNEK: 3

1. Verilenler:

İşlenen malzeme: Su verilmiş çelik.

Yüzey durumu: CH 18

Parça sayısı: 1

Frekanslar: Sayısız

Tolerans: 0,02 mm.

AÇIKLAMA: Kullanılan elektrotun özelliklerine dikkat edilerek, gerçekleştirilmesi mümkün olan toleranslar seçilmelidir.

2. İşleme metodu:

Toleransları tam olarak gerçekleştirebilmek için birden fazla elektrot kullanılır.

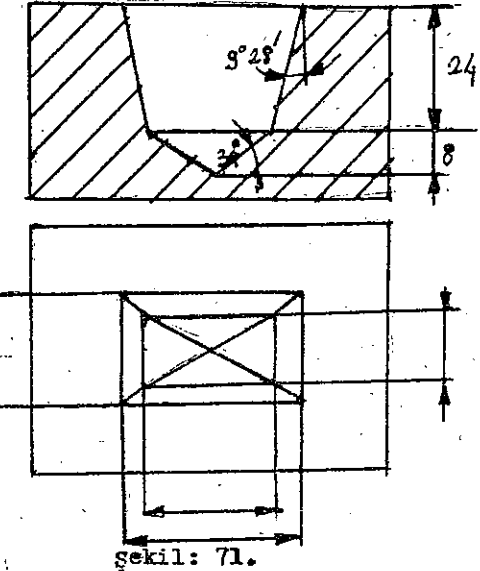
3. Elektrot seçimi:

CH 18 lik bir yüzey eldesi için 3 ayrı elektrot kullanmakta yarar vardır. Biri kaba ve orta işlem için 2 elektrot seçmekteyiz. Bu seçim için izlenecek yol:

- Orta: CH 26 - 28

- Kaba: CH 35 - 42

Duruma uygun olarakta şu elektrotlar seçilebilir:



Kaba	Orta	İnce
Cu	Cu	Cu
Gr	CuW	CuW
	Gr	

CuW pahalı olduğu için pek tercih edilmez.

Kaba işleme: AGWO çizelgelerine bakıldığı zaman kaba işleme için Cu⁻ ve Gr⁻ elektrotlar gözlenir. Grafitle yıpratma tercih edilir. Daha fazla yıpratma isteniyorsa bakır elektrot seçilir.

Orta işlemede: CH 27 kalitedeki bir yüzey bakır elektrotla elde edilebilir.

Bitirme işleminde: Bunun için bakır elektrot ve mikrofin (yıpratma tipi) jeneratör seçilir.

4. Parametrelerin düzenlenmesi:

Kutup:

Kaba ve orta: Zayıf yıpratma için pozitif kutup tercihtir.

Hassas: Zayıflatma tipi jeneratörlerde negatif tercih edilir.

Yoğunluk seviyesi:

Başlangıç: 1 cm²'lik bir alanın işlenmesi için işleme hızı yüksek, yoğunluk ayarı 2 ve TA 9 olmalıdır.

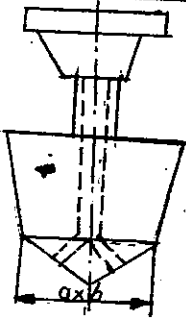
Orta: Çizelgeden Cu Ac seçilir. CH 27 yüzey durumu için yoğunluk ayarı 1/8 ve TA 6 zayıf yıpratma alınır.

İnce: C 4, CH 18'lik bir yüzey durumu için mikrofin tipi jeneratörlerinde kapasite seçimi yapılamıyoruz.

Akışkan:

Koniklerin işlenmesinde her zaman injeksiyon sistemi tercih edilir.

5. Elektrot boyutları:



Şekil: 72

	a	b
Kaba	23,20	11,20
Orta	23,15	11,85
İnce	23,96	11,96

6. Verilenlerin Özeti:

Elektrot No	Operasyon	Elektrot Malzemesi	Aren edilen Yüzey Durumu	Parametre Ayarı				Elektrot hesapları						
				Kutup	Yoğunluk Ayarı	TA (A)	Akışkan	MF Pos (A)	Ortabaya Aralık (E)	Limit aralık FIE	Alınan güvenlik	Toplam Boyutlar	lg. hareket X-Y-Z	% Yıpratma
1	Kaba	Gr	39	+	2	9	inj		.36	.57	.23	.8	—	0
2	Orta	Cu	27	+	%	6	inj		.097	0.75	.063	.15	—	1,3
3	İnce	Cu	18	—	—	—	inj	4	.037	—	—	.04	—	25

Elektrot No	Operasyon	Yüzey Durumu (G)	Malzemenin Kaldırılan		Tahmini İşleme Zamanı	II. Parametreler					Uygun İşleme Zamanı	Açıklama
			mm ² /dak (M)	mm ³ /da.LA (R)		TB (B)	Servo Igen	Frekans	MF Pozitif			
1	Kaba	42	360	8								
2	Orta	27	8	2,8								
3	İnce	19	1,4	—								

7. İşlemin gelişimi:

Başlangıç: Zayıf bir yıpratma için çizelgeden gerekli değerler seçilir.

Orta: Yüksek ve kalın parçaların işlenmesinde zayıf bir kesme açısı ve yaklaşık olarak 0,01 mm. bir yan boşluk ile 0,06 mm. düşey doğrultuda bir güvenlik aralığı alınır. Bu değer diğer faktörlerle birlikte 0,07 mm. alınabilir. Hesaplamalarda izlenecek yol:

$$0,01 \times 1 / \sin 9^{\circ} 28' = 1/0,165 = 0,0606 = 0,07 \text{ mm alınabilir.}$$

Hassas:

Enson payı işlemek için gerekli düzen tablodan seçilir.

İşlem yönü	Düzenler				CH Pürüz	ortak limit aralık	yan derinlik	Diline hareketi	real işleme kalınlığı
	Kut	yoğ ayarı	TA veya C	Altı					
Kaba	+	1/4	8	inj					0 ila 2mm nin
	+	1/2	8	inj					2 ila 3mm nin
	+	1	8	inj					3 ila 5mm nin
	+	2	9	inj					5 ila 31,7 mm nin
	+	1/2	8	inj					31,7 ila 319 mm nin
Orta	+	1/4	8	inj	32	0,09			32 - 0,28a kadar
	+	1/8	6	inj	27	0,05	0,04	0,28	= 31,72 ila 31,9 a kadar
İnce	-	-	C=4	inj	18	0,03			32 ye kadar

Tablo: 8

8. İşleme zamanının hesabı:

Kaba: İşlenen malzemenin hacmi - $V_e = 12300 \text{ mm}^3$

İşleme hızı: $M_e = 360 \times 0,8 = 288 \text{ mm}^3/\text{dak.}$

Başlangıçta % 20'lik bir zaman kaybını göze almak gerekir.

İşleme zamanı: $T_e = 42 \text{ dak.}$

Orta: İşlenen malzemenin hacmi -

$V_{sf} = (0,23 - 0,053/2 + 0,57 - 0,36/2) 2 \times 300 = 445 \text{ mm}^3$

" Oyuğun yüzey yayılma durumu.

İşleme hızı: Normal bir talaş kalıncılığı için şı düzenle-
meler yapılır: Kutup -1/4, TA8 ve kutup-1/8, TA6 (yaklaşık $10 \text{ mm}^3/\text{dk.}$

Frekans sayısını gerekirse % 20 azaltmak mümkündür.

İşleme zamanı: $T_{sf} = 55 \text{ dak.}$

Hassas: İşlenen malzemenin hacmi -

$V_f = (0,053/2 + 0,097 - 0,075/2) 2 \times 300 = 86 \text{ mm}^3$

İşleme hızı: $M_f = 1,4 \text{ mm}^3/\text{dak.}$

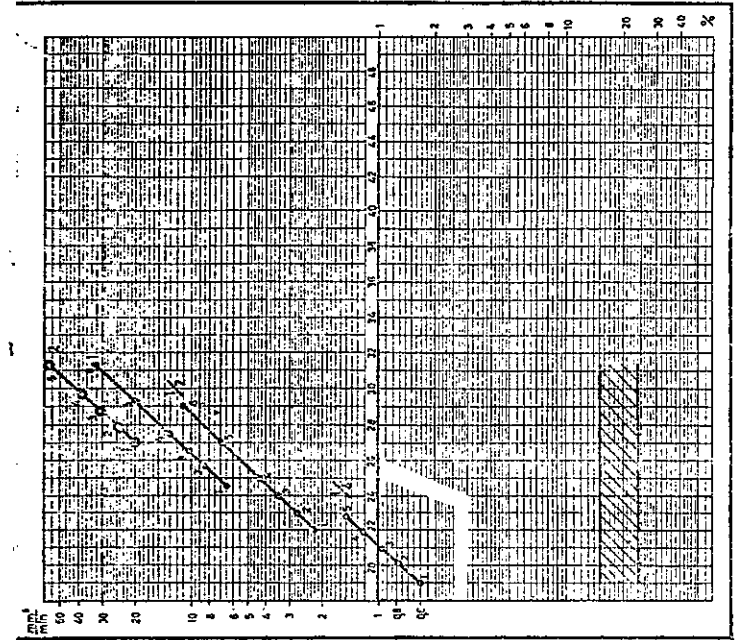
İşleme zamanları: $T_f = 80 \text{ dak.}$

Toplam işleme zamanı:

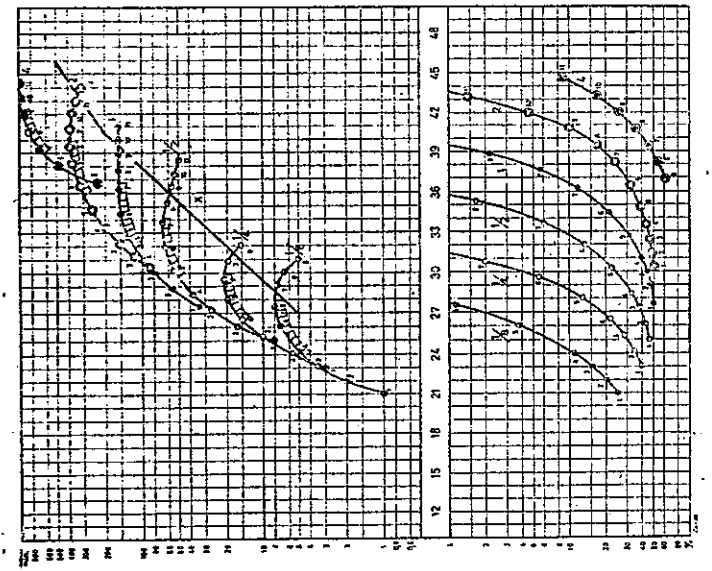
$T_t = 177 \text{ dak.}$ yaklaşık olarak 3 saat alınır.

• Hızlı servo mekanizmalarla bu zaman 60 dakikaya indirilebilir.

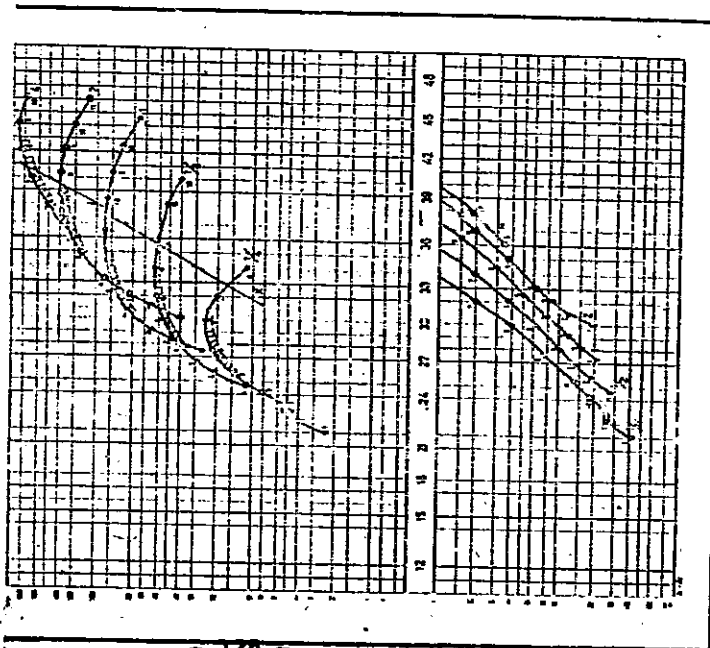
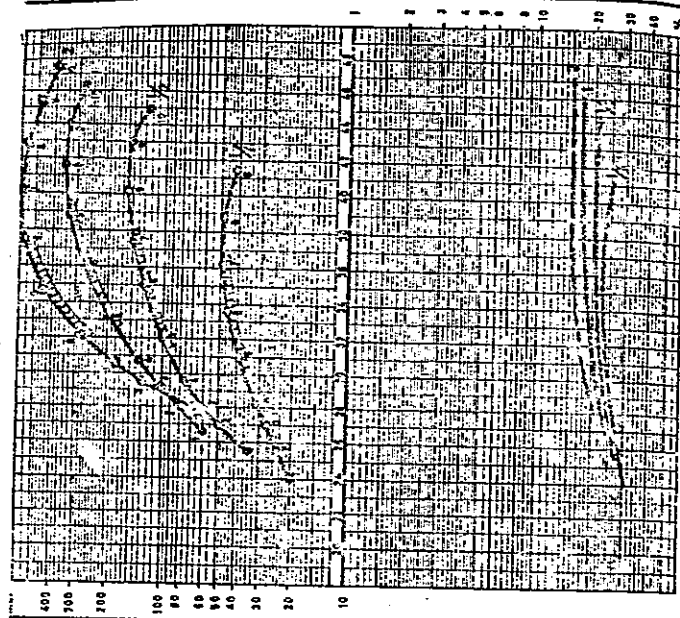
Elektrot: Bakır Elektrot
Elektrot kutbu: Negatif
Porsaj: Çelik NIST 65 RC
Deneme durumu: D = 20mm göpkenine 18mm
Kavım veya Tencikere: 100 gr/km²
Elektrot geçirmeyen: Mafkor Cesso - Standart
Malzemenin hacmine bakılınca bulundukları
mm³ cinsinden gözetim miktarı normal
yan yüzey durumları



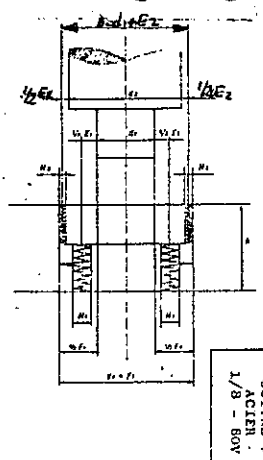
Elektrot: Bakır elektrot
Elektrot kutbu: Pozitif
Porsaj: Çelik NIST 65 RC
Deneme durumu: D = 20mm göpkenine 15mm
Elektrot geçirmeyen: Mafkor 28 (Esis Standart)
Kavım veya Tencikere: 100 gr/km²
Malzemenin hacmine bakılınca bulundukları
mm³ cinsinden gözetim miktarı normal
yan yüzey durumları



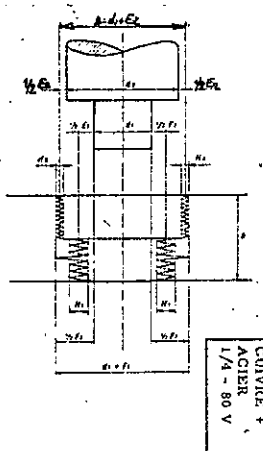
Elektrot : Grafik
 Elektrot = $k_{\text{MW}} = \rho \cdot \frac{L}{A}$
 Harga = $\text{Rp} 1200 \text{ per meter}$
 D = 20 mm
 L = 15 m
 $\rho = 0,0175 \text{ ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
 $A = \frac{\pi}{4} D^2$
 $A = \frac{\pi}{4} (20)^2$
 $A = 314,16 \text{ mm}^2$
 $k_{\text{MW}} = \frac{0,0175 \cdot 15}{314,16}$
 $k_{\text{MW}} = 0,000837 \text{ ohm}$
 Harga = $0,000837 \cdot 1200$
 Harga = $1,0044 \text{ Rp}$
 Maka harga totalnya adalah $1,0044 \text{ Rp}$



Deneme durumu, $D=20\text{ mm}$ $h=12\text{ mm}$ gölge
1/8" FOV
Elektrik geçirgenlik 28 (ISO-Standard) elektro Batır.
Elektrik geçirgenlik, boyutlarının hesabı:
Başlangıç (Kaba) ve Orta $d_1 = D - F_1$ ince $d_2 = D - E_2$

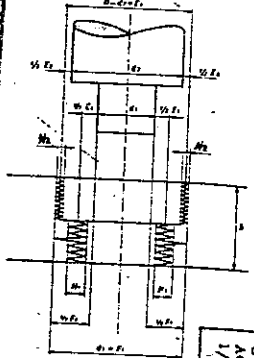
[illegible]

benzene durumu: $D = 20 \text{ mm}$ $h = 12 \text{ mm}$
 Elektrik gerilimi: Mentor 26 (Esso - Standart) elektrik: Balçık Elektrik
 elektrik kaplaması, boyutlarının hesaplanması.
 Kaba ve Orta: $d_1 = D - F_1$ $d_2 = D - F_2$

[illegible]

Denenen Kısım: D=20mm h=12mm
 elektrot: Bakır
 Elektrot kutbu: +
 Parça: Çelik MST 65 RC
 Yoğunluk Seviyesi: 1/2-80V
 Kaba ve Orta: d₁-F₁ Ince; d₂=D-E₂
 Denenen Kısım: D=20mm h=12mm
 elektrik geçirmeyen: Mentor 28 UES-Standard
 Elektrot saplarının boyutlarının hesabı
 Kaba ve Orta: d₁-F₁ Ince; d₂=D-E₂

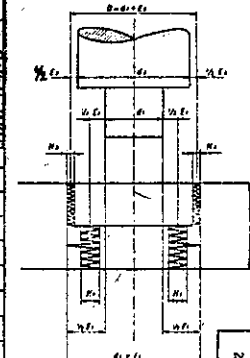
Y- $\bar{Y}$ inc: $d_2 = 0$													
A	B	C	E	F	E'	E'	G	H	K	L	M	O	R
Pas. A	Pas. B	çiftlikte bulunan bulunmayan gözetim	çiftlikte bulunmayan gözetim	çiftlikte bulunmayan gözetim	çiftlikte bulunmayan gözetim	çiftlikte bulunmayan gözetim	YÖZEY DURUMU						
							Yandan		Ahtardan				
							CH AG	RT YM	CH AG	RT YM			
1	1	2.5	0.058	0.085	0.075	0.090	25		28		8	45	2,0
2	1	1.8	0.064	0.094	0.082	0.10	26		29		17	42	3,1
3	1	1.3	0.070	0.10	0.088	0.11	27		29		26	38	3,7
4	2	1.0	0.076	0.112	0.095	0.12	28		30		36	33	4,4
5	2	0.7	0.091	0.135	0.112	0.145	30		32		53	24	5,0
6	3	0.5	0.11	0.160	0.135	0.172	32		34		67	13	5,2
7	4	0.4	0.13	0.19	0.16	0.21	34		35		70	4,8	5,1
8	5	0.4	0.155	0.23	0.19	0.25	35		37		62	1,7	4,9
9	6	0.3	0.18	0.27	0.22	0.29	36		38		55	-	4,4
10	7	0.3	0.20	0.30	0.25	0.32	37		39		52	-	4,0
11													
12													



CUVRE +
ACIER
1/2 - 80 V

Denenen Kısım: D=20mm h=12mm
 elektrot: Bakır
 Elektrot kutbu: +
 Parça: Çelik MST 65 RC
 Yoğunluk Seviyesi: 1/2-80V
 Kaba ve Orta: d₁-F₁ Ince; d₂=D-E₂
 Denenen Kısım: D=20mm h=12mm
 elektrik geçirmeyen: Mentor 28 UES-Standard
 Elektrot saplarının boyutlarının hesabı
 Kaba ve Orta: d₁-F₁ Ince; d₂=D-E₂

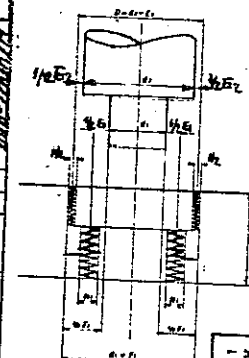
A	B	C	E	F	E'	F'	G	H	K	L	M	O	R
Pas. A	Pas. B	Pas. C	Pas. E	Pas. F	Pas. E'	Pas. F'	YDZEY DURUMU						
1	2	1,5	0,09	0,14	0,115	0,14	30		31		82	50	3,6
2	2	1,4	0,10	0,16	0,13	0,16	31		32		117	47	4,8
3	2	1,3	0,11	0,17	0,14	0,17	32		33		156	45	5,5
4	2	1,3	0,12	0,19	0,155	0,19	33		34		195	42	6,3
5	2	1,2	0,145	0,23	0,19	0,235	35		36		255	38	7,4
6	3	1,0	0,175	0,28	0,23	0,29	37		37		310	32	8,1
7	4	0,9	0,210	0,34	0,28	0,35	38		39		350	25	8,5
8	5	0,8	0,26	0,42	0,34	0,43	39		40		370	20	8,9
9	6	0,7	0,31	0,50	0,42	0,52	41		42		390	10	8,9
10	7	0,6	0,36	0,56	0,46	0,61	42		43		380	4,5	8,5
11	8	0,5	0,41	0,62	0,54	0,65	43		44		370	1,4	7,9
12	9	0,4	0,44	0,67	0,55	0,72	44		45		330	-	6,8



CUVRE +
ACIER
2 - 80 V

Denenen Kısım: D=20mm h=12mm
 elektrot: Bakır
 Elektrot kutbu: +
 Parça: Çelik MST 65 RC
 Yoğunluk Seviyesi: 1/2-80V
 Kaba ve Orta: d₁-F₁ Ince; d₂=D-E₂
 Denenen Kısım: D=20mm h=12mm
 elektrik geçirmeyen: Mentor 28 UES-Standard
 Elektrot saplarının boyutlarının hesabı
 Kaba ve Orta: d₁-F₁ Ince; d₂=D-E₂

A	B	C	E	F	E'	F'	G	H	K	L	M	O	R
Pas. A	Pas. B	Pas. C	Pas. E	Pas. F	Pas. E'	Pas. F'	YÖZEY DURUMU						
							Yandan		Ahırdan				
							CH	RT	CH	RT			
							No	Ym	No	Ym			
1	1		0,072	0,11	0,002	0,112	28		30		30	45	2,8
2	1	1,7	0,080	0,121	0,102	0,127	29		31		48	43	3,8
3	2	1,5	0,086	0,132	0,110	0,137	30		31		70	40	4,5
4	2	1,3	0,095	0,148	0,123	0,15	31		32		90	38	5,2
5	2	1,0	0,118	0,175	0,148	0,18	33				130	31	6,1
6	3	0,8	0,14	0,21	0,170	0,21	34		34		180	24	8,7
7	4	0,7	0,17	0,28	0,21	0,27	36		37		150	14	7,0
8	5	0,6	0,20	0,30	0,255	0,33	38		38		150	6	7,0
9	6	0,5	0,25	0,36	0,31	0,40	39		40		155	2,2	7,0
10	7	0,4	0,28	0,42	0,36	0,46	40		41		155	0,4	8,5
11	8	0,3	0,32	0,48	0,40	0,50	41		42		155	-	6,1
12													



CUVRE +
ACIER
1 - 80 V

İŞLEMİ

A/P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1													
2					60	65	70	80	90				
3					65	70	80	90	100	115	130		
4						80	90	100	115	130	150	185	
5							100	115	130	150	185	220	
6								130	160	180	220	250	
7								160	180	210	245	295	
8									205	235	290	370	
9											340	410	
10													
11													
12													
13													

1													
2					40	45	50	55	65				
3					45	50	55	60	70	80	100		
4						55	60	65	80	95	115	140	
5							65	75	90	110	130	160	
6								90	105	125	150	185	
7								100	120	145	170	210	
8									140	170	195	245	
9										220	280		
10													
11													
12													
13													

SULAMA DURUMLARI İLE İŞLEMİ

A/P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1													
2					80	85	90	105	120				
3					85	95	105	120	135	155	165		
4						105	120	135	155	170	200	225	265
5							135	155	175	190	220	265	300
6								170	200	220	260	300	335
7								200	220	250	285	335	400
8									250	285	335	400	465
9										400	465	525	
10													
11													
12													
13													

1													
2					60	65	70	80	95				
3					65	70	80	90	105	115	130		
4						80	90	100	115	130	140	180	180
5							100	110	130	145	160	200	220
6								125	145	165	185	230	240
7								140	160	180	205	250	280
8									180	210	240	290	340
9										270	320	420	
10													
11													
12													
13													

ASPIRASYONDA İŞLEMİ VE İSOÜT İLE BİTİRME

A/P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1													
2			40	45									
3			45	50									
4			50	60	65	80							
5			60	70	80	95							
6			70	85	100	115							
7			85	100	120	135	160						
8			100	120	140	160	190	235					
9			120	140	160	190	225	285	340	400			
10							260	340	400	460	580	680	
11									460	600	700	800	
12										740	820	1000	
13												1200	

1													
2			30	35									
3			35	40									
4			40	45	55	65							
5			50	55	65	75							
6			55	65	75	90							
7			70	80	90	110	125						
8			80	95	110	130	145	170					
9			90	110	130	150	165	190	210	240			
10							185	210	230	265	320	400	
11									250	285	370	460	
12										310	420	500	
13												550	

BASLANGIÇLARDA SULAMA DURUMLARI VE İSOÜT İLE İŞLEMİ

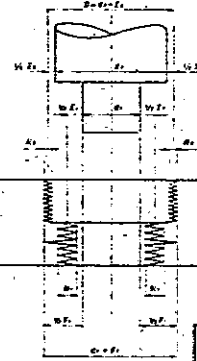
A/P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1													
2			85	90									
3			90	95									
4			95	105	110	120							
5			100	115	125	140							
6			105	125	135	150							
7			115	140	155	180	210						
8			125	150	175	210	250	300					
9			140	160	195	240	295	360	445	500			
10							345	420	550	600	750	850	
11									660	700	900	1100	
12										800	1050	1200	
13												1350	

1													
2			70	85									
3			70	85									
4			75	90	95	105							
5			80	95	110	115							
6			80	100	115	130							
7			85	105	125	145	175						
8			90	110	135	165	195	230					
9			100	120	150	185	220	260	305	380			
10							250	290	340	480	520	560	
11									380	550	600	660	
12										630	680	800	
13												950	

Elektrot: Bakır
Elektrot Kutbu: +
Parça: Çelik MST 65 RC
Yoğunluk Seviyesi: 1/2-80V

Denenen Kısım: D=20mm h=12mm
elektrik geçirmeyen: Mentor 28 (Esso-standart)
Elektrot saplarının boyutlarının hesabı
Kaba ve Orta: d₁-F₁ İnce; d₂=D-E₂

A	B	C	E	F	E'	F'	G	H	K	L	M	O	R
Pas: A	Pas: B	Pas: C	Pas: E	Pas: F	Pas: E'	Pas: F'	Pas: G	Pas: H	Pas: K	Pas: L	Pas: M	Pas: O	Pas: R
1	3	1,0	0,032	0,044			19		20		0,6	20	
2	4	1,0	0,035	0,046			20		21		0,75	20	
3	4	1,0	0,037	0,048			21		22		0,9	20	
4	4	1,1	0,040	0,051			22		23		1,2	20	
5	5	1,1	0,046	0,056			23		24		1,5	20	
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													

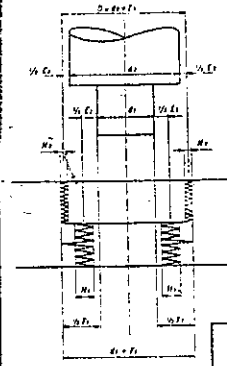


CUVRE -
ACIER
1 - 80 V

Elektrot: Bakır
Elektrot Kutbu: +
Parça: Çelik MST 65 RC
Yoğunluk Seviyesi: 1/2-80V

Denenen Kısım: D=20mm h=12mm
elektrik geçirmeyen: Mentor 28 (Esso-standart)
Elektrot saplarının boyutlarının hesabı
Kaba ve Orta: d₁-F₁ İnce; d₂=D-E₂

A	B	C	E	F	E'	F'	G	H	K	L	M	O	R
Pas: A	Pas: B	Pas: C	Pas: E	Pas: F	Pas: E'	Pas: F'	Pas: G	Pas: H	Pas: K	Pas: L	Pas: M	Pas: O	Pas: R
1	4	1,3	0,055	0,061			24		25		6,0	20	1,7
2	4	1,4	0,061	0,096			25		26		8,5	20	1,9
3	5	1,4	0,066	0,095			26		27		10	20	2
4	5	1,4	0,073	0,103			27		28		13	20	2,2
5	5	1,5	0,09	0,12			29		29		20	20	2,6
6	6	1,6	0,110	0,14			31		31		33	20	3,2
7													
8													
9													
10													
11													
12													

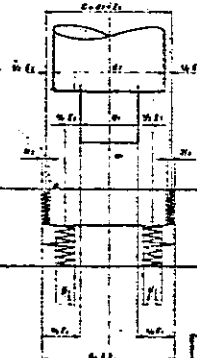


CUVRE -
ACIER
1 - 80 V

Elektrot: Bakır
Elektrot Kutbu: +
Parça: Çelik MST 65 RC
Yoğunluk Seviyesi: 1/2-80V

Denenen Kısım: D=20mm h=12mm
elektrik geçirmeyen: Mentor 28 (Esso-standart)
Elektrot saplarının boyutlarının hesabı
Kaba ve Orta: d₁-F₁ İnce; d₂=D-E₂

A	B	C	E	F	E'	F'	G	H	K	L	M	O	R
Pas: A	Pas: B	Pas: C	Pas: E	Pas: F	Pas: E'	Pas: F'	Pas: G	Pas: H	Pas: K	Pas: L	Pas: M	Pas: O	Pas: R
1	3	1,4	0,047	0,060			22		23		2,2	20	0,5
2	4	1,5	0,046	0,066			23		24		2,6	20	0,55
3	4	1,5	0,046	0,066			24		25		3,1	20	0,6
4	4	1,5	0,055	0,076			25		26		4,5	20	0,73
5	5	1,6	0,065	0,089			27		27		7	20	0,95
6	6	1,7	0,080	0,104			29		29		11	20	1,3
7													
8													
9													
10													
11													
12													

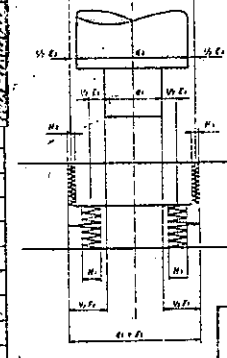


CUVRE -
ACIER
2 - 80 V

Elektrot: Bakır
Elektrot Kutbu: +
Parça: Çelik MST 65 RC
Yoğunluk Seviyesi: 1/2-80V

Denenen Kısım: D=20mm h=12mm
elektrik geçirmeyen: Mentor 28 (Esso-standart)
Elektrot saplarının boyutlarının hesabı
Kaba ve Orta: d₁-F₁ İnce; d₂=D-E₂

A	B	C	E	F	E'	F'	G	H	K	L	M	O	R
Pas: A	Pas: B	Pas: C	Pas: E	Pas: F	Pas: E'	Pas: F'	Pas: G	Pas: H	Pas: K	Pas: L	Pas: M	Pas: O	Pas: R
1	5	1,2	0,066	0,11			27		28		20	20	3,3
2	5	1,1	0,075	0,12			28		29		25	20	3,5
3	5	1,1	0,081	0,13			29		30		30	20	3,7
4	5	1,0	0,092	0,14			30		31		40	20	4
5	6	0,9	0,112	0,165			31		32		57	20	4,5
6	6	0,9	0,14	0,195			33		33		90	20	5,2
7													
8													
9													
10													
11													
12													

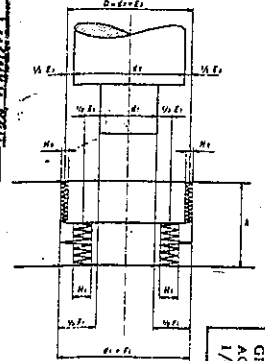


CUVRE -
ACIER
2 - 80 V

Elektrot: Bakır
Elektrot Kutbu: +
Parça: Çelik MST 65 RC
Yoğunluk Seviyesi: 1/2-80V

Denenen kısım: D=20mm h=12mm
elektrik geçirmeyen: Mentor 28 (ESso-standart)
Elektrot saplarının boyutlarının hesabı
Kaba ve Orta: d₁-F₁ İnce; d₂=D-E₂

A	B	C	E	F	E'	F'	G	H	K	L	M	O	R
Pas. A	Pas. B	Electro- magnetic field X	Electro- magnetic field Y	Electro- magnetic field Z	Electro- magnetic field X	Electro- magnetic field Y	YÜZEY DURUMU.						
							Yandarı		Alındarı				
							CH No	Rt Ym	CH No	Rt Ym			
1	1	2,3	0,038	0,060	0,038	0,06	22		25		2,4	41	1,2
2	1	1,8	0,042	0,067	0,043	0,068	23		25		5,2	25	2,0
3	1	1,5	0,046	0,072	0,047	0,074	24		26		8,2	18	2,7
4	2	1,3	0,050	0,080	0,054	0,084	26		28		14	13	3,5
5	2	0,9	0,058	0,096	0,067	0,104	28		29		22	7,5	4,6
6	3	0,6	0,075	0,12	0,085	0,13	30		31		23	4	4,6
7	4	0,3	0,090	0,142	0,105	0,16	32		33		19	2	3,8
8	5	0,2	0,11	0,171	0,13	0,20	34		35		12	0,9	2,2
9	6	0,2	0,13	0,21	0,16	0,25	36		37		4	-	0,8
10													
11													
12													

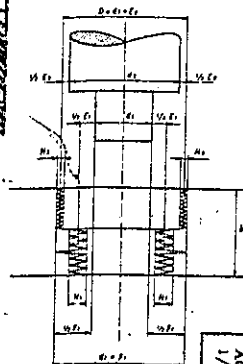


GRAPHITE +
ACIER
1/4 - 80 V

Elektrot: Bakır
Elektrot Kutbu: +
Parça: Çelik MST 65 RC
Yoğunluk Seviyesi: 1/2-80V

Denenen kısım: D=20mm h=12mm
elektrik geçirmeyen: Mentor 28 (ESso-standart)
Elektrot saplarının boyutlarının hesabı
Kaba ve Orta: d₁-F₁ İnce; d₂=D-E₂

A	B	C	E	F	F'	E'	G	H	K	L	M	O	R
Pas. A	Pas. B	Elektrik verimi güç x 100 güç x 25	ör. yükseklik Kuvvetin 1991 1220	en az güç ör. yükseklik 1220	ör. yükseklik Kuvvetin 1991 1220	en az güç ör. yükseklik 1220	YÜZEY DURUMU Yandan CH No	Rt Ym	Aından CH No	Rt Ym	İzlenim Büyükten Kuvvetin 1991 1220	güç x 100 güç x 25	Kuvvetin 1991 1220
1	1	3,0	0,048	0,08	0,05	0,08	25		28		12	28	1,9
2	1	2,1	0,054	0,09	0,056	0,09	26		29		20	19	2,8
3	1	1,7	0,059	0,095	0,062	0,10	27		30		28	14	3,5
4	2	1,3	0,066	0,11	0,070	0,11	28		30		42	10	4,3
5	3	0,9	0,080	0,13	0,090	0,14	30		32		55	6,5	5,5
6	4	0,6	0,10	0,16	0,11	0,175	32		33		64	3,8	6,0
7	4	0,4	0,12	0,20	0,14	0,22	34		35		65	2	6,0
8	5	0,3	0,15	0,24	0,17	0,27	36		37		61	0,9	5,5
9	6	0,3	0,18	0,29	0,215	0,33	38		39		51	-	4,7
10	7	0,2	0,22	0,35	0,270	0,41	40		42		40	-	3,4
11													
12													

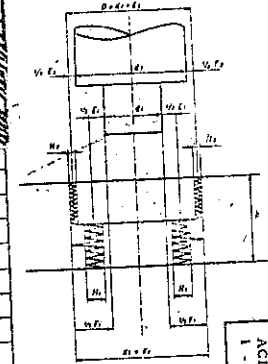


GRAPHITE +
ACIER
1/2 - 80 V

Elektrot: Bakır
Elektrot Kutbu: +
Parça: Çelik MST 65 RC
Yoğunluk Seviyesi: 1/2-80V

Denenen kısım: D=20mm h=12mm
elektrik geçirmeyen: Mentor 28 (ESso-standart)
Elektrot saplarının boyutlarının hesabı
Kaba ve Orta: d₁-F₁ İnce; d₂=D-E₂

Pas. A	Pas. B	C	E	F	E'	F'	YÜZEY DURUMU				M	O	R
							CH No	Rt Ym	CH No	Rt Ym			
1	1	2,6	0,062	0,105	0,063	0,11	27		30		26	22	2,5
2	1	2,0	0,070	0,12	0,071	0,12	28		31		46	15	3,6
3	2	1,7	0,076	0,13	0,079	0,13	29		32		70	11	4,3
4	2	1,3	0,086	0,145	0,090	0,15	31		33		110	8	5,4
5	3	0,9	0,107	0,16	0,11	0,19	32		34		140	5	6,6
6	4	0,6	0,132	0,22	0,14	0,23	34		35		160	3	7,4
7	4	0,5	0,162	0,27	0,18	0,29	36		37		170	1,5	7,5
8	5	0,4	0,20	0,33	0,22	0,36	38		39		165	-	7,2
9	6	0,3	0,25	0,40	0,28	0,44	40		42		150	-	6,4
10	7	0,3	0,31	0,50	0,35	0,55	42		44		130	-	5,3
11	8	0,2	0,38	0,60	0,43	0,66	44		46		90	-	3,8
12													

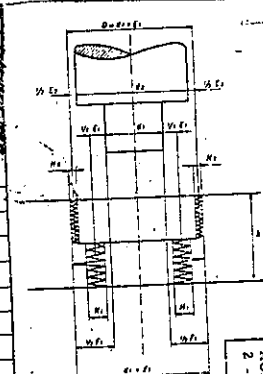


GRAPHITE +
ACIER
1 - 80 V

Elektrot: Bakır
Elektrot Kutbu: +
Parça: Çelik MST 65 RC
Yoğunluk Seviyesi: 1/2-80V

Denenen kısım: D=20mm h=12mm
elektrik geçirmeyen: Mentor 28 (ESso-standart)
Elektrot saplarının boyutlarının hesabı
Kaba ve Orta: d₁-F₁ İnce; d₂=D-E₂

Pas. A	Pas. B	C	E	F	E'	F'	YÜZEY DURUMU				M	O	R
							CH No	Rt Ym	CH No	Rt Ym			
1	2	2,3	0,079	0,14	0,080	0,14	30		32		40	20	2,8
2	2	1,7	0,090	0,156	0,090	0,16	31		33		70	12	4,2
3	2	1,5	0,096	0,17	0,100	0,17	32		33		110	8	5,2
4	2	1,1	0,110	0,19	0,113	0,20	33		34		170	6,2	6,5
5	3	0,8	0,14	0,23	0,14	0,24	35		35		270	3,8	8,2
6	4	0,6	0,17	0,29	0,18	0,30	37		37		340	2	9,2
7	5	0,5	0,215	0,36	0,23	0,37	39		39		380	1	9,5
8	6	0,4	0,27	0,44	0,29	0,46	40		41		390	0,5	9,0
9	7	0,4	0,34	0,54	0,36	0,57	42		43		360	-	8,0
10	7	0,3	0,42	0,65	0,45	0,70	44		46		310	-	7,0
11	8	0,3	0,52	0,80	0,57	0,87	46		49		235	-	5,2
12	9	0,2	0,63	1,0	0,71	1,05	48		52		150	-	3,4

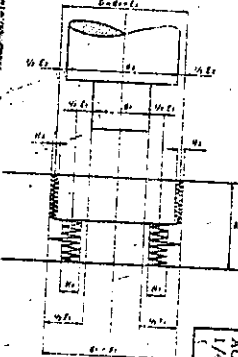


GRAPHITE +
ACIER
2 - 80 V

Elektrot: Bakır
Elektrot kutbu: +
Parça: Çelik MST 65 RC
Yagunluk Seviyesi: 1/2-80V

Denenen kısım: $D=20\text{mm}$ $h=12\text{mm}$
elektrik geçirmeyen: Mentor 28 (ES50-standart)
Elektrot saplarının boyutlarının hesabı
Kaba ve Orta: d_1-F_1 İnce; $d_2=D-E_2$

A	B	C	E	F	E'	F'	G	H	K	L	M	O	R
YÜZEY DURUMU													
Yandan													
CH	RT	CH	RT	CH	RT	CH	RT	CH	RT	CH	RT	CH	RT
No	Ym	No	Ym	No	Ym	No	Ym	No	Ym	No	Ym	No	Ym
1	1	1	0,040	0,06	0,08	0,08	26				20	31	7
2	1	1	0,046	0,09	0,07	0,12	26				24	28	6,5
3	1	1	0,052	0,096	0,075	0,12	27				24	27	9,5
4	1	1	0,060	0,11	0,07	0,14	28				31	26	11
5	1	1	0,07	0,14	0,11	0,14	31				35	24	12
6	1	1	0,10	0,17	0,13	0,20	34				45	23	13
7	1	1	0,13	0,21	0,16	0,21	36				43	23	13
8	1	1	0,17	0,26	0,21	0,31	39				43	24	12
9	1	1	0,21	0,32	0,25	0,39	41				41	25	11

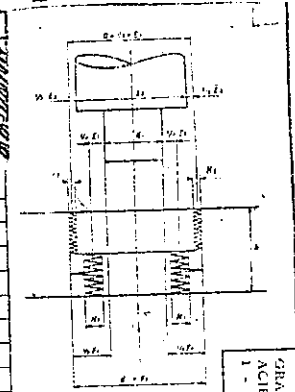


GRAPHITE -
ACIER
1/4 - 80 V

Elektrot: Bakır
Elektrot kutbu: +
Parça: Çelik MST 65 RC
Yagunluk Seviyesi: 1/2-80V

Denenen kısım: $D=20\text{mm}$ $h=12\text{mm}$
elektrik geçirmeyen: Mentor 28 (ES50-standart)
Elektrot saplarının boyutlarının hesabı
Kaba ve Orta: d_1-F_1 İnce; $d_2=D-E_2$

A	B	C	E	F	E'	F'	G	H	K	L	M	O	R
YÜZEY DURUMU													
Yandan													
CH	RT	CH	RT	CH	RT	CH	RT	CH	RT	CH	RT	CH	RT
No	Ym	No	Ym	No	Ym	No	Ym	No	Ym	No	Ym	No	Ym
1	3	1,3	0,051	0,12	0,08	0,145	25				60	24	9
2	3	1,1	0,066	0,13	0,09	0,17	28				80	23	11
3	3	1,0	0,073	0,14	0,10	0,18	29				105	22	12
4	3	1,0	0,085	0,16	0,115	0,19	31				135	20	14
5	4	1,0	0,11	0,20	0,145	0,215	33				195	19	16
6	5	0,9	0,15	0,26	0,195	0,27	36				280	18	18
7	6	0,8	0,19	0,33	0,24	0,35	39				330	17,5	16
8	7	0,6	0,25	0,42	0,30	0,45	42				350	17	17
9	8	0,8	0,32	0,53	0,39	0,53	44				320	17	16
10	9	0,8	0,42	0,69	0,50	0,70	46				270	17	15
11													
12													

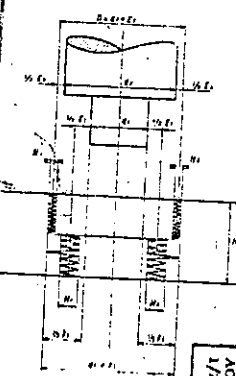


GRAPHITE -
ACIER
1 - 80 V

Elektrot: Bakır
Elektrot kutbu: +
Parça: Çelik MST 65 RC
Yagunluk Seviyesi: 1/2-80V

Denenen kısım: $D=20\text{mm}$ $h=12\text{mm}$
elektrik geçirmeyen: Mentor 28 (ES50-standart)
Elektrot saplarının boyutlarının hesabı
Kaba ve Orta: d_1-F_1 İnce; $d_2=D-E_2$

A	B	C	E	F	E'	F'	G	H	K	L	M	O	R
YÜZEY DURUMU													
Yandan													
CH	RT	CH	RT	CH	RT	CH	RT	CH	RT	CH	RT	CH	RT
No	Ym	No	Ym	No	Ym	No	Ym	No	Ym	No	Ym	No	Ym
1	2	1,4	0,046	0,10	0,08	0,11	25				34	27	10
2	2	1,3	0,055	0,10	0,07	0,108	27				45	25	10
3	2	1,2	0,062	0,11	0,075	0,115	28				54	25	11
4	2	1,1	0,072	0,12	0,085	0,13	30				76	24	13
5	2	1,0	0,092	0,17	0,115	0,16	32				100	22	15
6	5	0,9	0,12	0,21	0,145	0,21	35				130	21	16
7	6	0,9	0,16	0,27	0,165	0,27	37				150	20	16
8	7	0,9	0,20	0,34	0,24	0,35	40				160	20	15
9	8	0,9	0,26	0,42	0,30	0,45	43				155	21	14

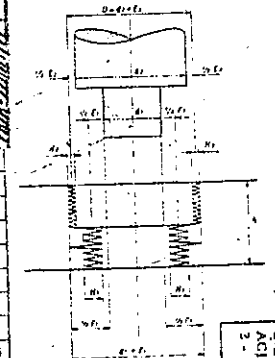


GRAPHITE -
ACIER
1/2 - 80 V

Elektrot: Bakır
Elektrot kutbu: +
Parça: Çelik MST 65 RC
Yagunluk Seviyesi: 1/2-80V

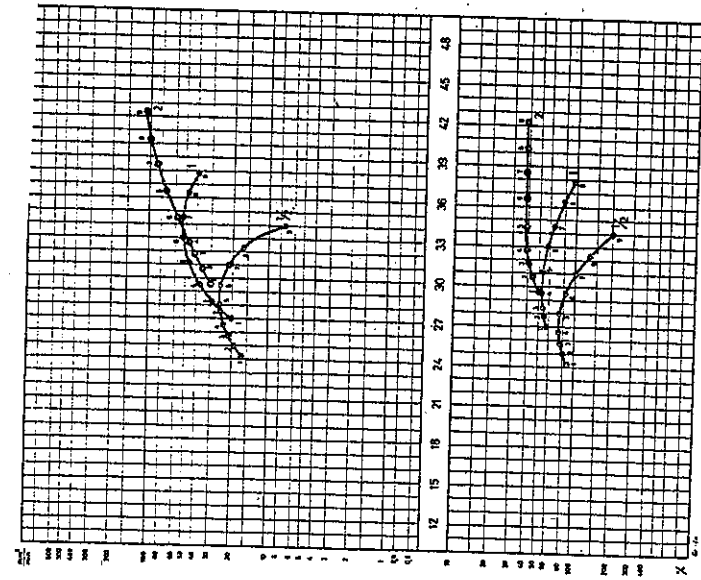
Denenen kısım: $D=20\text{mm}$ $h=12\text{mm}$
elektrik geçirmeyen: Mentor 28 (ES50-standart)
Elektrot saplarının boyutlarının hesabı
Kaba ve Orta: d_1-F_1 İnce; $d_2=D-E_2$

A	B	C	E	F	E'	F'	G	H	K	L	M	O	R
YÜZEY DURUMU													
Yandan													
CH	RT	CH	RT	CH	RT	CH	RT	CH	RT	CH	RT	CH	RT
No	Ym	No	Ym	No	Ym	No	Ym	No	Ym	No	Ym	No	Ym
1	3	1,0	0,070	0,125	0,105	0,20	28				68	21	10
2	3	1,0	0,080	0,145	0,12	0,25	30				125	19	12,5
3	3	1,0	0,090	0,16	0,135	0,25	31				130	18	14
4	4	1,0	0,105	0,185	0,15	0,28	32				275	17	16
5	5	1,0	0,137	0,24	0,18	0,30	35				430	16	16
6	5	1,0	0,178	0,32	0,23	0,36	37				550	15	20
7	6	0,9	0,23	0,41	0,30	0,45	40				600	15	20
8	7	0,9	0,30	0,53	0,38	0,58	43				550	15	20
9	8	0,9	0,38	0,67	0,48	0,75	45				470	15	18,5
10	9	0,9	0,50	0,88	0,60	1,0	48				380	15	17
11													
12													

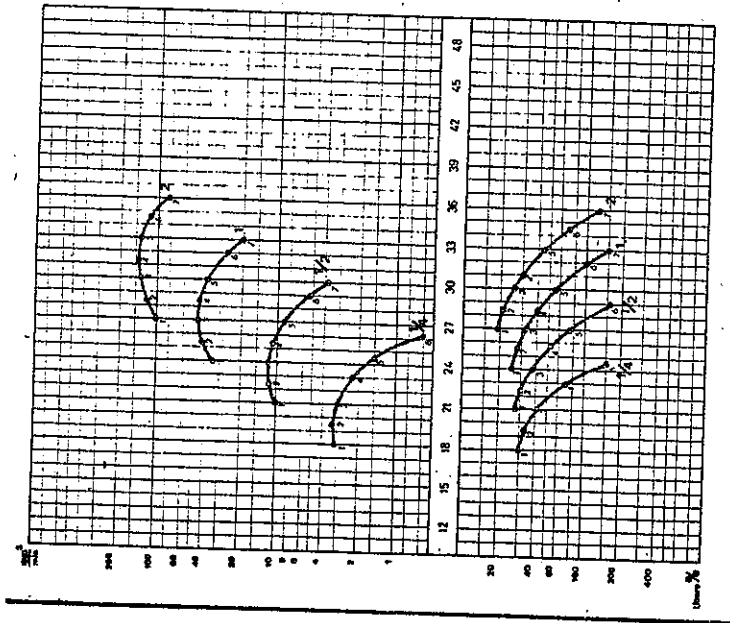


GRAPHITE -
ACIER
2 - 80 V

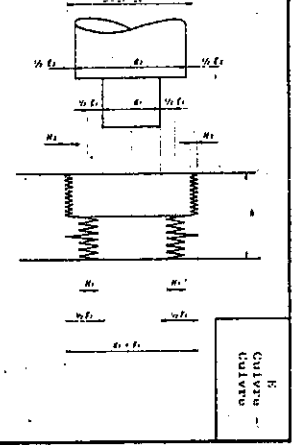
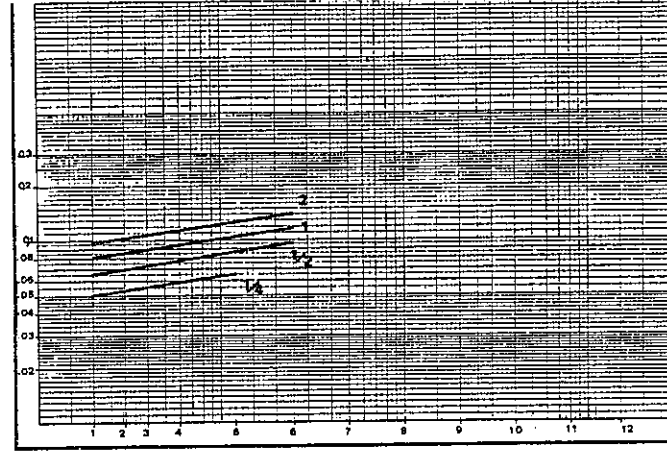
Elektrot: Grafit
Elektrot kutbu: Negatif
Deney Kısım: $\varnothing$: 20mm, Önce gap 15mm bulur
Elektrot geçirmeyen: Motor 28 (Esso-Standard) Grafit: 1g
Matemden hacime kabınlar delikdeli: mm³
% miktari normal yarı yüzey düzümü,



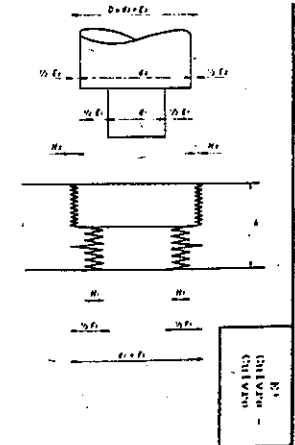
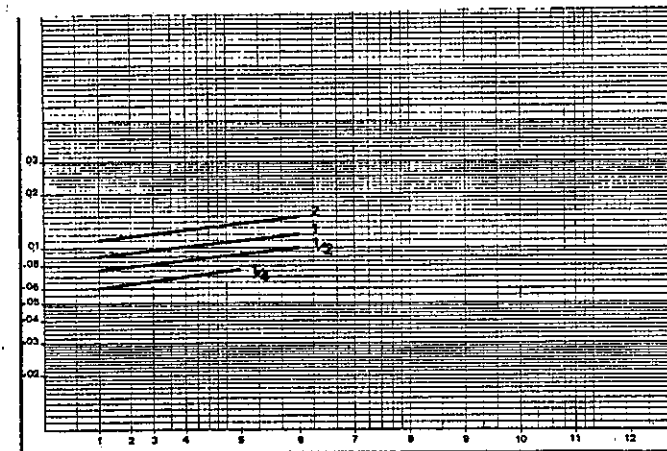
Elektrot: Bakır
Elektrot kutbu: Negatif
Parça: Bakır
Deney Kısım: $\varnothing$ 30mm parça önce $\varnothing$ 12mm
delikler
Matemden kabınlar miktari: ve Alın
yüzeylerinden hacimsel gıyranma miktari



Elektrot: Bakır elektrot $\varnothing$ 23,50mm
Elektrot kutbu: -
Parça: Bakır elektrolitik - Delik önce $\varnothing$ 23mm
Temizleme (Pepirasyon)
Gap ile kuvvet arasındaki normal aralık - Fonksiyonu TPA'nın



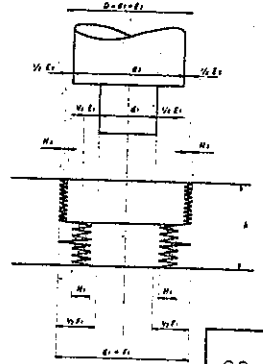
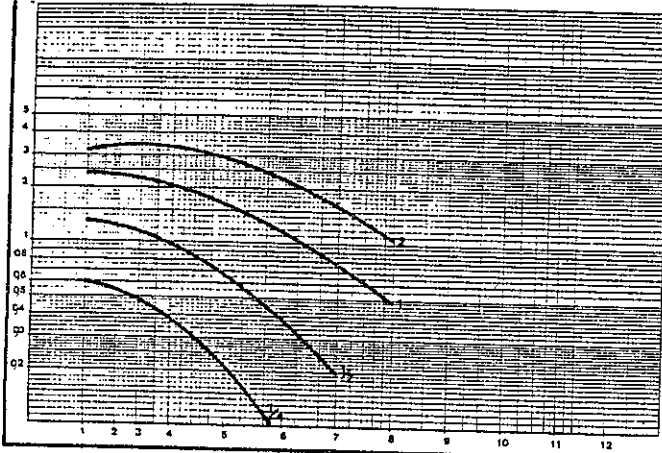
Elektrot: Bakır elektrot $\varnothing$ 24,00mm
Elektrot kutbu: -
Parça: Bakır elektrolitik - Delik önce 23,50mm
injeksiyon karışım
Gap ile kuvvet arasındaki ortalama aralık, TPA'nın Fonksiyonu



Bakır -
Bakır

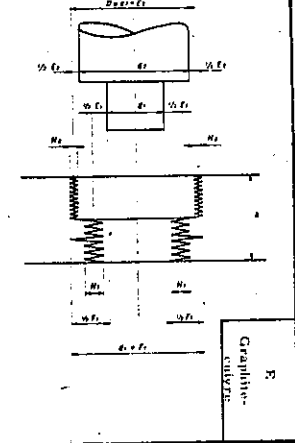
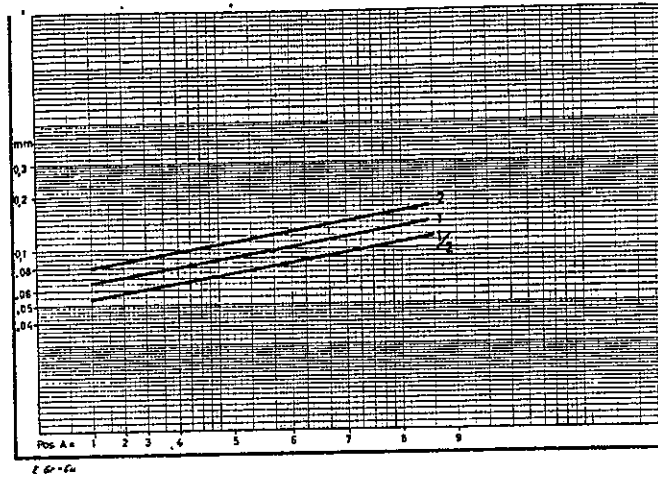
Bakır -
Bakır

Elektrot: Bakır elektrot $\varnothing 30\text{mm}$
 Elektrot kutbu: —
 Parça: Bakır elektrotik - Deligin önceki çapı 12mm
 İnjektasyon
 Materyalden kaldırılan özgül ağırlık $\text{mm}^3/\text{min}/\text{A}$ TA durumunda.



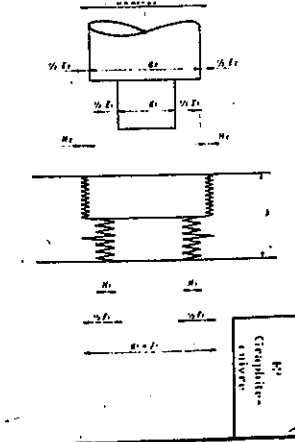
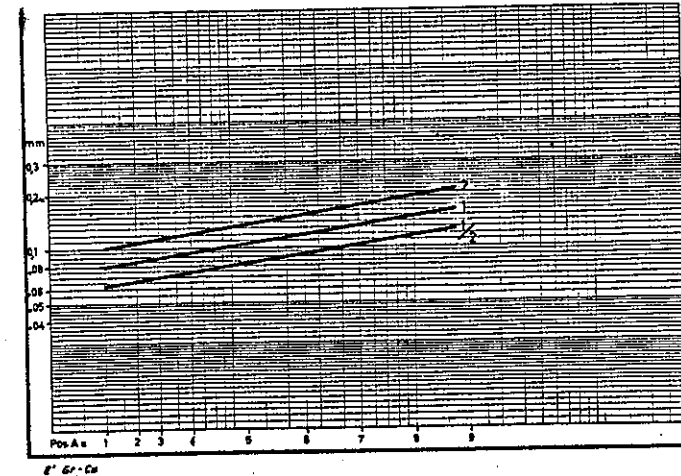
II
 GUYU
 GUYU

Elektrot: Grafit
 Elektrot kutbu: —
 Parça: Bakır elektrotik
 Aspirasyon (Temizleme)
 Gerekli çap: $D=22\text{mm}$, delik çapı 20mm
 Elektrik geçirmeyen: Mentor 28 (ESSO-Standard) Grafit: Elker 9
 Temizleme: $40\text{gr}/\text{km}^2$
 ÇAP İLE KIVILCIM ARASINDAKİ ARALIK.MM. BOŞALTMADA SERTLİĞİN FONKSİYONU



Grafit
 GUYU
 GUYU

Elektrot: Grafit
 Elektrot kutbu: —
 Parça: Bakır elektrot
 İnjektasyon (Karıyım)
 Gerekli çap $D=22\text{mm}$ önceki delik çapı 20mm
 Elektrik geçirmeyen: Mentor 28 (ESSO-Standard) Grafit: Elker 9
 İnjektasyon: $200\text{gr}/\text{km}^2$
 ÇAP İLE KIVILCIM ARASINDAKİ ARALIK.MM. BOŞALTMADA SERTLİĞİN FONKSİYONU.



Grafit
 GUYU
 GUYU

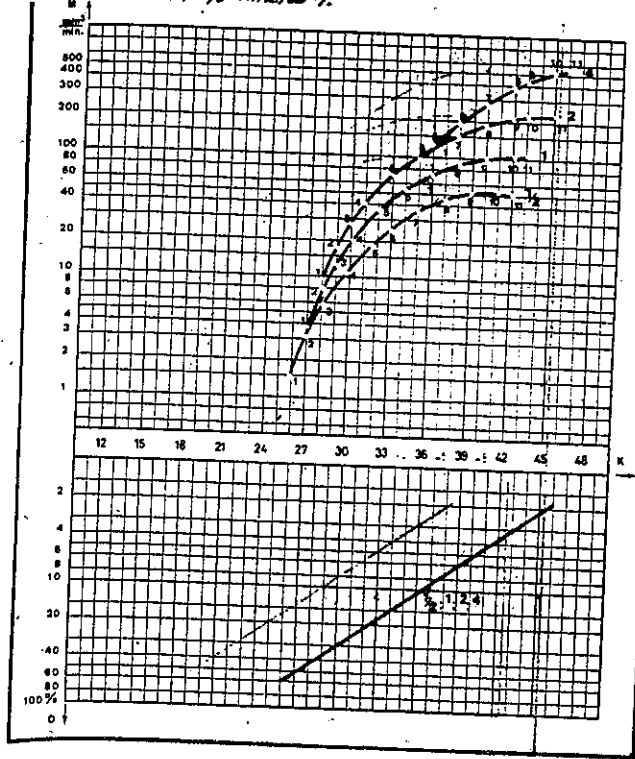
Elektrot: Çelik
Elektrot kutbu: Pozitif
Parça: Çelik
Kondisyon durumu

Boru bışımında elektrot: $\phi = 40 \times 48$

Elektrik geçirmez: Serit EDN 71

Karışım: 0,1 ile 0,05 kg/cm²

Alın yüzeylerinden malzameden hacimce bükülme miktarı dikkate alınarak % miktarı.



Elektrot: Çelik
Elektrot kutbu: Pozitif
Parça: Çelik
Yoğ. Ayarı

Deneme Durumu

A, B, C, E: D=25mm

Önce delik: 24,8

Elektrik geçirilmeyen: Serit EDN 71

Temizleme 0,2 ile 0,4 kg/cm²

A, B, K, M, O için:

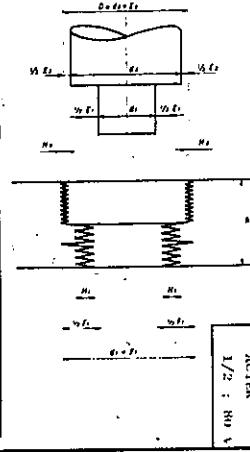
Boru bışımındaki elektrot: $\phi 40 \times 48$

Elektrik

geçirilmeyen: Serit EDN 71

Karışım 0,1 ile 0,05 kg/cm²

A	B	C	E	F	E'	F'	G	H	K	L	M	O	R
A Durumu	B Durumu	Arlan elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)
1	5	0,5	0,044						26		1,5	60	
2	5	0,5	0,055						27		3,6	48	
3	5	0,5	0,065						28		6	40	
4	5	0,5	0,08						30		10	32	
5	5	0,5	0,11						32		16	24	
6	5	0,5	0,17						33		23	18	
7	5								35		35	13	
8	6								37		45	10	
9	8								39		50	6	
10	9								41		50	5	
11	9								42		50	4	
12	10												



Elektrot: Çelik
Elektrot kutbu: Pozitif
Parça: Çelik
Yoğ. Ayarı:

Deneme Durumu

A, B, C, E için: D=25mm

Önce Delik: $\phi 24,8$ mm

Elektrik geçirilmeyen: Serit EDN 71

Temizleme 0,2 ile 0,4 kg/cm²

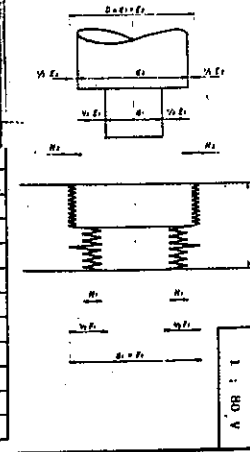
A, B, M, O için

Boru bışımındaki elektrot: $\phi 40 \times 48$

Elektrik geçirilmeyen: Serit EDN 71

Karışım: 0,1 ile 0,05 kg/cm²

A	B	C	E	F	E'	F'	G	H	K	L	M	O	R
A Durumu	B Durumu	Arlan elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)	Ölçülen elektrot uzunluğu (mm)
1	6	0,5	0,06						27		4	50	
2	6	0,5	0,075						28		8	42	
3	6	0,5	0,086						29		11	38	
4	6	0,5	0,11						30		20	28	
5	6	0,5	0,15						32		35	20	
6	6	0,5	0,22						34		52	13	
7	6								36		70	10	
8	7								38		88	8	
9	8								40		100	5	
10	9								42		105	4	
11	10								43		105	3	
12	11												



Elektrot: Çelik
Elektrot kutbu: Pozitif
Parça: Çelik
Yoğ. Ayarı:

Deneme Durumu

A, B, C, E için: D=25mm

Önce Delik: Ø 24,8mm

Elektirik geçirmeyen: Serit EDM 71

Temizleme: 0,2 ila 0,4 kg/cm²

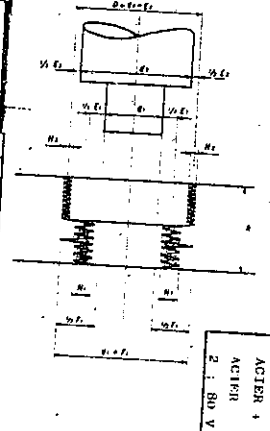
A, B, M, O için

Boru başındaki elektrot: Ø 40 x 18

Elektirik geçirmeyen: Serit EDM 71

Karışım: 0 ila 0,05 kg/cm²

A	B	C	E	F	E'	F'	G	N	K	L	M	O	R
A Durumu	B Durumu	C Durumu	E Durumu	F Durumu	E' Durumu	F' Durumu	G Durumu	N Durumu	K Durumu	L Durumu	M Durumu	O Durumu	R Durumu
1	6	0,5	0,08										
2	6	0,5	0,1										
3	6	0,5	0,11										
4	6	0,5	0,14										
5	6	0,5	0,2										
6	7	0,5	0,28										
7	7												
8	8												
9	8												
10	9												
11	10												
12	11												



ACIER +
ACIER
Z : 80 V

Elektrot: Sparkal x

Elektrot kutbu: Negatif

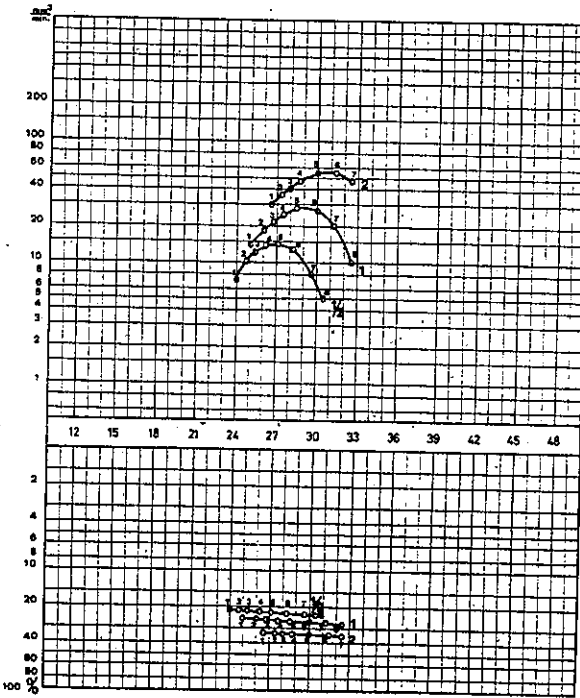
Parça: Korbür, Tungsten Steltram G1

Deneme Durumu: D=6mm, Parça önce delinir: Ø 5mm

Elektirik geçirmeyen: Serit EDM abışları 71

Karışım: 0,2 kg/cm²

Yan yüzeylerinden malzemeden hacimce kaldırılan delikdeki mm³ cinsinden % miktarı



Elektrot: Çelik
Elektrot kutbu: Pozitif
Parça: Çelik
Yoğ. Ayarı:

Deneme Durumu

A, B, C, E: D=25mm

Önce delik: 24,8

Elektirik geçirmeyen: Serit EDM 71

Temizleme 0,2 ila 0,4 kg/cm²

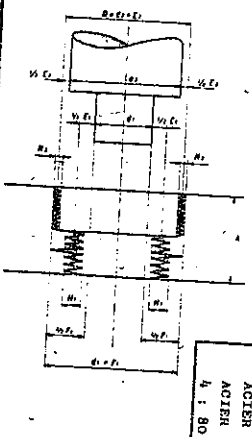
A, B, K, M, O için

Boru başındaki elektrot:

Elektirik geçirmeyen: Serit EDM 71

Karışım 0 ila 0,05 kg/cm²

A	B	C	E	F	E'	F'	G	N	K	L	M	O	R
A Durumu	B Durumu	C Durumu	E Durumu	F Durumu	E' Durumu	F' Durumu	G Durumu	N Durumu	K Durumu	L Durumu	M Durumu	O Durumu	R Durumu
1	6	0,5	0,08										
2	6	0,5	0,1										
3	6	0,5	0,11										
4	6	0,5	0,14										
5	6	0,5	0,2										
6	7	0,5	0,28										
7	7												
8	8												
9	8												
10	9												
11	10												
12	11												

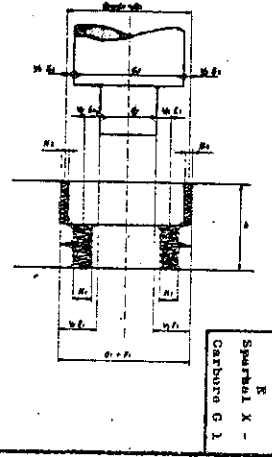
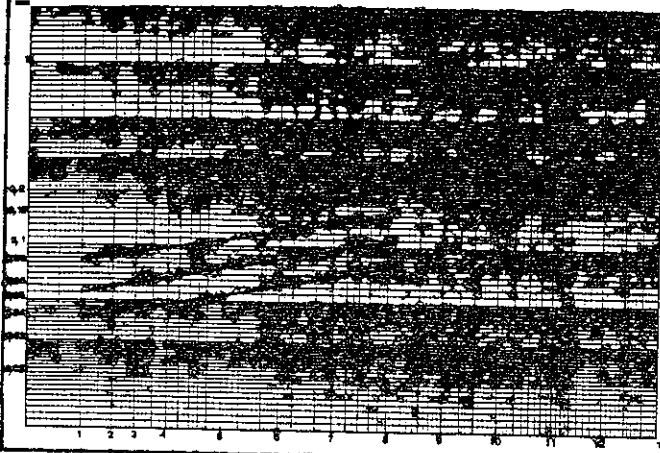


ACIER +
ACIER
Z : 80 V

Elektrot: Spandul X
Kutup: Negatif
Parça: Tungstren Stokan 01
Temizleme

Deneme durumu: D=80mm, h=10mm
Elektrot geçirmesi: Ferit EDM Akışkan 71
Temizleme: 0,2µm²

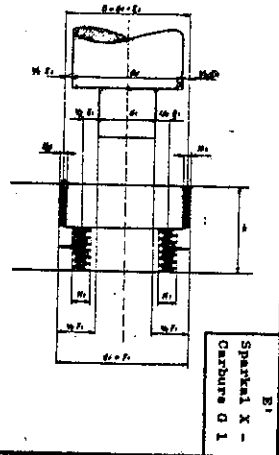
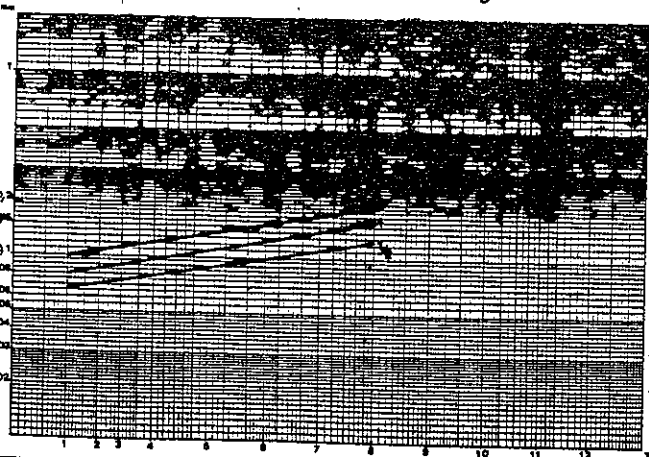
Ortalama kütlenin 10 gpp aralığında, Düşme durumunun sürtünmesi (bert kütlesi)



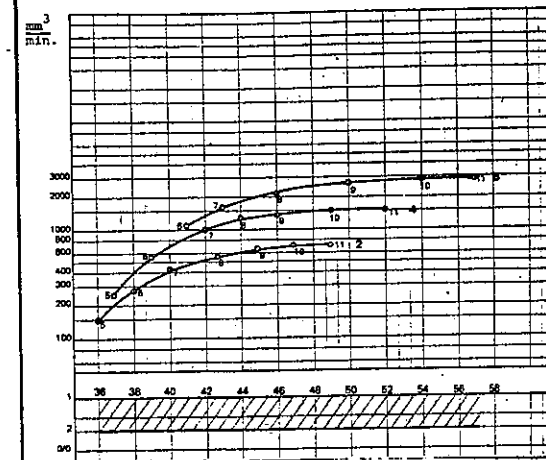
Elektrot: Spandul X
Kutup: Negatif
Parça: Tungstren Stokan 01
Temizleme

Deneme durumu: D=80mm, h=10mm
Elektrot geçirmesi: Ferit EDM Akışkan 71
Temizleme: 0,2µm²

Ortalama kütlenin 10 gpp aralığında, Düşme durumunun sürtünmesi (bert kütlesi)

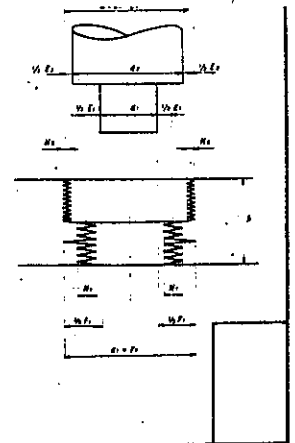
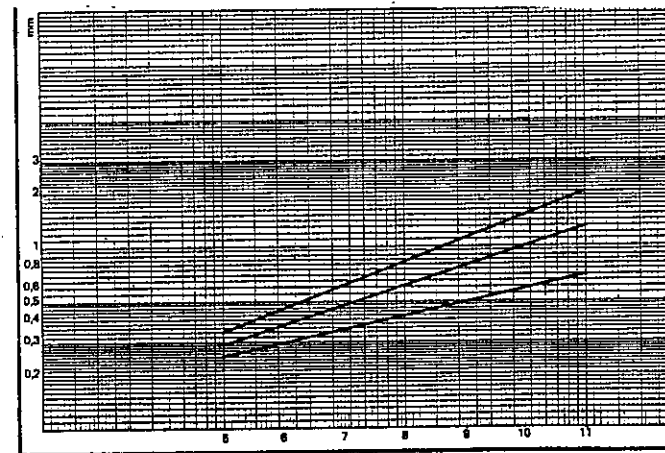


Jenarator: P 203
Elektrot: Silimin (Stokan 85)
Elektrot kutbu: Pozitif
Parça: Çelik MST 65RC
Deneme Durumu: D=80mm D. delikten önce 10mm
Elektrot geçirmesi: EDM Akışkan 71
Sulama: İnjektör 200g/cm²
Malzemenin hacimce kabırılan daki dokadaki mm³ 06 miktarı normal yan yüzey durumları



Elektrot: Silimin (Stokan 85)
Elektrot kutbu: +
Parça: Çelik MST 65RC
Koruyucu
Jenarator: P 203
En az 10 gpp aralığı mm - Bosaltma sertliğinin fonksiyonu (Adışmesi)

Deneme durumu: D=80mm
Önce delik: 10mm
Elektrot geçirmesi: EDM Akışkan
Koruyucu: 200g/cm²



Elektrot: Bakır

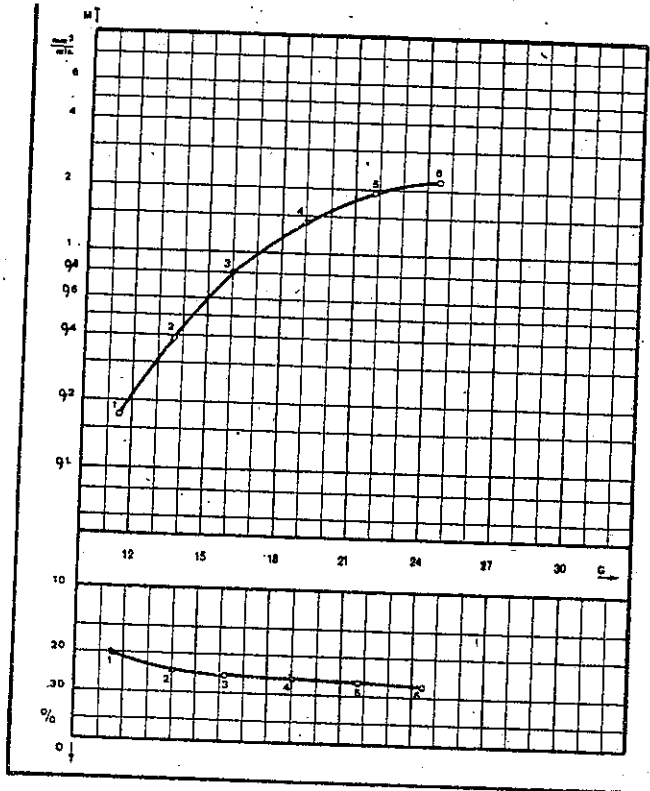
Elektrot kutbu: Negatif

Parça: Çelik

Deneme Durumu: D=6mm delik önce Ø5mm

Elektirik geçirmeyen: Serit EDM Akıştan 71

Malzemenin hacimce kaldırılan katıbadaki mm³ 0,0 miktarı normal yan yüzey durumları



Elektrot: Bakır

Kutup: Negatif

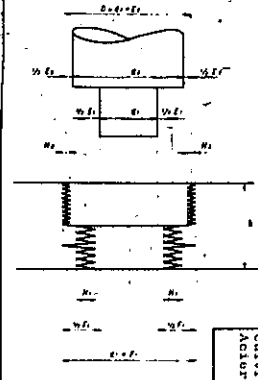
Parça: Çelik MST 65RC

Deneme durumu: D=6mm

Önce delik: Ø5mm

Elektirik geçirmeyen: Serit EDM Akıştan 71

A	B	C	E	F	E'	F'	G	H	K	L	M	O	R
Baş durum	I durum	II durum	III durum	IV durum	V durum	VI durum	VII durum	VIII durum	IX durum	X durum	XI durum	XII durum	XIII durum
1	7	0,5	0,025	0,030			12		12		0,2	20	
2	8	0,5	0,028	0,035			14		14		0,35	23	
3	10	0,5	0,033	0,045			16		16		0,8	25	
4	10	0,5	0,037	0,055			19		19		1,4	25	
5	10	0,5	0,042	0,065			22		22		1,9	26	
6	10	0,5	0,047	0,075			24		24		2,1	26	
7													
8													
9													
10													
11													
12													



MICROFOT
Cihazı
Açılır

Elektrot: Bakır

Kutup: Negatif

Parça: Çelik MST 65RC

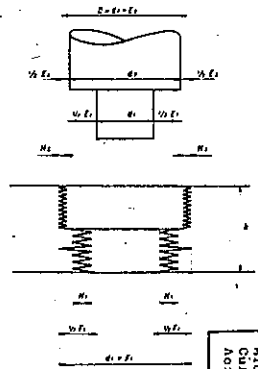
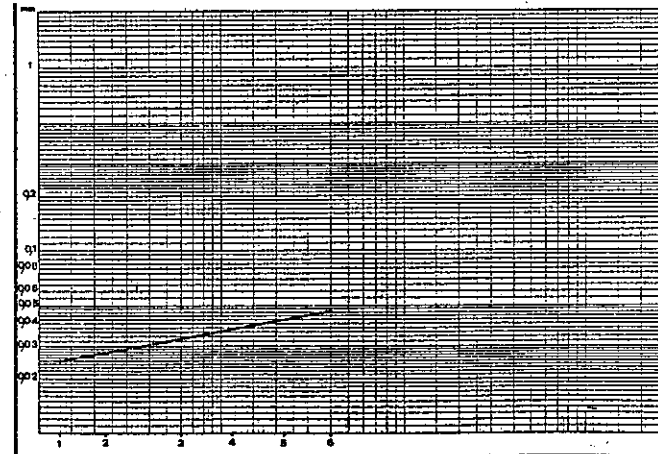
Deneme durumu: D=6mm

Önce Delik: Ø5mm

Elektirik geçirmeyen: Serit EDM Akıştan 71

Temizleme: 9,2 kg/cm²

Kuvvetinde ortalama aralık mm. Selektör fonksiyonunun duruma etkisi

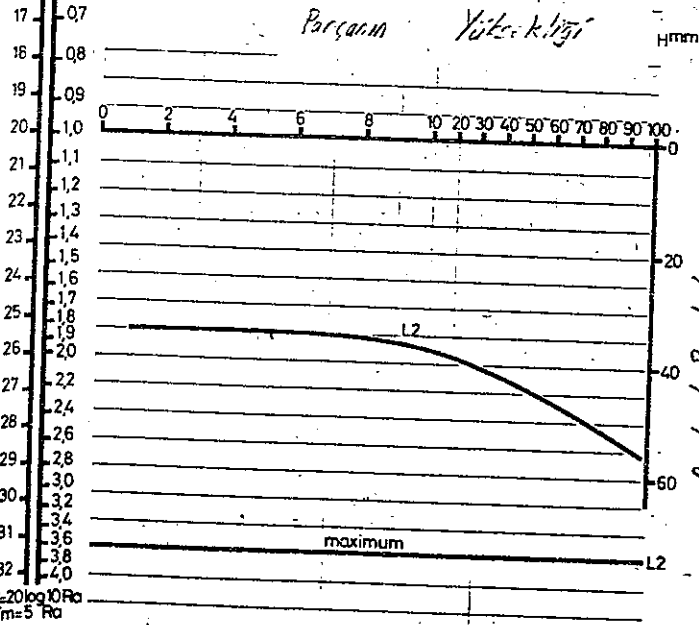
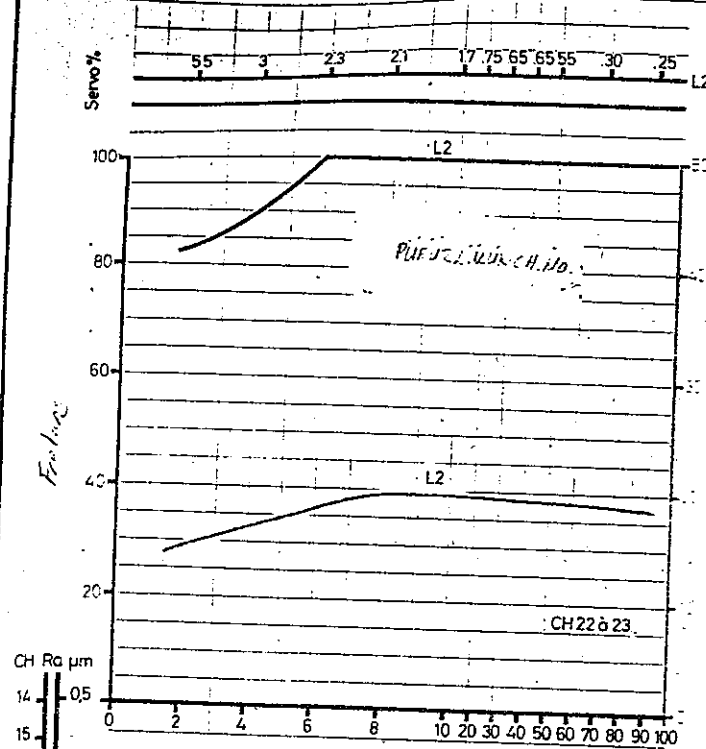


MICROFOT
Cihazı
Açılır

CHARMILLES B 3000

KARBÜR TEKNOLOJİSİ

PARÇA:
KARBÜR TUNGSTEN
% 15 CO.
ELEKTROT
TEL SW 25 Ø 235 µm
GERİLİM 750 GR
ELEKTRİK GEÇİRMEZ
İYONLAŞMAMIŞ SU



Hız mm²/min

Parçanın Yüksekliği H mm

Radial boşluk µm

maximum

L2

20 log 10 Ra

RTm=5 Ra

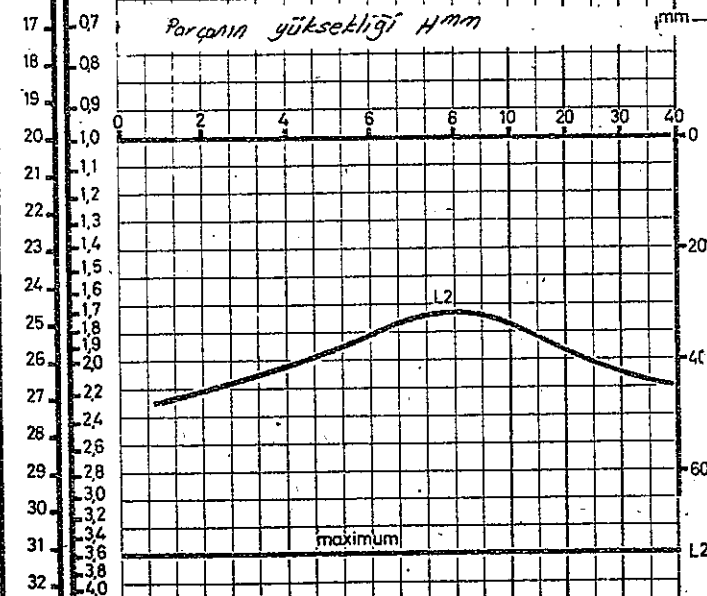
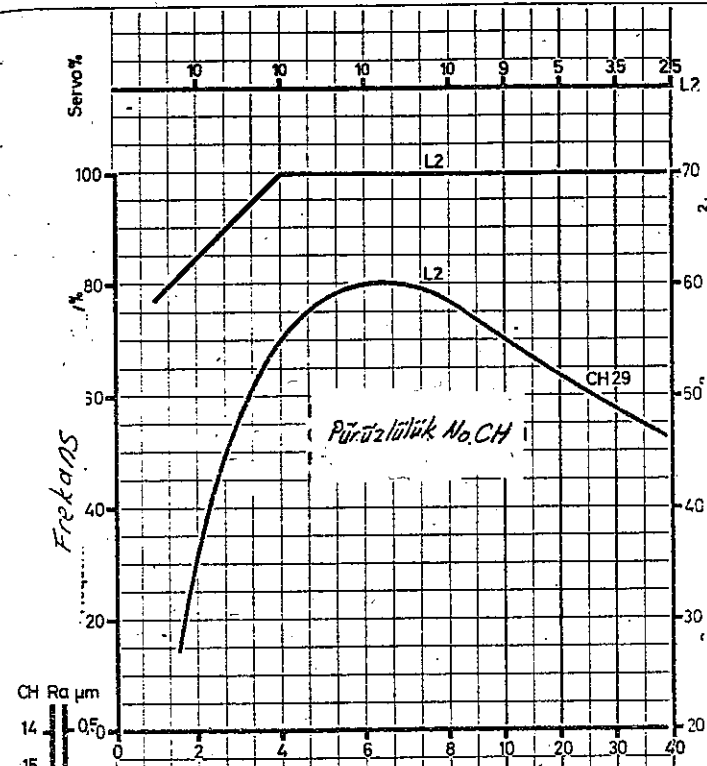
- 152 -

Diagram showing a cross-section of a part with a central hole and a radial gap.

CHARMILLES B 3000

BAKIR TEKNOLOJİSİ

PARÇA:
BAKIR ELEKTROTİK
ELEKTROT
TEL SW 25 Ø 235 µm
GERİLİM 750 gr
ELEKTRİK GEÇİRMEZ
İYONLAŞMAMIŞ SU



Hız mm²/min

Parçanın yüksekliği H mm

Radial boşluk (d)

maximum

L2

20 log 10 Ra

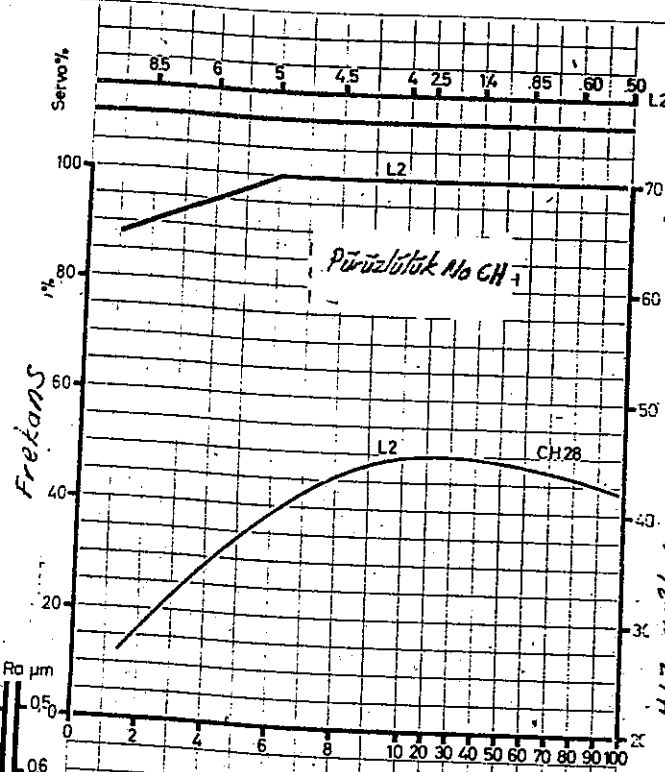
RTm=5 Ra

- 153 -

Diagram showing a cross-section of a part with a central hole and a radial gap.

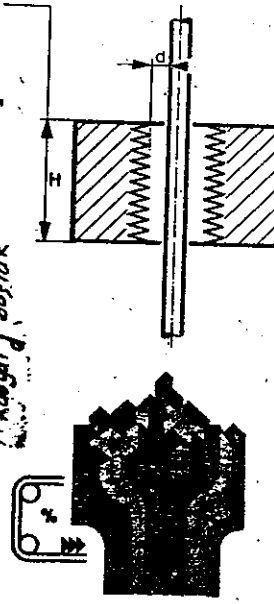
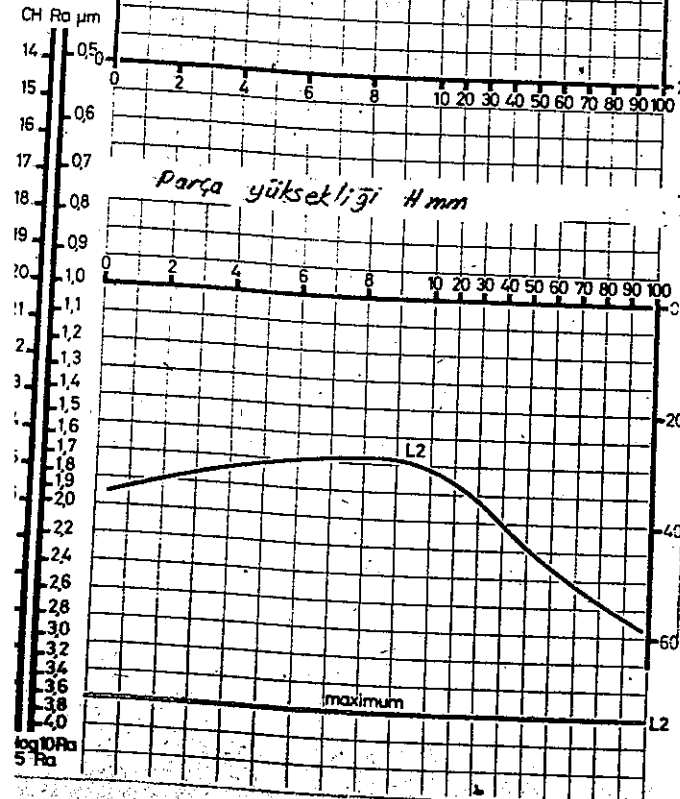
CHARMILLES B 3000

ÇELİK
TEKNOLOJİSİ



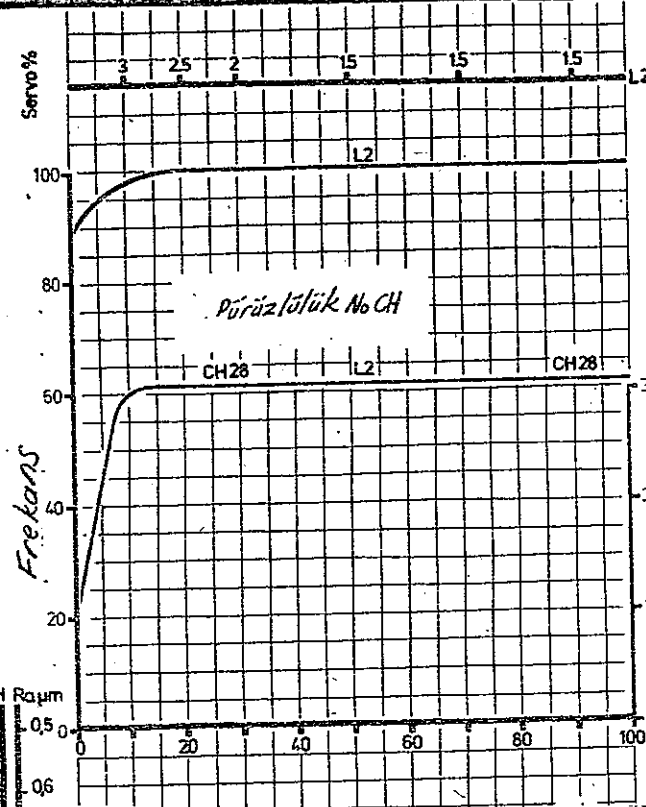
PARÇA:
ÇELİK C 2,0 CR %12
ELEKTROT:
TEL SW 25 Ø235µm
GERİLİM 150 GR
ELEKTRİK
GEÇİRMEZ

İYONLAŞMAMIŞ SU



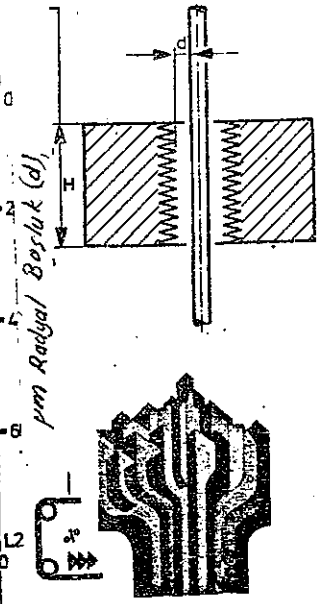
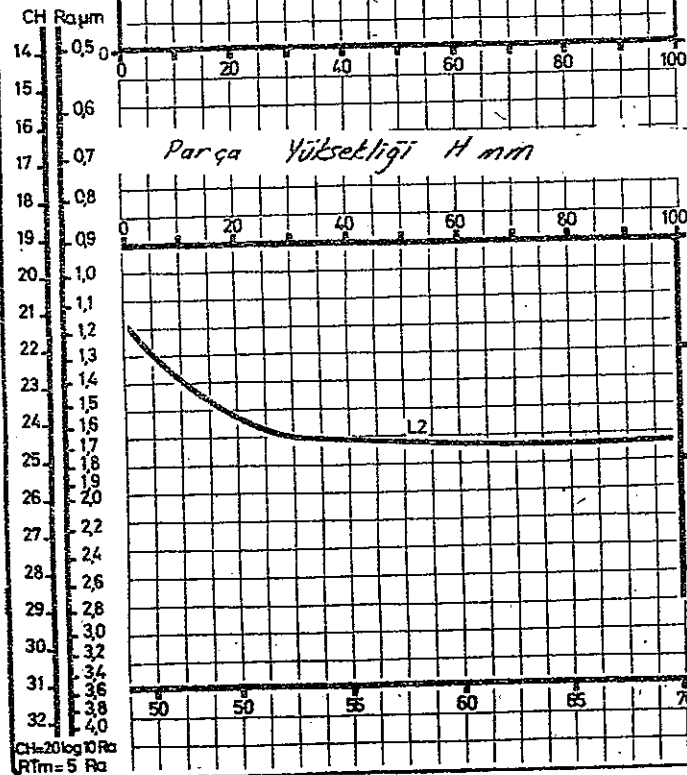
CHARMILLES B 3000

ÇELİK TEKNOLOJİSİ

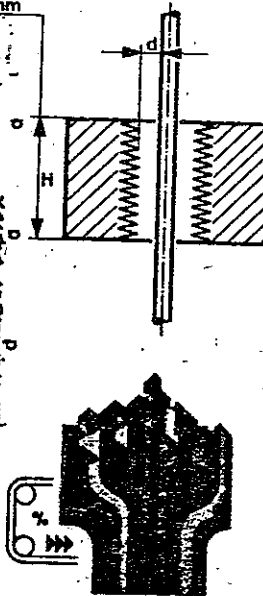
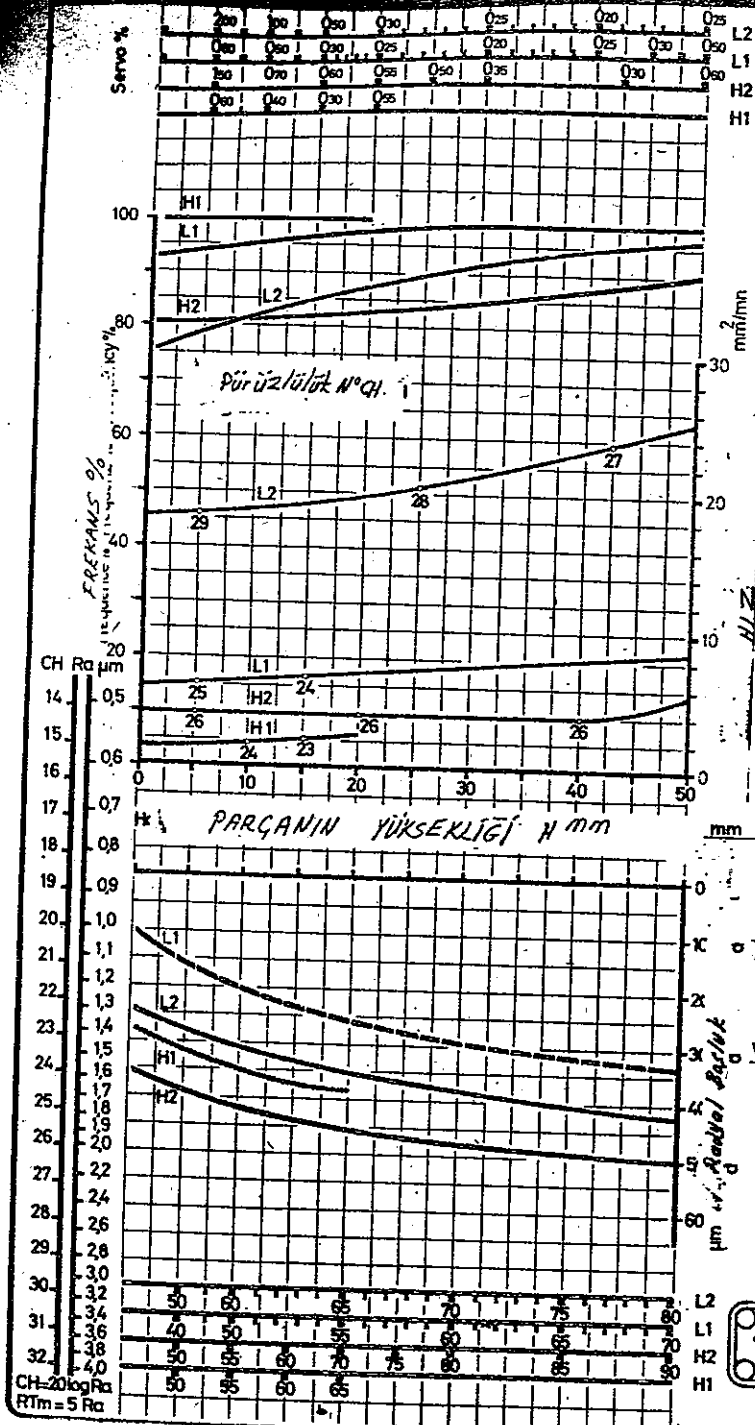


PARÇA:
ÇELİK C 2,0 CR %12
ELEKTROT:
TELİN LT63 Ø235µm
GERİLİM 100 GR
ELEKTRİK GEÇİR-
MEZ

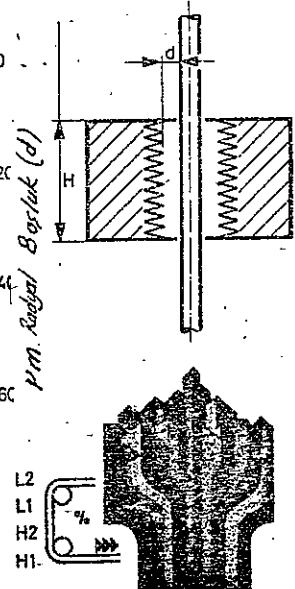
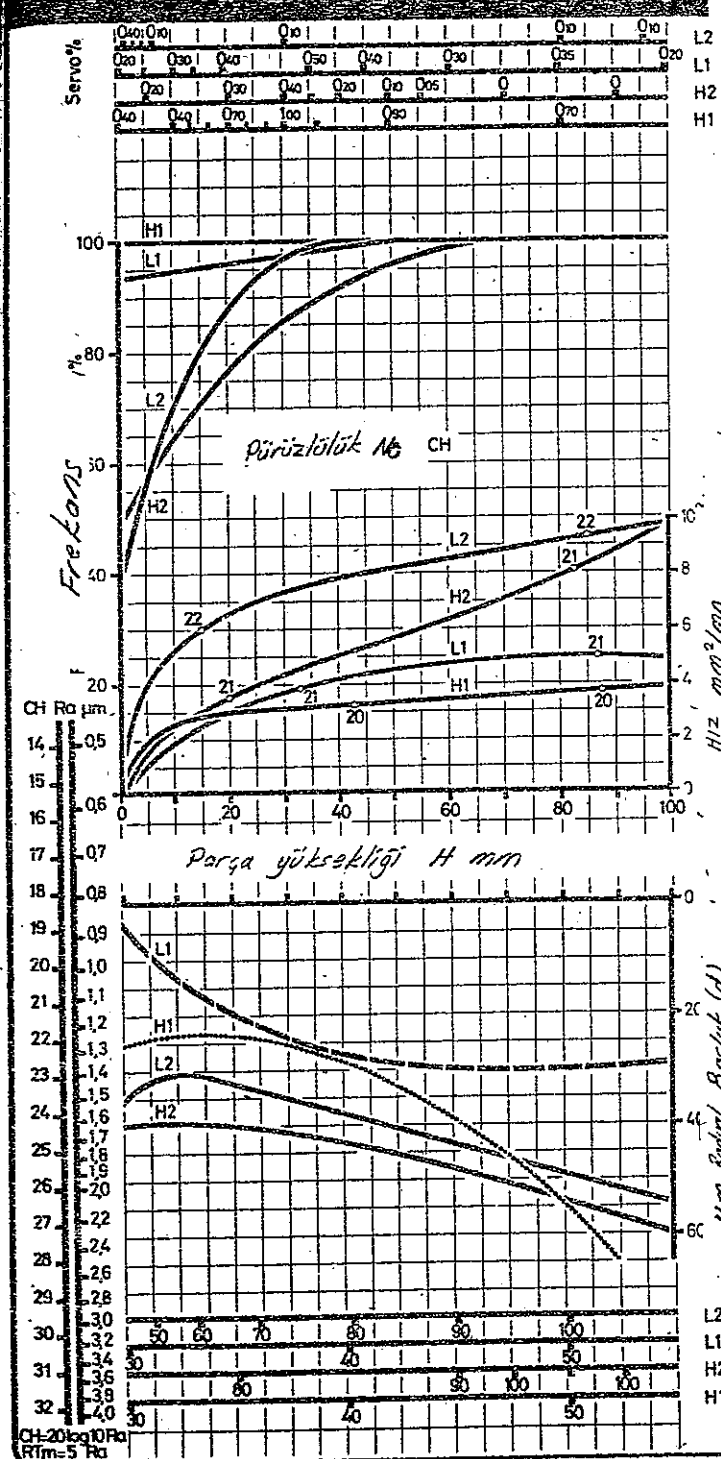
İYONLAŞMAMIŞ
SU



B&KIR
TEKNOLOJİSİ



KARBÜR
TEKNOLOJİSİ



CHARMILLES E40 DENG

ÇELİK TEKNOLOJİSİ

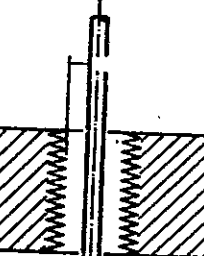
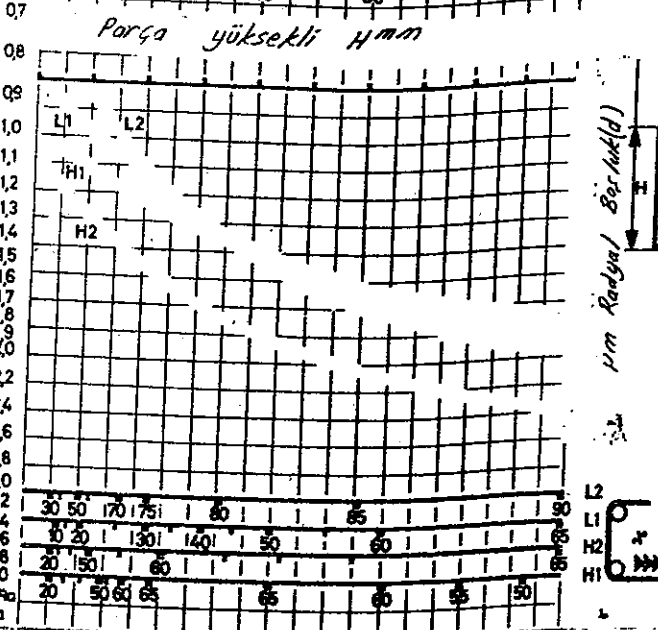
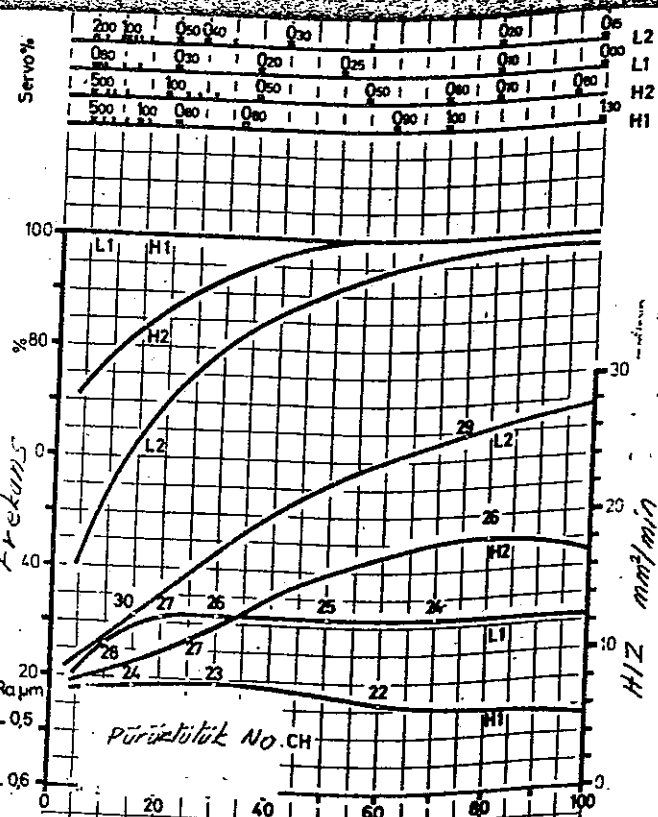
TECHNOLOGIE
TECHNOLOGY



CHARMILLES
ISOPULSE 80



BAKIR
ÇELİK
%12 CR
IP25 & MP50
(12% CR) MCA & MCM

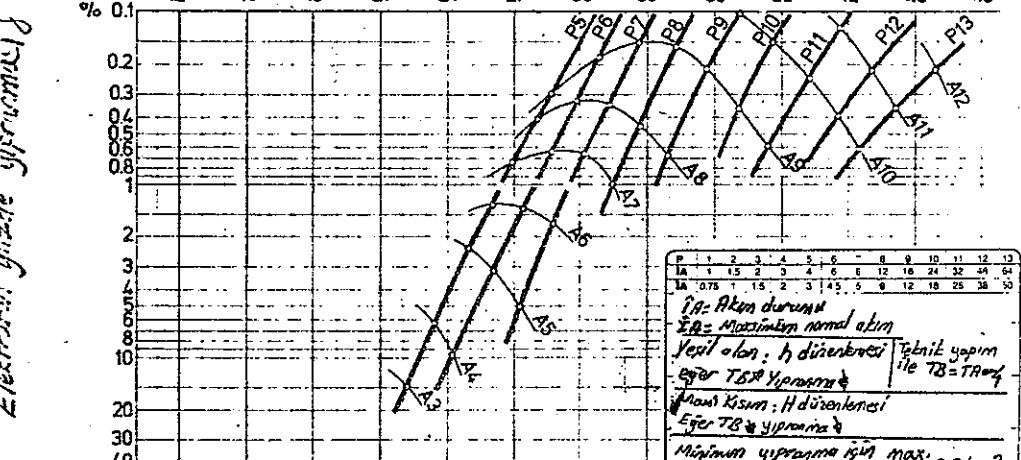
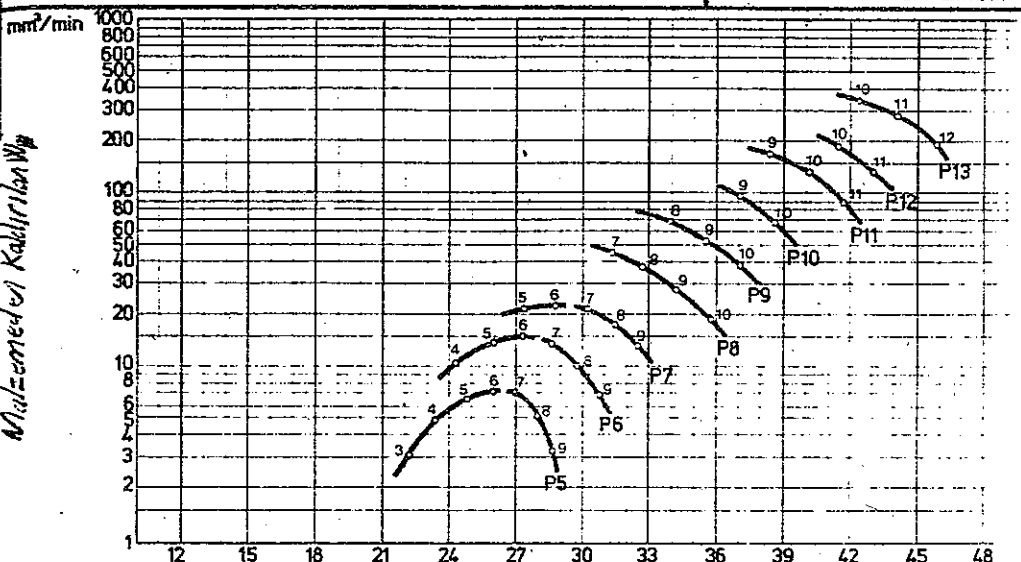


Materyalinden Kullanılan

Elektrotun yüzünde uygulanmış

Elektrotun hareketleri uzunluk katıyıcı

02.1981



1A: Akın durumu
2A: Akın durumu normal akın
Yerel akın: h düzenlenmesi ile TB=TH
Eğer TB=TH
Akın kısmı: H düzenlenmesi
Eğer TB=TH
Minimum yığılma için max. akın yoğunluğu ayarı ~ 8A/cm²

A	P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1														
2														
3				0.50										
4			0.35	0.35										
5			0.25	0.25	0.20									
6			0.20	0.20	0.15									
7			0.15	0.15	0.15	0.20								
8			0.15	0.15	0.15	0.15	0.20							
9			0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.15	0.25					
10							0.15	0.15	0.25	0.25	0.20			
11									0.20	0.20	0.20			
12											0.20			
13														

-159-

gap ile kulum az
ki, sınır aralığı

gap ile kulum az
normal aralık (pm)

gap ile kulum az
sınır aralığı (pm)

normal aralık (pm)

Elektrode aspirasyon kullanılması

A	P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1														
2														
3				55										
4				65	80									
5				80	90	115								
6				90	110	135								
7				110	130	160	180							
8				130	150	180	210	250						
9				150	170	200	240	295	340	400				
10								345	390	460	560	650		
11									550	650	750			
12											850			
13														

1														
2														
3														
4				45										
5				55	65									
6				65	70	90								
7				75	80	105								
8				90	95	125	150							
9				105	125	150	175	210						
10				125	145	175	200	250	280	320				
11								290	330	370	400	480		
12									400	480	560			
13												650		

BRAUNIGTA SULARMA SİSTEMİNİN KULLANIMI

A	P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1														
2														
3				110										
4				120	130									
5				130	145	165								
6				140	160	185								
7				150	185	210	240							
8				160	210	240	280	330						
9				210	240	270	320	380	450	500				
10								430	540	600	740	850		
11									740	850	1000			
12											1200			
13														

1														
2														
3				85										
4				90	100									
5				95	120	130								
6				100	130	150								
7				105	140	160	180							
8				115	155	180	200	220						
9				145	170	200	225	250	295	340				
10								280	340	390	510	650		
11									500	650	780			
12											950			
13														

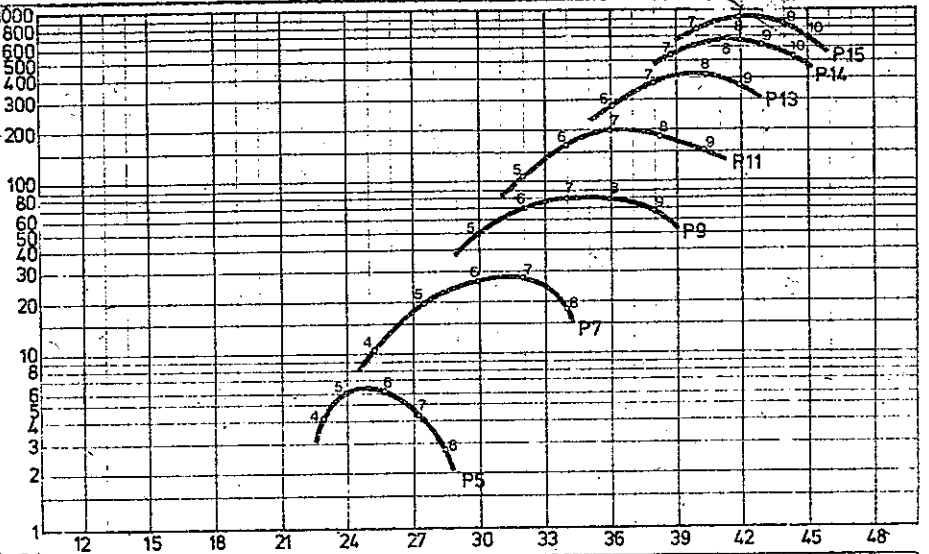
TECHNOLOGIE
TECHNOLOGY



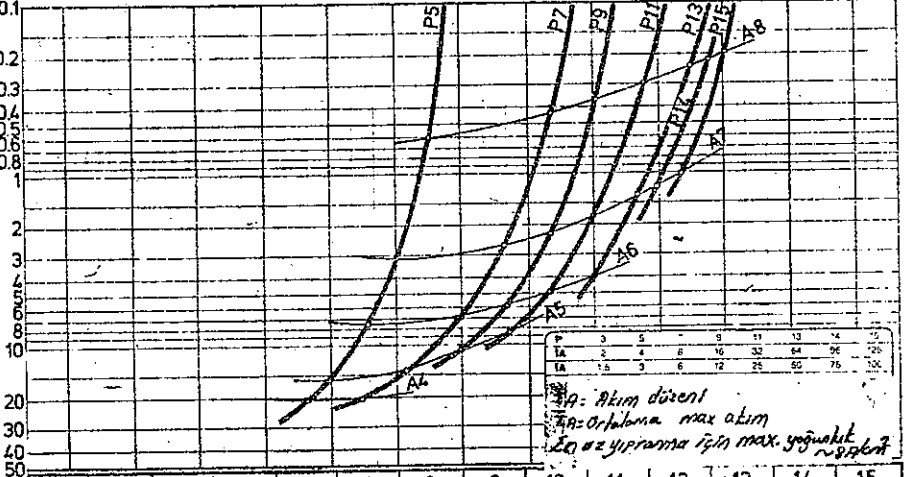
CHARILLES
ECPULSE

Gravit
S
Gelik

mm³/min



%



PA: Akım değeri
PB: Ortalama max akım
PC: az yipratma için max. yoğunluk

mm

A	P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1														
2														
3														
4				0.45		0.50								
5				0.35		0.45		0.50		0.60				
6				0.30		0.35		0.40		0.50		0.80		
7				0.25		0.30		0.30		0.40		0.40		
8				0.20		0.25		0.25		0.30		0.30		
9							0.10		0.10		0.10			
10														
11														
12														
13														

Elektrode hareketleri
uzunluk, kısıtlı

Çap ile kumlanıncaya kadar 10 mm çapla başlanarak, 10 mm çapla bitirilmeli.
Normal aralık (11-12) 10 mm çapla bitirilmeli.

Sulama, Isıcut ile bitirme

A	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1													
2													
3													
4			95		125								
5			105		140								
6			115		155		170		210				
7			125		175		190		250		300		
8			140		195		220		280		325		
9							250		320		420		
10							280		390		500		
11													
12													
13													

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1												
2												
3												
4				60		70						
5				70		80		100		115		
6				80		95		115		140		165
7				90		110		135		160		190
8				100		125		160		200		240
9								190		240		300
10												
11												
12												
13												

Başlangıçlarda Sulama durumu ve ISICUT İLE İŞLEME

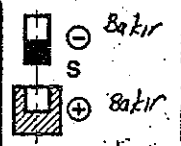
A	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1													
2													
3													
4													
5			115		130								
6			135		155		175		200				
7			155		180		210		250		280		
8			175		210		250		300		360	420	480
9			200		240		295		370		460	550	650
10							350		450		600	700	850
11											900	1100	
12													
13													

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1												
2												
3												
4												
5			90		110							
6			105		125		150		180			
7			120		150		180		215		240	
8			135		170		210		250		270	290
9			150		200		245		310		340	390
10							285		370		450	530
11											700	800
12												
13												

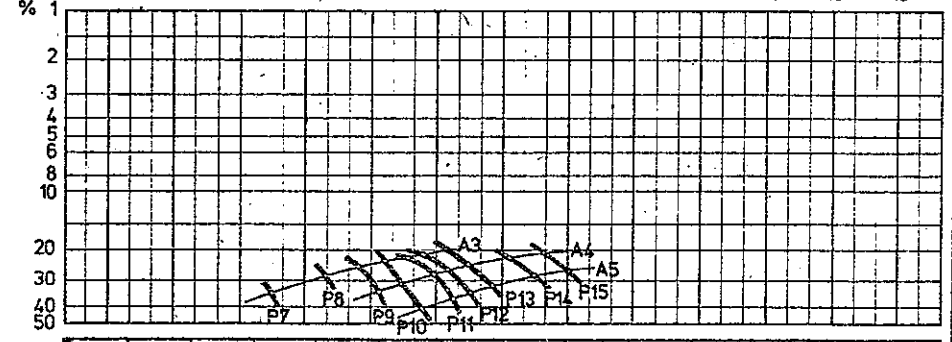
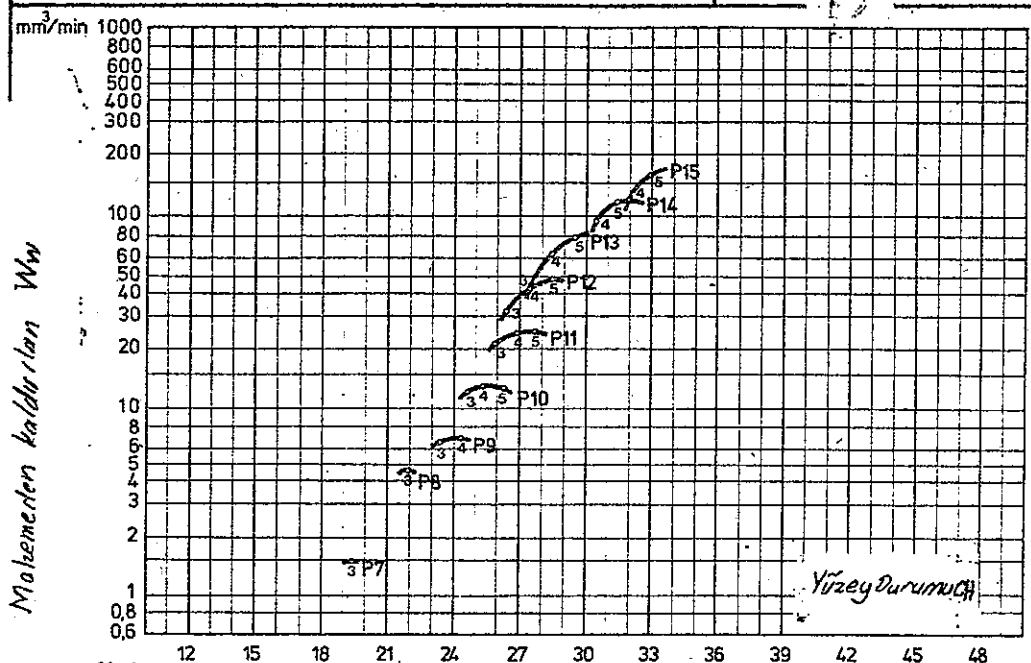
TECHNOLOGIE
TECHNOLOGY



CHARMILLES
ISOPULSE 80



MP 50



A	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1													
2													
3						0.70	0.65	0.65	0.60	0.60	0.55	0.55	
4							0.85	0.75	0.70	0.65	0.65	0.65	0.60
5								0.90	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													

Makineden kaldırılan Ww
Elektrotron yüde ypranmış
Elektrotron hareketi
Uzunluk kat sayısı

Çap ile k. mm aralığındaki
Normal aralık (µm)
Sınır aralığı

İŞLEME

G

	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1													
2													
3					65	70	75	80	85	90	100		
4							80	90	95	100	110	120	140
5								100	110	120	130	150	170
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													

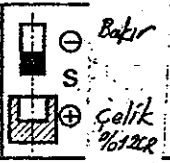
EN A2 SULAMA DURUMU İLE İŞLEME

A/P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1													
2													
3													
4					80	85	90	100	110	120	130		
5							100	110	120	130	140	160	180
6								120	130	140	160	180	200
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													

TECHNOLOGIE
TECHNOLOGY



CHARMILLES
ISOPULSE 80
MICROFIN S

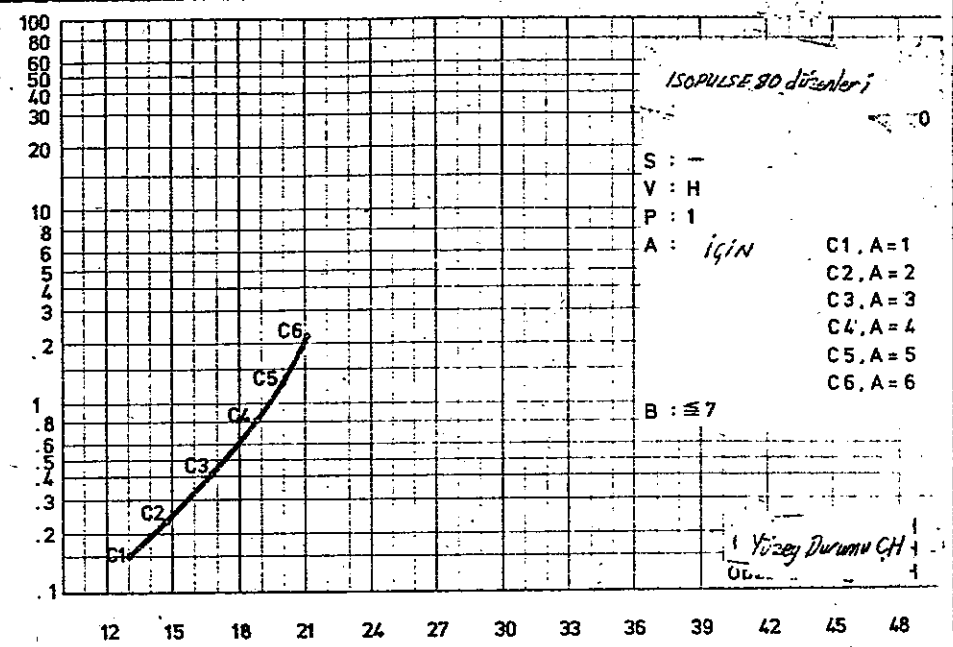


Elektroden hareketli
uzunluk katıyısı

Elektroden yüzde ypranması 8

Makineden katılınan Ww

mm²/min



A/C	1	2	3	4	5	6							
1	0.5												
2		0.5											
3			0.5										
4				0.5									
5					0.5								
6						0.5							
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													

Çap ile kütlem arasında
Normal aralık (µm)

Çap ile kütlem arasında
Sıcak aralık (µm)

Çap ile kütlem arasında
Normal aralık (µm)

Çap ile kütlem
Sıcak aralık (µm)

A/C	1	2	3	4	5	6
1	48					
2		50				
3			55			
4				58		
5					62	
6						65
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

A/C	1	2	3	4	5	6
1	35					
2		37				
3			40			
4				42		
5					44	
6						47
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

SULAMA İLE İŞLEME

A/C	1	2	3	4	5	6
1	100					
2		105				
3			115			
4				120		
5					130	
6						140
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

A/C	1	2	3	4	5	6
1	75					
2		82				
3			90			
4				96		
5					105	
6						110
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

Elektrota hareketleri
uzunluk kısıtlaması

Elektrota yüzde yıpranması

Malzemenin kaldırılması

TECHNOLOGIE
TECHNOLOGY



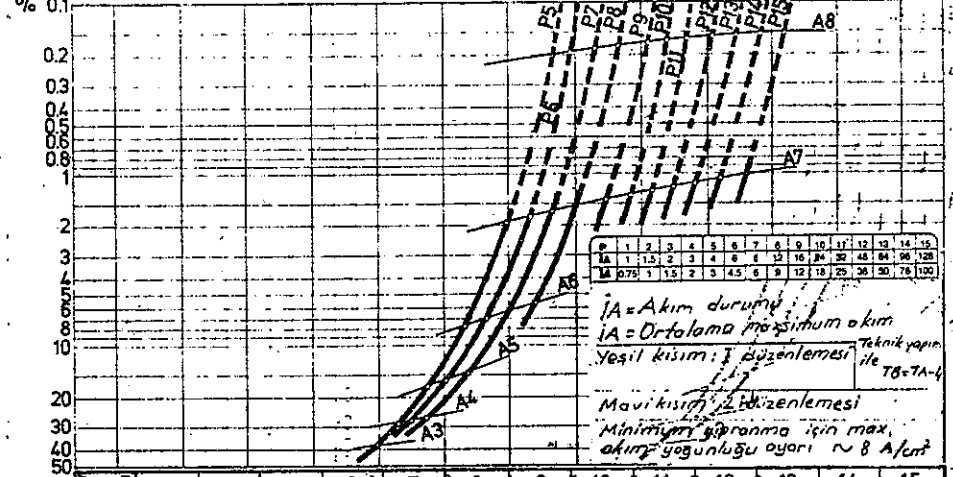
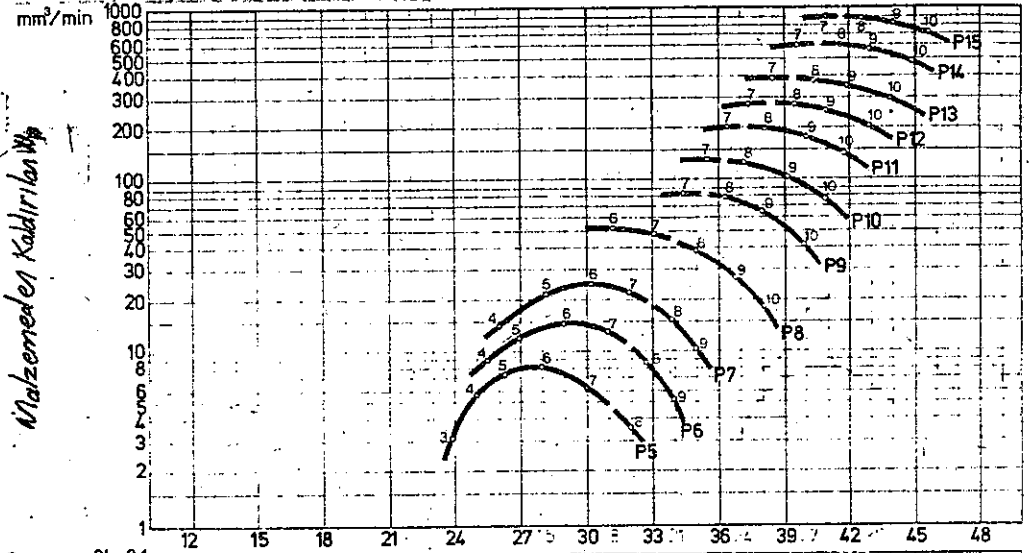
CHARMILLES

Grafik

S. Çelik

MP25 & MP50

MCA & MCM



A	P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1														
2														
3				0.55										
4				0.45	0.50	-0.50								
5				0.30	0.40	-0.45								
6				0.25	0.30	-0.30	0.40							
7				0.20	0.25	0.25	0.30	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40	-	-
8				0.16	0.20	0.20	0.20	0.20	0.25	0.25	0.25	0.25	-	-
9					0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	-	-
10						0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	-	-
11							0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	-	-
12								0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	-	-
13									0.10	0.10	0.10	0.10	-	-

Gap ile kılınım arasındaki
Normal aralık (µm)

Gap ile kılınım arasındaki
Sınır aralık (µm)

Gap ile kılınım arasındaki
Normal aralık (µm)

Gap ile kılınım arasındaki
Sınır aralık (µm)

ISO CUT İLE
BİTİRME

A/P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1													
2													
3													
4				50									
5				60	70	80							
6				70	85	100							
7				85	105	120	140						
8				105	125	140	170	200	240	270	320	360	420
9				120	140	170	200	240	290	330	390	440	500
10					175	210	250	290	340	400	470	540	660
11							300	350	420	500	580	650	800
12													
13													

EŞLEŞİMLERDE SİLİME DURUMLARI VE ISO CUT İLE İŞLEME.

A/P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1													
2													
3													
4				65									
5				75	80	90							
6				85	95	105							
7				100	115	130	160						
8				120	140	160	190	220	260	290	330	370	470
9				140	170	200	235	270	320	360	410	460	580
10					200	250	290	330	390	440	510	570	700
11							350	410	480	550	630	700	860
12													
13													

Edition provisoire
Vorläufige Auflage
Provisional edition

Elektroden hareketletti
uzunluk kat sayısı

Elektroden yüzde ypranması 8. Malzemenin Kurları Ww

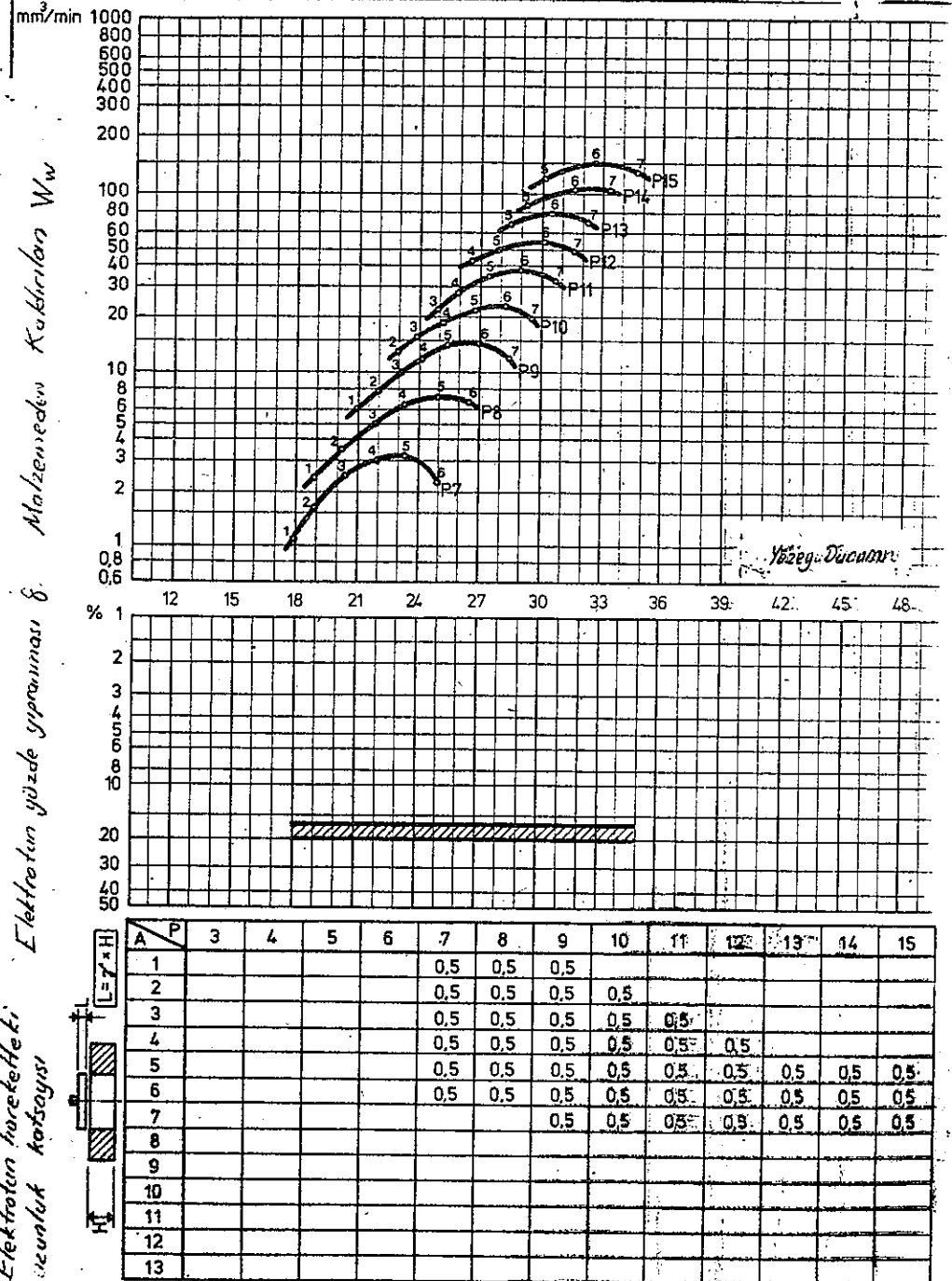
TECHNOLOGIE
TECHNOLOGY



CHARMILLES
ISOPULSE 80



Bahr Turgustan
Turgustan
Bahr



İŞLEME

A	P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1						55	62	68						
2						60	68	75	82	90				
3						65	72	80	88	95				
4						75	82	90	98	105	112			
5						85	92	100	108	115	122	130	170	210
6						95	102	110	120	130	140	150	200	250
7								128	135	145	158	170	225	280
8														
9														
10														
11														
12														
13														

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
						36	38	42						
						40	44	48	52	56				
						45	50	54	58	62				
						50	57	63	70	75	87			
						58	65	73	80	85	100	115	142	170
						68	76	85	92	100	118	135	177	220
								100	110	120	140	160	210	260

BAŞLANGIÇTA SIKIYLA DURUMLARI İLE İŞLEME

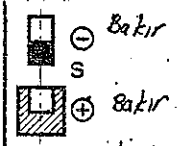
A	P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1						65	70	80						
2						72	80	88	95	105				
3						78	85	95	105	115				
4						88	95	105	115	130	145	160	175	—
5						100	110	120	135	150	160	175	195	—
6						110	120	135	150	170	185	200	220	—
7								50	170	190	210	230	260	—
8														
9														
10														
11														
12														
13														

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
						50	55	60						
						55	60	66	73	80				
						60	65	70	78	87				
						65	70	78	87	96	108	—	—	—
						70	80	88	100	110	122	135	—	—
						80	90	100	110	122	135	150	—	—
								110	125	140	110	175	—	—

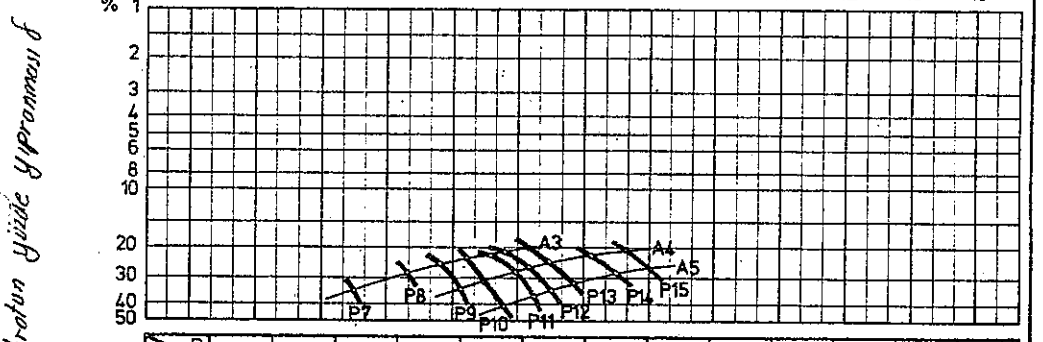
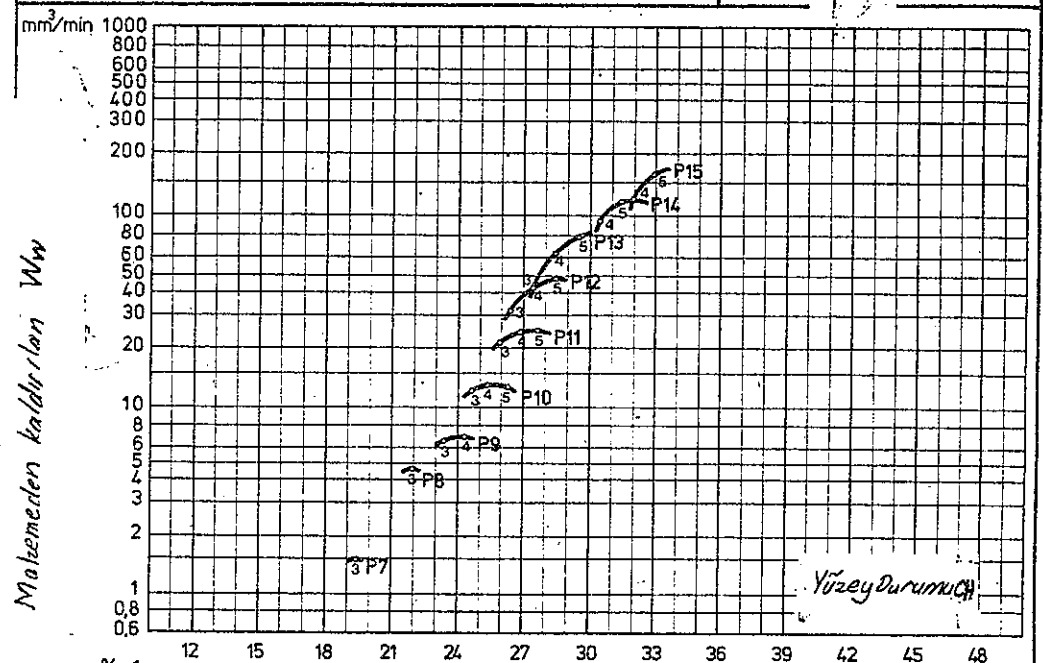
TECHNOLOGIE
TECHNOLOGY



CHARMILLES
ISOPULSE 80



MP 50



A	P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1														
2														
3														
4						0.70	0.65	0.65	0.60	0.60	0.55	0.55		
5								0.85	0.75	0.70	0.65	0.65	0.65	0.60
6									0.90	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

Makineden kaldırılan Ww

Elektroden hararetli

Uzunluk kat sayısı



Gap ile kulluim arasindaki
sirr aralik (µm)

Gap ile kulluim arasindaki
normal aralik (µm)

Gap ile kulluim arasindaki
sirr aralik (µm)

Gap ile kulluim arasindaki
normal aralik (µm)

Çap ile kullanan
Sınır aralığı (µm)

normal aralığı (µm)

Sınır aralığı (µm)

A \ P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1					55	60	65	70	75				
2					60	65	70	75	80				
3					65	70	75	80	85	90	100		
4							80	90	95	100	110	120	140
5								100	110	120	130	150	170
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													

A \ P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1					40	45	50	55	60				
2					45	50	55	60	65				
3					50	55	60	65	70	80	85		
4							65	70	80	85	95	100	120
5								80	85	95	110	120	140
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													

EN SUYANMA DURUMLARI İLE İŞLENİŞ

A \ P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1					70	75	80	85	90				
2					75	80	85	90	100				
3					80	85	90	100	110	120	130		
4							100	110	120	130	140	160	180
5								120	130	140	160	180	200
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													

A \ P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1					55	60	65	70	75				
2					60	65	70	75	85				
3					65	70	75	85	90	100	110		
4							85	95	100	110	120	140	150
5								100	110	120	140	150	170
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													

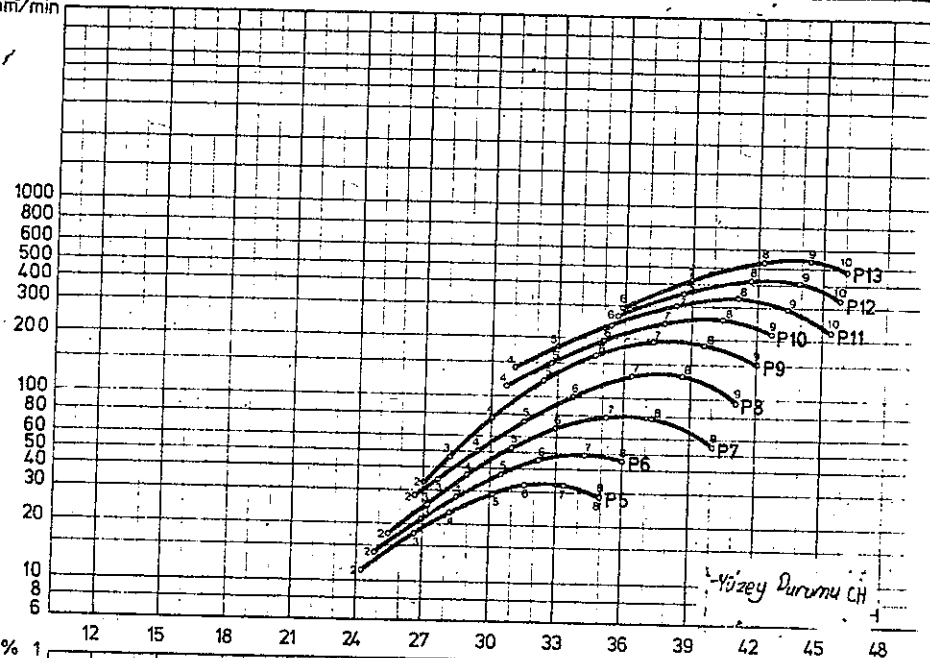
TECHNOLOGIE
TECHNOLOGY



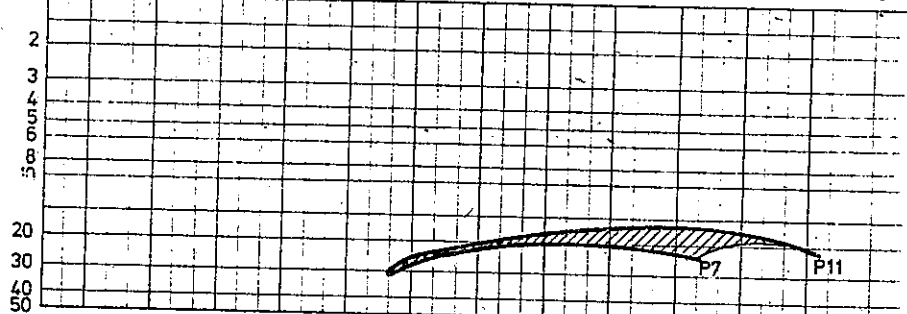
CHARMILLES
ISOPULSE 80

GRAPHIT
S
CELİK
%12CR
MP25

mm³/min

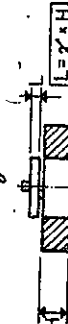


% 1



A \ P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													

Elektrotun harçlılığı
Uzunluk Katsayısı



Gap ile kullum arasındaki aralık (µm)

Gap ile kullum arasındaki normal aralık (µm)

A	P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1														
2				70	75	75	80	85						
3				75	80	85	95	100						
4				90	100	105	120	130	145	160				
5				110	120	130	150	160	180	200				
6				130	145	160	180	200	230	260				
7				155	175	195	220	250	290	330	285	310		
8				190	220	240	280	310	370	420	470	510		
9						280	340	390	460	530	590	650		
10									650	690	720			
11														
12														
13														

1														
2				30	35	40	45	50						
3				35	40	45	55	60						
4				45	50	55	65	75	85	90				
5				60	70	75	85	95	110	120				
6				75	85	95	110	120	135	150	170	190		
7				95	110	120	140	160	175	190	220	250		
8				120	140	160	180	200	225	250	295	320		
9						210	240	260	290	320	370	410		
10										420	490	550		
11														
12														
13														

EN AZ SULAMA DURUMLARI İLE İŞLEME

Gap ile kullum arasındaki aralık (µm)

normal aralık (µm)

A	P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1														
2				75	80	85	95	100						
3				90	100	105	115	120						
4				100	110	120	130	140	160	180				
5				120	130	145	160	170	200	220				
6				150	170	180	200	210	250	280	320	360		
7				190	210	220	240	260	310	370	400	430		
8				230	260	280	300	320	390	450	510	570		
9						340	370	400	480	560	650	730		
10										730	830	930		
11														
12														
13														

1														
2				45	55	60	70	75						
3				45	55	60	70	80						
4				55	65	70	80	90	110	120				
5				65	80	90	110	120	140	150				
6				85	105	120	140	150	180	200	220	240		
7				110	130	150	180	205	230	260	290	320		
8				130	160	180	220	250	290	320	370	420		
9						230	280	320	380	440	500	550		
10										580	670	750		
11														
12														
13														

TEMİZLEME
İŞLEMİ

En az gapla kullum arasındaki aralık (µm)

Normal Gapla kullum arasındaki aralık (µm)

A	P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1														
2														
3														
4			45		60									
5			50		70		85		130					
6			60		80		95		150		250			
7			70		90		110		175		285			
8				105		130		200	315		480			
9					150		240		390		560			
10						290		450		650				
11							520		750					
12								900						
13														

1														
2														
3														
4			25		35				75					
5			30		40		55		85		135			
6			35		40		60		100		155			
7			40		45		70		115		180		230	
8				50		80		130		210		330		
9					90		150		240		380			
10								150	280		430			
11										490				
12														
13														

SULAMA YÖNTEMİYLE İŞLEME DURUMU

NS

A	P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1														
2														
3														
4				90		100								
5				95		115		135		170				
6				100		130		150		195		260		
7				110		150		175		230		330		
8					170		200		270		400		500	550
9						230		310		460		600	670	750
10							360		550		700	800	900	
11								650		850	950	1050		
12									1000	1100	1200			
13										1300	1450			

1														
2														
3														
4				60		80								
5				60		90		110		140				
6				70		100		125		170		210		
7				80		110		140		200		260		
8					125		160		230		320		400	440
9						180		260		370		480	540	600
10							300		450		560	650	710	
11								530			700	760	850	
12											800	920	1050	
13												1100	1250	

TECHNOLOGIE
TECHNOLOGY



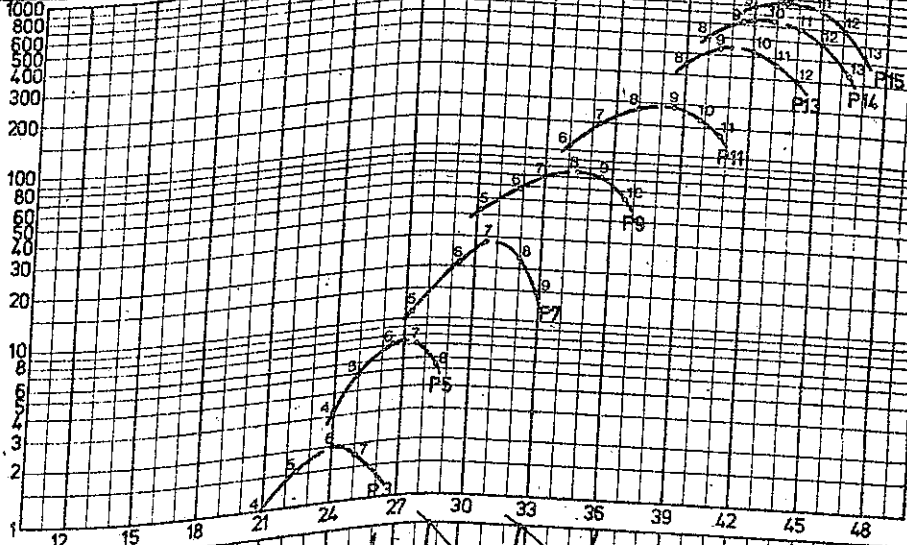
CHARMILLES
ISOPULSE EP



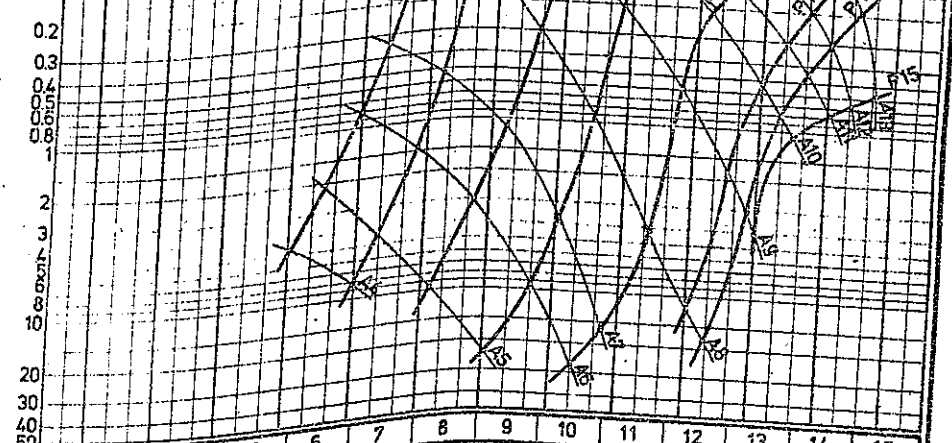
BAKIR
S
92LK
%12 CR



mm²/min



%

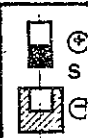


A/P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1													
2													
3													
4	0.30		0.35		0.30		0.45						
5	0.25		0.25		0.20		0.35		0.60				
6	0.15		0.15		0.20		0.25		0.50				
7	0.10		0.15		0.15		0.20		0.40		0.50		
8			0.10		0.10		0.20		0.35		0.40		
9							0.15		0.30		0.30		
10									0.25		0.25		
11											0.25		
12													
13													

TECHNOLOGIE
TECHNOLOGY



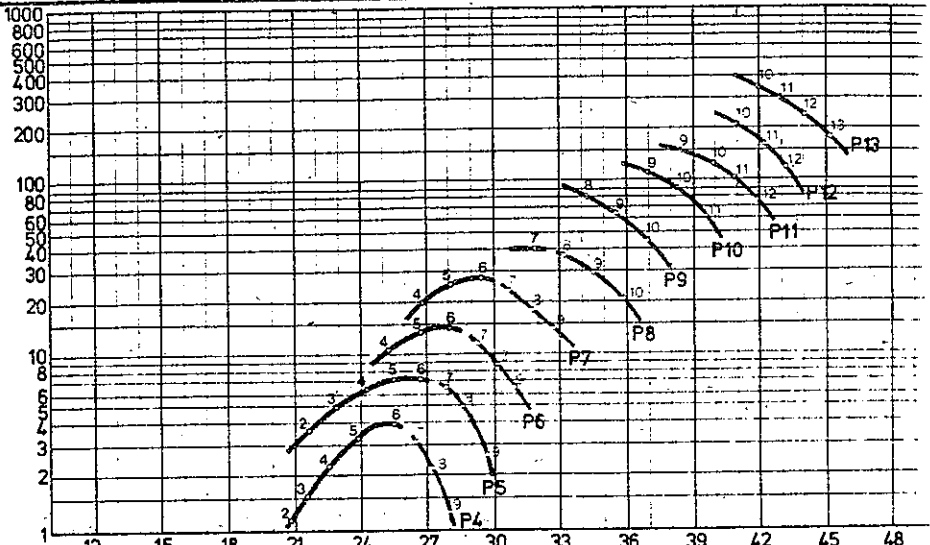
CHARMILLES
ISOPULSE 80



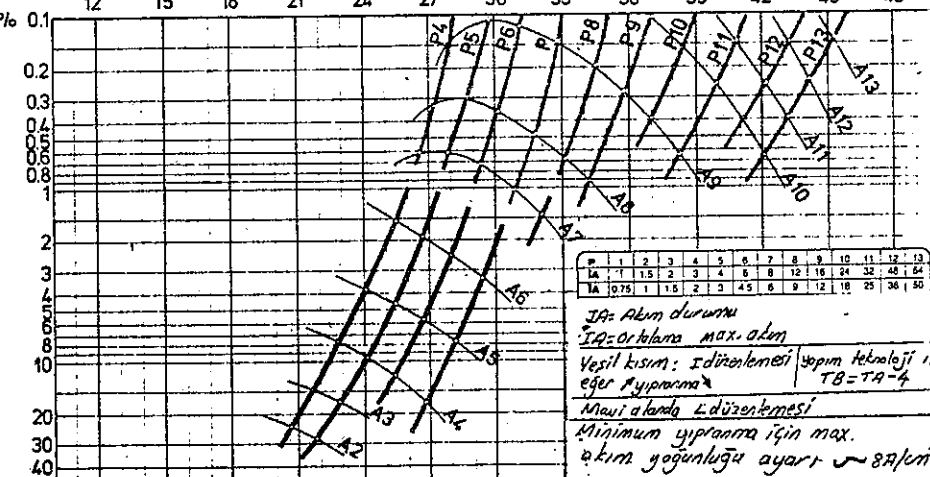
Bakir
S
92LK
%12 CR
MP25 & MP50
MCA & MCM



mm²/min



%

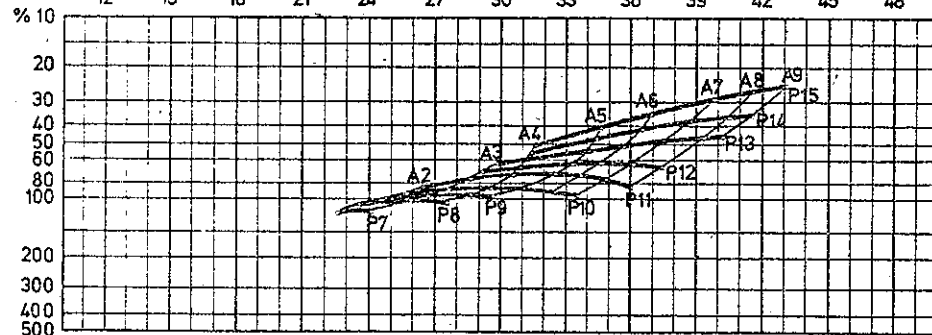
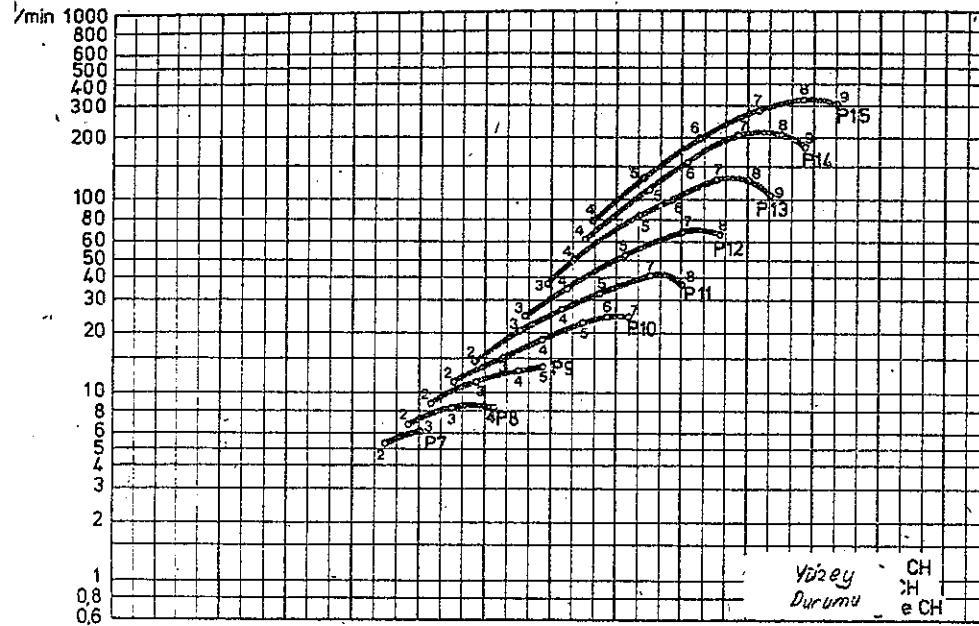


A/P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													

Elektroden yörde ypranması & Makineden Kaldırılan Ww

Elektroden hareketli
uzunluk kat sayısı

IA: Akım durumu
IA: Ortalama max. akım
Vesil kısmı: Edilenlenesi yapım teknoloji i:
eğer ypranma
Mavi alanda L düzenlemesi
Minimum ypranma için max.
akım yoğunluğu ayarı ~ 8A/cm²



A	P	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1														
2						3	2,6	2,2	2	1,9				
3						3	2,4	2	1,9	1,8	1,6	1,4		
4						2	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	
5							1,7	1,7	1,6	1,4	1,3	1,3	1,3	
6								1,7	1,6	1,4	1,3	1,3	1,3	
7								2	1,6	1,4	1,2	1,2	1,2	
8									1,6	1,4	1,2	1,2	1,2	
9										1,4	1,2	1,2	1,2	
10											1,2	1,2	1	
11														
12														
13														

KAYNAKÇA

1. ÇELİK, İbrahim - (SEGEM) Nümerik Kontrollü Takım Tezgahları
Yayın No: 42 - EKİM 1978 ANKARA
2. NASIL ÇALIŞIR? Bilim, Teknoloji ve İcatlar Ansiklopedisi-
Cilt: 2 Apa Ofset 1980 İSTANBUL
3. Karacan, İsmail - Ders Notları
4. Mesleki Teknik Eğitim Dergisi - EKİM 1980
5. SONGAR, Ayhan - Sibernetik, Yeni Asya Yayınları 1979 İSTANBUL
6. SEIKI COURIER - Hitachi Seiki Co. Ltd. 1970 No: 9
7. WALKER, R. John - Machining Fundamentals. 1969

1. EDM CHARMILLES guide prati ue D'usinage Paretincelage: Ateliers
des charmilles SA 2.Baskı 1977

11

12