



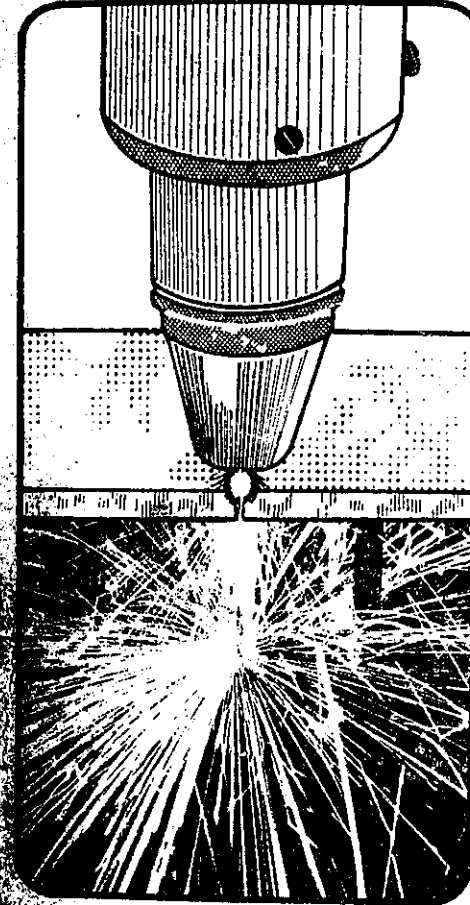
	<u>Yazarı</u>	<u>Fiatı</u>
Teknolojisi Kitap-I	M. Taplamacioğlu	15 TL.
Yüzey İşlemleri ve Takımları	Nazım Şanıvar	15 TL.
Debiri-Difransiyel Hesapları	Sıtkı Lâlik	8 TL.
	Murtaza Çalı	15 TL.
Elektrik Problemleri	Nejat Aygün	10 TL.
Devreleri	Nejat Aygün	15 TL.
Akım Devreleri	Nejat Aygün	10 TL.
Devreleri ve Elemanları	Yılmaz Koçak	7 TL.
Yüksek Gerilim Tecrübesi	Kemal Dinçel	6 TL.
Çin Metal Doğrultma- r	Hüseyin Göksel İbrahim Paro	8 TL.
Elektrik İşleri	Sıtkı Lâlik	4 TL.
Endüstrisinde Makine	Sefa Afyonlu	12,50 TL.
Yüksek Gerilim	Berkan Gönenç	10 TL.
Meslek Teknolojisi	Sabri Fidaner	30 TL.
Makineleri	Haydar Damgacı Kemal Dinçel	35 TL.
Triyak Uygulamaları	Berkan Gönenç	10 TL.
Kitap - II	M. Tamlamacioğlu	20 TL.
Endüstriyel Elektronik Uygulamaları	M.Zeki Aksaray	18 TL.
Elektronik - I	Nadir Cömert	45 TL.
Yüksek Gerilim Uygulamaları	Harold T. Glenn	40 TL.
Yüksek Gerilim Uygulamaları	Çevirenler:N.Anameriç F.Özçelik, F.Yolaçan	
Yüksek Gerilim Uygulamaları	M.Emin Zorkun	40 TL.
Yüksek Gerilim Uygulamaları	M. Adnan Peşint	35 TL.
Yüksek Gerilim Uygulamaları	Ali Rıza Ardaç	10 TL.
Yüksek Gerilim Uygulamaları	İsmet Beneyyat	25 TL.
Yüksek Gerilim Uygulamaları	Hüsamettin Ateş	Baskıda
Yüksek Gerilim Uygulamaları	Çeviren:Dr. Fevzi Ercan	10 TL.
Yüksek Gerilim Uygulamaları	Çeviren:Dr. Fevzi Ercan	10 TL.
Yüksek Gerilim Uygulamaları	Çeviren:Dr. Fevzi Ercan	10 TL.

# KAYNAK TEKNOLOJİSİ

YAZANLAR  
J.W.Giachino W.Weeks G.S.Johnson  
ÇEVİREN  
KASIM ADSAN

# KAYNAK TEKNOLOJİSİ

FERİT BALTACI



YAZANLAR

J.W.Giachino

W.Weeks

G.S.Johnson

ÇEVİREN

KASIM ADSAN

ANKARA - 1976

Fiyatı : 50 Lira

Yüksek Teknik Öğretmen Okulu  
Kitap Satış Bürosu

ANKARA

Posta ücreti gönderilmek suretiyle temin edilebilir.

*Terim  
Baltacı*

# KAYNAK TEKNOLOJİSİ

YAZANLAR

J.W.Giachino W.Weeks G.S.Johnson

ÇEVİREN

KASIM ADSAN

*Yüksek Teknik Öğretmen Okulu  
Metal İşleri Bölümü Öğretmeni*

*Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Matbaası*

ANKARA - 1976

KAYNAK TEKNOLOJİSİ

İKİNCİ BASKI

YAZANLAR:

J.W Giachino

Professor Emeritus and Former Head  
Department of Engineering and Technology  
Western Michigan University  
Kalamazoo, Michigan

W. Weeks

Associate Professor of Welding  
Department of Engineering and Technology  
Western Michigan University  
Kalamazoo, Michigan

G.S. Johnson

Associate Professor of mechanical Engineering  
Department of Engineering and Technology  
Western Michigan University  
Kalamazoo, Michigan

*Kaynak Teknolojisi okul kurulunun 22 Ekim 1976 tarih ve 17 nolu toplantısında Y.T.Ö.O. yayını olarak basılması uygun görülmüş ve Y.T.Ö.O. matbaasında 2500 adet basılmıştır.*

American Technical Society



Chicago 60637

(Eserin tercümesi adı geçen yayınevinden telif hakkı ödenerek satın alınmıştır.) Bütün hakları saklıdır.

*Birinci Baskı Yılları:*

*İlk baskı:* 1968

*İkinci baskı:* 1969

*Üçüncü baskı:* 1971

*İkinci Baskı Yılları:*

*Dördüncü baskı:* 1973

Bu kitap Milli Eğitim Bakanlığı  
Mesleki ve Teknik Öğretim Müsteşarlığı Etüd  
ve Programlama Dairesi Başkanlığı ile Yüksek  
Teknik Öğretmen Okulu Müdürlüğünün American  
Technical Society yayınevinin anlaşmaları  
sonucu yayınlanmıştır.

Türkçe Telif Hakkı

Türkiye Cumhuriyeti

Milli Eğitim Bakanlığı

Mesleki ve Teknik Öğretim Müsteşarlığı  
Etüd ve Programlama Dairesi Başkanlığı  
ile Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Müdür-  
lüğüne aittir.

Kaynak genel olarak birleştirmenin temeli olarak tanımlanır. Elektronik birleştirmeler, karmaşık bina konstrüksiyonları kütleli işler ile taşıyıcı elemanların fabrikasyon olarak yapımlarında kaynak en iyi bir birleştirme türüdür. Yeni kaynak işlemleri her geçen sene içersinde ilerleyerek, üretimde ekonomi ile beraber, metallerde etkili birleşmeyi de sağlamıştır. Bugün için gelişen kaynak türleri ise, koruyucu metal ark, koruyucu gaz ark ve direnç kaynakları ile beraber özellikle nükleer ve feza araştırmalarında kullanılan değişik yeni sistende metallerin birleştirilmesi için uygulanan özel kaynak teknikleridir.

Kaynak Teknolojisi bir çok endüstri türlerinde bulunan kaynak akım türlerini içermektedir. Kontrol yöntemleri ise üretim kaynakları dikkate alınarak plânlanmıştır.

Modern birleştirme işlemlerine ek olarak, öğrencilere daha geçerli teknik bilgi ile değişik kaynaklar hakkında yeterli pratiğe sahip olmalarına yardım etmektedir. Bu bilgiler temel olarak, kaynak malzeme bilgisi, kaynak kontrol yöntemleri, gereçlerin dayanımları, birleştirme şekilleri, kaynak sembolleri, güvenlik ve ekonomik hesaplamalardır.

Kaynak, Teknolojisinin hazırlanması birçok kişilerin beraber çalışmalarını zorunlu kılmıştır. Bizler, özellikle H.V. Mitchell'e kaynak otoritesi ve idarecisi Acme Welding'e, Kalamazoo'a ve gereçlerin teknik değerlerini ve metal rehberini onaylayan Michigan'a yardımlarından dolayı müteşekkirimiz. Eserin tamamlanmasında katkıları olan birçok müesseseler ise, Air Reduction, Linde, Lincoln Electric, Miller Electric, Sciaky ve diğerleridir. Bu şirketlerin gerçekten teknik literatürün

ve birçok işlemlerin belirlenmesinde büyük yardımları olmuştur. Herbirine en içten dileklerimizle teşekkür ederiz. Sonuç olarak özellikle isimlerini belirtmediğimiz direkt veya indirekt yardımları olanlara şükranlarımızı sunarız.

#### YAZARLAR

#### İKİNCİ BASKININ ÖNSÖZÜ

Yeni hazırlanan ikinci baskı Kaynak Teknolojisi endüstriyel akımları içeren biçimde pratik olarak değiştirilmiştir. Yeni bölüm olan otomatik kaynaklar esere eklenmiştir. Bu kaynak alanı gelişerek endüstride önemli bir yer tutmaktadır. Öğrencilerin temel kaynak bilgilerinden belirgin biçimde yararlanması sağlanmıştır. Eserin sonuna metrik ölçü sistemine dayanan karşılaştırmalı çizelge konmuştur.

#### YAYINLAYANLAR

#### ÇEVİRENİN ÖNSÖZÜ

Endüstri yirminci yüzyılda hızla ilerlemektedir. Bu ilerleme, bir çok yan unsurlarında gelişmesini zorunlu kılmaktadır. Büyük gelişme sağlayan alanlardan biride kaynakçılıktır. Endüstrinin baş döndürücü gelişmesi tarihin hiç bir devrinde bu kadar hızlı olmamıştır. Kaynaktaki yeniliklerin üretimi artırarak ekonomik işlerin yapılmasında da katkısı büyük olmuştur. Birleştirme tekniğinde en geniş alanı kaynak kapsamaktadır.

Kaynağın başlangıcından bu güne kadar geçen zaman içerisinde en hızlı gelişmesi ne yazık ki savaş yıllarında olmuştur. Savaşın, metal endüstrisinde yaptığı ilerlemeler kaynağı da ön plâna çıkarmıştır. Kaynağın yeterli bilgi ve beceri ile yapılması, birleşme yerinde metalin öz dayanımına yakın dayanıklılık sağlamaktadır.

Memleketimizde ağır sanayi kesimi kaynağı içeren işleri yapmakla beraber yeterli teknik bilgiye sahip değildir. Endüstride ileri devletlerde kaynak bir araştırma ve geliştirmeye konusu olarak ele alınmıştır. Bu amaçla kaynak Enstitüleri kurularak endüstriye gerekli kaliteli eleman ve bilgileri sağlamaya çalışmaktadırlar. Hızla gelişen memleketimiz endüstrisinde kaynak büyük sorun olarak ortaya çıkmaktadır. İşlerin yapımında aranılan kalite ve sağlamlık yeterli olmayıp, kaynakçının beceri ile beraber yeterli teknik bilgileri de bilmesini gerektirmektedir.

Kaynak alanını içeren çok sayıda yayına sahip olmamızın nedeni ile tercüme ettiğim "Kaynak Teknolojisinin", teknik elemanlara, öğrenci, öğretmenlere ve kaynakla uğraşanlara yararlı olacağına inanıyorum.

Eseri titizlikle inceleyerek hataların büyük ölçüde azaltılmasını sağlayan sayın Hikmet ÇALIŞKAN'a sayın Mehmet AKPOLAT'a, sayın Yıldırım D. BUHARALI'ya minnet ve şükranlarımı sunarım.

Okulumuzdaki teknik eser yayımına katkısı bulunan ve bu yayınların hızla artışını sağlayan sayın idarecilere, yazılmasında ve basımında büyük emekleri geçen büro ve matbaa personeline teşekkürü borç bilirim.

Ankara, 1976

KASIM ADSAN

## İÇİNDEKİLER

### BÖLÜMLER:

1- Gaz Kaynağı . . . . .	1
2- Koruyucu Metal-Ark Kaynağı . . . . .	17
3- Gaz Tungsten-Ark Kaynağı (TIG) . . . . .	55
4- Gaz Metal-Ark Kaynağı (MIG) . . . . .	87
5- Direnç Kaynağı . . . . .	135
6- Özel Kaynak Yöntemleri . . . . .	161
7- Kaynağın Metalürjisi . . . . .	187
8- Metallerin Kaynatılma Yetenekleri . . . . .	241
9- Sert ve Yumuşak Lehim . . . . .	295
10- Dolgu Kaynağı . . . . .	329
11- Alevle ve Ark ile Kesme . . . . .	359
12- Metallerin Dayanımı . . . . .	389
13- Kaynaklı Birleştirmeler . . . . .	421
14- Kaynakların Kontrolü . . . . .	463
15- Kaynak Yapım Ekonomisi . . . . .	495
16- Kaynakçılıkta Güvenlik . . . . .	527
17- Kaynak Sembolleri . . . . .	543
18- Otomatik Kaynaklar . . . . .	561
Ekler . . . . .	575
Index . . . . .	588

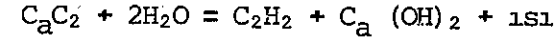
Gaz kaynağı, alevle metal yüzeyinde ergiyik oluşturan ve bu ergiyik alevin konumuna göre hareket eden, ortasında ek teli kullanılarak veya kullanmaksızın, metallerin birleştirilmesini sağlar. Isı enerjisi yanıcı gazlarla, oksijen ve havanın karışımından oluşur. Ençok kullanılan yanıcı gazlar asetilen, bütan (metan ve propan türü), ve hidrojenidir.

Gaz kaynağı endüstriyel üretimde en az yapılan bir kaynaktır. Çünkü; diğer kaynaklara göre oldukça yavaş yapılıır. Genel olarak tamir edilecek parçaların ve ergime sıcaklığı az olan gereçlerin kaynağında, sert ve yumuşak lehimleme ile metal kaplama işlerinde kullanılır.

#### OKSİ-ASETİLEN KAYNAĞI

Oksi-Asetilen alevi, diğer gaz alevlerine göre sıcaklığı yüksek olduğundan, kaynakçılıkta çok kullanılır.

Alev, asetilen (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) ve oksijen (O<sub>2</sub>) karışımının, yanmasından oluşur. Asetilen, kalsiyum karbit (C<sub>2</sub>C<sub>2</sub>) ve suyun (H<sub>2</sub>O) kimyasal reaksiyonundan oluşur.



Asetilenin kimyasal olarak yanması ise:



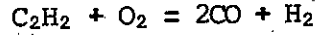
Bir hacim asetilen ikibuçuk hacim oksijen ile yanmasından, iki hacim karbondioksit ve bir hacim su buharı oluşur. Buradaki 2 1/2 O<sub>2</sub> ile 1 hacim asetilen ile yanan alevin sıcaklığı (5800 F<sup>o</sup>) dir. (3220 C<sup>o</sup>)

Şekil 1-1 de görülen yanma iki basamakla oluşur. İlk basamak gerçek kaynak alevi olup küçük beyaz koniye sahiptir. İkinci kademede alevin dış zar kısmını meydana getiren parçası olup, kaynak alanını (ergiyik banyosunu) havanın tesirinden koruyarak ön ısıtma işlemini yapar.

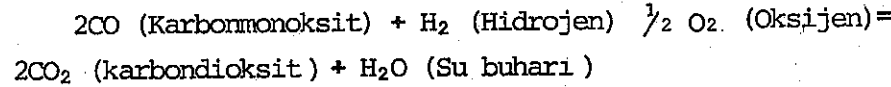


Şekil: 1-1 Oksi-asetilen alevinde birinci kısım kaynak ısısını, ikinci kısım ise koruyuculuk görevi yapmaktadır.

Birinci kademe alevinin oluşum neticesi kaynak üfleci içerisinde oksijen ve asetilenin 1/1 oranında karışmasıdır. Üfleç memesinden üflenen karışık gaz yanarak iç koniyi şu kimyasal denklem sağlar.



Bu karışımdan iki hacim karbonmonoksit ve bir hacim hidrojen meydana gelir. İkinci oluşumda karbonmonoksit ve hidrojen atmosferdeki havadan yararlanarak aşağıdaki denklemi meydana getirirler.



Buradan bir hacim asetilenin yanma alevi, 1 hacim oksijeni üfleçten alarak 1 1/2 hacim oksijeni de çevresindeki havadan alarak oluşur.

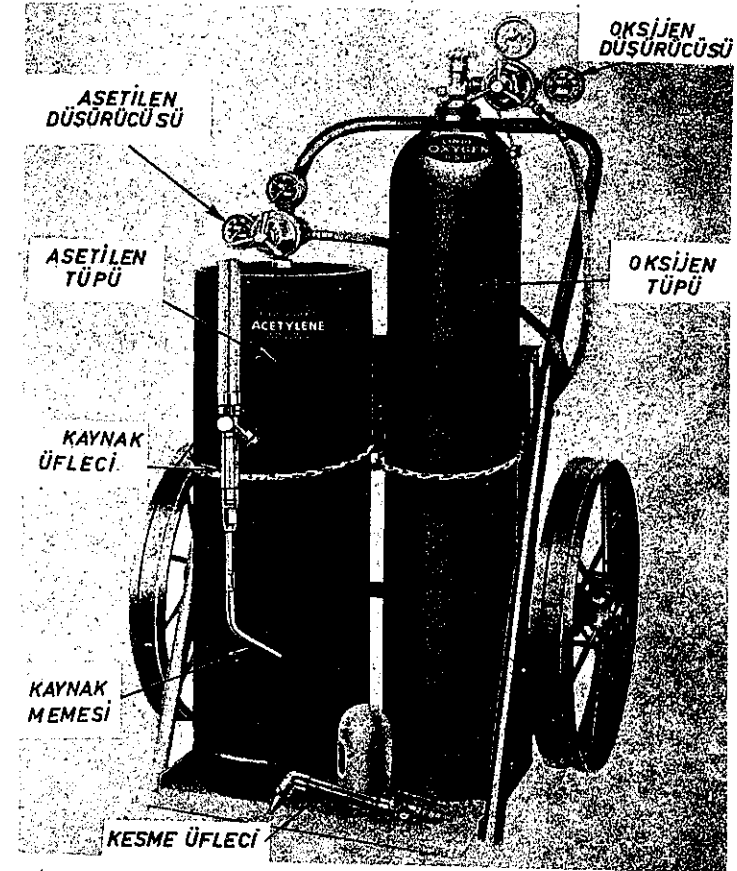
#### Avadanlıklar

Oksi-asetilen kaynak avadanlıkları; asetilen kazanı veya tüpü, oksijen tüpü, gazların basıncını istenilen kullanma basıncına düşüren düşürücüler, yanıcı ve yakıcı gazların karışımını sağlayan üfleç, düşürücüye bağlanan hortumlar. Şekil: 1-2 de bu elamanlar görülmektedir.

Tüpler: Oksijen ve asetilen tüpleri dikişsiz olarak yapılarak, çok dikkatli denenir.

Oksijen tüplerinin hacimleri içerisine aldıkları gazın m<sup>3</sup> üne göre isimlendirilirler. Genel olarak oksijen tüpleri

6,9 m<sup>3</sup> . 3,46 m<sup>3</sup> ve 2.265 m<sup>3</sup> olmak üzere üç çeşittir. Asetilen tüpleri de 8,5 m<sup>3</sup> , 2.83 m<sup>3</sup> ve 1,70 m<sup>3</sup> olmak üzere üç şekilde yapılırlar. Şekil: 1-3



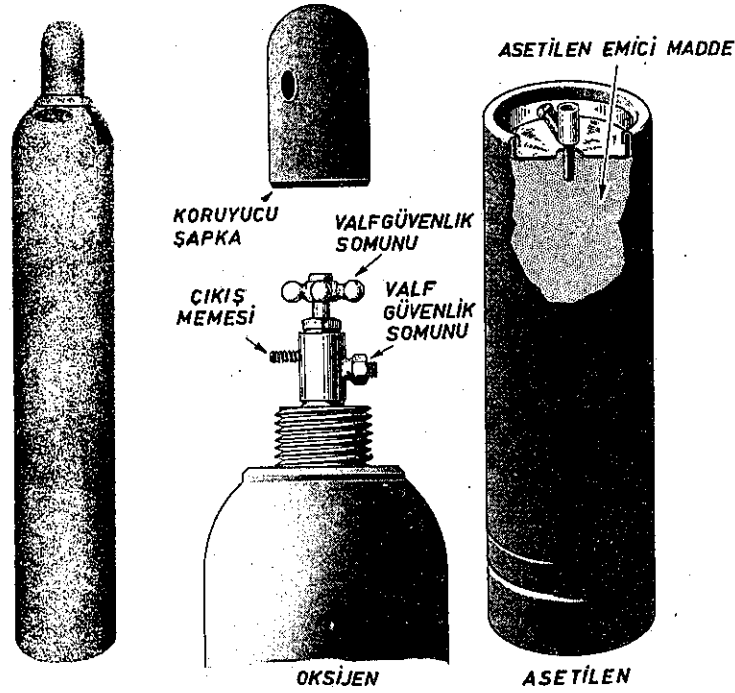
Şekil: 1-2 Oksi-asetilen ünitelerinin taşıma aracına yerleştirilişi.

Tüplerin, güvenlik elamanları altında normal atmosfer sıcaklığında yavaşça gaz verilerek yüksek basınçta doldurulması sağlanır. Gaz ısıtıldığı zaman genişler soğutulunca küçülür. Böylece her iki olaydan doğacak tehlikeyi güvenlik supabları önler.

Oksijenin tüpten çıkışı, elle açılan ve kapatılan yüksek basınç valfı ile olur. Valf miline bağlı diskiler elle



yavaşça döndürülerek manometrenin ani yüklenmesi önlenmelidir. Valf sonuna kadar açılmalıdır ki iç ve gidiş gaz basıncı denge sağlayabilsin.



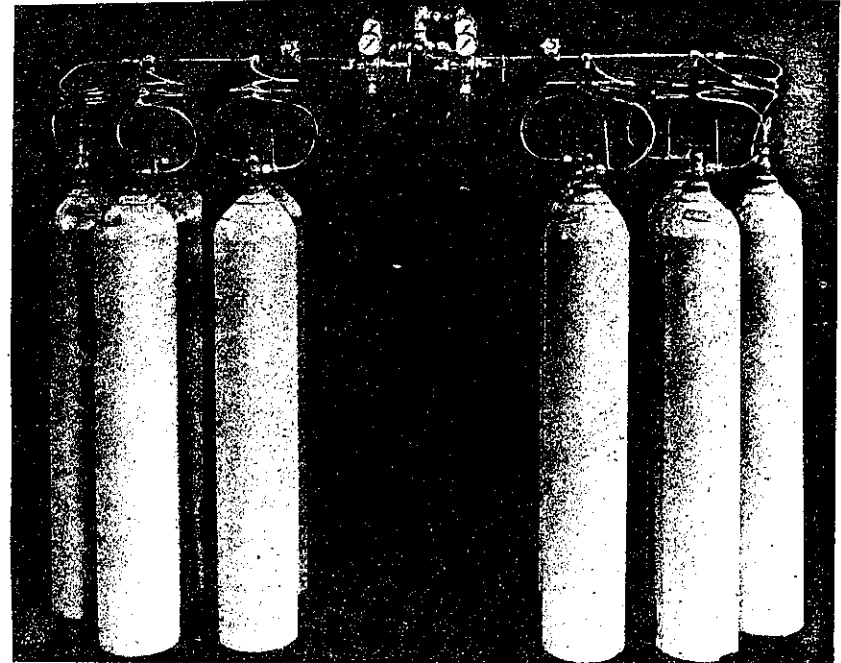
Şekil: 1-3 Oksijen ve asetilen özel tüpler içerisine doldurulmaktadır.

Asetilen tüplerinin içerisine asetonla beraber gözenekli maddeler doldurulmuştur. Aseton büyük miktarda asetileni basınçsız ve gazın özelliğini değiştirmeden (absorbe eder) emer.

Bu maddeler asetilenin depolanması için çok gereklidir. Çünkü asetilen basınç altında asetilen tüplerine doldurulması çok tehlikeli olmaktadır. Gerçekten asetilen 1,5 atmosfer basınç üzerinde asla serbest depolarda bulundurulmamalıdır. Asetilen silindirlerindeki valfler "T" şeklindeki anahtarlarla açılmalıdır. Valfler normal olarak en fazla 1,5 tur yapmalıdır. Valfin açılması yavaş olarak

olmalı, herhangi bir tehlike olmadıkça aynı yöntemle kapatılmalıdır. Geri tepme olayında valf mümkün olduğu kadar erken kapatılmalıdır.

Büyük kütleli (hacimda) oksijen gazı kullanılması istenildiğinde (bilhassa uzun süreli olarak tüp kullanma anağı için,) tüpler bir boru vasıtası (manifold) ile birbirlerine paralel bağlanır. Şekil: 1-4. Her gruptaki tüpün gazı aynı boruya üflenerek, o bataryadaki manometre ile basınçları kontrol edilir.



Şekil: 1-4 Fazla gaz tüketimlerini karşılamak için tüpler bir manifolda bağlanır.

Oksijen ve asetilen tüpleri genellikle iki tekerlekli arabalara yerleştirilerek (özel destekleme parçalarına dayanarak) kaynak yerine veya başka bir yere taşınması sağlanmalıdır. Eğer tüpler devamlı olarak uzun bir zaman kullanılması gerekirse zincir veya çemberle bağlanmalıdır.

Böylece tüplerin ani dörmesinden dolayı meydana gelecek kazalar önlenmiş olur.

Tüpler ilk kaynağa hazırlandığında valfler yavaşça açılarak çıkış borusu ve memeler de bulunabilecek pislikler temizlenir.

#### Manometreler(Düşürücüler).

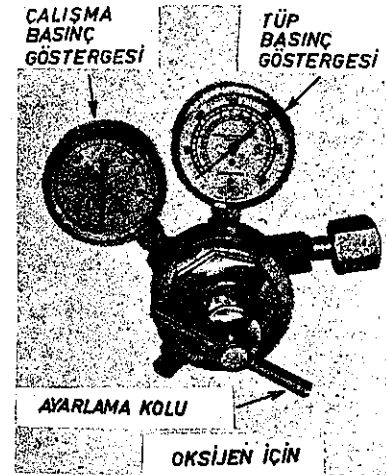
Oksijen ve asetilen manometreleri tüplere bağlanarak yüksek gaz basınçlarını düşürerek kaynak için uygun basınca indirir. Örneğin, oksijen tüpünde mevcut olan gaz basıncı  $130 \text{ kg/cm}^2$  olup ve üfleçte  $1,5 \text{ kg/cm}^2$  isteniyorsa, düşürücü tüp içerisindeki basınç  $50 \text{ kg/cm}^2$  ye de düşse yine  $1,5 \text{ kg/cm}^2$  basınçta üflece gaz vermek zorunluğundadır. Oksijen ve asetilen düşürücülerinin her ikisinde de iki basınç göstergesi vardır. Şekil: 1-5 de göstergelerden gaz geliş borusuna yakın olanı tüp içerisindeki gerçek (tam) basıncı göstermekte, diğeri ise çalışma veya üfleçte kullanılacak basıncı göstermektedir. Gaz tüpten tam basınçla düşürücünün ayarlama (regüle) vidasına kadar gelir. Bu vida tüp açılmadan önce tamamen gevşetilmiş konumda olmalıdır. Eğer normal çalışma düzeninde olursa tüpten gelen fazla basınç ilk planda ayarlama yeteneğine sahip olmıyacağından diyaframın veya yayların esneklikleri bozulur. Böylece tüp açıldığında ilk düşürücü tam basınç gösterdiğinde ikinci düşürücü "0" olmalıdır.

#### Kaynak Üfleçleri

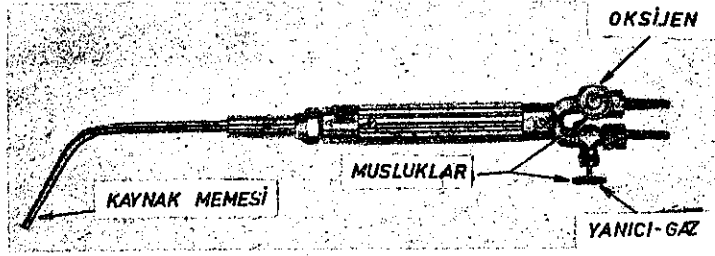
Temel araç olan kaynak üfleci, karıştırma haznesi vasıtasıyla düşürücüden gelen iki gazın birbirine karışımını tamamlar. Üfleçte bulunan iğneli iki kontrol valfi hortumlardan gelen oksijen ve asetilenin geçiş miktarını ayarlamaktadır. Şekil: 1-6. Değişik ölçü ve numaralardaki

üfleç memeleri, kaynatılacak gerecin kalınlığına göre üflece bir rakor sornunla takılmaktadır. Üfleç memesinin büyüklüğü veya küçüklüğü ortasındaki delik çapının isimlendirilmesi ile ifade edilir. Üfleç yapan firmaların yaptıkları üfleçlere göre kaynatılan gereç kalınlıkları çizelge : 1 de gösterilmektedir.

Üfleç Numarası	Metalin Kalınlığı
00	0,4 mm
0	0,8 "
1	1,6 "
2	2,4 "
3	3,2 "
4	4,8 "
5	6,35 "
6	8,00 "
7	9,6 "
8	12,7 "
9	16,0 "
10	19,0 ve daha fazlası



Şekil: 1-5 Oksijen ve asetilen gazlarını kaynak için ayarlayan düşürücü



Şekil: 1-6 Oksi-asetilen kaynak üfleci ve memesi.

**Hortumlar:**

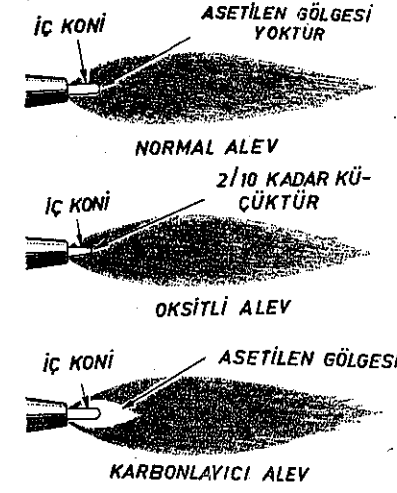
Özel olarak gözeneksiz yapılan hortumlar, asetilen ve oksijenin, tüplerinden üfleçlere iletilmesini sağlarlar. Hortumların birbirine karışmamasını önlemek için genellikle oksijen hortumları yeşil veya siyah, asetilen hortumları ise kırmızı renkte yapılırlar. Asetilen hortum rakorları sol vida, oksijen hortum rakorları sağ vida olarak yapılmaktadır.

**Kaynatma Tekniği:**

Kaynak alanında oluşan ergiyik metal, üflecin önünde tutularak, alevdeki iç koni yardımı ile dikiş boyunca hareketi sağlanır. Bu hareket enine ve boyuna olmak üzere iki çeşittir. Enine hareket değişik biçimde belirli bir kurs boyudur, boyuna ise normal ilerleme hızı ile (kaynağın oluşumuna göre) dikiş boyunca devam eder. Kaynakçılıkta genellikle normal alev kullanılır. Normal alevde 1 hacim oksijen ile bir hacim asetilen oranı mevcuttur. Oksijen oranı yükseldikçe alevin oksitleyici değeri artar. Asetilen oranının fazlası ise karburlü niteliğinin artması demektir. Şekil: 1-7.

Gazın üflece geliş hız ve basıncına göre alev sert veya yumuşak olur. Eğer gaz geliş üfleç numarasına göre, çok yavaş olursa belirli miktarda oluşturması gereken ergiyik

kütlesini oluşturamaz ve bu alev koyu kırmızı renkte olup ısısal etkisi azdır. Gazın çok hızlı ve basınçlı gelmesi durumunda da ergiyik krater boşluğundan dışarı üflenir.



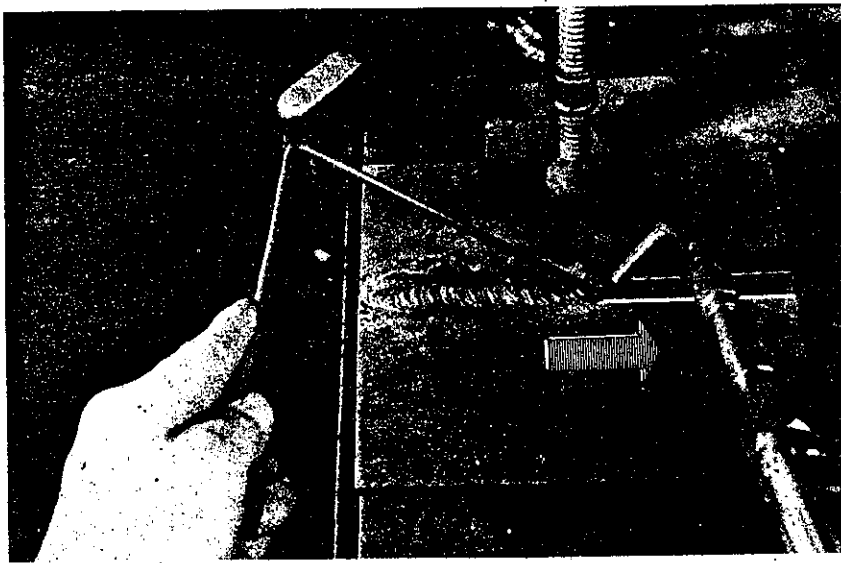
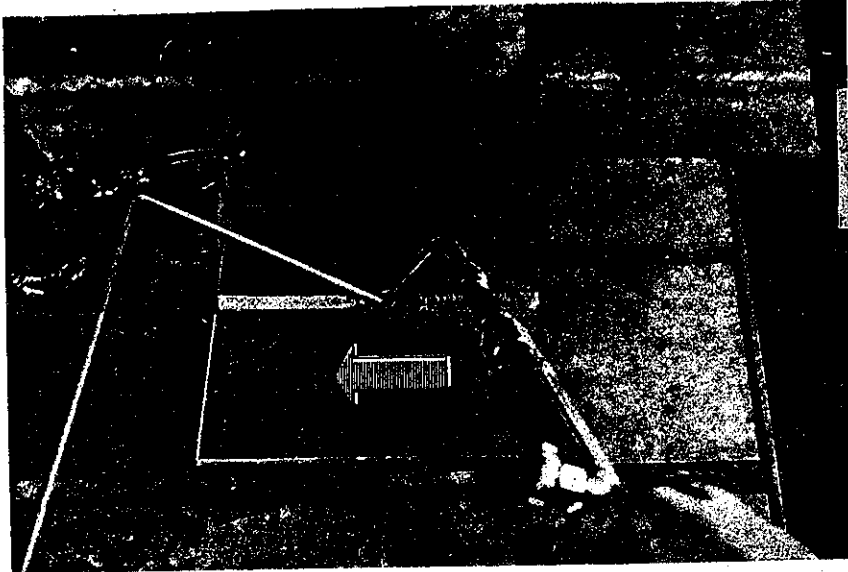
Şekil: 1-7 Bir çok oksî-asetilen kaynakları normal alevle yapılır.

Kaynak, soldan sağa veya sağdan sola olmak üzere, iki şekilde yapılır. Soldan sağa kaynakta üfleç ve ek teli, oluşan dikişin önünde hareket ederler. Sağdan sola (sağ) kaynakta üfleç ve tel ergiyi geride bırakarak alev önde olmak üzere hareket ederler. Şekil: 1-8 de her iki kaynatma tekniği görülmektedir.

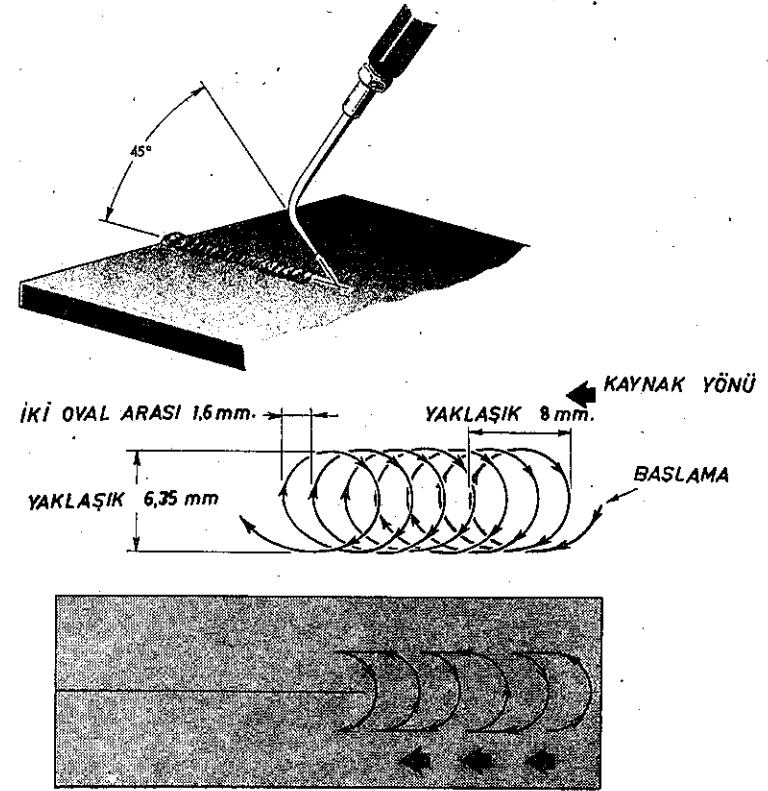
Genel olarak soldan sağa kaynak, kalınlığı 3,5 mm. veya daha ince parçalar için en iyi kaynatma tekniği olup, ergiyik tam kontrollü olarak düzgün dikiş olanağını sağlar. Sağ kaynak 3,5 mm. ve daha kalın gereçlerin kaynatılmasında kullanılmaktadır.

Üflecin eğri olan memesi (alev borusu) dikiş orta eksenine göre yaklaşık olarak 45° lik bir konumda tutulmalıdır. Üfleç kaynak banyosunu üzerinde ve genel olarak yarım daire, veya tam daire şeklinde (salınım) hareketler yaparak ilerlemelidir. Şekil: 1-9. Kullanılan ek teli gerecin kendi öz yapısına (metalurjik karakteristiğine) uygun olması lazımdır. Şekil: 1-10 da da görüldüğü gibi kaynak telinin çapı, gerecin kalınlığına hemen hemen eşit değerdedir. Eğer ek telinin

çapı çok büyük olursa kullanılan alev, teli zamanında ergit-  
mekte güçlük çeker ve kaynağın oluşması mümkün olmaz. Tel  
çapının küçük olması durumunda ise tel kaynak alanındaki  
ısının emilmesini (absorbe edilmesini) sağlayacak kütlede  
olamayacağından, kaynak yeri delinerek yanar.

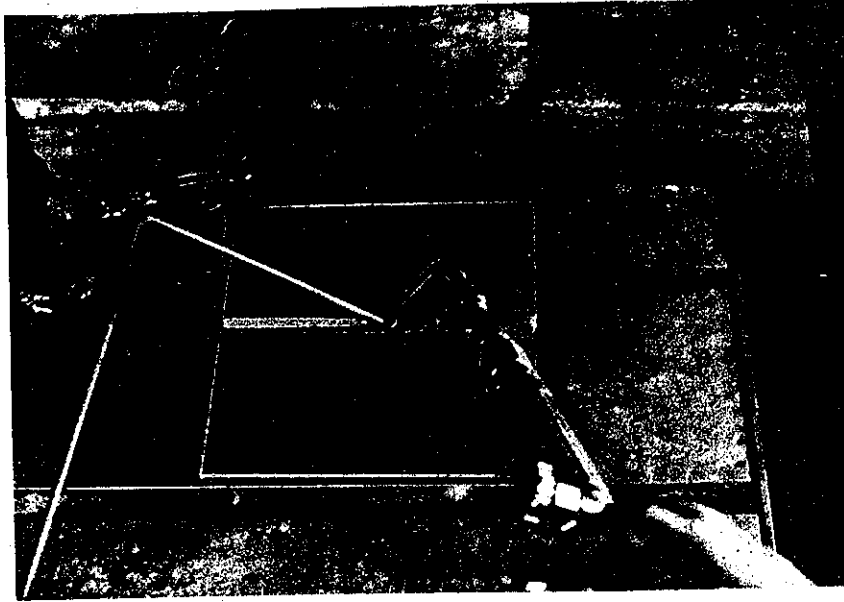


Şekil: 1-8 Oksi-asetilen kaynağının Sağdan Sola (Üstte),  
Soldan Sağa (Altta) yapılışı görülmektedir.



Şekil: 1-9 Kaynak sırasında üflecin tutuluşu ve hare-  
keti.

Ergiyik banyosu, kaynak boyunca üfleç tarafından taşı-  
narak, ekteli banyo içersine sokulup, geri çekilerek dikiş  
oluşturulur. Ne zaman, tel ısıdan çok fazla etkilenmiyor-  
sa, alev dış zarfının içerisinde tutulmasında yarar var-  
dır.



Şekil: 1-10 Kaynak telinin tutuluşu.

#### OKSi-FUEL GAZ KAYNAĞI

Bu gaz türü Dow Chemical Company şirketi tarafından geliştirildi. Füel gaz alevi alçak ısı oluşturduğundan kaynakçılık kısımları olan sertlehim, kesme, alevle sertleştirme, yüzeylerin metal kaplaması gibi işlemlerinde kullanılırlar. Füel gazın esası metil, asetilen-propan gazlarının asetile- ne çok yakın olması ve birçok fiziki özelliklerinin uyması nedeni ile kaynakçılıkta kullanılma olanakları vardır. Ancak asetilen bu gazlara göre daha alçak sıcaklıkta alev alır ve ısı kalorisi daha fazladır. Bu gazın molekül yapısı asetilen ve propan gazlarına çok benzemektedir.

Asetilen termodinamik olarak dayanıksız bir gazdır. Çünkü karbon atomlarının kimyasal bileşimi aralıktır. Bununla beraber çok yüksek alev sıcaklığı olması kaynak endüstrisinde kullanılma olanağı sağlar. Propan gazı dayanıklı olmasına rağmen Çizelge No: 2 de görüldüğü gibi alevi düşük

sıcaklığa sahiptir. Çizelge No:2 Alevin sıcaklığı ile beraber alev hızınıda içermektedir. Oksijen içerisinde olan bu kimyasal özellikler asetilenin bütün gazlara göre en yüksek değerde olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge No: 2 Füel Gazların Alevi ve Isısı

Gazlar	Maksimum alev Sıcaklığı	Maksimum Alev hızı
Asetilen	3087,2 C <sup>0</sup>	2,98 m/sn
Füel Gaz	2927,2 C <sup>0</sup>	2,4 m/sn
Propan	2526	1,67 m/sn

Ancak füel gazlar şok etkilerine göre hassas olmadıklarından hafif tüplerde depolanmaları ve nakledilmeleri mümkün olmaktadır. Asetilen ise güvenli olarak tüp içerisindeki gözenekli maddelerle asetona emdirilmek suretiyle doldurulmaktadır. Boş asetilen tüpü yaklaşık olarak 90 kg. gelirken Füel gaz tüpü 20 - 25 kğ. gelmektedir. Normal olarak dolu bir asetilen tüpü 100 - 110 kğ. dolu füel gaz tüpü ise 50 - 55 kğ. gelmektedir.

Füel gazın kendine özgü kokusundan, sızması ve kaçak yapması hemen anlaşılır. Bu sızma basınç farkının neticesi olarak çok azdır. Bu nedenle füel gaz kullanan üfleçlerin daha büyük hacimde gaz gelmesi için meme çapları normalden büyük olmalıdır. Aksi halde alev küçük ve tam yanma sağlanması güç olduğundan kaynak işlemi istenilen nitelikte olmaz. Bu durum yalnız alevin görünüşünden tam anlaşılabilir. Normal alevi, daha uzun iç koni oluşturur ki bu durumda füel gazın oksijene oranı 1/2 - 1/3 kadardır.

Füel gaz buharının havada ve oksijen içerisinde parlama limitleri asetilen ve aynı şekilde propan ile doğal gazla göre oldukça azdır. Çizelge : 3. Bundan dolayı 26 kg/cm<sup>2</sup>

basınca kadar güvenlikle kullanılır. Bu basınçta asetilen kullanılması ise oldukça tehlikelidir. Yine, Çizelge :3 de gazların enaz ve en yüksek parlama değerlerini vermekte olup bu oran gazın aynı zamanda güvenliğini göstermektedir.

Çizelge: 3. Endüstriyel Gazların Parlama Miktarları

Gaz	Havadaki % Miktarı	Oksijen içindeki %
Füel Gaz	3.4 den 10,8	2.5 dan 60
Asetilen	2.5 dan 80.0	3.0 den 93
Propan	2.3 den 9,5	2.4 den 57
Tabi Gaz	5.3 den 14.0	5.0 dan 59

Not: Dow Chemical şirketince

#### OKSİ-HİDROJEN KAYNAĞI

Oksi-hidrojen alevi iki hacim (H<sub>2</sub>) hidrojenin bir hacim (O<sub>2</sub>) ile yanmasından oluşur. Bu karışımla yanan alevin sıcaklığı çok az olduğundan genel olarak çok ince alüminyum ve alaşımları, kurşun, sert lehimleme işlemleri gibi alçak sıcaklık gerektiren kaynaklar yapılmaktadır.

Avadanlık olarak, özel hidrojen basınç düşürücüsü hariç, oksî-asetilen avadanlıklarının hemen hemen aynıdır.

Oksi-hidrojen alevinin karakteristiklerinden birisinde görünüm bakımından parlak olmamasıdır. Bunun içindir ki normal oksî-hidrojen alevini ayarlamak zorlaşmaktadır. Kaynağın oluşmasını oksitleme önlediği takdirde, hidrojenin az olduğu anlaşılır. Bu durumda düşürücü ayarlanarak daha fazla basınçta hidrojenin gelmesi sağlanır. Fazla hidrojen kaynak için zararlı olmayıp aksine havanın kaynak yerine girerek karbür oluşturmasını önler.

#### HAVA-ASETİLEN KAYNAĞI

Hava-asetilen alevi, asetilen hava karışımının yanmasından oluşur. Üflecin ayarlanması ve yakılması temel olarak

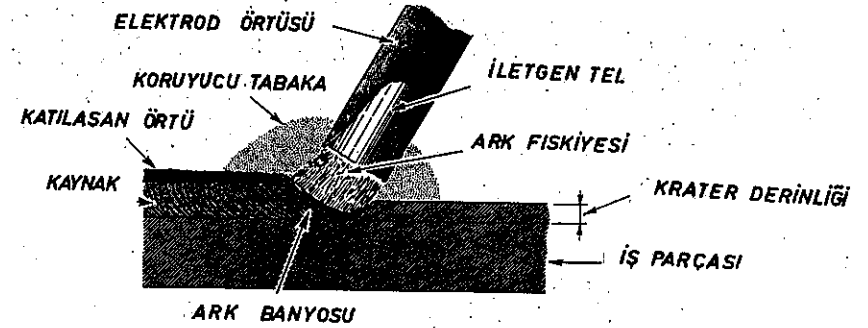
Bunzen ısıtıcısına benzemektedir. Alçak basınçtaki asetilen üflece hava ile üflenerek tam bir karışım meydana getirmektedir. Alev sıcaklığı olarak asetilen-hava alevi oksî-hidrojen alevinden daha düşük olduğundan, kaynakçılıkta kullanılma alanları çok sınırlıdır. Genel olarak, oksî-hava alevi çok ince metallere, yumuşak ve sert lehim yapılmasında kullanılır. En geniş olarak boru tesisat endüstrisinde lehimleme ve bakır boruların sert lehimlenmesi geçerlilik kazanmaktadır.

#### BİLGİ SORULARI

- 1- Üretim tekniğinde gaz kaynağı niçin az kullanılmaktadır ?
- 2- Asetilen, nasıl bir kimyasal reaksiyondan sonra elde edilir ?
- 3- Asetilen alevinin sıcaklığı diğer gaz alevlerine göre nasıldır ?
- 4- Kaynak alevinin, iç ve dış yapısı nasıl oluşur ?
- 5- Asetilen diğer gazlar gibi niçin basınç altında depolanmaz ?
- 6- Gaz tüplerinde neden güvenlik supabları bulunur ?
- 7- Genel olarak kaynak, niçin normal alevle yapılır ?
- 8- Tüplerin valfleri niçin düşürücüler takılmadan yavaşça açılır ?
- 9- Tüp valfleri niçin yavaş olarak açılmalıdır ?
- 10- Kaynakçılıkta hangi üflecin kullanılacağı nasıl saptanır ?
- 11- Kaynakçılıkta oksitlemeye etki eden faktörler nelerdir ?
- 12- Soldan sağa kaynağın, sağ kaynaktan farkı nedir ?
- 13- Hava-asetilen kaynağı nasıl sınırlandırılır ?
- 14- Oksî-hidrojen kaynağı nerelerde kullanılır ?
- 15- Oksî-hidrojen alevinde, niçin fazla hidrojen ayarlanır ?
- 16- Füel gazlar nedir, asetilen ile farkları nelerdir ?

## KORUYUCU METAL ARK KAYNAĞI

Koruyucu metal-ark kaynağı, bir jeneratör (veya ark akımı üretici) örtülü elektrod ile iş parçası arasında oluşan arkın ısısından dolayı ergimesidir. Arkta oluşan yüksek değerdeki sıcaklık elektrodun metal çubuğunu ve karşılığı olan metalin alanını eriterek karışımını sağlar. Ark enerjisi doğru veya dalgalı akımın beslediği elektrod ile iş parçası arasında meydana gelir. Metal elektrod elektrik akımını ileterek arkı oluşturur ve bu oluşan ark ile elektrod üzerindeki örtü gaz haline dönüşerek kaynak alanını havadan korur. Böylece, eriyerek iş parçasına eklenen elektrod kaynak dikişinin meydana gelmesini sağlar. Şekil: 2-1. Elektrod ile parça arasında ark meydana geldiği anda yüksek ısı etkisinden elektrodun ucu erir. Elektrodun eriyik kısmı ince kum taneleri biçiminde (fiskiye suyu gibi) kaynatılacak metalin üzerine akarak toplanır. Toplanan eriyik damlalar, üst üste ince plakalar biçiminde, birleşerek dikişi oluşturur. Eriyik halindeki örtü maddesi ise dikişin üstünde katılarak kabuk meydana getirir. Kabuk kaynak dikişini havanın oksitlenmesinden ve nitrürasyonundan koruyarak yavaş soğumasına yardım eder.



Şekil: 2-1 Kaynak sırasında örtülü elektrodun kesiti.

### *Kullanıldığı Yerler*

Koruyucu metal-ark kaynağı genellikle çelik ve alaşımları ile çelik olmıyan gereçlerin kaynatılmasında kullanılır. Metal üretim çeşitlerinde bu kaynak çok geniş kullanma olanaklarına sahiptir. Ark kaynağı geni yapım endüstrisinde, çelik ve metal konstrüksiyonunda, çelik çatı ve binaların çeşitli profillerle yapımında, köprü ve benzerlerinin imalinde geniş bir kullanma alanı vardır. Koruyucu ark-kaynağının tamir ve onarım işleri ile servis elamanlarının (lokomotif, tarım araç ve gereçleri, otomobil, makina) imalatı ve boru gibi araçların yapımında ayrı bir kullanma niteliği taşımaktadır.

Koruyucu metal-ark kaynağı genel olarak elle kaynakçı tarafından yapılmaktadır. Kaynakçı kaynatma tekniği ile kaynak ortamını hazırlıyarak elektrodu iş parçası üzerinde hareket ettirerek kaynağı yapar. Sınırlı bir değerde koruyucu metal-ark kaynağı özellikle üretim işlerinde otomatik olarak yapılır. Bu durumda otomatik kaynak elamanlarında elektrod bir taşıyıcıya monte edilerek iş üzerinde hareket ettirilir veya elektrod sabit kalarak iş parçası elektrodun altında hareket edilir. Kaynatma tekniği için gerekli olan otomatik ark akımı, ilerleme hızı, ile ark boyu otomatik olarak önceden ayarlanır.

### *Kaynak Avadanlıkları*

Temel olarak koruyucu metal-ark kaynağı için; güç kaynağı, elektrod tutucusu (pens), toprak bağlantısı ve diğer koruma araçlarıdır.

Güç kaynağı; koruyucu metal-ark kaynağının efektif olabilmesi için devamlı kaynak akımı üretecek makina tipi olmalıdır. Bu kaynak makinaları karaktersitik olarak volt ve amperi değiştirerek kaynak akımını üretir, ancak voltaj

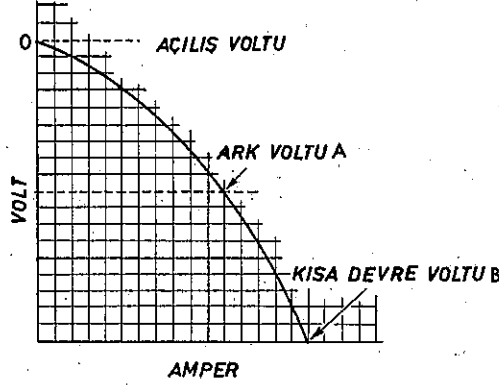
yükünün değişmesi ise çok az sınırlıdır.

Diğer elektririk araçlarında akım değerlerinin değişmesi gerekirken kaynak makinalarında ise bu değerlerin değişmesi daima istenen bir özelliktedir. Bu değerlerin en seri ve kolaylıkla değiştirmesi zorunludur. Bununla beraber elektrod ile ark oluştuğu anda kısa devre meydana gelir ve ani olarak volt düşerek amper yükselir ki bu elektririk olayın neticelerini belirleyecek şekilde makina konstrüksiyonu yapılmış olup tam güvenlidir. Benzerlik olarak, ergiyik damlaların ip şeklinde akışı da bazı kaynak konumlarında kısa devre ortamı meydana getirir. Bu nedenle makina kaynak süresince akımın belirli bir oranda kalmasını sağlayacak şekilde üretilmiş olması lâzımdır. Makinaların bu özelliğe sahip olarak yapılması ark sırasında meydana gelen sıçramaları da önlemiş olur.

Koruyucu metal-ark kaynağında makinanın çalışma voltu (makinanın boşa çalışması sırasında kaynak yapılmaksızın) ark voltuna göre daha yüksektir. Ark voltu, kaynak sırasında makinanın verdiği volttur. Makinanın açılış voltu 50 - 100 arasında olmasına rağmen kaynak voltu ise 18 - 36 arasındadır. Kaynak işlemi süresince ark voltu arkın yüksekliğine göre alçalıp yükselmektedir. Ark voltunun aynı düzeyde kalmasını iyi becerili bir kaynakçının bile, sağlaması çok zordur. Ancak voltun bu değişmesi makinanın ürettiği akımı fazla etkilememektedir. Voltun değişmesi ile paralel olarak da amperde değişmekte olup böylece makina devamlı olarak belirli bir kaynak akımı üretmektedir. Ark voltunun değişmesi kaynak akımının değişmesine de yol açar. Volt amper eğrisi makinanın çıkış voltunu göstermektedir. Bu eğri herhangi bir kaynak konumunda değişen, makinanın minimum ve maksimum, akımını vermektedir. Diyagramdan görüleceği gibi "0"



noktası voltun en yüksek olduğu makinanın çalışma voltudur. Şekil: 2-2. Ark oluşup, kaynak başlayınca volt "0" noktasından "A" noktasına düşmektedir. Eğer elektrod kısa devre akımı oluşturursa kaynak voltu, diyağrandaki "B" noktasına, düşmektedir.



Şekil: 2-2 Volt-ampere eğrisi açılış ve çalışma durumunu belirtir.

Akımın büyük değeri direkt olarak ergimeye etki eder. Akımın değeri büyüdükçe, elektrodun akıma dayanabilmesi için elektrod çapıda büyür. Akımın miktarı kaynatılacak herhangi bir gerecin kalınlığı ve kaynağın pozisyonu ile yakından ilgilidir. Akımın kontrolü ise bir disk veya kolla yapılarak ayarlanır. İlk ayarlama makinada yaklaşık olan akım değeridir. Ondan sonraki ayarlama kaynağın oluşumuna göre olacaktır. Böylece tam bir kaynak akımını elde etmek için makinada iki ayarlama yapılması zorunlu olur.

Jeneratör, Transformatör ve redresör olmak üzere üç tip kaynak üreticisi (makinası) vardır. Kaynak makinalarının kapasitesi ve yapım teknikleri üretecekleri akıma göre, 150 - 600 amper arasında, olmaktadır. Makinanın verdiği akımın genel olarak %60 ı kullanılmaktadır. Yani makina 10 dakika

çalışırsa, 6 dakikası tam olarak kaynak için elektrik üretimi yapmaktır. Herhangibir elle yapılan kaynak işlemindeki elektrik akımı diğer elektrik makinaları gibi sürekli akımı gerektirmez. Bazı elektrik aletlerinin çalışması ise duruncaya kadar olan zaman içerisinde belirli bir güç üretmektedir. Ark kaynak makinası ile bu durum kaynakçının elektrod değiştirmesi, için kaynak konumunu hazırlaması ve kaynak pozisyonunun değiştirilmesi sırasında makina boşa çalışmakta olup fazla güç harcamamaktadır. Ancak bu zamanlarda da makina üzerinde belirtilen oranda akım üretilmektedir. Böylece makina boşa çalışma sırasında şebeke akımı çekerek kaynak akımı üretmektedir. Bununla beraber yarı otomatik veya otomatik olmayan makinaların %60 oranında verimleri olabilirken, tam otomatik makinalarda bu verim %100 civarında olmaktadır.

Makinanın kapasitesi ve gücü yapılacak kaynağın durumuna ve çeşidine göre değişmektedir. Aşağıda sıralanan genel bilgi dizisi kaynak makinalarının seçiminde yararlı olacaktır. 150-200 amper- Hafif ve orta işlerin kaynakları içindir.

Fabrikasyon sisteminde tam randımanlı olarak devamlı kaynak yapma yeteneği mevcuttur. Hafif ve orta değerdeki üretim için çok yararlıdır.

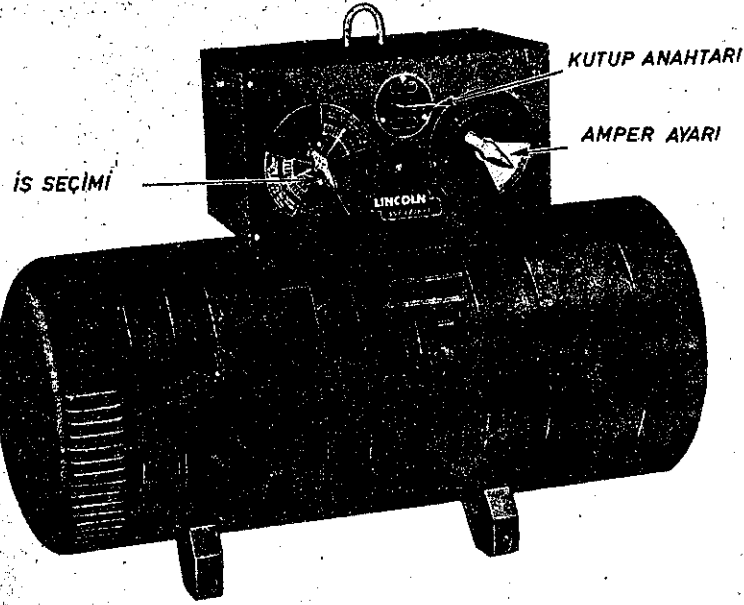
250-300 amper- Normal kaynak operasyonları için kullanılır.

Plânlı üretimlerde, tamir ve bakım işlerinde, takım yapımı, işlerinde ve genel bütün atelye kaynaklarında kullanılmaktadır.

400-600 amper- Büyük ve ağır işlerin kaynağı içindir. Özellikle konstrüksiyon işlerinde, ağır makina parçalarının fabrikasyonunda, boru ve tankların kaynatılmasında kullanılmaktadır.

Doğru akım üreten jeneratörler, elektrik motoru

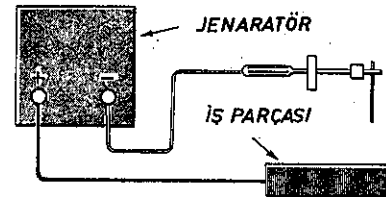
veya gaz motorları tarafından çalıştırılmaktadırlar. Şekil: 2-3. Jeneratörlerin karakteristiklerinden bir tanesi toprak ve pozitif kutuplarının değiştirilerek kaynak yapılması olmaktadır. Kutup akımının geçiş yönünü ifade etmektedir. Normal kaynak düzeninde elektrod negatif, iş parçası ise pozitif kutupta olup elektronlar elektrod dan iş parçasına doğru (kayarlar) akarlar. Şekil: 2-4. Elektrod pozitif kutup, iş parçası negatif olduğunda elektronlar bu defa iş parçasından elektroda doğru akmaktadır. Kutupların değiştirilmesi işlemi makina üzerinde bulunan bir anahtar ile yapılmaktadır.



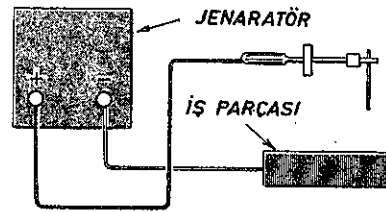
Şekil: 2-3 Genel olarak kaynaklar jeneratörlerle yapılır.

Kutuplar direkt olarak ısı ile yakından ilgilidir. Isının toplama yeri kutupların değişme yerine bağlı olup genellikle iş parçasında toplanmaktadır. Kutupların değiştirilmesi büyük ısı kütlelerinin nerede bulunması gerekliliğini

göstermektedir. Isının daha fazla iş parçasında toplanmasının nedeni ise, iş kütlelerinin büyüklüğü ve kütlelerinin fazlalığından dolayı kaynak yerinin ergimesinin elektroda göre daha geç olmasındandır. Bununla beraber iş parçasında fazla miktardaki ergiyik kütle oluştuğundan elektrodun daha sıcak olur. Böylece negatif kutup daha çok efektif durumdadır. Diğer taraftan, tavan (başüstü) kaynağında ergiyik metalin çok çabuk donması ve ergiyik kütlelerinin kaynak alanında tutulması zorunlu olmaktadır. Negatif kutubun iş parçasına verilmesi halinde daha az ısı oluşur. Bunun yanında dolgu metali (elektrod) daha büyük elektrik gücünü, kaynak konumuna bağlı olmaksızın, üzerinde taşır. Diğer durumlarda, dökümün tamir kaynağında olduğu gibi, iş parçasının mümkün olduğu kadar soğuk tutulması zorunludur. Negatif kutubun iş parçasında olduğu zaman ısı kütlelerinin fazlası elektrod da, az kısmı ise iş parçasında meydana gelir. Bunun neticesi olarak kaynatılan gereç fazla sıcaklığın etkisinde kalmayarak, elektrod ergiyik maddesi yeterli hızla kaynak alanına akar.



NEGATİF KUTUP



POZİTİF KUTUP

Şekil: 2-4 Doğru akımlı Makinelerle kaynak pozitif veya negatif kutuplara yapılır.

### Transformotor

Ark kaynağı için gerekli olan voltu düşürerek, kendisine gelen direkt şebeke akımını uygun değişim ortamı içerisinde dalgalı akıma çeviren kaynak makineleridir. Şekil:2-5.

Şekil:2-5 Dalgalı akım üreten transformotor.



Makina içerisindeki transformotor şebekesinde birinci ve ikinci devre (primer ve sekonder) sargıları bulunmakta olup verdiği akım dalgalıdır. Bu sargılar içerisinde bulunan reosta, akımın çıkış miktarını ayarlamaktadır. Birinci devre (Primer) sargı akımı direkt şehir şebekesinden alarak manyetik alan meydana getirir. Manyetik alandaki kuvvetin yönü ve şiddeti de sargının durumuna göre değişmektedir. İkinci devre (sekonder) sargı akımı elektrik kaynağından almaksızın bu manyetik alandan etkilenen transformotor yüksek oranda kaynak akımı meydana getirir.

Bazı transformotorlar yedek ark anahtarı ile donatılarak, elektrodla arkın başlatılmasını kolaylaştırmaktadır. Ark oluşuktan sonra akım otomatik olarak dönüş yaparak iş üzerinde kütleli hacimde toplanır. Makinada bulunan yedek

ark anahtarını ayarlamak suretiyle ince ve kalın parçaların kaynağına göre çok çabuk ark oluşumu gerçekleştirilir.

Alternatif akımlı makinelerin avantajlarından birisi ise, doğru akım makinelerinde bulunan, ark üfleme ortamının bulunmamasıdır. Ark üfleme ortamına geldiği kaynak ortamı ise, köşe kaynakları, kalın gereçlerin kaynağı ile büyük çaplı örtülü elektrodun kullanıldığı yerlerdir. Doğru akım elektrodun akışı halinde, kaynatılan gereç ve toprak bağlantısı manyetik alan oluşturarak arkın kaynak yerinden başka bir yöne doğru üflenmesini sağlar. Bu üfleme kaynak yönünde veya ters yönde oluşunca fazla sıçrama yaparak dikişin kaynak yerine tesiri azalır. Bu kaynak olayı ark alanında koruma boşluğu oluşturur ki, boşluk hava ile dolunca dikiş gözenekli olur. Arkın döndürülmesi ile manyetik alanın etkisinden kurtulması mümkündür. Manyetik oluşumun en büyük değerinde arkın bir kenarında bulunması halinde, toplanan büyük güçteki akım üfleme önleyebilir. Ark üfleme, toprak bağlantı yerinin değişmesi ile, toprak (negatif) kuttan uzakta kaynak yapmakla ve kaynak masasındaki kaynatılan işin konumunu değiştirmekle düzeltilebilir. Bu işlemler sıra ile denenerek hangisi ile netice alındığı belirlenmelidir.

### Redresörler.

Redresörler kendi içerisinde bulunan doğrultucularla alternatif akımın doğru akıma çevrilmesini sağlayan makinelerdir. Bazı modelleri kaynak voltunu seçim olarak yaparlar. Bu volt değişimi kaynak redresörlerinin kullanma ve çeşitlerine göre değişmektedirler. Örnek olarak koruyucu Metal Ark ve tozaltı kaynak redresörleri bir özellikte toplandıkları halde Tungsten ve Metal ark (TIG ve MIG) kaynak redresörlerinde volt değişimi farklılık gösterir.

Koruyucu metal-ark kaynak redresörleri genel olarak belirli bir akım ürettiklerinden kaynak akımından ark boyunca göre çok az değişme (inip çıkma) olmaktadır. Diğer tip kaynak redresörleri kullanılmaya yerlerine göre otomatik veya yarı otomatik koruyucu gaz kaynağı ünitesi olarak sınıflandırılır. Bu durumda akım potansiyelinin sabit kalması zorunludur. Çünkü sürekli ve aynı hızla beslenen tel elektrod, kaynak süresince belirli hacimde ergiyük kütlelerinin ek yerine akarak katılaşmasını gerçekleştirir. Bu konuda daha geniş bilgi bölüm:IV de verilmektedir.

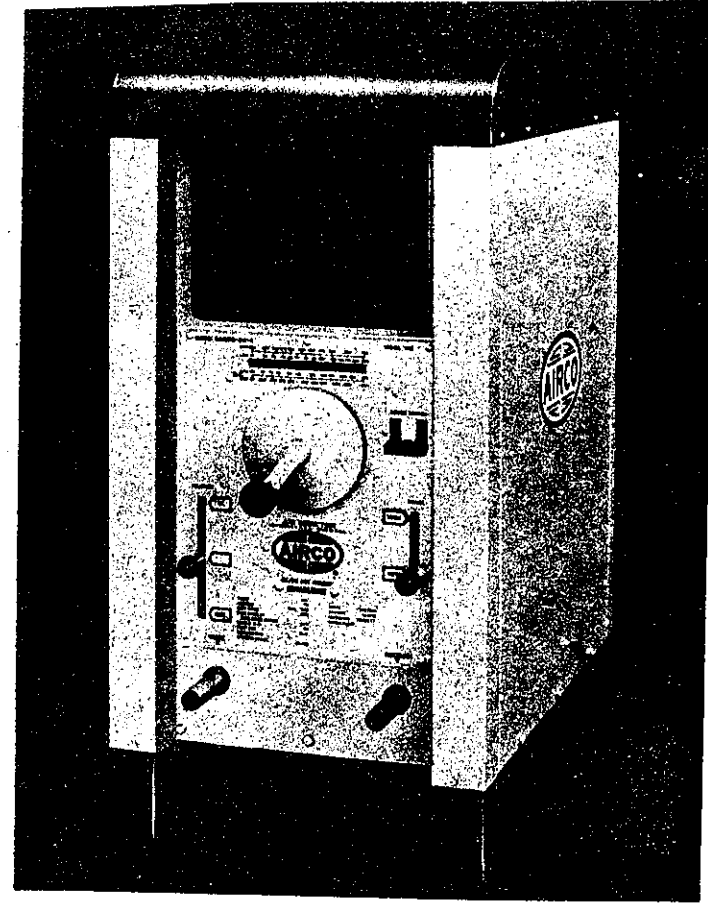
Redresörler yalnız doğru akım verdiklerinden, doğru ve dalgalı kaynak akımlı üreteçlerden de yararlanılır. Bu durumda dalgalı (alternatif) akımda doğru akıma çevrilmektedir. Şekil:2-6 da komple bir redresör görülmektedir. Bu makina bir redresör tipi olup, makina üzerine konan bir anahtar sistemi ile, doğru veya dalgalı kaynak akımı almak mümkün olmaktadır. Yani makina hem redresör hemde transformator olarak kullanılmaktadır.

Redresörlü kaynak makinelerinde akım düzenleyen metaller ise selen ve silikondur. Her iki madde çok iyi netice vermekte olup silikon kaynak sırasında yüksek akıma karşı yeterli dayanıklılığa sahiptir.

#### *Elektrod Pensi (Tutucu).*

Pens, elektrod tutmak için kullanılmakla beraber, elektrodun dikiş üzerinde kaynak boyunca hareketine rehberlik eder. Şekil:2-7 de görülen pensler elektrodu, sıkıca tutacak şekilde yapılmış olup, hafiftir. Elektrodun pense takılıp çıkarılması kolay ve izole edilmiştir. Sürekli kaynak yapma işlemlerinde dayanıklılığından herhangi bir şey kaybetmemektedir. Penslerin bazıları tüm olarak yalıtkan yapıldığı halde, bazılarının sadece tutamakları izole edilmiştir. Uç kısımları

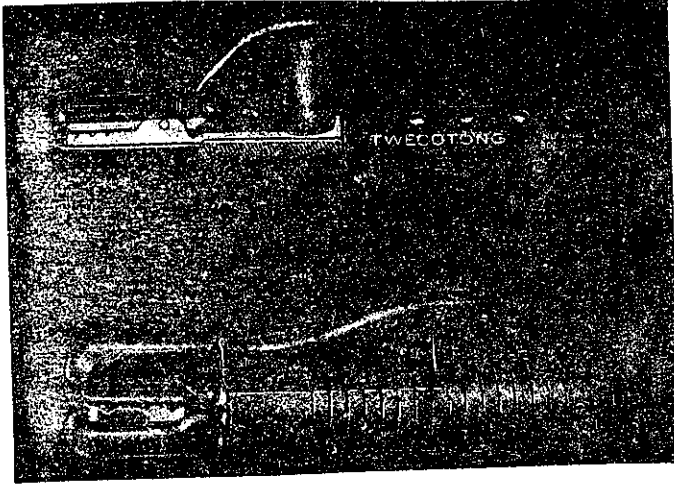
izolesiz olan pensler, kaynak makinelerini çalıştığı sırada, kaynak masasının üzerine konmamalıdır. Konulursa ark yaparak pensin özelliği bozularak yıpranır.



Şekil:2-6 Doğru ve dalgalı akım karması olan redresör.

Pensler kabloları çok sıkı olarak bağlanmalıdır. Bağlantı yerlerindeki gevşeklik, akım geçişine direnç gösterdiğinden, kablo bağlantı yeri çok ısınır. Kablonun çapı pens içerisindeki silindirik yuvaya tam olarak oturmalıdır. Kablolar, kaynak için özel yapılmış olmaları gerekir. Boy uzunluklarının ekli olması makinanın verdiği kaynak akımını

azaltır. Ek yerlerindeki bağlantı gereçleri kablo ile aynı dirençte olmaları bunun nedenidir. Eğer makina bazı konumlarda yeniden ayarlanarak fazla akım vermesi gerekirse ekli kablolar buna dayanamıyarak ısınırlar. Böylece kaynak için ayarlanan akım istenilen değerde elektroda gelmeden kablolar da eksilir. Böylece ek yerlerinde herhangi bir geçiş boşluğu olmamalıdır.



Şekil:2-7 En çok kullanılan iyi yalıtılmış iki tür pens.

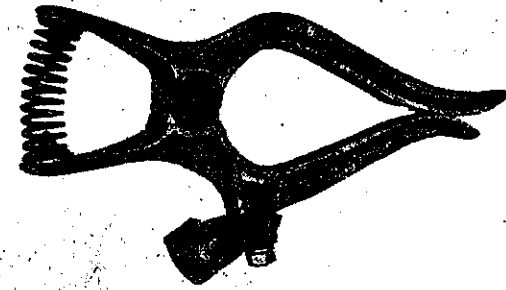
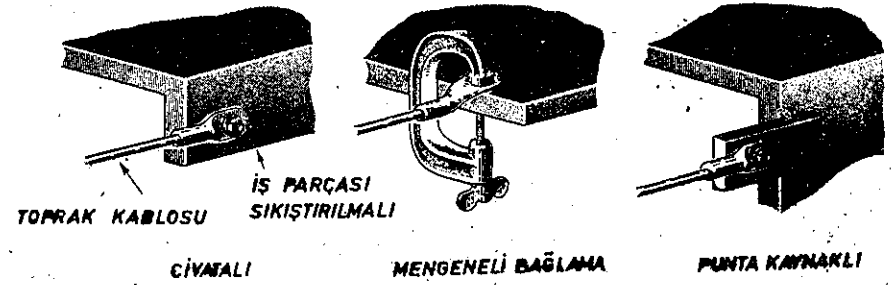
Birinci devre kablosu kaynak makinası ile direkt irtibatlı olup elektrik enerjisi için yeterli dayanımdadır. Kabulunun boyu, makinayı yapan firma tarafından kesinlikle belirtilmesi zorunludur. Bu uzunluk makinanın verdiği voltu düşürmeden tam randımanla kullanılmasını sağlamalıdır. Kablo boyu arttıkça daha fazla kaynak voltu gereklidir. Volt fazlalığı makina tarafından sağlanamayınca, kaynak akımının bu durumu dikiş üzerinde ciddi ve zararlı oluşumlara yol açar.

#### Toprak Bağlantısı (Toprak Mengenesi)

Herhangi bir elektrik kaynak makinası için toprak bağlantısı çok önemlidir. Özel toprak bağlantısı olmayınca

akımın tam olarak geçişi-güç olur. Böylece akım geçişi sırasında, ek yerinde ısınma oluşmaktadır.

İyi bir toprak bağlantısı birkaç yolla yapılabilir. Toprak bağlantısı kaynak masasına "C" şeklindeki bir kazanıcı mungenesi ile bağlanması en uygun olanıdır. Özel toprak bağlantı pabucu, civata veya masaya kaynatılmış bir parçaya vidalanarak kaynak masasına bağlanır. Şekil:2-8.



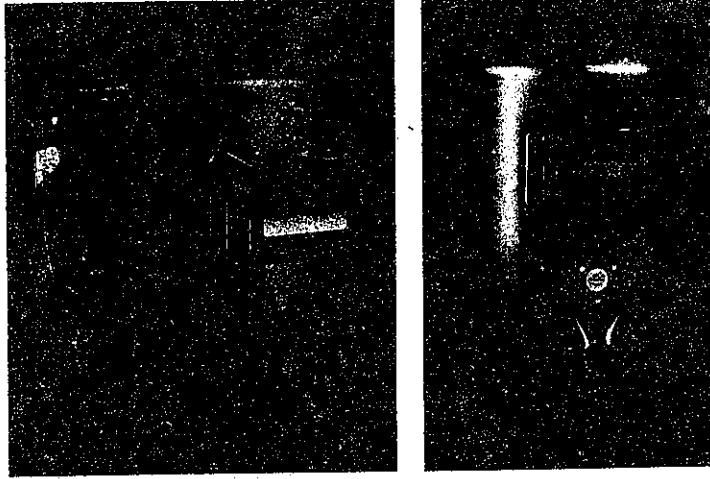
YAYLI BAĞLANTI

Şekil:2-8 Kaynak işlemi için iyi toprak bağlantıların örnekleri.

#### Koruma Araçları

En uygun koruma maske ve eldiven ark kaynağı için zorunludur. Şekil:2-9 da maskeler görülmektedir. Elektrik arkı çok parlak ışık üretir ki bu parlak ışık görünmeyen

ultraviyole ve infraruj ışınları yayar. Görürmiyen bu ışınlar gözler ve cilt için çok tehlikelidir. Kaynak arkına hiçbir zaman maskesiz olarak 15 m. den daha kısa mesafeden bakılmamalıdır.



Şekil:2-9 Ark kaynağında kullanılan maskeler.

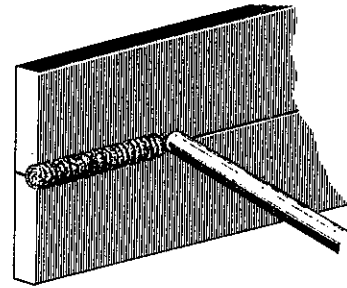
Infraruj ve Ultraviyole ışınlarının etkilerini ve parlaklığını azaltmak amacı ile özel olarak yapılmış koyu renkli maske camları kullanılır. Aynı şekilde ellerin korunması için kullanılan eldivenlerde ışınları absorbe etmelidirler. Maske camları, yapılan kaynağın özelliğine göre değişik renk koyuluğu ve ölçülerde kullanılmaktadır. Genel olarak kullanılan cam geçirgenlikleri ve karşılığı kaynak türleri diğer sayfada gösterilmektedir.

#### Kaynatma Tekniği

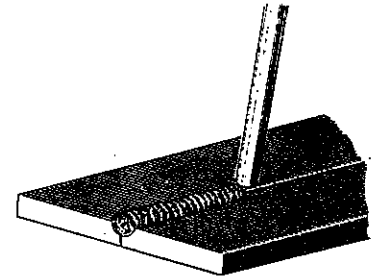
Koruyucu metal-ark kaynağı; düz, yan (yataya paralel), dik, tavan (başüstü) olmak üzere dört değişik konumlarda yapılmaktadır. Şekil:2-10. Genel olarak yorumlanacak olursa

düz konumdaki kaynak tekniğinin uygulanması kaynakçıyı daha az yorduğu gibi, daha hızlı kaynak yapma ve dikişin geçrece daha iyi işlemesini sağlar.

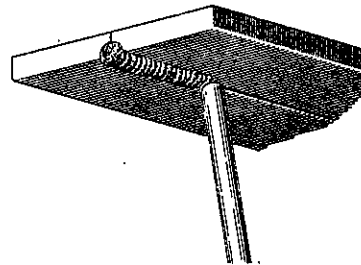
Cam Koyuluk Derecesi		Kullanıldığı Kaynak
Derece	5	Hafif nokta kaynaklarında
Derece	6 ve 7	30 Ampere kadar olan kaynaklarda
Derece	8	30-75 amper arasında yapılan kaynaklarda,
Derece	10	75-200 amper arasında yapılan kaynaklar için,
Derece	12	200-400 amper arasında yapılan kaynaklar için,
Derece	14	400 amperin üzerinde yapılan kaynaklar için.



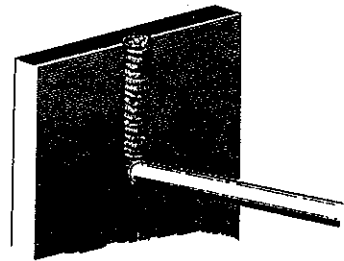
YAN



YATAY DÜZ



TAVAN (BAŞ ÜSTÜ)



DÜŞEY

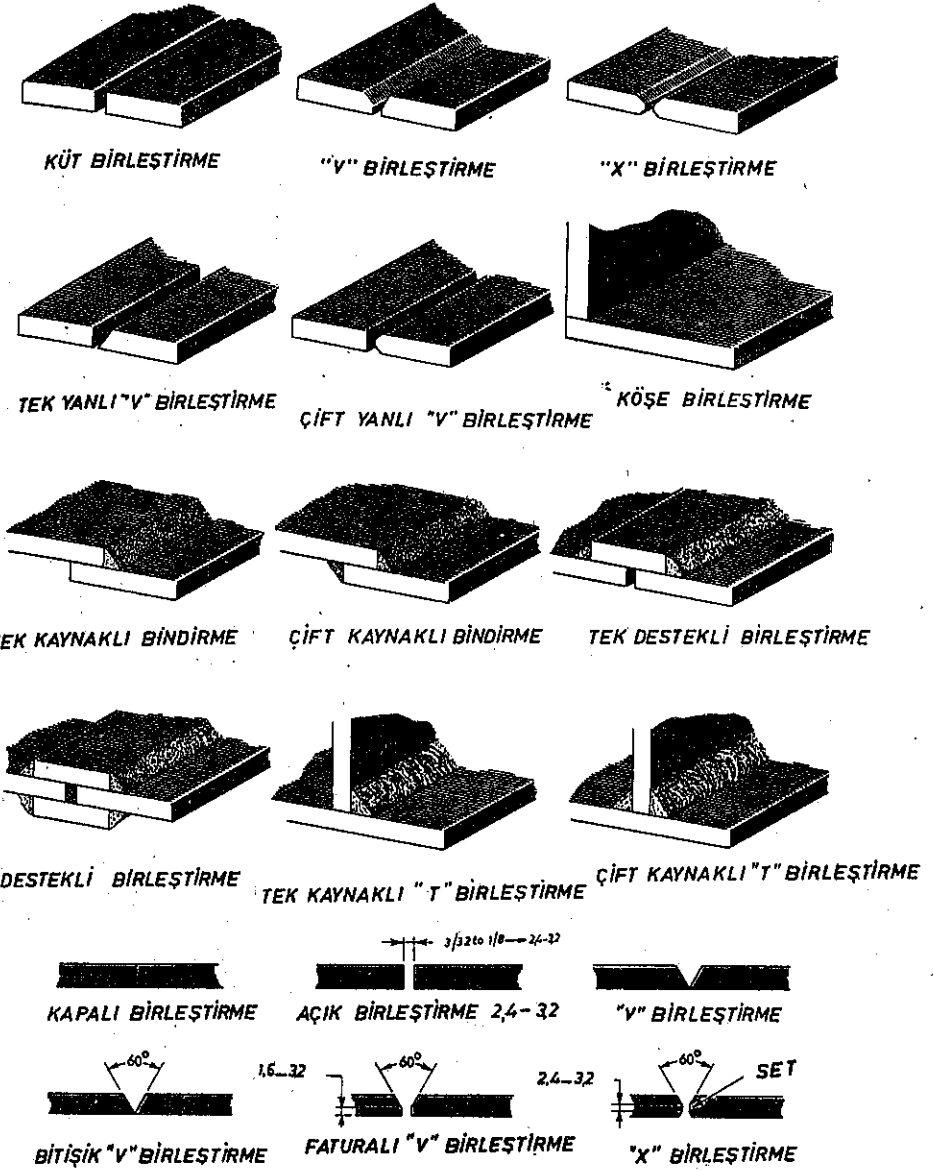
Şekil:2-10 Dört temel kaynak konumu

## Birleşme Şekilleri

Şekil:2-11 de basit olarak çizilmiş metallerin birleşme şekilleri geniş şekilde anlatılmaktadır. Detaylı birleşme türleri Bölüm:8 de yapılmıştır. Şekil:2-11 deki düz birleşme açık ve kapalı olmak üzere iki şekilde gösterilmiştir. Kapalı birleştirmede kenarlar birbiri ile temas etmektedir. Kalınlıkları 3-4.5 mm. den fazla olmayan gereçlerin kaynatılması bu birleşme tekniği ile mümkündür. Daha kalın gereçlerin bu yöntemle kaynatılması zordur, ancak büyük çaplı elektrod ile gereği kadar yüksek amper ayarlaması zorunluluğu vardır. Açık birleştirme kaynağında, kenarlar birbirinde uygun şekilde uzak olup iyi bir kaynak işlemesini sağlarlar. Birleşmenin altına çok kere çelik veya bakır saç parçalar ile ateş tuğlası koymak suretiyle alt kenarların yanması önlenir. Kaynatılan gereç kalınlığı 3-7.5 mm. fazla olunca, daha iyi kaynak işlemesi elde etmek için, kenarlar pahlandırılır. Kaynatılacak gereçlerin kalınlığına göre kaynak ağzı ya bir kenara veya her iki kenara da açılır. Kaynak ağzı açısı genellikle  $30^{\circ}$  dir.

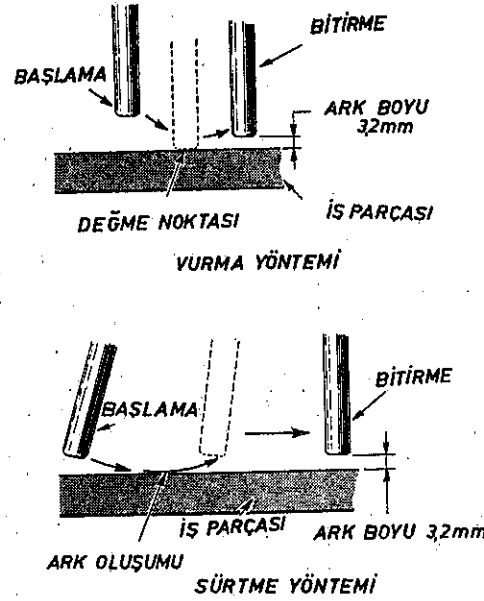
### Arkın Başlatılması

Elektrodla iş parçası üzerinde ark, sürtmek veya vurmak suretiyle başlatılır. Şekil:2-12 de arkın başlatılma türleri görülmektedir. Kaynak alanında ark oluşur oluşmaz en kısa zamanda elektrod kendi çapı kadar parça yüzeyinden yükseltilir. Bu hareketin yapılması gecikince elektrod parçaya yapışır, zamanın uzaması durumunda ise elektrod ısınarak kızarır. Elektrod parçaya yapışınca hemen döndürerek veya bükerek iş parçasından ayırmalıdır. Bu hareketlerle elektrodun ayrılması mümkün olmazsa, elektrod pensten serbest bırakılmalıdır.



Şekil:2-11 Kaynakçılıkta kullanılan Birleşmeler

Şekil:2-12 Arkın başlatılmasında uygulanan iki yöntem.

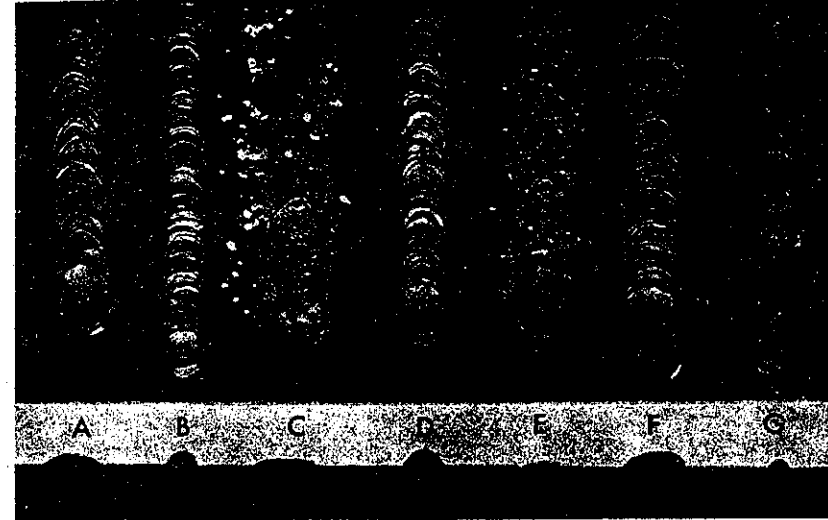


#### Akımın Ayarlanması

Ark akımının toplam değeri, gerçek konuda kaynatılacak gereçlerin kalınlığına bağlıdır. Kural olarak yüksek ve büyük çaplı elektrod düz kaynakta, dik kaynakta ve tavan (basüstü) kaynaktada kullanılmaktadır. Elektrod çapı kaynak pozisyonu ve kaynatılacak gereç kalınlığı ile çok yakından ilgilidir. Düz kaynaklarda en çok kullanılan maksimum elektrod çapları  $\varnothing 8 - 10$  mm. dir. Dik ve tavan kaynağında kullanılan maksimum elektrod çapı ise  $\varnothing 5$  mm. dir.

Elektrod yapan firmalar genel olarak amperin değerini değişen elektrod çapına göre düzenlerler. Buna rağmen kaynak operasyonunun durumuna göre kaynak yapan kimse tarafından ayarlanması bazı hallerde zorunlu olur. Örneğin, belirli bir elektrod için firması tarafından 90-100 amper değerleri verilmiş ise, kaynakçı tarafından tercih ve kullanma yeteneği bakımından bu iki sınırın ortası kabul edilir. Kaynağa başladıktan sonra son ayarlama amperin yükseltilmesi veya azaltılması ile yapılır.

Eğer amper çok yüksek olursa elektrod çok hızlı ergir ve ergiyik krateri (banyosu) çok büyük ve anormal bir şekilde oluşur. Amperin az olması halinde ise kaynatılacak gereci tam ergitecek yeterli ısı olmadığından kaynak çok küçük oluşur. Bunun neticesi, kaynak az işlemiş bir dikiş olup, şekil ve ergiyik kütlelerinin soğuyunca meydana getirdikleri dizi şekilde hiçbir zaman normal bir dikiş görünümünde olmaz. Şekil:2-13 de değişik akım ayarları ve elektrod hızlarında yapılan kaynak türleri görülmektedir. Yüksek kaynak akımı dikişin kenarlarında oyuk meydana getirerek bu kanal dikiş boyunca bulunmasına neden olur. Akım az değerde ayarlanırsa, elektroddan düşen ergiyik damlaları gereçte tam bir birleşme yapılmıyarak yüzeyel olarak dikiş oluşumu meydana getirirki buda dikişin gerece tam olarak işlememesi demektir. Kaynağın yüzeyde kalması

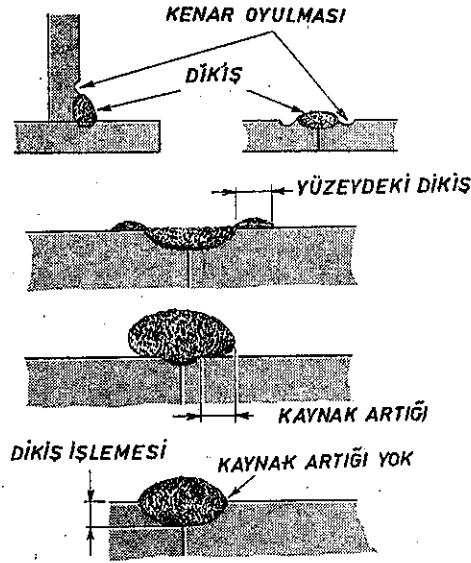


A - AKIM VOLT VE HIZ NORMAL  
B - AKIM ÇOK AZ  
C - AKIM ÇOK FAZLA  
D - VOLT ÇOK AZ  
E - VOLT ÇOK YÜKSEK  
F - KAYNAK HIZI ÇOK YAVAS  
G - KAYNAK HIZI ÇOK FAZLA

Şekil:2-13 Çeşitli akım ve hızda yapılmış kaynaklar.



veya birleşmenin alt kısmını yakacak şekilde yapılması dikişin zayıf yapılmasına etki etmektedir. Şekil:2-14 de değişik akım değerleri ile yapılmış kaynak türleri görülmektedir.



Şekil:2-14 Kaynak işleminde dikiş işlememesi ve kenar yemmesi önlenmelidir.

#### Ark Boyu

Eğer ark boyu uzun olursa, elektrod ucundan dökülen ergiyik damlaları birleşerek daha büyük ve bu büyük kütleler birleşmenin bir tarafından diğer tarafına kayarlar. Böylece dikiş çok sıçramalı, geniş ve anormal bir şekilde oluşarak gereç ile ergiyik arasında tam bir metalurjik uyum sağlayamaz. Ark çok kısa olursa kaynatılan gerecin ergimesini sağlayacak ısıyı meydana gelmesi mümkün olmaz. Aynı zamanda elektrod kısa sürelerde de olsa yapışkan duruma gelerek aralıklı dikiş yapımı oluşur.

Ark boyu kullanılan elektrodun cinsine ve yapılacak kaynağın türüne göre değişmektedir. Örneğin küçük çaplı elektrodalarda, büyük çaplılara göre, daha kısa ark gereklidir. Genel olarak ark boyu yaklaşık değerlerde elektrodun çapına eşit olmalıdır. Dik ve tavan (başüstü) kaynaklarda, düz kaynağa göre daha kısa ark kullanılır. Nedeni ise, kısa arkla

ergiyik banyosunun kontrolü daha kolay olmaktadır.

Kısa ark kullanılmakla kaynak yerinde oluşabilecek havanın kötü etkileride giderilmiş olacaktır. Uzun ark kullanıldığında ergiyik arasına giren hava dikişin oksitlenmesine ve nitrürlenmesine neden olur. Ark boyunun çok daha uzun olması ise, ince kum tanecikleri şeklinde kaynatılan gereç üzerine akan ergiyik tam bir kaynak dikişi meydana getiremez. Bu kaynak daha çok çapaklı ve sıçramalı olur. Kaynak akımı, elektrod seçimi ve akım kutbu normal olarak ayarlandığında, kısa ark boyu çıtırtılı bir ses çıkarır. Uzun ark ise hışırtılı ve kesif buhar halinde duman çıkarır.

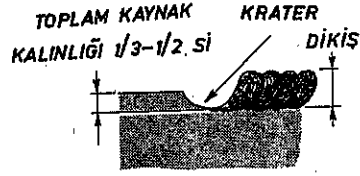
#### İlerleme Hızı

İlerleme hızı, elektrodun kaynak dikişi boyunca elektrodun karakterine göre değişmektedir. Maksimum kaynatma hızı, kaynakçının becerisine, kaynatma konumuna, elektrodun cinsine, dikişin kaynatılan gereçlere işlemesine göre değişmektedir. Eğer ilerleme hızı normalin üstünde olursa, ergiyik banyosu (krateri) yeterli uzunlukta olmayarak kaynağın belirli olarak değişik şekilde oluşmasına yardım eder. Kaynak dikişi çok dar ve dalgalı şekilde belirlenir. Kaynatma hızı yavaş olması halinde ise ergiyik metal üst üste yığılarak, kaynak dikişinin fazla yüksek ve geniş olmasını sağlar. Birçok durumlarda kaynak hızının minimum değerde tutulması, fazla hıza göre yapılan dikişte uygun bir yüzey görünümü meydana getirir. Şekil:2-13 de dikişler kesitleri ile beraber görülmektedir.

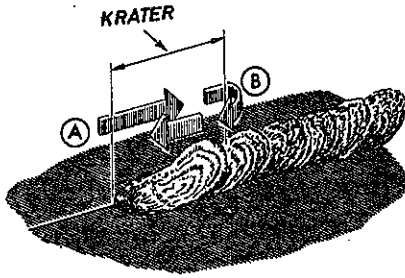
#### Krater Oluşumu

Elektrodun kaynatılan gereç ile kontak yaması halinde oluşan ark ısı ve üfleme etkisinden krater denilen bir boşluk meydana gelir. Krater (veya boşluğun) ölçüsü ve

derinliği genel olarak kaynağın gerece işlemesi ile ilişkilidir. Kullanılan elektrod çapına göre krater derinliği kaynak dikişinin toplam kalınlığının 1/3 ü ile 1/2 si arasında değişmektedir. Şekil:2-15 de kraterin oluşunu ve dikişlerin konumu ölçmeleri ile gösterilmektedir.



Şekil:2-15 Kaynak ile tam bir işlem ve birleşme gök önemlidir.



Şekil:2-16 Kraterin Doldurulmasında zel yöntem Uygulanmalıdır.

İyi bir kaynak dikişi elde etmek için, elektrodun akan ergiyik kütlesi kaynatılan gerece tam olarak işlemelidir. Dikişin tam işleme değeri ise, kaynatılan gereçlerin birleşme yerleri yeteri kadar ısıtılarak (ergiyik haline getirilerek) ergiyik elektrodun bu bölgeye düzgünce akması ile olan birleşme oranının yksekliliğine bağlıdır. Bu oran yükseldikçe dikişin gerece işlemesinde, artar. Bununla beraber ark gök kısa olursa, ergiyik oluşturarak ısı yeterli alanı kapsamaz, ark gök uzun olursa ısının belirli bir yerde merkezlenmesi mümkün olmaz.

Her iki ark oluşumunda kraterin belirli ölülerde meydana gelmesi gktr. Anormal Őekildeki ark kraterinin doldurulması kaynak konstrüksiyonun dayanım düşüklüğü ve dikişin zayıf olarak meydana gelmesine yardım eder.

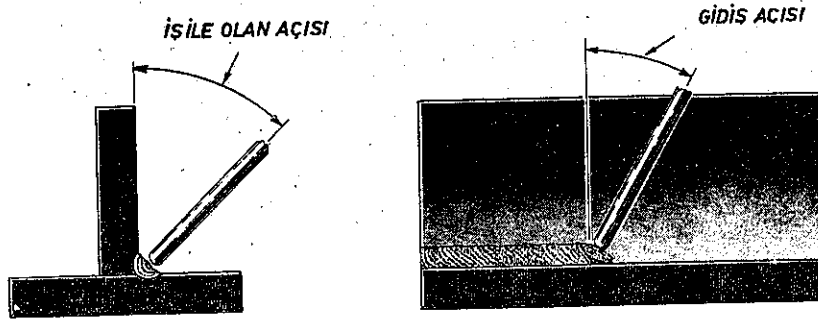
Arkin ilk başladığı zaman, elektrod ucunda gereç yüzeyine dökülen büyük ergiyik kütlesi birleşme yerinde ya gök işleme veya hiç kaynak işlemesi oluşturmaz. Bu olay kaynak başlangıcında olduğu kadar, dikişin herhangi bir yerinde, elektrod değişiminde de olduğu bir gerçektir. Kaynağın bu zayıf durumunu önlemek için, elektrodun dikişin bittiği yerin 10 - 13 mm arkasından, arkı tekrar başlatarak kaynak yapmalıdır. Şekil:2-16 da krater "A," ile "B," arasında olduğuna göre kaynağa "B," noktasının gerisinden başlanması gereklidir. Elektrod kaynağın sonuna yaklaştığında kraterin (boşluğun) doldurulması için özel bir dikkat gösterilmelidir. Bunun anlamı arkin belirli bir anda durdurulmasıdır. Arkin kesilerek kraterin doldurulması için iki yöntem (usul) uygulanmaktadır. Birinci yöntem, ark kısaltilarak, elektrod hemen kraterin dışına hareket etmelidir. Diğer kaynak yöntemi ise, elektrodu krateri dolduracak Şekilde uzaklıkta sabit tutarak, krater dolduktan sonra yavaşça kaynak bölgesinden çekilmesidir.

Kraterin gök sıcak duruma gelmesinde ve ergiyik metalin sürekli akışında elektrod, hızla kaldırılarak kenarlara hareket ettirilir veya kraterin önüne kaydırılır. Bu hareketi yapmakla kaynak ısısı azaltılarak, ergiyik banyosunun kısa sred katılaşmasına meydan verilir ve elektrodun ergiyik kütlesinin akışı başka yere aktarılır.

#### Elektrodun Konumu (Pozisyonu)

Elektrodun açısal durumu kaynağın kalitesine ve yapıliş tekniğine direkt etki etmektedir. Elektrod konumunun gök sık faktör olması halinde elektrodun ergiyik kütlesinin kaynatılan gereçle birleşme değeri de değişmektedir. Kaynağın gereç altına fazla geçmesi, dikişte hava boşluğu

veya curuf kalması gibi özürlerin önlenmesi mümkün olmaktadır. Elektrodun iki önemli açıları, eğim açısı ile çalışma (kaynak) açılarıdır. Eğim açısı elektrodun doğrusal hareketinde dikişin (krater yerinin) düşey eksenine ile olan açıdır. Çalışma (kaynak) açısı iş parçasının, kaynak konumuna göre, elektrodla arasındaki açıdır. Şekil: 2-17 de iç köşe kaynağındaki elektrod açıları görülmektedir. Şekil: 2-18 de ise bazı temel elektrod konumları düz (düşeye paralel) yan, dik, tavan (baş üstü) kaynakların yapımı görülmektedir.



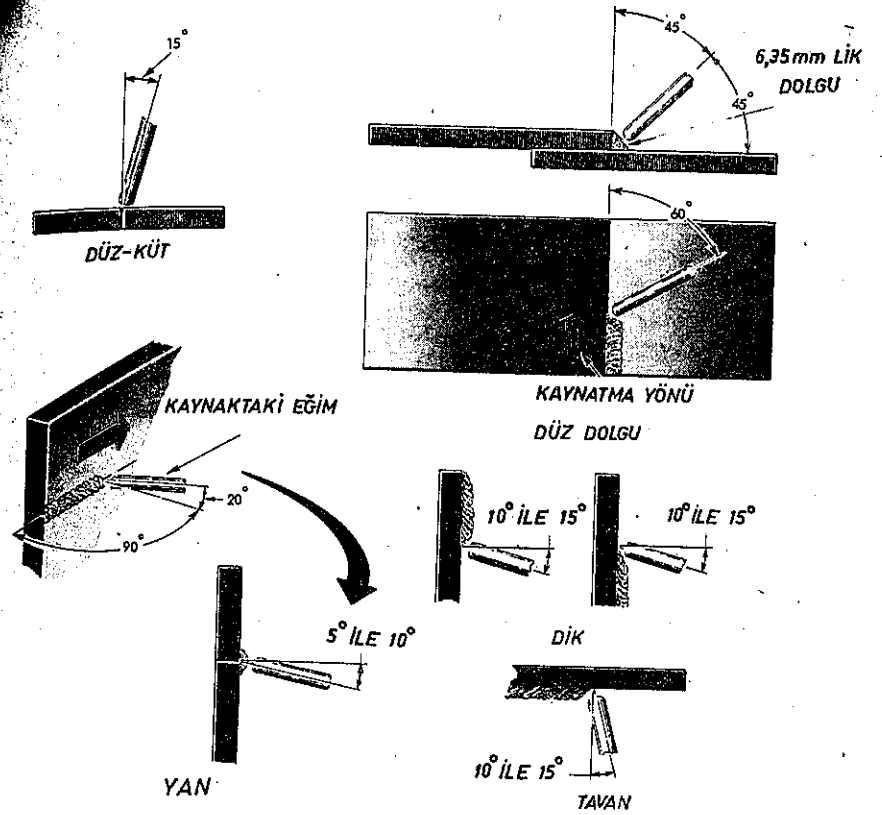
Şekil:2-17 Elektrod Uygun Konum ve Açıda tutulmalıdır.

#### Tek ve Çok Dikişli Kaynaklar

Gereçlerin birleştirilmesi bir dikişle mümkün olursa kaynak yapılır. Kalınlıkları ince olan gereçlerin tek dikiş çekilerek kaynatılması en uygun bir kaynak yöntemidir. Kalın gereçlerin ve daha dayanıklı birleştirme kaynaklarda, birbiri üstüne gelen, iki veya daha fazla dikiş yapılır. Bir sıradan fazla kaynak yapımında, bir önceki dikişin curuf ve artıkları çok iyi temizlenmesi zorunludur. Şekil:2-19.

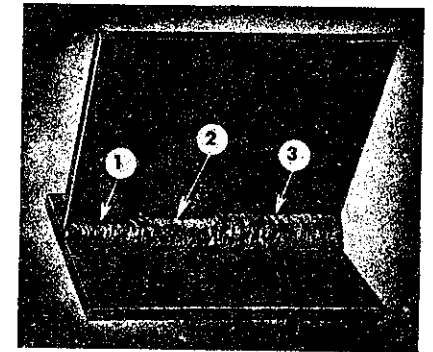
#### Elektrod Hareketleri

Elektrod hareketinin amacı dikişin genişliği ve hacminin artmasını sağlamaktadır. Geniş dikiş ve fazla miktardaki

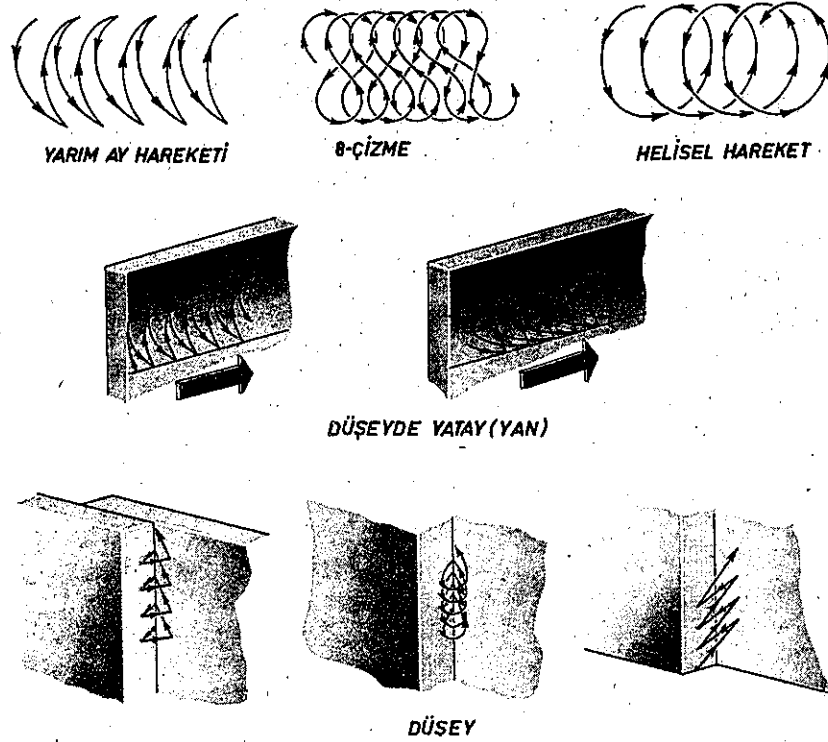


Şekil:2-18 Düz, Yan, Dik, Tavan (Başüstü) Kaynaklarda Elektrod tutuluş açıları.

Şekil:2-19 Çok pasolu köşe kaynağı. Üç dikişli.



ergiyik kütlesi dolgu kaynakları farklı kalınlıktaki gereçlerin birleştirme kaynağında gereklidir. Bu kaynaklar iki veya daha fazla kaynak pasosu ile yapılmaktadır. Şekil:2-20 de elektrod hareketlerinin türleri kaynak konumlarına göre görülmektedir. Bu modellerde yapılacak kaynak çeşitlerindeki dikiş genişliği temel olarak alınmaktadır.



Şekil:2-20 Koruyucu Metal Ark Kaynağındaki Elektrod Hareketleri.

#### Elektrod Seçimi

Koruyucu metal ark kaynağında elektrod seçimi, kaynağın kalitesi (mekaniksel özellikleri), kaynatma konumu (pozisyonu), gereçlerin birleşme şekli ve kaynatma hızı alınarak yapılır. Genel olarak elektrodlar beş esas (temel)

grupta tanımlanırlar; Az ve orta karbonlu çelikler, Yüksek karbonlu çelikler, dökme demir ve çelik olmıyan gereçlerin kaynatılmalarında.

Elektrod üreten firmalar bu üretimlerinde, değişik metallerin kaynatılması ve doğru akımlı makinelerin heriki kutbu ile alternatif akımlı makinelerde (transformatorlarda) elektrodların kullanılmasını ön plânda tutmaktadırlar. Birkaç çeşit elektrod doğru ve dalgalı akımda kullanılırlar. Bazı elektrod türleri yatay (düz) kaynak için çok uygundur. Diğer elektrod türlerinden bir kısmı dik ve tavan (başüstü) kaynaklar için özel olarak yapılmıştır. Bazıları herhangi bir kaynak pozisyonunda da kullanılabilir.

Örtülü elektrodların kalın örtülerin kimyasal bileşimleri, selüloz, titanyum dioksit, ferro-manganez, silis unu, kalsiyum karbonat ve diğer kimyasal maddelerden yapılmaktadır. Bu maddeler sodyum silikat ile beraberce karıştırılarak tek bir madde haline getirilerek elektrod öz çubuklarına sarılır ve fırınlarda kurutulur. Örtü içerisindeki bu maddelerden herbirinin kaynak işleminde ayrı bir etkisi vardır. Genel olarak bunların asıl amacı arkın kolaylıkla başlatılması, arkın devamını, kaynağın görünümünü ve daha iyi işlemlerini sağlayarak kaynağın çevresindeki havadan ergiyik metalin oksitlenmesini önlemektir. Ergiyik metal, kaynak banyosu haline gelince oksijen veya azot bu ergiyik içerisine kimyasal olarak çöker. Ark oluşup havada bir hacim işgal ettiğinde, ergiyik metalin elektrodan kaynatılan gerece geçtiği sırada, bu iki elementin etkisi ile oksitlenmektedir. Bu kimyasal olay kaynağın korozyona karşı mekaniksel ve dayanım bakımından direncini azaltır. Elektrod üzerindeki örtü, ergiyik transferindeki oksitlenmeyi önlemektedir. Elektrod ergiyik haline gelir gelmez dış örtü hemen

gaza dönüşerek, ergiyik akışını havanın etkisinden korur. Yoğun ve sıcak haldeki bu örtü gazı yoğunluk ve ısısından dolayı ergiyik ile atmosfer arasında bir kat meydana getirir. Ergiyen örtü ise yine yoğunluk farkından dolayı dikişin yüzeyinde katılarak kabuk (cüruf) meydana getirir. Bu cüruf dikişin yavaş soğuması yanında sağlamlığının artmasına yardımcı olur. Bazı örtüler demir tozuna sahip olup, bu madde elektrod ark oluşturmasındaki ısının etkisi ile üflenerek gelişe geçer. Elektrod örtüsündeki demir tozunun miktarı dikişin depozitini (kütlesini) artırır.

#### Elektrodların Tanımı

Elektrodlar genellikle imâl eden firmaların markalarını alırlar. Elektrodların firmalar tarafından yapılmalarının da tam bir değerlendirilmeleri Amerikan kaynak cemiyeti (AWS) ve Amerikan Metallerin Testi cemiyetleri (ASTM) tarafından yapılmıştır. Bu her iki cemiyet tarafından saptanan bütün elektrod karakteristikleri, elektrod yapan çeşitli firmalar veya fabrikalarca kabul edilir. Bu değerlendirmelerde elektrod tipleri bazı özel sembollerle ifade edilmektedir. Örneğin E-6010, E-7010, E-8010 (Türkiye'de TS 563: Evllo 332 T 12, TS 563. E IX/XIİK 445 B 26), sembolleri elektrodların karakteristiklerini belirtmektedir. Buradaki "E" ark kaynağında kullanılan elektrod kelimesinin baş harfidir. Örnekte verilen ilk iki rakam kaynak yeriminin  $6,25 \text{ cm}^2$  nin yaklaşık olarak minimum 453 kğ lık bir dayanıklılık göstermesidir. Örnek olarak 60 serisi olan bir elektrodun minimum çekme dayanımı  $60 \times 1000 = 60.000$  paund/1 inç<sup>2</sup>,  $60 \times 453 \text{ kğ} = 26180 \text{ kğ/inç}^2$  (veya  $4.188,8 \text{ kğ/cm}^2$ ). Örnekteki 3 cü rakam ise kaynak konumunu (pozisyonunu) belirtmektedir. Bunun için üç rakam kullanılmaktadır. Bu rakamlar 1,2 ve 3 olarak belirlenir. 1 (bir), Rakamlı elektrod

hertürlü pozisyonda kaynak yapma yeteneğine sahiptir. Elektrod da bulunan 2 rakamı ise o elektrod yatay (düz) konum ile yan (yataya paralel) kaynaklarında kullanılmaktadır.

Eğer elektrod üzerinde 3 sayısı bulunuyorsa bu elektrodlar yalnızca yatay (düz) kaynaklarda kullanılır. Örnekteki dördüncü rakam ise, kaynak kalitesi, akımın cinsi, dikişin derece işlemesi gibi özel karakteristikleri ifade etmektedir. Çizelge I de bu rakamın değişik bütün modelleri incelenmektedir.

Çizelge: I AWS ye göre Elektrodun Özelliği

SON RAKAM	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Akımın Cinsi	(a)	DA veya AA Değişik kutuplarda	DA veya AA	AA veya DA	AA veya DA	DA Negatif Kutup	AA veya DA Negatif Kutup	DA veya AA	AA veya DA Negatif Kutup
Örtü Çeşidi	(b)	Organik	* Rutil	* Rutil	* Rutil	Alçak Hidrojen	Alçak Hidrojen	Mineral	Alçak Hidrojen
Arkın Şekli	Oyucu	Oyucu	Orta	Yumuşak	Yumuşak	Orta	Orta	Yumuşak	Orta
Dikişin İşlemesi	(c)	Derin	Orta	hafif	hafif	orta	orta	Orta	orta
Örtüdeki Demir Tozu	0-810	Yok	0-810	0-810	30-50	Yok	Yok	850	830-50

Not: (a) E-6010 D A Negatif kutup, E-6020 AA veya D A

(b) E6010 organik, E-6020 Mineral

(c) E-6010 derin işleme, E-6020 normal işleme.

D A-Doğru akım.

A A-Alternatif (dalgalı) akım.

\* Rutil-Curufu sert titanyum dioksit karakterdedir.

Hemen hemen bütün elektrod üretimi yapan şirketler Amerikan kaynak cemiyetinin (AWS) normal standartlarını kullanmaktadırlar. Bu standartlara ek olarak bazı tür elektrodalarda renkle ayırım yapılmaktadır. Elektrodların renklendirme sistemi Milli Elektrik Şirketleri cemiyeti (NEMA) tarafından benimsenerek uygulanmaktadır.

#### *Elektrod Seçimi*

Kaynak amacı ile kullanılan elektrodun seçiminde birçok faktörler mevcuttur. Kaynak konumunun (pozisyonu) elektrod seçiminde özel bir yeri vardır.

Çizelge: II de genel olarak en çok kullanılan elektrodların kaynak konumları, kaynak akım cinsi ve kaynak sonucu, kaynatılan gereçlere göre açıklanmaktadır.

Bir kural olarak, kullanılan elektrodun çapı, kaynatılacak gerecin kalınlığından daha büyük olmamalı. (ince saçlar hariç) bazı kaynakçılar büyük çaplı elektrod seçerler çünkü, birleşme boyunca daha hızlı hareket ederek kaynak işleminin erken bitirilmesini isterler. Ancak bu çok özel bir beceri istemektedir.

Kaynak konumu ve birleştirme şekilleri elektrodun özellikleri ile çok yakından ilgilidir. Örneğin, kalın bir gerecin birleştirilmesinde kaynak ağızı açısı "V" açılmış ise kaynak ağızının kök dikişi (pasosu) küçük çaplı elektrod ile yapılır. Böylece birleşme yeri (kök kısmın) dar olduğundan küçük elektrodun hareket yeteneği daha fazla olur. İlk pasodan sonraki dikişler daha büyük çaplı elektrodlarla yapılır.

Dik ve tavan (başüstü) kaynaklar için Ø5.00 mm elektrodlar kullanılacak gereçlere göre en büyük çaptır. Kalın çaplı elektrod kullanıldığında ergiyik metalin kontrol

edilmesi çok zordur. Pratik olarak bir işin kaynatılmasında, kalın elektrodun kullanılması ekonomik bir görüştür. Aynı tür gereç kaynağının yapılmasında Ø5 mm elektrod yerine Ø6,35 elektrod kullanılması halinde yaklaşık olarak kaynak zamanının yarısı kazanılmış olur. Büyük çaplı elektrod kullanmak daha yüksek kaynak akımını gerektirir ve elektrod değiştirme zamanlarını da azaltmaktadır.

Ergiyik kütlesi (hacim) ve birleştirme kenarlarının hazırlanması da elektrod seçimine etki eden faktörler arasındadır. Az karbonlu çeliklerin kaynağında elektrod özellikleri, (hızlı-donan) derin doldurularak donan ve derin etkili, doldurularak-donan şekilde de belirlenirler. Çizelge: II Çabuk donma sağlayan elektrodlar derin nüfuziyet (işleme derinliği) oluşturan ark ve tez donan ergiyik kütlesi oluştururlar. Bu tür elektrodlar jeneratörlerde (doğru akımlı makinalarda) negatif kutupta kullanılmaktadır. Genellikle dikiş kabukları ince ve dikiş düz olarak fiziksel görünüm meydana getirirler. Bunların, bütün kaynak pozisyonlarında, üretim ve tamir kaynak işlemlerinde çok geniş kullanma alanları vardır. Derin dolgu donma niteliği olan elektrodlar, oluşturdukları arkın itme ve basıncı ile hızlı donma ile hızlı-doldurma elektrodları arasında sayılabilir. Jeneratör tipi kaynak makinalarında genellikle "+" (pozitif) de kullanılırlar. Dikişlerdeki cüruf belirli durumda orta, kalın ve dikiş dalgasız olarak şekillenir. Genel olarak gemi yapım endüstrisinde ve daha çok tamir kaynaklarında kullanıma olanakları vardır. Hertürlü kaynak konumunda kullanılabilir, ancak dik ve başüstü (tavan) kaynaklarında hızlı donma karakteri olan elektrodlar

tercih edilmelidir. Derin işleme etkili elektrodlar; kalın örtülü, demir tozlu yumuşak arka kaynak yapan, hızlı ergiyik kütlesi oluşturan elektrodlardır. Kaynak yüzeyinde kalın cüruf tabakası ve düzgün dikiş yaparlar. Yatay konumda yapılan imalat kaynaklarının bütün türlerinde kullanılma olanakları çok fazladır.

### Çizelge: II Elektrodların Karakteristikleri

Çeşidi	AWS	Akım Türü	Kaynak Pozisyonu	Kaynak Neticesi
Adi Karbonlu Çelikler	E-6010	D A N	D,T,YP	Hızlı donar, derin işleme, düz dikiş ve bütün kaynak özelliklerini taşır.
	E-6011	D A N, AA	Y,D,T,YP	
	E-6012	D A P, AA	Y,D,T,YP	Doldurularak dorma, az işleme, birleştime yeteneği zayıf, az sıçrama iyi bir kaynak çevresi yapar.
	E-6013	DAN,DAP,AA	Y,D,T,YP	
	E-6014	DAP,AA	Y,D,T,YP	
	E-6020	DAN,DAP,AA	Y,YP	Hızlı dolma, yüksek dikiş
	E-6024	DAN,DAP,AA	Y,YP	(işlemesi) tesiri, "V" kaynaklarında, tek paso
	E-6027	DAN,DAP,AA	Y,YP	Demir tozlu, fazla kaynak kütlesi (hacmi), derin işleme.
	E-7014	DAN,DAP,AA	Y,D,T,YP	Demir tozlu, az işleme, hızlı kaynak
E-7024	DAN,DAP,AA	Y,YP	Demir tozlu, fazla ergiyik kütlesi, tek veya çok paso.	
Alçak Hidrojenli	E-6015	DAN	Y,D,T,YP	Kükürtlü ve yüksek karbonlu çeliklerin kaynağında dikiş altında boşluk (hava kabarcığı) ve çatılma yapmaz.
	E-6015	DAN,AA	Y,D,T,YP	
	E-7018	DAN,AA	Y,D,T,YP	
	E-7016	DAN,AA	Y,D,T,YP	
	E-7018	DAN,AA	Y,D,T,YP	
	E-7028	DAN,AA	Y,YP	
Paslanmaz Çelik	E-308-15,16	DA, AA	Y,D,T,YP	Paslanmaz çeliklerin kaynağında 301,302,303,304,308
	E-309-15,16	DA, AA	Y,D,T,YP	309 Nolu alaşımli paslanmaz çeliklerin kaynağı metale benzemez.
	E-310-15,16	DA,AA	Y,D,T,YP	310 ve 314 Nolu Paslanmaz çelikler, yüksek korozyonlu ve ısıya dayanıklı yerlerde.
	E-316-15,16	DA,AA	Y,D,T,YP	316 Nolu paslanmaz çeliklerin kaynağında, yüksek kaynak kalitesi, kaynaktaki çok az karbon transfer edilir. Korozyona dayanıklıdır.
	E-347-15,16	DA, AA	Y,D,T,YP	Her cins paslanmaz çeliklerin kaynağında.
Hafif Alaşımli	E-7011-A1	DAN,AA	Y,D,T,YP	Bütün karbon malibdenli çeliklerin kaynağında.
	E-7011-A1	DAN,DAP,AA	Y	
	E-8018-C3	DAN,AA	Y,D,T,YP	Hafif alaşımli ve yüksek dayanıklı çeliklerin kaynağında.
	E-10013-G	DAP,AA	Y,D,T,YP	Hafif alaşımli yüksek dayanıklı çeliklerde.

Not: DA - Doğru Akım

AA - Alternatif Akım

DAN- Doğru Akım Negatif kutup

DAP- " " Pozitif "

Y- Yatay (düz) pozisyon (konum)

D- Dik kaynak pozisyonu

T- Tavan (başüstü)

YP- Yataya paralel (duvar) pozisyonu bulunan elektrodların kullanılması

Çizelge:II deki A W S numaralarının, Türkiye'de imâl edilen elektrodlarla karşılaştırılması, kitabın arka kısmında bulunmaktadır. Diğer gurup elektrodlar az hidrojenli çeşitlerdir. Bu elektrodlarda hidrojen ya kimyasal olarak veya sıvı olarak bulunur. Az hidrojenli elektrodla yapılan kaynaklarda, dikiş içerisinde çatlamaya karşı direnç, çok az veya hiç denecek kadar gözenek az olup ve röntgen kontroluna uygun dayanıklılık vardır.

Paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılan elektrodların bileşiminde krom(Cr), nikel (Ni) bulunmaktadır. Bütün paslanmaz çelikler ısıya karşı çok hassastır. Paslanmaz çelik elektrodlarında yüksek kaynak akımı kullanılırsa fazla ısı ve değişik ark olayı meydana gelir. Yüksek sıcaklık, gerecin kaynatılan kısmı ile kaynatılmayan kısmı arasında deformasyona (dalgalanmaya) neden olur. Paslanmaz çeliklerin kaynağında prensip olarak kaynak alanında fazla ısı oluşumuna engel olmalıdır. Diğer taraftan, kaynağın mümkün olduğu kadar soğuk yapılması ile, karbonun kaynağın dibine çökmesi önlenerek korozyona karşı kaynak alanının direnci azaltılmış olur.

Bunların dışında, sert yüzeylerin kaynağı, bakır ve

alaşımının kaynatılması, alüminyum, döküm, manganez, nikelli ve nikel- manganezli çelik kaynatılması amacı ile yapılan özel elektrodlar bulunmaktadır. Üretilen özel elektrodların bileşim gereçleri kaynatılacak esas metal ile uyuma sağlayabilecek nitelikte olması zorunludur.

#### SAPLAMA KAYNAĞI

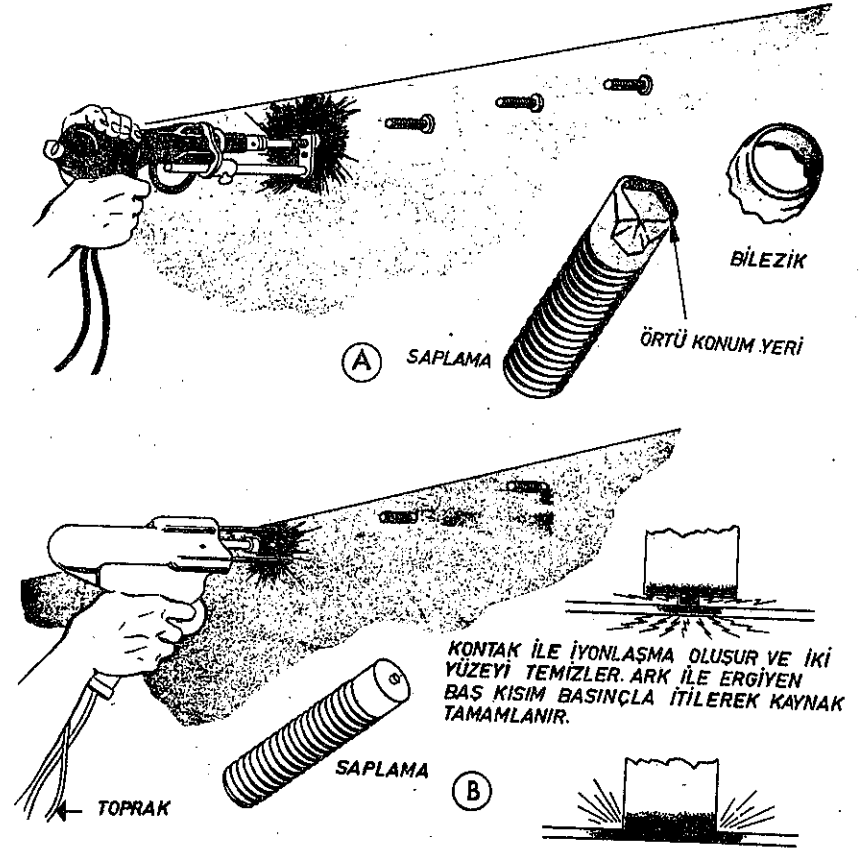
Saplama kaynağı prensip olarak koruyucu Metal-Ark kaynağı gibi, (bundan fazla) elektrod yerine saplama ark oluşturmaktadır. Isı saplamanın bağlama yerine sigorta şeklinde oturtulması için gereklidir. Kaynak akımı saplamadan kaynatılacak gerece atlamaktadır. Koruyucu Metal-Ark dan ayrılan temel farkları, arkın oluşma yeri, kaynak zamanı, saplamanın yayılarak gerece kaymasının otomatik olarak kontrol edilerek yapılmasıdır.

Herhangi bir doğru akım jeneratörü veya redresörün yüksek açılış (çalışma) voltajının düşme (kısa devre karakteristikleri) saplama kaynakları için en uygun bir özelliktir. En iyi bir kaynak olabilesi için akım makinasının 300-600 A arasındaki kapasitede olması gereklidir. Kaynak makinalarının kapasiteleri ise kaynatılacak saplama ölçüsüne göre değişmektedir. Örneğin 400 amper gücündeki bir doğru akım jeneratörü en fazla  $\varnothing 11,2$  mm çapında bir saplamanın kaynağını yapabilecek güce sahiptir. Saplama kaynakları otomatik kaynak makinaları veya portatif kaynak tabanca ile yapılabilir.

#### Kaynatma Tekniği

Saplama kaynağında iki yöntem geliştirilmiştir. Birinci yöntem, saplamanın dip (uç) kısmı genişçe oyularak içine kaynak dekapanı konur. Şekil:2-21/A daki saplama bu

yönteme göre yapılmıştır. Örtü maddesi ark oluşmasını yapar yapmaz kaynak alanındaki oksitlemeye engel olur. Kaynatma elemanları zaman ayarlama takımları ile saplama tabancasından meydana gelmektedir. Her saplama kaynağı için bir tek porselen yüzük kullanılmaktadır. Porselen yüzüğün fonksiyonu ısı dağılımını önliyerek, bir noktaya toplamasını sağlamaktadır. Böylece, ark oluşunca örtü maddesinin yarması ile oluşan gaz kütlesini tutarak, kaynak alanına havanın girmesini önler.



Şekil:2-21 Saplama Kaynağında uygulanan iki yöntem



Kaynak yapımında, saplama kaynak tabancası içerisindeki boşluğun içerisine oturtularak, üzerine porselen yüksük geçirilir. Saplama parça üzerindeki kaynak yerine merkezlenerek tabancanın tetiğinin çekilmesi ile etkilenen elektrik bobini saplamayı iş üzerinden bir miktar (manyetik alan etkisi ile) geriye çeker, saplamanın işden ayrılması ile ark oluşur ve saplamanın ucu ergir. Belirli bir süre sonunda, zaman anahtarı akımı keserek, bobin saplamayı serbest bırakır. Bu anda itme yayı ile saplama ergiyik ortama (banyoya) bastırılır. Kaynak sonunda tabanca çekilerek saplama üzerinde bulunan porselen yüksük de çıkarılır.

Saplama kaynağında kullanılan ikinci yöntem ise saplamanın kaynatılacak yüzeyine silindirik bir başlık konur. Şekil:2-21 B de görüldüğü gibi. Silindirik başlığın ölçüleri saplamanın çapı ile kaynatılacak gerece göre ayarlanmaktadır. Bu kaynak operasyonunda alternatif akım ve saplamayı ayarlayan basınçlı hava kullanılmaktadır. Saplama tutan silindirik başlık tabanca içerisindeki yüzüğe iyi alıştırılır. Basınçlı hava kaynak işlemine kadar, saplamayı kaynak alanında (ark oluşacak kadar) uzakta tutar. Basınçlı hava saplamayı kaynatılacak alana doğru yaklaştırdıkça ark oluşarak, kısa devre meydana gelir ve bu anda volt düşerek amper yükselir. Ark oluşunca saplamanın gerece dokunan kısmı hemen ergir. Belirli bir zamanda (birinci yöntemde olduğu gibi) akım kesilerek, saplama yüksek bir hızla kaynak alanına bastırılarak birleştirme tamamlanmış olur.

#### Saplamalar

Ençok kullanılan saplamalar  $\varnothing 3,25$  mm -  $\varnothing 30$  mm arasında değişmektedir. Saplamanın kaynatılan uçları silindirik, kare veya dikdörtgen şeklinde olmaktadır. Ancak dikdörtgen başlı saplamaların uç genişlikleri kalınlıklarının,

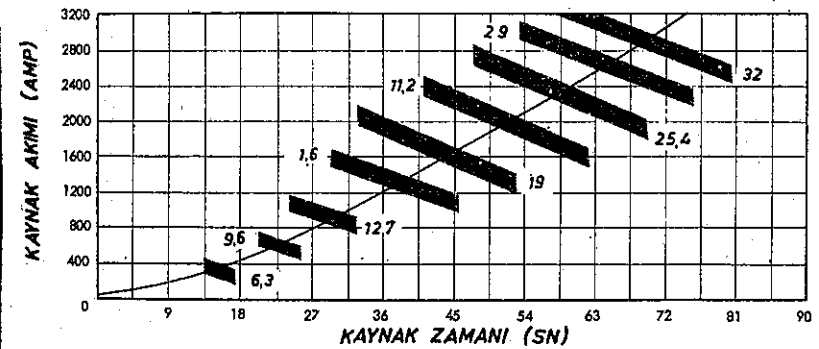
beş katından az ise kaynatılmaları uygun değildir.

Saplamanın kaynatılacağı yere konması birkaç yolla yapılmaktadır. En basit işlem ise, kaynatılacak merkezin nokta vurulmak suretiyle işaretlenmesidir. Böylece nokta saplamanın merkezine gelecek şekilde, saplama kaynatılır. Kısa mesafe toleransı istendiğinde porselen yüzüğün alıştırılması zorunludur.

#### Kaynatma Zamanı ve Akımı

Kaynak zamanı kullanılacak saplamanın çapına göre değişmektedir. Zaman 1/60 frekansa göre tamamlanması gerekmektedir. Frekans zamanı çok az olarak kesitlere göre değişmektedir. Örneğin  $\varnothing 19$  mm için 45 frekans veya daha fazla olması istenmektedir.

Kaynak için gerekli akım miktarı da, yine saplamanın çapına bağlıdır.  $\varnothing 9,6$  mm. bir saplama kaynağı için gerekli akım,  $\varnothing 22,5$  mm lik bir saplamaya göre çok azdır. Başarılı bir kaynak işlemi, kaynatma zamanı, akım ve saplama çapı ile çok yakından bağlantılıdır. Şekil:2-22 de kaynak zamanı akım ve saplama çapının grafikte karşılaştırılması görülmektedir.



Şekil:2-22 Değişik çaplardaki saplamaların kaynağındaki zaman ve akım ilişkisi.

## BİLGİ SORULARI

- 1- Sabit değerdeki bir akımın iyi bir kaynak yapmasında niçin volt veya amperin düşme karakteristiği göstermesi zorunludur ?
- 2- Bir kuvvet kaynağının % 60 oranında akım vermesinin anlamı nedir ?
- 3- Birçok kaynak makinelerinin % 60 akım vermesi niçin kabul edilir ?
- 4- Doğru akımlı kaynak araçlarında akımın yönü, pozitif ve negatif kutuplara göre nedir ?
- 5- Kutupların kaynağa etkisi nedir ?
- 6- Ark voltu ile boşa çalışma voltu arasındaki fark nedir ?
- 7- Ark üflenmesi nedir, neden meydana gelir ?
- 8- Redresörün, transformotordan farkı nedir ?
- 9- Elektrik arkına özel bir koruyucu olmaksızın niçin asla bakılmamalıdır ?
- 10- Kaynak akımının ve ark boyunun çok yüksek olması halinde neticeleri nelerdir ?
- 11- Yatay kaynak pozisyonu diğer kaynak pozisyonlarına göre niçin daha ekonomiktir ?
- 12- Koruyucu Metal-Ark kaynağında ark nasıl başlatılır ?
- 13- Elektrod örtülerinin içindeki değişik maddelerin fonksiyonları nelerdir ?
- 14- Ergiyik metalin oksitlenmesine ve nitrürlenmesine etkileden nedir ?
- 15- Koruyucu Metal-Ark kaynağında, elektrod seçilirken göz önüne alınacak özellikler nelerdir ?
- 16- Elektrodların donmalarına göre sınıflandırılmasının amacı nedir ?
- 17- Saplama kaynağında uygulanan iki yöntem nelerdir ?

## BÖLÜM 3

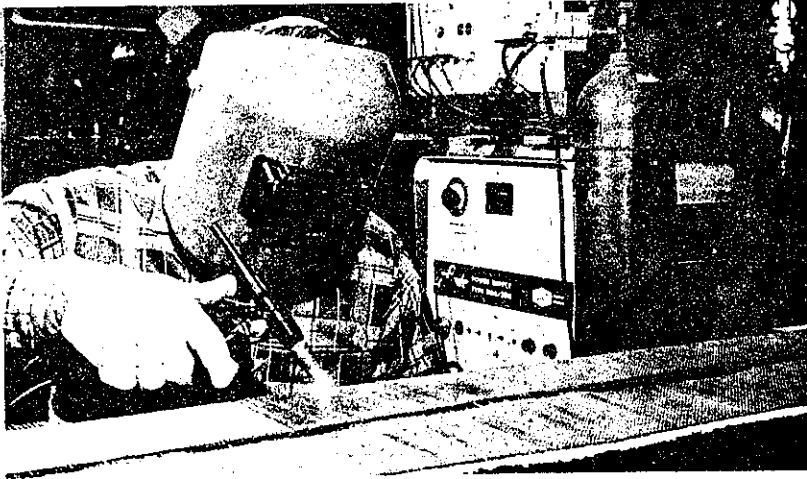
### GAZ TUNGSTEN-ARK KAYNAĞI (TIG)

İki çeşit koruyucu gaz ark kaynağı yapılmaktadır. Birincisi gaz tungsten-ark kaynağı, diğeri ise gaz-metal ark kaynağı olarak anılır. Gaz tungsten ark-kaynağı TIG, gaz-Metal ark kaynağı MIG olarak isimlendirilir. MIG kaynağı bölüm: 4 de detaylı olarak anlatılmaktadır. Her iki kaynak türünde gaz, kaynak alanını havanın etkilerinden korumaktadır. Koruyucu gaz, havayı kaynak alanı içinde kimyasal, metalurjik ve fiziksel bileşik oluşturmaktan, dışarı atar. Böylece, bu gazın koruyuculuğunda yapılan kaynak, diğer kaynak türlerine göre daha dayanıklı, birleşme yeri sağlam ve kenar yeneleri minimum denecek kadar azdır. Koruyucu gaz kaynağı ile çelik, alüminyum gibi gereçler pasta kullanmaksızın ve diğer kaynak tekniklerine göre en az deforma işlemi ile kaynak tamamlanır. Aynı zamanda kaynak alanı; koruyucu gaz içerisinde çok iyi görüldüğünden kaynakçının herhangi bir endişesi olmadan rahatlıkla kaynağı yapma olanağını sağlar. Şekil:3-1 de TIG kaynağının yapılışı görülmektedir. Kaynak sırasında çok az duman, alev veya sıçrama ile beraber kaynak çevresinde oluşan normal sestense daha az bir ses duyulur. Yapılan kaynakta hiç çürük kalma olanağı bulunmadığı için dikiş yüzeyi temizdir. Bu tür olan hallerde kaynak, birleşmelerde birden fazla dikiş yapılması zorunluluğu çok yararlı netice vermektedir.

#### Gaz tungsten-ark kaynağı

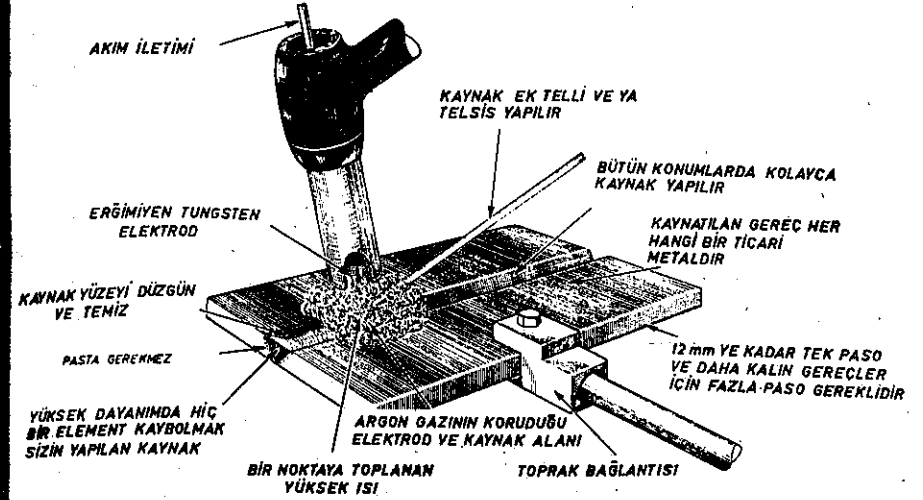
Bu tür kaynak, tungsten elektrodun ergimeksizin oluşturduğu arkın yüksek ısı ile yapılmaktadır. Kaynak süresince

koruyucu gaz kaynak alanını ve elektrodun havadan oksitlenmesini, (meydana gelen yüksek ısının etkisinden dolayı), kaynak ısısını arkın çevresini kesif bir gaz tabakası şeklinde sararak korur. Şekil:3-2 de şematik olarak kaynağın yapılış tekniği gösterilmektedir. Elektrod sadece arkı meydana getirir. Koruyucu metal-ark kaynağındaki gibi kendisi ergiyerek bileşiğe katkıda bulunmaz. Eğer birleşme yerinde herhangi bir yardımcı ergiyük kütlesi zorunlu ise oksijenli kaynağındaki gibi ek teli kullanılır.



Şekil:3-1 TIG Kaynağının Yapılışı.

Kaynak operasyonu yarı veya tam otomatik olarak yapılır. Yarı otomatik kaynaklarda, kaynak akımı ve koruyucu gaz otomatik olarak kaynak alanına verilir. Ancak bunların olması kaynakçının pensteki tetiği çekmesi veya düğmeye basma ile olur. Bu anda ek teli verilerek kaynak dikişi yapılır. Tam otomatik bir kaynakta, arkın hareketi, ark boyu, koruyucu gazın üflenmesi, ek telinin kaynak alanına verilmesi mekanik sistemle yapılır. Kaynakçı kaynak ortamına uygun ayarlamayı yaparak operasyonu yakından izler.



Şekil:3-2 TIG Kaynağı Koruyucu Gaz içerisinde oluşan Tungstenin Arkı ile yapılmaktadır.

#### Tig Kaynağının Kullanıldığı Yerler

İlk olarak gaz tungsten-ark (TIG) kaynağı, ısıtıldığı zaman çok kısa zamanda oksitlenme yeteneği olan, magnezyum kaynağı için geliştirilmiştir. Sonraları TIG kaynağının gelişmesi ile alüminyumun, paslanmaz çeliğin, yüksek karbonlu çeliklerin, bakır ve alaşımlarının nikel ve alaşımlarının kaynatılması için en uygun olduğu keşfedilmiştir. Bunlara ek olarak ticari alanda yeri olan çok sayıda metalin kaynağında çok iyi sonuç verdiği görülmüştür. Gaz tungsten-ark kaynağı metal özelliği taşıyan gereçlerin kaynağında da çok etkili olmaktadır. Sert yüzeylerde meydana gelen bozuklukların, aşınan çelik kalıpların ve yüksek kesme niteliği olan çeliklerin (HSS) kaynatılmasında geniş bir kullanma alanı vardır.

Gaz tungsten-ark kaynağı özellikle ince gereçlerde kaynak sağlamlığı (kalitesi) ve dikiş bitim yerindeki kaynağı diğer birleşme yerlerindeki gibi olması istenen yerlerde çok aranan bir kaynak türüdür. Bununla beraber 3,2 mm. ye kadar olan veya kalın çelik levhaların kaynağı başarılı olarak yapılabilir.

#### Kaynak Elemanları

Gaz tungsten-ark (TIG) kaynağı, elektrik güç üreticisi, elektrod tutucusu (pens), kendisi ergimiyen (Tungsten) elektrod, koruyucu gazın basınç ve hızını yaralayan düşürücüden (manometreden) meydana gelmektedir. Şekil:3-3 de kaynak elemanları hava ve su soğutmalı olarak iki şekilde görülmektedir.

#### Kaynak Makinaları

Modern gaz tungsten-ark kaynak makinaları belirli bir oranda akım üreten doğru ve dalgalı akımlı makinalardır. B akım çeşitlerinden birinin kullanılması yapılacak kaynağın özelliklerine göre değişir. Bazı metallerin kaynatılmasında alternatif akımla çok iyi netice alındığı halde, diğer metallerin kaynağında doğru akım daha iyi sonuç vermektedir. Çizelge: I de görüldüğü gibi iki değişik akımın metallerin kaynatılmasına yaptıkları etkinin neticesi olarak hangi metalin hangi akım ile kaynatılacağı belirlenmiştir.

#### Kutup Değişimi

Doğru akımlı kaynak makinalarında iki şekilde kutup değişimi yapılır. Daha önce anlatıldığı şekilde makina üzerine yerleştirilen bir anahtar ile (+) ve (-) kutbun yerini değiştirme kolaylığı vardır. Makina pozitif (+) kutuba ayarlandığında elektronlar elektrodan iş parçasına doğru aka-

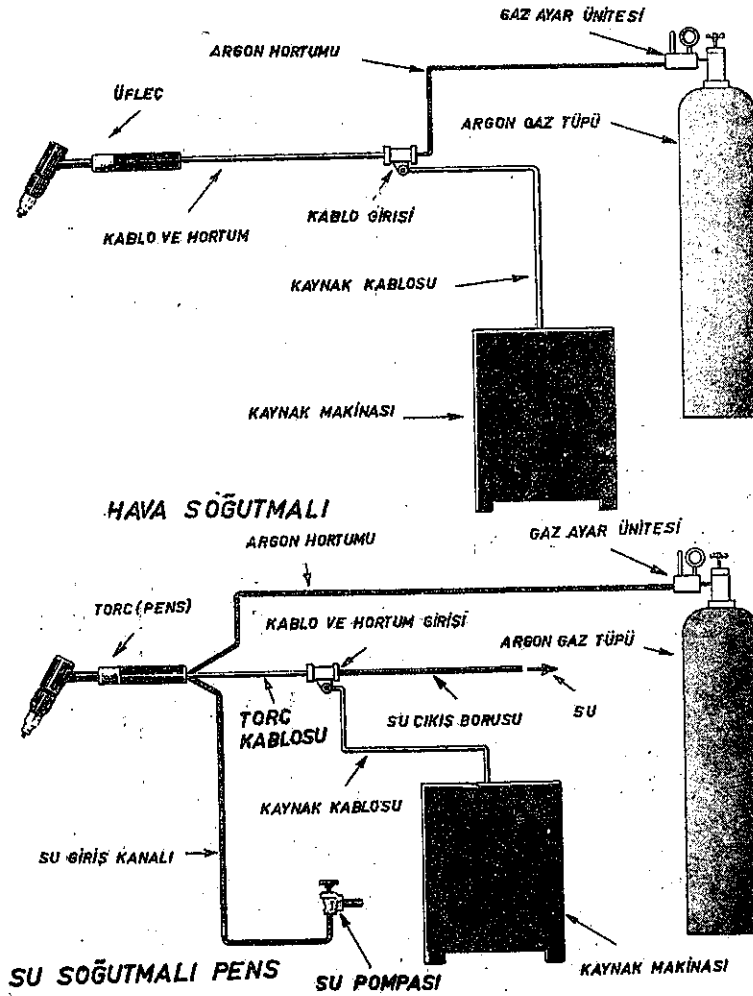
Çizelge:I Koruyucu Gaz-Ark Kaynağında Akımın Seçimi

Gereç	Alternatif Akım	Doğru	Akım
	Yüksek Frekans	Pozitif Kutup	Negatif Kutup
Mağnezyum 3,5 mm kalınlığa kadar	1	T E	2
Mağnezyum 3,5 mm nin üstünde	1	T E	T E
Mağnezyum Dökümleri	1	T E	2
Aluminyum	1	T E	T E
Aluminyum Dökümleri	1	T E	T E
Paslanmaz Çelik 1,25 mm ye kadar	1	T E	T E
Paslanmaz Çelik 1,25 mm nin üstünde	2	1	T E
Pirinç çeşitleri	2	1	T E
Gümüş	2	1	T E
Gümüş Kaplama	1	T E	T E
Sert yüzeylerin kaynatılması	1	2	T E
Döküm	2	1	T E
Az karbonlu çelikler 0,4~0,7 mm arasında	2	1	T E
0,7~3,1 mm arasında	T E	1	T E
Yüksek karbonlu çelikler 0,7 mm. den yukarı	2	1	T E
Oksitsiz Bakır 2,5 mm kalınlığa kadar	T E	1	T E

Not: (1) En iyi ortamda, kaynatılır ve kaynak istenilen sonucu verir.

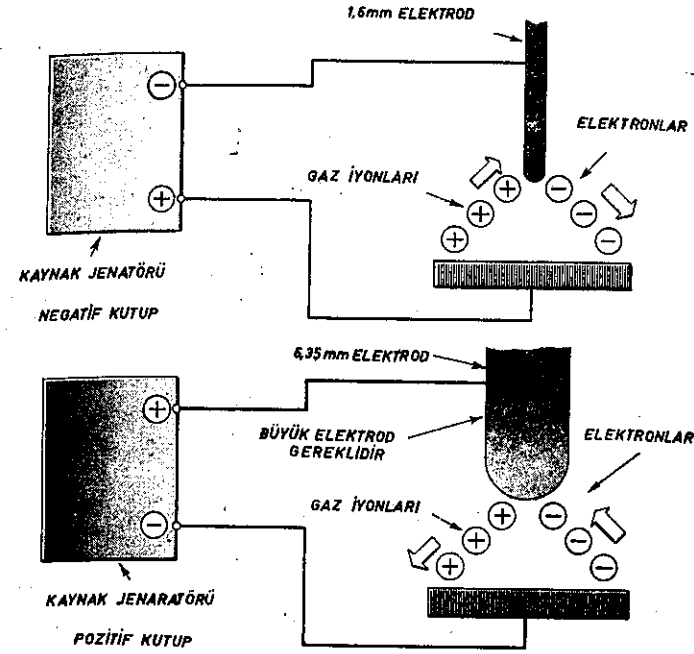
(2) İyi bir kaynak işlemi olur, ikinci derecede sağlam kaynaktır.

(T.E)Kaynatılması tavsiye edilmez.



Şekil:3-3 TIG Kaynak Avadanlıklarının Şeması

arak yeterli kaynak ısısını gereç üzerinde oluştururlar. Eğer makina negatif (-) kutupta ise elektronlar bu defa iş parçasından elektroda doğru akarak elektrod üzerinde diğer kutup göre daha büyük ısı kütesinin oluşmasını sağlar. Şekil:3-4 de elektronların hareket yönleri ve değişme şekilleri açık

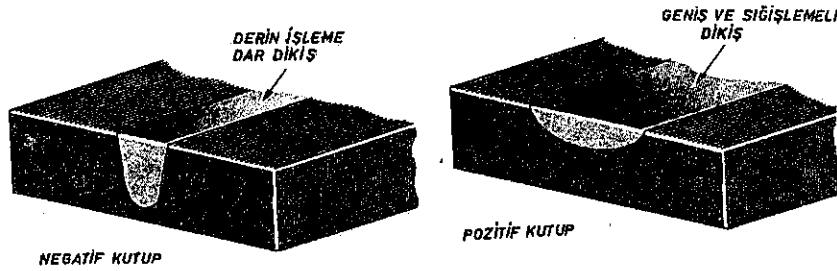


Şekil:3-4 Negatif ve Pozitif Kutupların Kaynakta kullanılması.

olarak anlatılmaktadır. Elektrod ucundaki birleşik ısı kütesi elektrodu ergitmeden gereç üzerinde kaynak ortamını hazırlar. Ancak yüksek sıcaklık olduğundan ince elektrod kullanıldığında üç kısımda, ısıdan dolayı yığılma olur. Böylece doğru akımlı makinanın negatif kutbunda kullanılan elektrod çapı, pozitif kutuptakinden daha büyüktür. Örneğin  $\varnothing 1,25$  mm. lik tungsten elektrod pozitif kutupta bağlı iken 125 amper yeterli olduğu halde, negatif kutup kullanılırsa elektrodun ucu ergir. 125 amperlik bir kaynak akımında pozitif kutup için  $\varnothing 6,5$  mm lik bir elektrod gereklidir.

Kutup değişikliği aynı zamanda kaynağın şekline de etki etmektedir. Negatif kutubda yapılan kaynak dar ve derin işlemeli olmakta, pozitif kutupla yapılan ise büyük çaplı elektrod kullanıldığından daha az akım, geniş ve sıç kaynak

yapılır. Şekil:3-5 de her iki kutupla yapılan kaynağın ke-siti görülmektedir. Alüminyum ve magnezyumun kaynatılması dışında pozitif kutup çok az kullanılmaktadır. Bir iki me-talde oluşan kalın oksit tabakaları pozitif kutuptaki büyük akımın etkisi ile temizlenebilmektedir. Temizleme olayının yarısı alternatif akımda pozitif kutup kullanılması halin-de, oluşmaktadır. Diğer metaller gerçekten alüminyum ve



Şekil:3-5 Kutupların Kaynaktaki Efektif Durumu

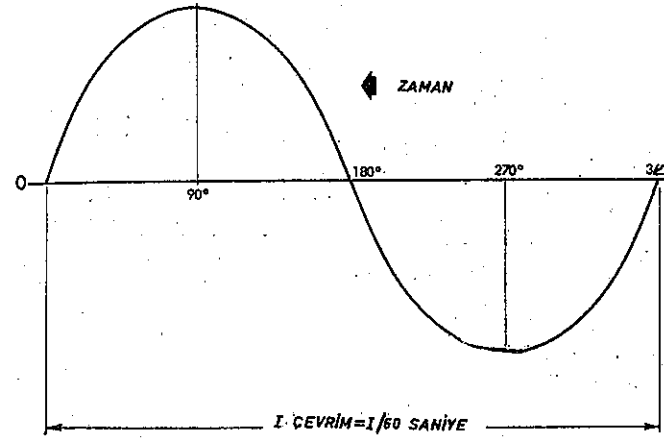
magnezyumun istediği gibi titiz bir temizliği gerektirmez-ler. Temizleme olayı koruyucu gazdaki iyonların pozitif (+) kimyasal reaksiyonu (Şarjı), iş parçasındaki (-) negatif iyonlarla olmaktadır. Gaz iyonları kaynak alanına etki edi-ve kimyasal reaksiyonla oksidi çözüp temizliyecek kadar ye-terli gücü bulunmaktadır.

#### Doğru Akım, Negatif Kutup

Doğru akımlı makinanın negatif kutbu birçok metallerin kaynağında kullanılmaktadır. Çünkü, daha düzgün ve iyi bir kaynak elde edilmektedir. Kaynak ısısı gerecin kaynatılaca alanında çabucak meydana gelir, kaynatılan gereçte daha az (deforma) çarpılma olur ve pozitif kutuba göre kaynak daha derin ve dardır. Kaynatma hızı normal veya daha fazla ola-bilir. Isı fazlalığı gereçte olduğundan küçük çaplı elekt-rod kullanılması olağandır. Elektrod çapının küçüklüğü oluşan arkın kolayca, kaynak alanında, yönetilmesini sağ-lar.

#### Alternatif Akım

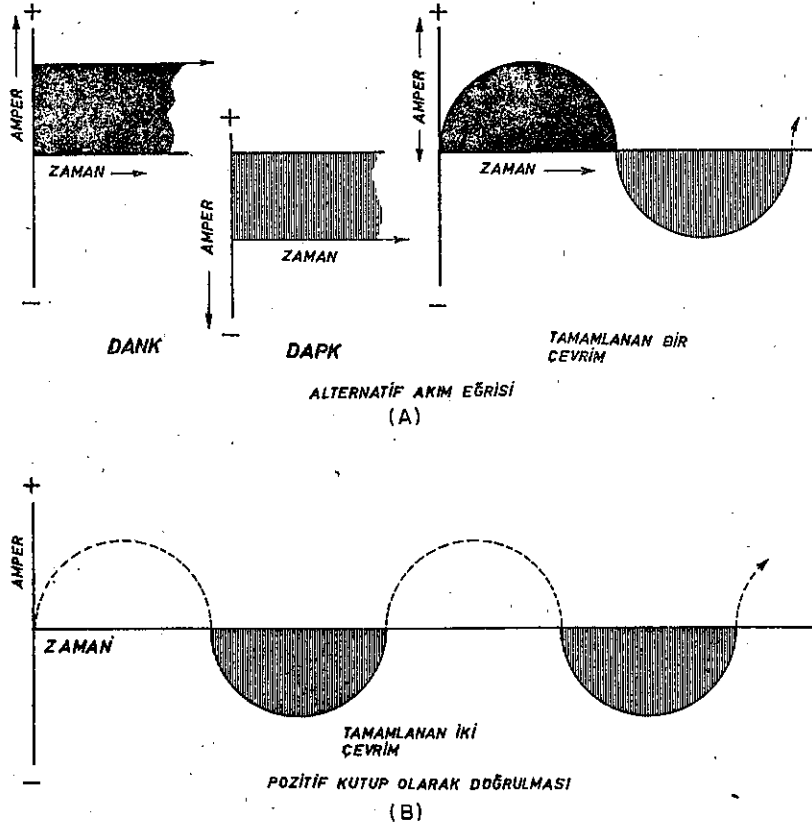
Alternatif akımın karakteristiği akımın bir yönden di-ğer yöne doğru her an değişmesidir. Bu değişimin birimsel değeri frekans denir. Şekil:3-6 da alternatif akımın 360° lik değişme eğrisi görülmektedir. Eğri "0" noktasından baş-lıyarak, 90° de maksimum yüksekliğe ulaşarak 180° lik yerde tekrar "0" eksenine immektedir. Bu birinci pozitif (+) eğ-ridir. Eğrinin ikinci oluşumu 180° de tekrar "0" eksenin aşağısına inerek devam eder ve 270° nin tam karşılığında maksimum yüksekliğe kavuşur. 270° deki yükseklik 360° lik noktada tekrar 0 olmaktadır. Bu da eğrinin ikinci (-) nega-tif kısmıdır. Böylece eğri 360° lik bir devreyi tamamlamış olur. Bu alternatif akımın bir çevrimidir. Çevrimin oluşumu 1/60 saniyelik bir zamanda gerçekleşmektedir.



Şekil:3-6 Alternatif Akımın Çevrimi

Alternatif (dalgalı) akım kaynağı doğru akımın pozitif ve negatif kutuplarının bir karmasıdır. Şekil:3-7 A da al-ternatif akımın yarım çevrimi pozitif, diğer yarımı ise ne-gatif kutubu oluşturmaktadır. Ancak pozitif ...kutbun

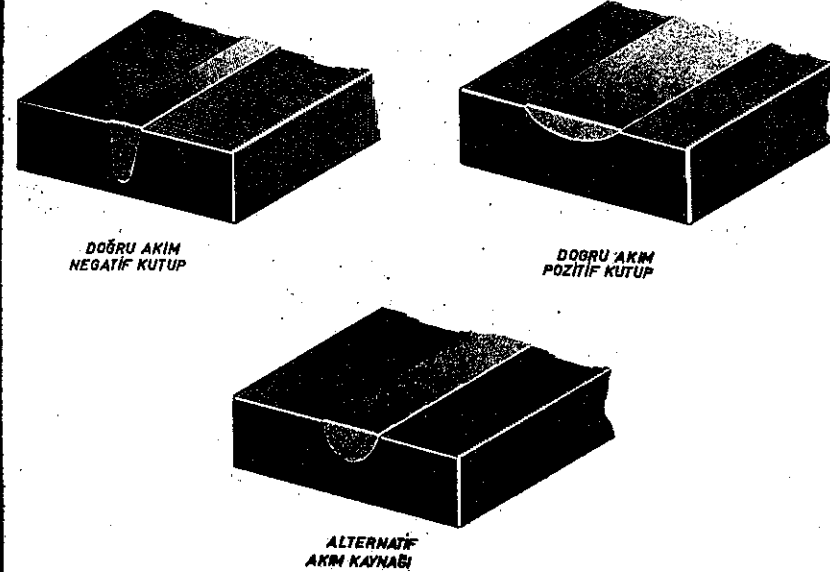
gelişmesini (oluşmasını), gereç üzerinde bulunan oksit ve nem tabakası, ne yazık ki önlemektedir. Eğer pozitif geçiş (akma) herhangi bir nedenle olmadığında çevrimdeki pozitif (+) alanların yok olduğunu kabul etmek zorunluğuna doğar. Şekil:3-7 B de akımın bu şekilde oluşması halinde çevrimin alacağı gelişmeler gösterilmektedir. Kaynak işlemi sırasında da akımın kısmen veya tamamen kesiklik yapması arkın aralıksız yahut devamlı durmasına neden olur. Alternatif (dalgalı)



Şekil:3-7 Ark Eğrisinin Karakteristiği.

devamlı kaynak makinelerinde kaynak akımının düzgünlüğünü sağlamak amacıyla ile yüksek frekanslı çevrimin elde edilmesi gerekmektedir. Frekans yüksekliği gereç yüzeyindeki oksit tabakası veya nemli kısımdan elektrod ile iş parçası arasında bulunan ark boşluğunu kolayca atlayarak kaynak işlemi oluşturur. Böylece kaynak yapma olanağı süreklilik kazanmış demektir.

Yüksek frekanslı devamlı alternatif (dalgalı) akımla yapılan kaynak, doğru akım kutupları ile yapılan kaynaklarla şekil:3-8 de karşılaştırılmaktadır. Şekil:3-8 de görüldüğü gibi bu tür kaynak yaklaşık olarak iki kutbun yaptığı kaynağın arasında yer almaktadır.



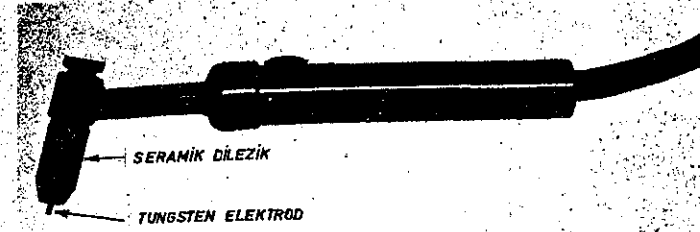
Şekil:3-8 Kaynakların Karşılaştırılması.

Pensler (Torçlar).

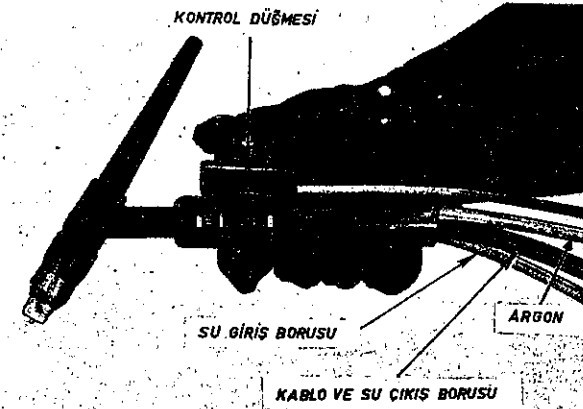
Elle kumandalı kaynak penslerin yapımında, kaynak akımı

ile koruyucu gazın kaynak alanına verilmesi kontakt düğme ile sağlanmaktadır. Şekil:3-9 A-E deki resimlerde pensin özellikleri ile penslerin hava veya su soğutmalı olarak yapılmış çeşitleri görülmektedir. Hava soğutmalı pensler in ce gereçlerin kaynağında kullanılır ki, bunun içinde düştü kaynak akımı kullanılmaktadır. Su soğutmalı penslerini ise 200 Amperin üzerinde yapılacak kaynaklarda kullanılması zorunludur. Suyun dolaşımı pensin etrafında yapılarak, pens fazla gelen kaynak ısısından koruması sağlanır. Kaynak akımını ileten tungsten (Wolfram) elektrod pens içerisine sıkı olarak (pens gövdesinde bulunan) vidalı yüzük ile bağlanır. Sıkma bileziği kaynak işlemi için kullanılacak tungsten elektrodun çapına göre değişmektedir. Elektrod çapı büyüdükçe bileziğin hacmi de ona göre artmaktadır. Koruyucu gazın kaynak alanına çevresel ve eşit olarak gönderilmesi pens ucunda bulunan seramik fincanla mümkün olur. Gaz fincanları perçinlenerek veya sıkı geçirilerek gazı yönlendirmeyi tam olarak yerine getirirler. Aynı zamanda gazın belirli bir alanda toplanmasını da sağlamış olurlar. Gazın çeşitli üflerme oranına (hızına) göre fincanlar değiştirilmektedir. Bazı penslerin içerisinden koruyucu gazın tam bir karışım olarak hava içerisine üflenmesi amacı ile, gaz merceği konmuştur. Bu gaz merceği geçirgen olarak gözenekli paslanmaz çelik ekranlarla kaplanarak pensin memeye yakın yerine yerleştirilmiştir. Şekil:3-9 C de kesit olarak gaz merceğinin yeri görülmektedir.

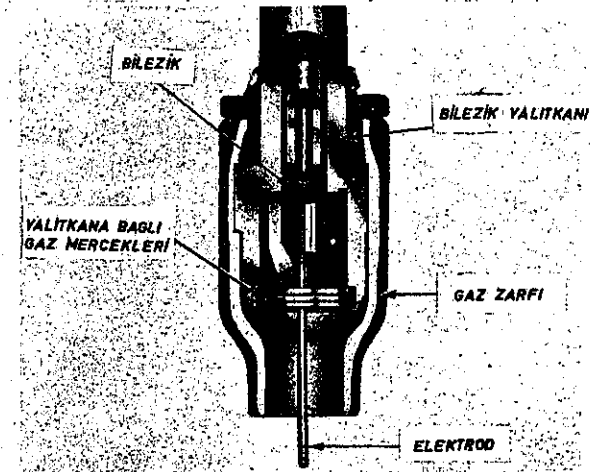
Pens üzerindeki (kontakt) düğmeye basılınca kaynak akımı ile birlikte koruyucu gaz üflenir. Bazı kaynak elemanlarında bu işlem ayak pedalı ile yapılmaktadır. Ayak pedalı ile akımın verilmesindeki avantaj, kaynak sonuna yaklaşıldığında kaynak akımı daha iyi kontrol edilmesi olanağı vardır. Akımın kademeli olarak azaltılması ile kaynak sonundaki ısınma



Şekil:3-9 A Hava Soğutmalı TIG Kaynak Pensi.

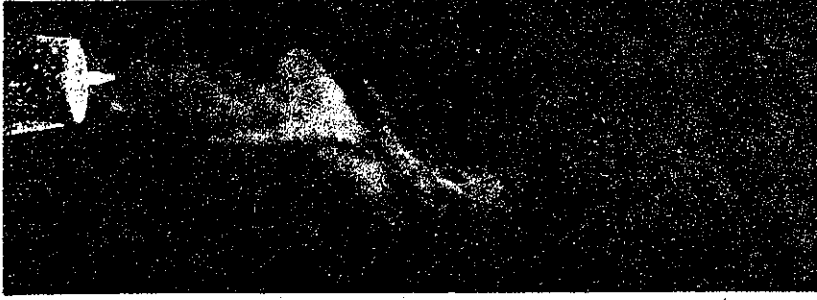


Şekil:3-9 B Su Soğutmalı TIG Kaynak Pensi



Şekil:3-9 C Pensin Gaz ve Karışım Odasının Kesiti





Şekil:3-9 D Merceksiz Pensten Gaz Çıkışı.



Şekil:3-9 E Merceekli Pensten Gaz Çıkışı

ve koruyucu gazın etkisini, azaltmaksızın, yavaş yavaş düşürülerek kaynağın aynı kalitede yapılması olanağı elde edilir. Buda kaynağın sonunda arkın ve gazın kesilmesine karşı daha az tehlikeli veya tam güvenli sayılabilir.

#### Elektrodların Çeşitleri

Basit olarak en çok kullanılan elektrod çapları  $\varnothing 1,5$  mm.  $\varnothing 2,5$  mm. ve  $\varnothing 3,25$  mm. dir. Bunlar ya saf Wolfram (tungsten) veya Wolfram alaşımından yapılırlar. Alaşım Wolfram da % 1-2 oranında toriyum veya zinkoryum (ham elmas) bulunmaktadır. Alaşım içerisindeki torium akım kapasitesi ile elektron yayımını yükseltir. Akımın oranına göre elektrod ucunu soğuk tutar. Elektrod ucundaki ark hareketini (yayılmasını) minimize indirir. Arkın başlamasını kolaylaştırır ve elektrodla

parçası arasında kaza ile ark oluşumunu önler. Elektrod içerisinde %2 oranında bulunan thorium ise %1 e göre daha büyük akım periyodu gerektirir. Daha yüksek orandaki thorimlu elektrodlar ise çok kritik saçların kaynağı ile uçak sanayinde, mermi, roket ve füze yapım endüstrisinde kullanılmaktadır. Az değerinde torium bulunan elektrod ile çeliklerin kaynatılması çok büyük avantaj sağlamaz. Alaşımli tungsten (Wolfram) elektrodlar içerisindeki toriuma göre, az ve yüksek toriumlu olarak isimlendirilir, veya % olarak saf wolfram dır. Bu elektrodlara boydan boya bir kanal veya çizgi açılarak içerisinde %2 değerinde torium konulur.

Elektrod çapı kaynak işlemine ve kullanılan akıma göre saptanır. Büyük çaplı Wolfram elektrodlarda negatif (-) kutup yerine, pozitif (+) kutup gereklidir. Kitabın arkasındaki çizelgede TIG kaynağı için elektrod ölçüleri, kullanılan akıma ve kaynatılacak gereç kalınlığına göre verilmiştir.

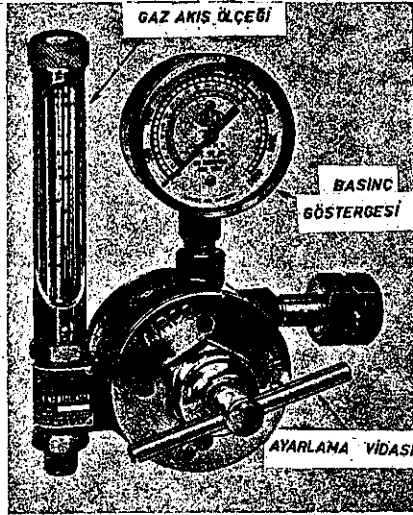
#### Gaz Düşürücüleri (Regülatörler).

Gazın hızı bir veya iki kademede azaltılarak istenilen değere düşürülmektedir. Hızın düşürülmesi manometre ve süntunlu gösterge ile belirlenmektedir. Şekil:3-10 da tüplere takılan düşürücülerden bir tanesi fotoğraf olarak görülmektedir. Göstergelerde gazın geçişi saatteki feet küp veya dakikada geçen litre gaz olarak işaretlermiştir. Gazın belirli zamandaki geçiş oranı (debisi) kaynatılacak gerecin cinsine ve kalınlığına göre değişmektedir. Bu husustaki geniş bilgi kitabın arka sayfasındaki TIG kaynağı çizelgelerinde karşılaştırma şeklinde verilmiştir.

#### Koruyucu Gaz

Tungsten-ark kaynağında koruyucu gaz olarak argon,

helyum veya ikisinin karışımı kullanılabilir. Argon gazı helyuma göre daha ucuz olduğundan kaynakçılıkta en çok kullanılmaktadır. Argon gazı 1.4 kadar havadan, 10 defa da helyum gazından daha ağırdır. Akışkanlık bakımından iki gaz arasında pekaz fark vardır. Argonun havadan ağır olması kaynak üzerinde iyi bir koruyucu kat (tabaka) oluşumunu sağlayan en önemli avantajlarından biridir. Bununla beraber kaynak üzerinde pekaz gölge yaparak kaynağın daha iyi görünerek kontrol edilmesine engel olmaz. Işık geçirgenliği çok iyi olduğundan ark ve kaynak işlemi rahatlıkla kontrol edilir.



Şekil:3-10 Koruyucu Gaz düzenleme regülatörü (düşürücüsü)

Argon normal olarak, alüminyum ve magnezyumun alternatif akım ile kaynatılmasında çok iyi temizleme reaksiyonu oluşturur. Argon ile oluşan ark düzgün ve sessizdir. İnce parçaların kaynatılmasında az kaynak akımı ile argon kullanılması halinde ise ark voltu ile gereçteki kimyasal ve metalurjik yarımlar daha az olmaktadır. Ancak argon gazı kaynatılacak gereçlerin kalınlığı 3,25 mm ye kadar olanların, elle kumandalı veya yavaş hızla otomatik olarak kaynatılmasında kullanılırsa iyi netice alınır.

Diğer ve tavan (başüstü) kaynakların yapımında argon gazının arkın kontrolünde büyük rolü vardır. Yöntem olarak helyuma göre ark kolay başlatılır. Kaynatma hızı daha fazladır. Kaynak dar ve küçük olup, ısıtma alanı daha azdır.

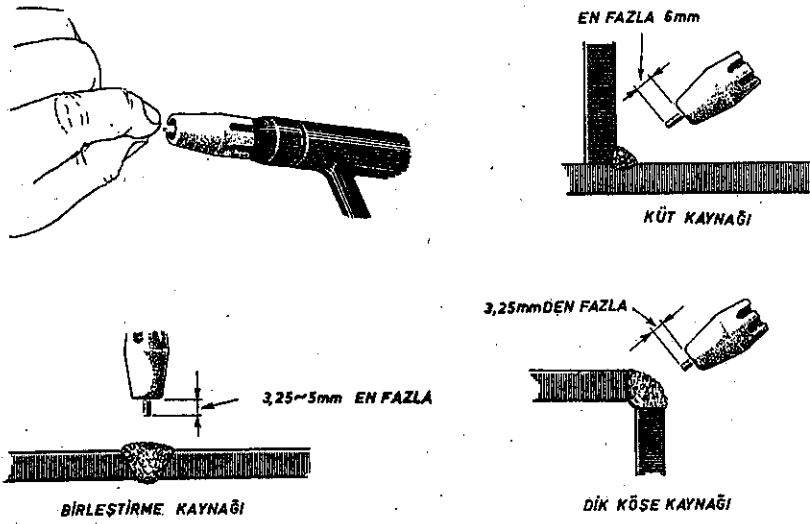
Kaynak makineleri için kaynatma hızının önem kazandığı ve kalın parçaların kaynağı ile ısı iletkenliği söz konusu olduğu durumlarda bazen helyum gazı kullanılır. Helyum gazı ile kullanılacak kaynak akımında ark voltu fazla olduğundan kaynak hızı da yüksektir. Helyum gazı yüksek ark voltu elde etmesine rağmen az değerlerde akımı ile ark gücü oluşturmaktadır. Bununla ark voltunu yükseltmekle ark gücü değişmeksizin kaynak hızı artırılabilir. Argon ve helyum karışımı yüksek ısı gerektiren gereçlerin kaynağında kullanılır.

#### Kaynak Yapma Tekniği

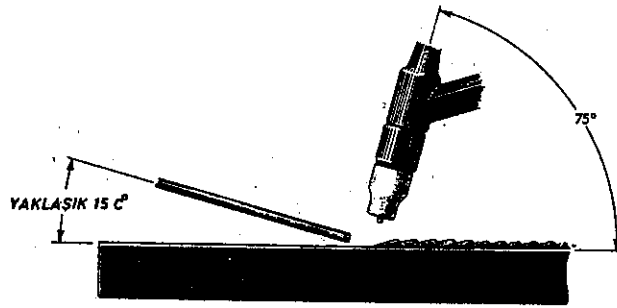
Kaynak, ark ısısından yararlanarak ergiyik ortamı hazırlanan gerecin kenarından başlanarak yapılır. Arkı başlatmadan önce elektrod boyu kaynatılacak gereçlere göre ayarlanmalıdır. Yatay kaynak için elektrod ucu memeden yaklaşık 3,2~5 mm uzunlukta, olmalıdır. Köşe kaynakları için ise, yaklaşık olarak, elektrodun ucu memeden 6,5~9,5 mm dışarıda olmalıdır. Şekil:3-11 de elektrodların kaynak konumları, kaynatılacak gerece göre gösterilmektedir.

Kaynak arkı genellikle iki şekilde başlatılır. Doğru akımlı kaynak makinelerinde elektrod parçaya yaklaştırılarak deşdirilir. Ark oluşur oluşmaz, arkı koruyarak, elektrod kaynatılacak gereçten 3,2 mm kadar yükseltilir. Alternatif (dalgalı) akımlı kaynak makinelerinde ark, elektrod kaynatılacak gereçten 3,2 mm yüksekte tutulur ve yüksek frekanslı akım, makina çalıştırılır çalıştırılmaz, bu yükseklikten atılarak ark meydana gelir. Eğer doğru akımlı

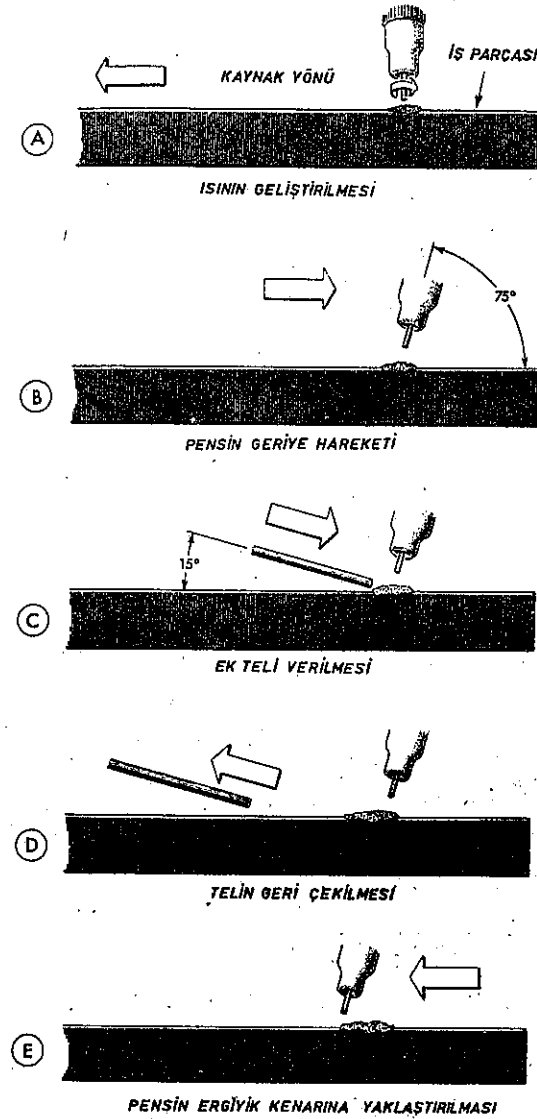
kaynak makinasından yüksek frekanslı kaynak akımı alınma olanağı varsa elektrodun iş parçasına değdirilmesi gerekmez. Bu durumda, ark başlar başlamaz, yüksek frekans otomatik olarak kesilir ve kaynak işlemi normal frekansla devam eder. Doğru veya dalgalı akımla yapılan kaynakta ark durdurulunca elektrod hemen kaldırılarak yataya paralel duruma getirilir.



Şekil:3-11 Gaz Başlığından Çıkan Elektrod Ucunun Ayarlanması



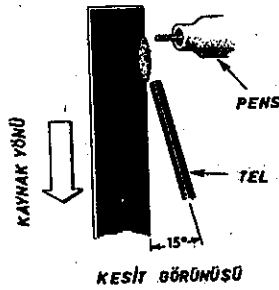
Şekil:3-12 TiG Kaynağında Pensin ve telin konumları



Şekil:3-13 TiG Kaynağında Ergiyik Oluşturulması ve Kaynağın yapımı.

Ark başlayınca, pens kaynatılan gereç yüzeyine  $75^{\circ}$  lik bir konuma getirilir. Şekil:3-12 de açılarının durumu görülmektedir. Kaynağın başlatılması Şekil:3-13 de anlatıldığı gibi pense küçük dairesel hareketler yaptırılarak kaynak ortamı hazırlanır. Kaynak alanı parlak ve akışkan duruma gelince pens kaynak boyunca yavaşça ve belirli bir hızla hareket eder. Bu hareket sırasında pense herhangi bir dairesel hareket yaptırılması gerekmez. Eğer ekteli kullanılabaksa tel gereç yüzeyi ile  $15^{\circ}$  lik bir açı yapacak şekilde tutulmalı ve tel ergiyik banyosuna yavaş olarak daldırılıp çıkarılmalıdır. Geniş kaynak dikişi istenildiği zaman, tel ve pens oksigaz kaynağındaki gibi, hareket ederler. Bu hareketle tel ile pens birbirlerine zıt yönde olmalıdır. Herhangi bir durum için, ek teli daima koruyucu gazın içerisinde arkın kenarına yakın tutulmalıdır.

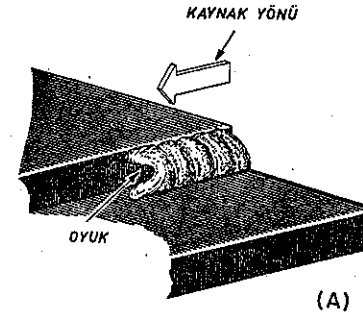
Dik kaynak yapma durumunda ise pens iş parçasına  $90^{\circ}$  lik bir açı ile tutulmalıdır. Eğer ek teli kullanılmıyorsa, ark gerecin yukarı kısmında başlatılarak, kaynak yukardan aşağı yapılır. Ek teli kullanmak zorunluluğu varsa tel kaynağın altında tutularak, ergiyik banyosuna daldırılıp çıkartılmalı, fakat kaynak alanından uzaklaştırmamalıdır. Şekil:3-14 de dik kaynağın yapılış tekniği ile telin ve pensin konumu görülmektedir.



Şekil:3-14 Dik TIG Kaynağı.

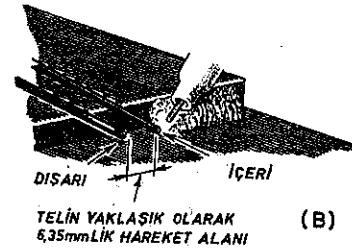
Parçaların yatay bindirme kaynağında ergiyik banyosu "V" şeklinde oluşturulmalıdır. "V" nin merkezinde küçük bir oval ergiyik meydana getirilerek, bu şekil kaynak süresince pensle hareket ettirilmelidir. Şekil:3-15 A da kaynak yönü ve yarım oval görülmektedir. Meydana gelen içbükey oval tam olarak dikiş boyunca doldurulmalıdır. Doldurulmazsa kaynağın birleşme yerine etkisi yeterli olmaz.

Eğer bindirme kaynakta ekteli kullanılıyorsa, telin ucu banyo içerisine her 6 - 7 mm lik uzunluklarda daldırılıp, çıkarılmalıdır. Şekil:3-15 B de ekteli ile bindirme kaynağın yapılışı görülmektedir. Bu kaynak tekniğinde, ek telinden, birleşme yerine, soğuk ergiyik damlası bırakılmamasına dikkat edilmelidir. Ayrıca kaynak hızı ve yöntemine göre doğru ölçülerde kaynak teli ve kullanma tekniği uygulanmalıdır.



(A)

Şekil:3-15 TIG ile bindirme kaynağının yapılışı.



(B)

Kaynak işlemi yapıldığı sırada bazı özellikler dikkatle izlenmelidir. 1- Elektrod akımı az verilmeli ve korunmalıdır, 2- Elektrodun üzerine pislik ve ergiyik gibi maddelerin toplanmamasına, 3- Manyetik alanın etkisinden, 4- Hava ceryanından (Sirkülasyonundan), kaynak alanını korumalıdır. İlk iki neden pensin bir kenardan diğerine hızlı hareketi ile olur. Manyetik alan ise arkın kaynak boyunca bir uçtan diğer ucuna hareketi sırasında olur. Dördüncü ise havanın birçok durumlarına göre arkın zorlanmasına neden olur. Bu güçlükler, doğru kaynak akımı seçmekle biraz olsun giderilebilir. Elektrod ucundaki toplama, elektrodun ergiyik banyosu veya ektelinin ergimiş kısmına düşmesi ile meydana gelir. Elektrodun ucu taşlanır, veya kırılarak bilenir ve yeniden pens içinden ayarlanır. Manyetik etki, akımın iş parçasından geçişi sırasında, kaynak alanında meydana getirdiği manyetik alandır. Bu manyetik alan arka etki ederek ya yönünü değiştirir veya geriye iter (geri teper). Manyetik etkiyi azaltmak için, bazı durumlarda, toprak bağlantı yerini parça üzerinde değiştirmek yeterlidir.

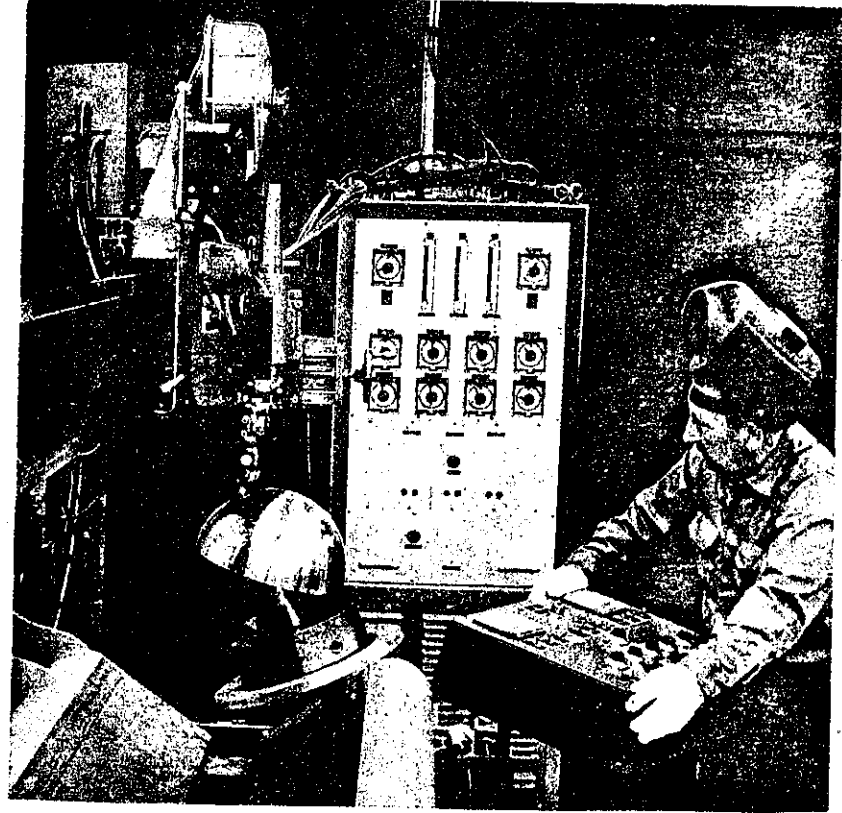
Bütün standart birleştirme kaynakların tungsten-ark kaynağı (TIG) ile yapılma olasılığı vardır. Bunlar; küt birleştirme, "V" kaynak ağızlı birleştirme, köşe kaynakları ve bindirme kaynakları gibi. Kalınlıkları 3,2 mm den az olan gereçlerin kaynatılacak kenarlarına kaynak ağızı açılmasına gerek yoktur. Kalınlıkları 3,2 mm den fazla olan gereçlerde kaynak ağızı açılması zorunludur.

#### Otomatik Tungsten-Ark Kaynağı

Gaz tungsten-ark kaynağı çoğunlukla elle kumandalı olarak yapılır. Ancak, standart üretim belirli boyutlar ve konumdaki kaynağın yapılmasında makina kaynağı geçerlilik kazanır. Otomatik veya makina kaynağı büyük yatırım

gerektirir, birleştirme toleransları az olan yerlerde kullanılır. Bununla beraber işçilik maliyeti azalarak, uygun bir çalışma pozisyonu ile kaynak hızını yükseltmek mümkündür. Kaynak yapmak için büyük bir beceri istemez. Teknik bilgilere dayanarak yapılacak ayarlama kaynak yapmaya yeterlidir.

Mekanik sistemle hazırlanan otomatik gaz tungsten-ark kaynak makinalarda %100 değerinde tam akım gerekmektedir. Elamanların kullanılması basit olmalıdır. Pens bir taşıyıcıya monte edilerek iş parçası sabit kalır veya pens sabit iş parçası onun altında hareket eder. Genellikle pens sabit tutularak kaynatılacak gereç onun altında hareket etmektedir. Şekil:3-16 da otomatik gaz tungsten-ark kaynağının yapılışı görülmektedir.



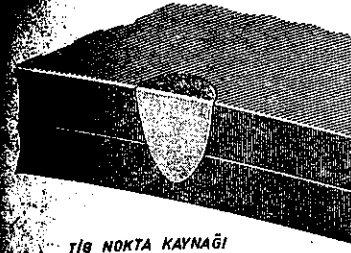
Şekil:3-16 Otomatik TIG Kaynağı

## TIG NOKTA KAYNAĞI

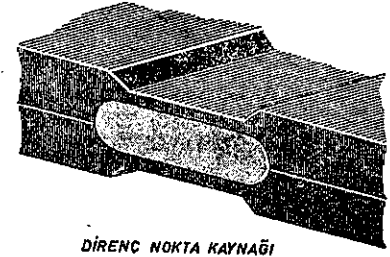
Birçok yıllar, nokta kaynağı direnç kaynağı olarak yapılmıştır. Bölüm: 5 de anlatıldığı gibi, nokta kaynağının gelişmesi elektrik direnç kaynağı ile mümkün olmuştur. Bu sistemde kaynatılacak gereçler iki bakır elektrod arasına konup, akım geçişi sağlanarak kaynak ısısı oluşturulur. Oluşan ısı geçiş yerinde gereçlerin ergiyük yapmalarına yetecek deşerdedir. Gereçlerin kaynatılması için gerekli basınç elektrodların birbirine mekaniksel olarak yaklaştırılmaları ile mümkün olmaktadır. Kaynak akımının gücü kullanılan bakır elektrodlar ile kaynatılacak gerecin kalınlığına göre deşismektedir.

TIG nokta kaynağının gelişmesi sonucu direnç nokta, direnç kaynağına benzeyen ancak, her iki taraftan aynı elektrodu gerektirmeyen yöntemle gereçlerin kaynatılması gerçekleştirilmiştir. Özel olarak yapılan tungsten-ark tabancası yalnız bir taraftan kullanılarak birleştirmeyi yapmaktadır. Kaynatılacak gereçlerin arasındaki yükseklik elektrik akımına karşı direnç gösterince o alanda, ısı toplamaktadır. Elektrik akımının geçiş değeri yükseldikçe ısıda artarak kaynak ortamı oluşmaktadır. Tig kaynağı ve direnç kaynağı ile yapılan nokta kaynakları şekil:3-17 de görülmektedir. Tig nokta kaynağı dişerine göre daha derin ve dardır.

TIG nokta kaynağının saç konstrükyonlu işlerin fabrikasyon olarak yapıldığı yerlerde çok geniş kullanma alanı vardır. Çünkü elektrik direnç kaynağı gibi heriki yönlü elektrod gerektirmeden, birleştirme parçanın bir yüzünden yapılır. Direnç nokta kaynağında parçanın heriki tarafında bakır elektrodların bulunması zorunludur. Şekil:3-18 de TIG nokta kaynağının yapılışı görülmektedir.

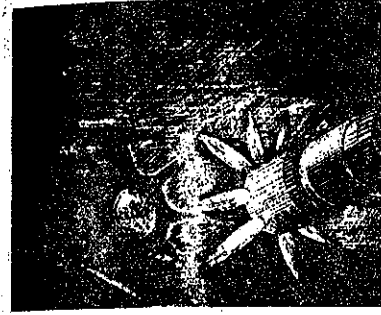


TIG NOKTA KAYNAĞI



DİRENÇ NOKTA KAYNAĞI

Şekil:3-17 Direnç ve TIG nokta kaynaklarının karşılaştırılması.



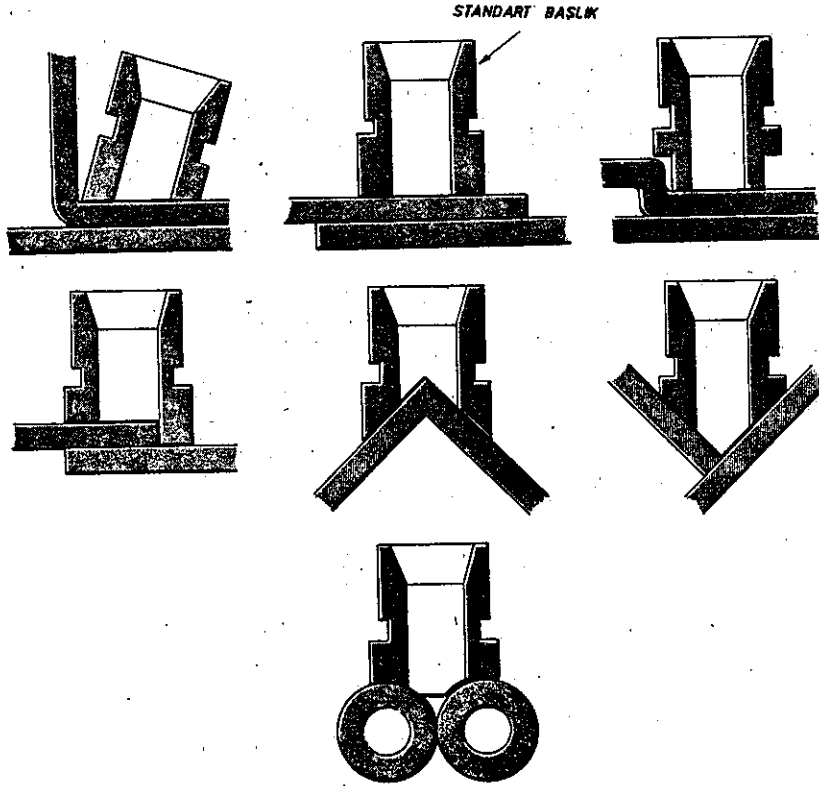
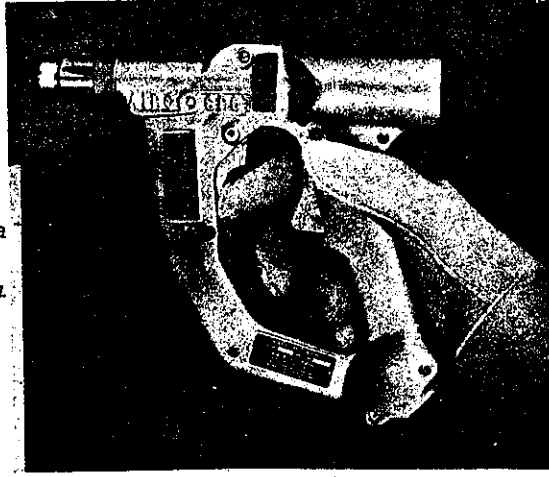
Şekil:3-18 TIG ile yapılmış nokta kaynakları.

### Kaynak Avadanlıkları

Minimum çalışma voltu 55 olan ve 250 ampere kadar akım veren herhangi bir doğru akımlı kaynak makinası, nokta kaynağı için adapte olabilir. Tabanca, tungsten elektroda kumanda edecek bir kovana sahiptir. Şekil 3-19 da TIG kaynak tabancası ile kaynağın yapılışı gösterilmektedir. Kaynatılacak gereçlerin cins, kalınlık ve kaynak yerinin türleri de vardır. Standart memeler bulunmakla beraber, eldeki mevcut memelerde kaynak için uygun uç biçimi verilen tabanca kanalına alıştırılarak kullanılabilir. Şekil 3-20 deki kaynak şekillerine göre memelerin uç biçimlerinin hazırlanmış durumları görülmektedir. Bunların büyük bir kısmı işin

özelliğine göre standart dışı yapılmaktadır.

Şekil:3-19 TIG nokta kaynak tabancası



Şekil:3-20 Değişik biçimlerdeki TIG nokta kaynak başlıkları

...makların çoğunda  $\varnothing 3,25$  mm lik elektrodlar kullanılır. Elektrodun uçları normal olarak çapları gibi bırakılarak sivriltilme yapılmaz. Şayet kaynak akımı 100 amperden daha az olursa, daha iyi netice almak amacı ile elektrodun uç kısmı sivriltililebilir. Ancak bu sivriltilme çok uzun olmuyarak uç kısmında çapın yarısı kadar düz bir kısım kalması gereklidir. Böylece elektrodun ucunun ark vasıfıyla kütleşmesi önlenir.

Elektrodun ucu birkaç nokta kaynağından sonra kütleşme yaparsa, bunun nedenleri, amper fazladır, gereğin kaynak yeteneğimiz değildir veya koruyucu gazın ayarı tam değildir.

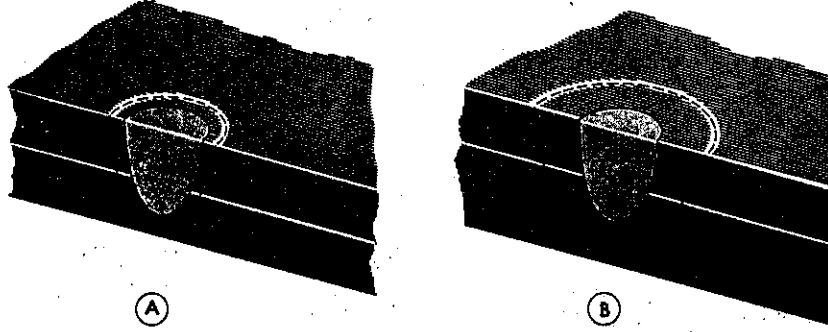
#### Kaynağın Yapılması

Nokta kaynağının yapılması, tabancanın uc kısmının kaynatılacak yere yerleştirilerek, tetiğin çekilmesi ile olur. Tetik sisteminin veya başlığın soğutulması elektrodun iş parçasına değmeden önce, üflenen koruyucu gaz ile veya soğutma suyu ile yapılır. Başlığa konan zaman ayarlayıcı (kontakt sistemi) ile elektrod otomatik olarak belirli bir süre ark yapar. Genellikle elektrod 1,5 mm boyundaki arkı oluşturmakta olup pratik olarak bütün kaynak işlemlerinde bu faktör geçerlidir. Elektrod genellikle ark boyu 1,5 mm olarak ark meydana getirmektedir. Hemen hemen bu yükseklik bütün kaynaklarda geçerli sayılabilir.

#### Amper Ayarı

Ayarlanacak amperin değeri, kaynatılacak gerecin kalınlığına bağlıdır. Amperin artırılmasına etki eden en büyük faktör, kaynatılacak gereçlerin aynı kalınlıkta olması halinde, kaynağın aynı şekilde ikisine de işlemesinin, fazla olmasıdır. Şekil:3-21 A da normal amper ile eşit kalınlıktaki parçaların kaynatılması, şekil:3-21 B de alttaki parça

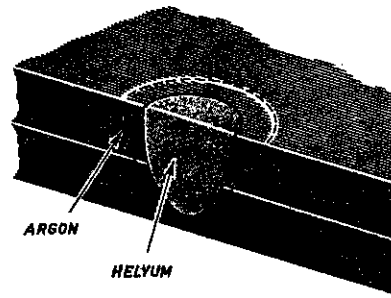
kalın olduğundan yüksek amperle yapılan kaynak görülmektedir. Üst parçadaki nokta kaynak çapının biraz büyümesi veya aynı kalmasına karşılık işleme derinliği değişmektedir.



Şekil:3-21 Amperin artırılması kaynak işlemesine ve genişliğine etki etmektedir.

#### Kaynak Zamanı

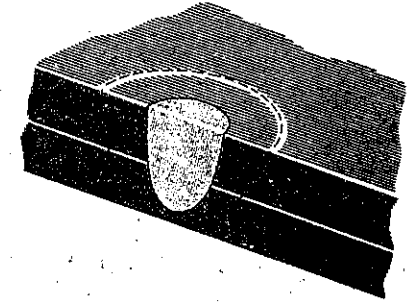
Kaynak zamanı kontrol tablosundan ayarlanır. Ayar ibresi 0-6 saniye arasındaki 1/60 değerleri üzerinde bölüntülerden yararlanarak ayarlanır. Zamanın fazlalığı kaynak çapının da büyümesine neden olur. Aynı zamanda kaynağın işleme derinliği de şekil:3-22 de kesik çizgilerle gösterildiği gibi artmaktadır.



Şekil:3-22 Kaynak zamanının artırılmasının kaynak işlemesine ve çapına etki etmektedir.

#### Koruyucu Gaz

Helyum gazı argona göre daha geniş kaynak alanı oluşturmaya karşılık argon ise kaynak çapının daha büyük olmasını sağlar. Şekil:3-23 deki kaynak kesitinde argon ve helyumla yapılan kaynaklar çizgisel olarak gösterilmektedir. Koruyucu gazın yaklaşık saatteki üfleme değeri  $162 \text{ dm}^3$  dür.



Şekil:3-23 Koruyucu gazlar nokta kaynağına etki etmektedir.

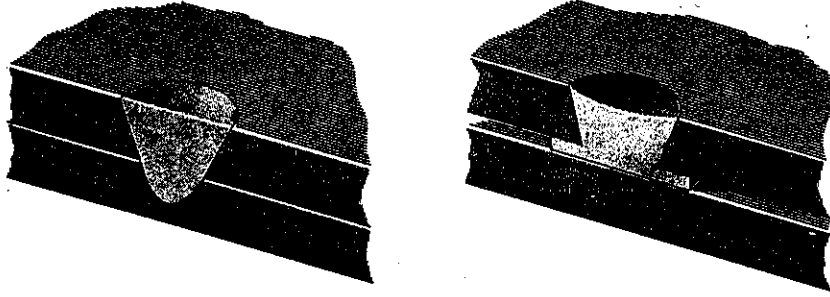
#### Yüzey Şartları ve Yüzey Kontağı

Kaynatılacak gereçlerin yüzeyinde bulunabilecek, hadde fazlası (artığı, bozuğu), yağ, gres, pislik, boya ve diğer yabancı maddeler gereç ile tabanca arasındaki tam ilişkiyi önlerler. Böylece tam bir kaynak ortamı meydana gelmiyerek birleşmenin mekaniksel özellikleri zayıf olur. İki yüzey arasındaki temas tam olmayarak alışma özelliğini kaybedecektir. Genellikle alttaki parçaya kaynak ısısı yeterli etkiyi yapmuyarak yüzey kontağın tam olmamasını sağlar. Şekil:3-24 de iyi bir yüzey alıştıma ile kötü bir yüzey alışmasının kaynak sonucu görülmektedir.

#### Altılık

Tig kaynağı ile tek taraftan nokta kaynağı yapılır. Ancak, alttaki parçanın tam olarak basıncın etkisinde kalarak üst parçaya kaynatılması zorunludur. Bu nedenle akım





Şekil:3-24 İyi bir nokta kaynağı için yüzeylerin tam alıştıırılmış olması gerekir.

konağının tabanca ile basıncın sağlanması amacı ile alttaki parçanın kaynatılacak yeri altlık üzerine konur. Altlık konmasının diğer bir nedeni ise alt parçanın akıcılığın dan dolayı kaynatılma olasılığının zayıflığıdır. Altlık gereci bakır veya çelikten olabilir.

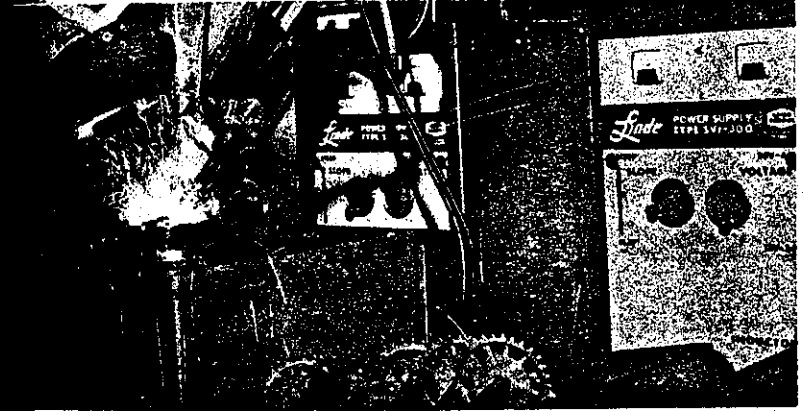
#### BİLGİ SORULARI

- 1- Tig kaynağının kullanılmasındaki özel amaçlar nelerdir ?
- 2- Tig kaynağı yapımında kutupların etkisi nedir ?
- 3- Tig kaynağında kullanılan alternatif akımlı kaynak makineleri niçin yüksek frekanslı olarak yapılırlar ?
- 4- Bazı metallerin Tig ile kaynatılmasında niçin alternatif akım yeğ tutulur ?
- 5- Pensin su veya hava ile soğutulmasına etki eden faktörler nedir ?
- 6- Tig kaynağında ek teli ne zaman kullanılır ?
- 7- Alaşımklı wolfram elektrod sık sık niçin saf wolfram yerine kullanılır ?
- 8- Kaynağın karakteristiğine argon ve helyumun etkileri nelerdir ?
- 9- Tig kaynağında ark nasıl başlatılır ve durdurulur ?

- 10- Kaynak süresince arki olumsuz yönde etkileyebilen faktörler nelerdir ?
- 11- Kaynakta kullanılan elektrod çapları nasıl tesbit edilir ?
- 12- Gaz başlığının içerisindeki elektrod uzunluğu ne kadardır ?
- 13- Tig nokta kaynağının, direnç nokta kaynağından farkı nedir ?
- 14- Tig nokta kaynağında amperin ve zamanın artırılması kaynağa nasıl etki eder ?
- 15- Koruyucu gazın nokta kaynağına etkisi nedir ?

## GAZ METAL-ARK KAYNAĞI (MIG)

Gaz metal ark kaynağı bazen MIG veya metalin etkisi ile kaynağı olarak isimlendirilir. Bu kaynak türü aynı zamanda imal eden firmalar tarafından da değişik isimlerle anılır. Örneğin Airkomatik (Airco), sigma (Linde) gibi. Bu kaynak türünde ergime, arkın iş parçası ile elektrod arasında oluşmasında meydana gelir. Elektrod, geliş hızı kontrol edilen bir bobin tel halinde kaynak alanına gönderilir. Bu gaz pensten üflenerek ergiyik banyosu ile hava arasında bir gaz tabakası oluşturur. Kaynak yarı otomatik veya otomatik olarak yapılır. Yarı otomatik kaynak işleminde, işçi pensle iş arasındaki uzaklığın ayarından, pensin hareketlenmesinden ve kaynak hızından tamamen sorumludur. İş hızı ile elektriksel değerler ve gazın hızı önceden ayarlanır. Makinanın tam otomatik olarak çalışması halinde kaynak değerleri otomatik ayarlanmaktadır. Şekil:4-1



Şekil:4-1 Fabrikasyon olarak tekerleklerin otomatik MIG kaynağı ile kaynatılması.

MIG kaynak işleminde birçok özellikler belirli amaca dahil hizmet etmektedir. Bu özellikler; püskürtme, ark, kısa arklar, kaplı tel ve CO<sub>2</sub> dir.

#### Kaynağın Kullanıldığı Yerler

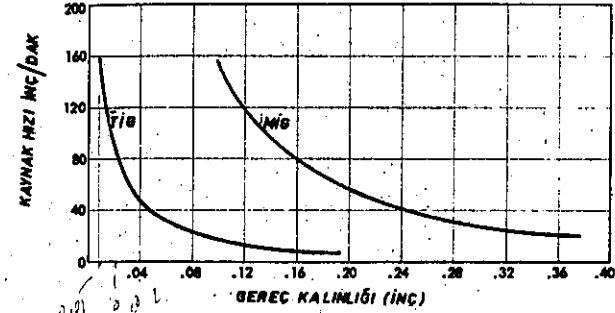
Orjinal olarak gaz metal-ark kaynağında (MIG) yüksek kaynak akımı ve küçük çaplı tel kullanılmaktadır. Diğer kaynak gelişmelerinde pratik olarak bu teknikle daha düşük değer akım kullanılmaktadır. Bununla beraber MIG kaynağı ile in metallerin kaynatılması, ağır konstrüktif gereçlerin kaynak kadar mümkün olmaktadır. Gaz metal-ark kaynağı hemen hemen bütün endüstride kullanılmaktadır. Örneğin, otomobil, konstrüksiyon, elektrik, feza, depolama, boru konstrüksiyon ve taşıma endüstrisi v.b. Şekil 4-2. Birçok metallerin bu işlemlerle kaynatılma olasılığı mevcuttur. Bu metaller genellikle alüminyum, yüksek karbonlu çelik, alçak alaşumlu çelikler, nikel, bakır, titan ve çinkodur.



Şekil:4-2 Isı iletimin Fabrikasyon olarak yüzeye geçiş

Gaz metal-ark kaynağı yüksek dayanıklılık ve yüksek kaynatma hızı ile yapılmaktadır. Kaynağın yapılışı sırasında örtü maddesi olarak herhangi bir toz veya benzeri madde kullanılmamaktadır. Kalın gereçlerin kaynatılmasında TIG kaynağı

ve kaynağının hızının artırılması şekil:4-3 de ki eğriyle belirlenmektedir. Ancak MIG kaynağında hızın belirli bir değerde düşmesi görülmektedir. Gereç kalınlığı arttıkça kaynak hızı artmaktadır. Ancak TIG kaynağında kaynak hızı artmaktadır.



Şekil:4-3 Küt Birleşme Kaynağında TIG ve MIG Kaynağının Karşılaştırılması.

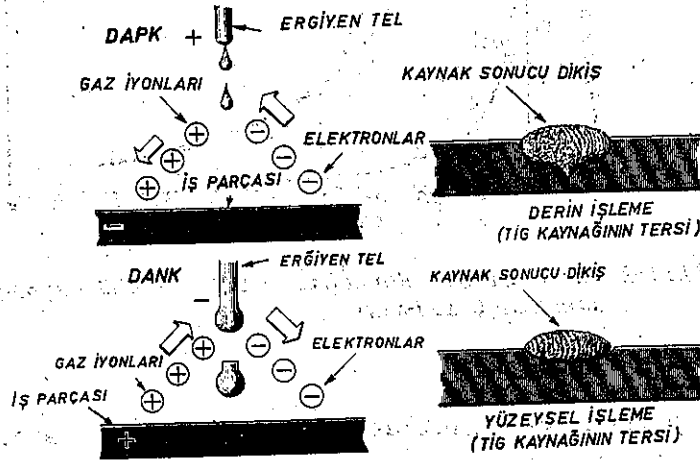
#### Elle Yapılan MIG Kaynağı

Elle yapılan MIG kaynakları yarı otomatiktir. Kaynak akımı ve tel ilerleme hızı elektriksel olarak hareket eder. Böylece kaynak arki yöneltilme durumuna geçer. Kaynakçı ilk önce ayarlanlıkları ayarlıyarak tam ark boyunu elde etmelidir. Kaynak sırasında, eğer pens parçaya çok yakın tutulursa, akım otomatik olarak yükselerek telin daha çabuk ergimesine neden olur. Bu durum ark boyuna da etki ederek yeniden düzenleme gerektirir. Pensin iş parçasından fazla uzak tutulması halinde ise otomatik olarak kaynak akımı azalır ve normal ayarlanmış ark boyu daha da kısalmış olur. Bu tür işlemlerde kaynakçının bütün dikkatini vererek ark boyunu belirli yükseklikte tutmalıdır.

#### Kaynak Akımı

Gaz metal-ark kaynağının neticesine, değişik kaynak

akımlarının etkisi olur. En iyi randıman doğru akımlı kaynak makinasının pozitif (+) kutubdan alınır. Şekil:4-4 de kutuplara göre kaynatılma yöntemi incelenmektedir. Pozitif kutupta kaynak yapmakla ısı kaynatılan gerecin üzerinde toplanan ergiyik banyosunun daha derin olması sağlanır. Pozitif kutubun diğer faydası da kalın yüzey oksitlerini alüminyum, magnezyum gibi metallerin yüzeyinden temizlemesidir.



Şekil:4-4 MIG Kaynağında Kutupların etkisi.

Doğru akımlı makinenin negatif kutbu MIG kaynağı için pek pratik değildir. Çünkü; kaynağın gerece etkisi geniş sığdır. Sıçrama daha fazla olup yüzey oksit temizlemesi h denecek kadar azdır. Negatif kutupta elektrodan parçaya çen damlalar işleyemediğinden ergiyik banyosu yeteri kadar derin olmaz. Pozitif kutuptaki elektrod ergiyiği püskürtme şeklinde akarken, negatif kutupta ergiyik kütlesi şeklinde dökülür. Şekil 4-4 de bu damlaların dökülüş hacımları ile gereçteki kaynak işlemesi şekillerle belirtilmektedir. MIG kaynağında alternatif akım kullanılması hiç salık verilmemektedir.

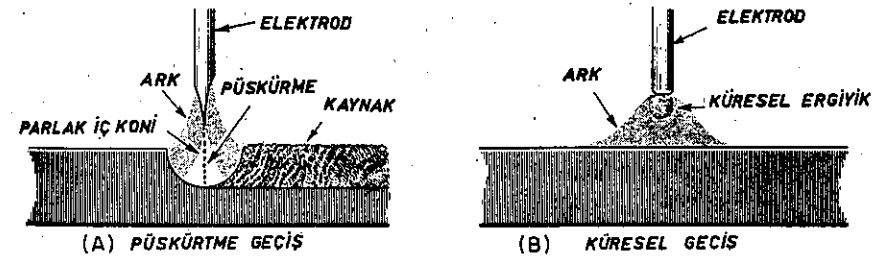
#### Transfer Şekli (Metal Geçişi)

Gaz metal-ark kaynağının genel karakteristiği metal gerecinin biçimidir. Kaynağın oluşumunu sağlayan üç çeşit metal geçişi vardır. Bunlar, püskürtme, küresel ve kısa ark geçiri ile yapılan kaynaklardır. Metal geçişinin değeri elektrod ölçülerine, koruyucu gazın cinsine, ark voltuna ve kaynak akımına bağlıdır.

#### Püskürtme (Püskürtme ile Geçiş)

Püskürtme sisteminde ergiyik akışı ile kaynak en iyi bir işlemdir. Elektrodun iş parçasındaki doğrultusuna, arkın oluşumu ile, elektrod doğrultusuna, elektrod ucundaki ergiyik metal, sürekli kum kümeleri şeklinde dökülür. Kaynak arkından metalin geçişi akımın kesilmesini engellemez. Böylece belirli bir düzeyde elektrod ergiyiği kaynak süresince püskürtülmeye devam eder.

Püskürtme şeklindeki kaynak yüksek akım ceryanı gerektirmektedir. Yüksek akım ergiyik metalin kaynatılan gereçle birleşme alanının merkezinde beyaz renkte parlak koni meydana getirir. Şekil:4-5 A da püskürtme sistemi ile yapılan kaynak görülmektedir. Bu tür kaynaklarda argon veya argon ile oksijen karışımı koruyucu gaz püskürtme geçişi için geçerlidir. Elektrod ucunda oluşan ergiyik argonun etkisi ile küçük damlacıklar haline dönüşür.

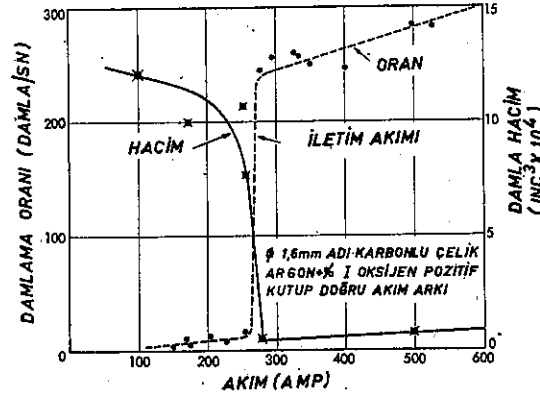


Şekil:4-5 Küresel ve Püskürtme Ergiyiklerin geçiş karakteristikleri.

Bu damlacıklar kaynak süresince elektrod ucundan parçaları doğru püskürtme geçişi yaparlar. Kaynak alanında yüksek akımın oluşması ile daha büyük çaplı elektrod kullanılarak damlacıkların kaynak işlemesi elde edilebilir. Ark kısa tutularak, ergiyik damlacıkları da istenilen, küçüklükte olursa, arkın istenilen yere yönlendirilmesi kolay olur. Ancak ergiyik akışı elektrod uçları olarak yapılırsa, tam bir metal püskürme elde edilmez. Çünkü bu işlem pozisyon dışı olarak yapılır. Bununla kalın gereçlerin kaynatılması daha doğru olur. İnce iş parçalarının kaynağının yapılması, gereçlerde yanma olayı ile sonuçlanacağından, pratik değildir.

#### Küresel Geçiş

Bu tür ergiyik akışı kaynak akımının düşük veya normal kaynak akımının altında geçiş şeklinde olması ile elde edilir. Elektrod ve kaynak alanında ergiyik oluşturacak akımın minimum değerinde olması halinde tam bir kaynak ortamı meydana gelmez. Kaynak akımı yükseltilerek püskürtme oranına yakın bir ortam sağlanırsa en geçerli küresel geçiş yapılmış olur. Şekil:4-6 da alçak kaynak akımında saniyede birkaç damla oluşurken, akımın yükseltilmesi ile ergiyik damlası küçülür.



Şekil:4-6 Koruyucu gazda oluşan arkın ergiyik kütle ve frekansına akımın etkisi.

edeki düşme sayısı da artar.

Elektrod ucunda oluşan ergiyik her damla küreciğin çapı kaynak alanına yaklaşıncaya kadar elektrod telinin iki veya üç katı kadar büyüklükte olur. Ark boyunun kısa tutulması ile bu parçaların birleşme oranı da o değerinde küçülmektedir. Şekil:4-5 B deki küçük ergiyik kütlelerinin arkın fiziği et-tilerinden dolayı geometrik küre olarak belirlenmemektedir. Metallerin anormal bir biçimde oluşması ergiyik akış yönünün değişmektedir. Böylece kaynatılacak yerin çevresine kaynak dikişinin bir kısmı taşmaktadır. Bunun neticesi ise, sabit değeri olmayan bir ark, derin olmayan bir kaynak ve fazla miktarda kaynak sıçramasıdır. Her hangi bir zorunluk olmadıkça küresel ergiyik akışı geçerli değildir. Bu yöntem arkın yanıcı etkisinin yüksek olması halinde faydalıdır. Daha sonraki açıklamalarda bu konuya ayrıca değinilecektir.

#### Kısa Devre Geçişi

Bu yöntemde ısı tekniği azaltılarak bütün metaller için iğne ucu kadar ark olur. Bu ark ile çok ince saçların, yanma ve deforma olan gereçlerin kaynatılması çok yararlıdır.

#### Şekil:4-7 A-E

Kısa devre çevrimi ile hemen bütün kaynak konumlarında ince bir kesitte dikiş yapmak mümkün olabilir. Dikiş işlemi gölgesel olarak, metalurjik bileşimde, görülür. Şekil:4-7 de beş kademe olarak incelenen bir damlanın hareketinin son oluşumu belirtilmektedir. Bu kaynak türü, 200 Amper veya altında Ø1-1,25 mm lik kaynak teli için çok iyi netice verir. İyi bir kaynak teli kullanmakla, ergiyik banyosunun daha küçük olmasına, kolay metal bileşimi oluşmasına ve bütün konumlarda kaynak yapılmasına olanak sağlar.

Ergiyik tel damlası elektrod ucundan tamamen kopmadan

Önce, geçeceği banyoya, deşmelidir. Bu çevrime kısa akım nir ve ark söner.

Kısa ark devresinde başlaması, Yüksek ark sıcaklığı tel ucunu ergiterek kaynak alanına dökülür. Eksilen tel mekaniksel olarak beslenir. Ark ısısı kaynak makinası ile sağlanır.

Ergiyen elektrod iş parçası üzerinde hareket ettirilir. Temizleme olayına dikkat etmelidir. Karışık argon gazı kısa arkı yardımcı cısı olur. Bu gaz kaynak alanını (Ergiyişi) koruyarak sıçramayı önler ve tam bir birleşme sağlar.

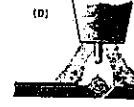
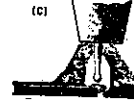
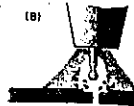
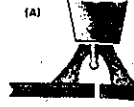
Elektrod iş parçasına değince kısa devre olur. Kısa devreden, soğuk ortamda, ark oluşur. İş durumuna göre Saniyede 20-200 kısa ark sağlanır.

Elektroddan düşen damla arkin kesilmesine neden olur. Elektrod titreşimle itilerek akım kesilmesi giderilir. Akımın sürekli gelişini kaynak makinası ile kontrol edilir.

Arkin her yenilenişinde kısa ark çevrimi başlar. Böylece ark karakteristiği ve ergiyik kontrol edilir. Kısa ark özellikle paslanmaz çelik ve diğer çeliklerde iyi bir kaynak oluşturur.

Elektromagnetik kuvvet telden dökülen damlanın bir miktar olsun soğumasına yardım eder. Bu anda kısa devre akımı kesilerek ark yeniden, meydana gelir. Buna kısa çevrim denir. Otomatik kaynak akımının ayarlanmasına göre bu damlanın olayı saniyede 200 defa tekrarlanmaktadır. Kısa çevrim ark ısının küçük bir noktayı etkisi altında tutmaktadır.

Kısa çevrim-ark kaynağında karışık bileşimli koruyucu gaz kullanılır. Bileşim oranının %25 CO<sub>2</sub> olup kaynağın ısısını yükselterek ilerleme hızını artırır ve %75 oranındaki



Şekil:4-7 Kısa kade

ise fazla sıçramayı önler. Gerçekten teknikte karbonlu çeliklerin ve az karbonlu alaşımli çeliklerin kaynağında koruyucu gaz olarak CO<sub>2</sub> veya CO<sub>2</sub> + argon karışımı gazlar kullanılmaktadır.

#### Güç Kaynak Elemanları

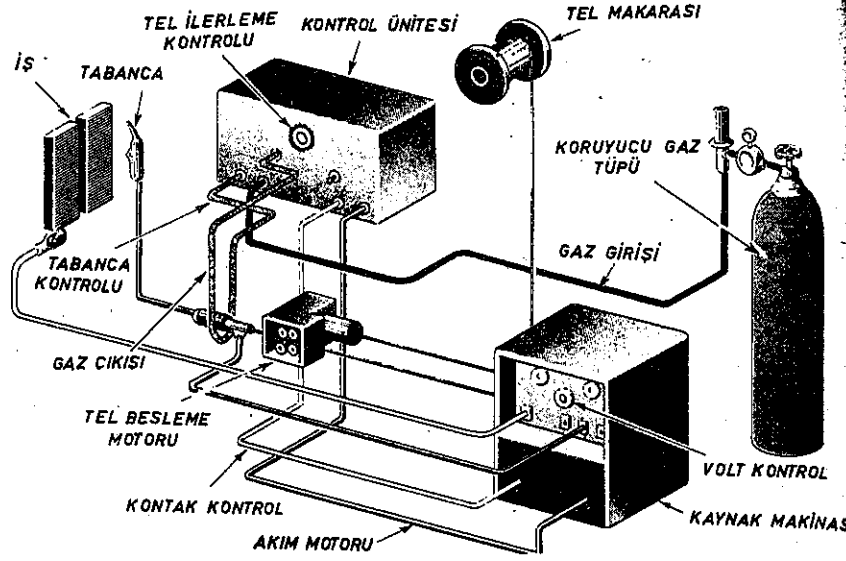
Gaz metal-ark kaynak elemanları dört esas üiteden oluşmaktadır. 1- Güç kaynağı, 2- Tel besleme mekanizması, 3- Kaynak tabancası, 4- Koruyucu gaz ünitesi, şekil:4-8 ve 4-9 da bu elemanlar resim ve fotoğraflarda görülmektedir.

#### Güç Kaynağı

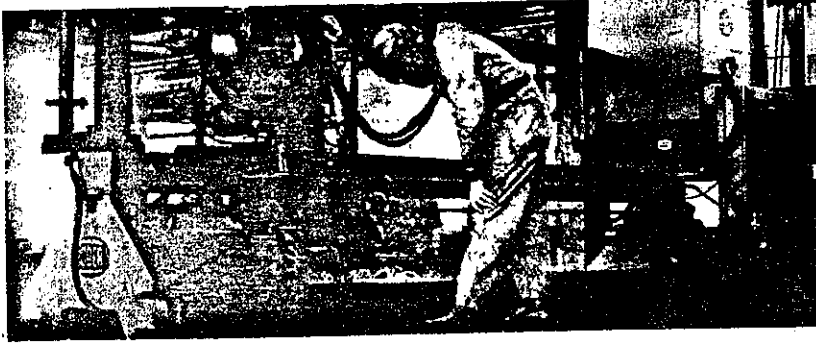
Mig kaynağı için 200-250 amper akım verebilecek ve her konuda kaynak yapma olanağı sağlayacak redresör veya jeneratör kaynak makinaları, kullanılmaktadır. Doğru akım pozitif kutup ile daha derin kaynak işlemesi, iyi bir ergiyik ortamı ve tam bir temizleme işlemi elde edilir.

Devamlı akımın (potansiyel akım) ile Mig kaynağında kütleli ısı, akımın telin ucundan belirli bir boşluğa atlıyarak iş parçasına geçişi ile meydana gelir. Voltaj, boşluğun yüksekliğine göre arkin uzunluğunu belirleyecek şekilde değişir. Kaynak dikişinin oluşum nitelikleri kaynak voltu ile ark boyunun belirgin değerlerine bağlıdır. Kaynağın oluşum şekli: 1- Kaynak bölgesine ergiyebilecek oranda telin gönderilmesi, 2- Ergiyen telin aynı oranda kaynak ortamına geçişini sağlamaktadır.

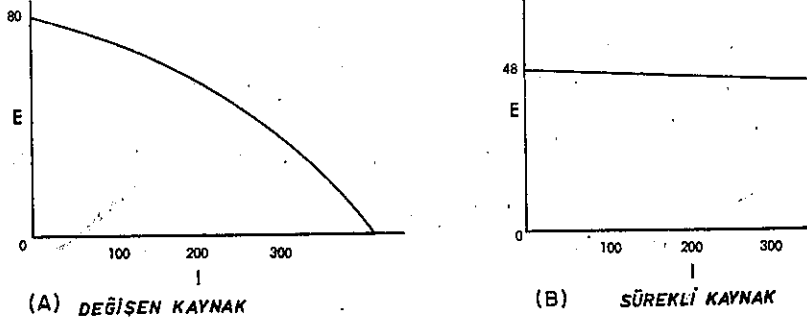
Koruyucu metal-ark kaynağında uzun seneler doğru akımlı kaynak makinaları kullanıldı. Akımın geliştirilmesi ile bazan normal ark voltunun üstüne çıkar. Akım, volt-amper karakteristiğine göre bir düşme göstermektedir. Şekil:4-10 da bu karakteristik grafik olarak ifade edilmektedir.



Şekil:4-8 Yarı Otomatik MIG Kaynağının Uniteleri.



Şekil:4-9 Tam Otomatik MIG Kaynağı.



Şekil:4-10 Volt-Amper Eğrilerinin karşılaştırılması.

Ekten bu oluşum elektrodun ısısal konuma geçişi sırasında enerjide değişkenlik göstererek belirlenir. Aynı zamanda bu volt ile amperin makina çalışması ile kısa devre akımı (ilk oluştuğu andaki durum) arasındaki bağıntıyı ifade etmektedir. Ark başlayacağı anda (elektrodun parçaya değdiği anda) kaynak voltu çok ani düşme göstermektedir. En yüksek volt makina çalışırken, ark yapılmadığı zamanda, görülmektedir. Ark başlar başlamaz volt minimum (0), amper ise maksimum değerlerini alırlar. Ark normal boya erişince amper kaynak ayar durumuna, volt ise kaynak voltuna dönüşürler. Kaynak süresince ark uzunluğuna göre amper pek az değişim gösterdiği halde volt daha çok değişken olmaktadır. Bununla beraber kaynakçı belirli bir ergiyik ısını iş üzerinde sürekli olarak tutmak zorundadır.

Doğru akımlı kaynak üretici MIG kaynağında kullanıldığı zaman tel besleme mekanizması en az ilerlemeye göre ayarlanır. Böylece elektrod telinin ucunun kaynak alanında yanması ve kütleşmesi önlenir. Ancak kaynakta oluşacak bu durumların kaynakçı tarafından otomatik ayarlama ile giderilmesi gerekir. Ayarlama sırasında kaynak voltunuda gözeterek ark uzunluğu sabit tutulmalıdır. Eğer pens ucu iş parçasından uzaklaşırsa ark boyu da uzar. Neticede anormal bir kaynak oluşur.

İyi bir ark kontrolü devamlı volt potansiyeli ile sağlanır. Bu tür kaynak akımının volt-amper karakteristiği hemen hemen düzgün bir doğru şeklinde görülebilir. Şekil:4-10 B. Grafikten de anlaşılacağı gibi önceden ayarlanan volt devamlı olarak aynı düzeyde durmaktadır. Potansiyel voltu genellikle statik olarak makinanın çalışma voltundan daha düşüktür. Volt değeri en alt sınırında da olsa elektrodu yeterli oranda ergitmesi zorunludur. Elektrik gücü, arkın etkisi

altına alarak düzgünlük sağlar. Bu durumda kaynak ortamı hazırlanması yine kaynakçı tarafından yapılmalıdır. Aksi halde elektrod kaynak banyosu içerisinde yarma ve kütle konumuna döner. Diğer bir tanımla pens ucunun iş parçasındaki konumunu ayarlamaktır. Örneğin, ark boyu önceden seçilen değerden küçük olduğu görülünce otomatik olarak akım yükseltilir. Telin hızı da kendi kendine ayarlanarak ark boyuna adapte olur. Eğer ark boyu çok uzun olursa, kaynak akımının değeri o oranda küçülür, tel geliş hızında artmaya başlar.

Kaynak teli ark içerisine belirli bir hızla gönderilince, otomatik olarak akım oranında o değere uyum sağlayacak şekilde kendini düzenler. Sabit gerilimli kaynak akımının kaynak yüküne göre gerekli şekilde ayarlanması zorunludur. Elektrodun ilerleme hızı arttıkça kaynak akımı da artar, hız azaldıkça kaynak akımında azalır.

Kendi kendini ayarlama sistemi ile iyi bir kaynak yapmak için fazla beceri gerekmektedir. Bunun için temel kontrol sistemi vardır. Makina üzerinde bulunan reostadan voltajın ayarlanması ve tel besleme mekanizmasında bulunan tel hızını ayar düğmesi ile besleme motorunun ayarlanmasıdır.

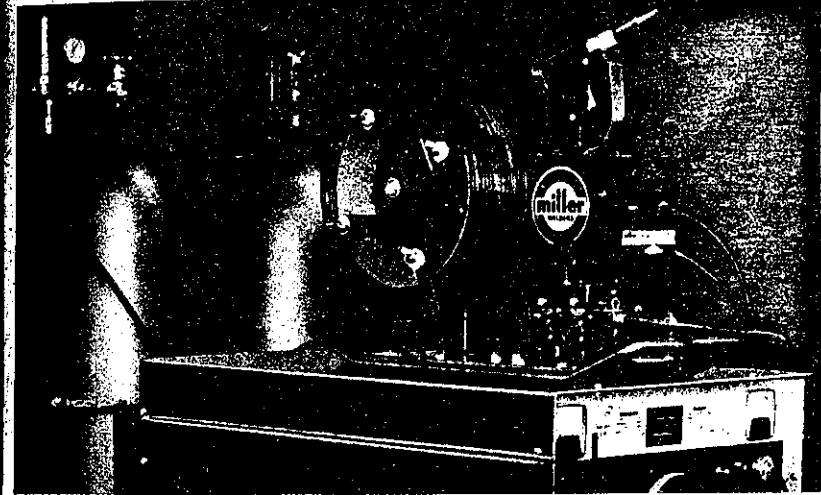
#### *Ergiyik Kontrolü*

Bazı MİG kaynak makinalarında ergiyik konumunu kontrol edecek sistem vardır. Ergiyik kontrolü ile birleştirilmiş MİG kaynak makinalarının geniş bir kullanılma alanı vardır. Yatay kaynak pozisyonunda ergiyik kontrolü gayet rahat yapılmaktadır. Bu kontrol ile kısa devre çevrimi önemli bir aşama kat etmiş, olmaktadır. Kısa devre çevrimi ile yapılan kontrolde daha iyi bir kaynak, fazla ergiyik oluşturmaksızın elde edilir. Ergiyik kontrolü ile kısa devredeki

akımının ani düşmesinin de bir derecede azaltılması sağlanmaktadır. Bu durumda ergiyik artıklarının iş parçasına fazla yapması azaltılmış olmaktadır.

#### *Tel Besleme Mekanizması*

Tel besleme mekanizması bobinden kaynak telini otomatik olarak, tabanca içinden sürerek ark alanına gönderir. Şekil: 4-11 de tel bobini, besleme aygıtı ve kaynak tabancası görülmektedir. Kumanda tablosunda bulunan düğmelerle çeşitli parametrelere göre tel hızı ayarlanmaktadır. Bunlara ek olarak kaynak kumanda kutusu içindeki kontrol düğmesi ile koruyucu gazın akışının yakından ilgisi olup doğrudan irtibatlıdır. Kaynak ünitelerinde ve tabancanın soğutulmasında su kullanılır. Soğutma suyunun açılıp kapatılması kontrol tablosundan yapılır.



Şekil:4-11 MİG Kaynağında Tipik bir tel mekanizması

Tel besleme üniteleri kaynak makinalarının üzerine monte edildikleri gibi, makina ile bağlamaksızın herhangi bir yere konulabilir. Böylece daha geniş alanda kaynak yapma imkanı sağlanır.

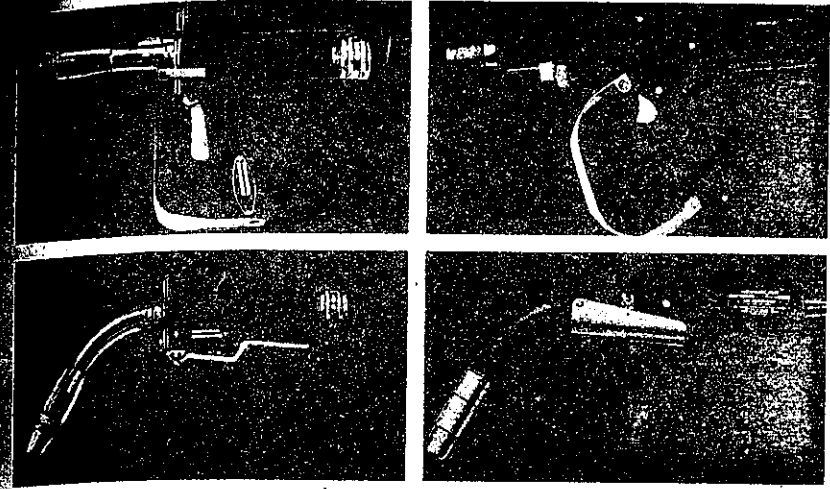


### Kaynak Pensi (tabancası).

Kaynak Pensinin görevi kaynak alanına elektrod (tel), koruyucu gaz ve ark akımı vermektir. Elle çalışan pensler su ve hava ile soğutulmaktadır. Hava ile soğutulan hafif gereçlerde yapılmış panslerde argon kullanılır. Bu pensler 200 amperden daha az kaynak akımı verebilen makinalarda kullanılmaktadır. CO<sub>2</sub> kullanan pensler ise 300 amperde dayanabilmektedirler. Çünkü koruyucu gaz olan CO<sub>2</sub> tam olmasada soğutmaya yardımcı işlemi olmaktadır. Su soğutmalı pensler 200 amperin üzerinde nisbeten kaynak yapıldığında çok yararlı olur.

Pensler basmalı düğmelerle çalışırlar. Basma düğmeli penslerde anahtara basınca tel besleme ünitesinden hareket ettirilerek geçirilir. Dönen küçük makaralar yardımı ile tel pens içinden kaynak bölgesine sürülür. Çekme anahtarlı pensler küçük çaplı tellerde, basma düğmeliler ise büyük çaplı tellerde kullanılır. Çekme anahtarlı pensler genellikle yumuşak tellerle alüminyum ve magnezyum gibi hafif metallerin kaynatılmasında kullanılırlar. Basma anahtarlı pensler, karbonlu teller ve paslanmaz çelikler v.b. gereçlerin kaynatılmasında kullanılan sert kaynak telleri için daha uygundur. Genellikle bu tellerle yapılan kaynağın akım şiddeti 250 amperi geçmemelidir. Her iki tipteki penslerde de bir tetik sistemi ile tel beslenmesi, ark oluşumu koruyucu gaz ve soğutma suyu kontrol edilirdir. Tetik serbest bırakılınca telin gelişi, ark oluşumu, koruyucu gazın gelişi ile (varsa) soğutma sistemi arızada durur. Bazı makinalarda kaynağın soğumasının yavaş ve sessiz olması için, koruyucu gaz gelişi tetik serbest bırakıldıktan bir süre sonra daha devam eder.

Pens uçları düzgün veya eğri uçlu yapılabilirler. Şekil:4-12 de değişik tipteki pensler görülmektedir. Eğri pensler birleştirme kaynakları için çok elverişlidir.



Şekil:4-12 MIG Kaynağı İçin Çeşitli dört adet (tabanca) pens.

### Koruyucu Gaz

Herhangi bir koruyucu gazın ark kaynağında ki görevi kaynak dikişinin özellik değiştirmeksizin soğumasını sağlamaktır. Böylece kaynak havanın etkisinden korunarak yapılır. Koruyucu Metal-ark kaynağında elektrod üzerindeki örtü kaynak alanını havanın zararlı etkilerden korumaktadır. Kaynak dikişi üzerinde, ergiyik metalin normal katılaşmasını sağlamak için, kabuk oluşur. Mig kaynağında ark alanının çevresi, örtülü elektrodla yapılan kaynakta ark çevresini gaz tabakası sardığı gibi, pensten verilen gazla korunması sağlanır. Çizelge: 1 de Mig kaynağında kullanılan koruyucu gaz çeşitleri verilmiştir.

Ark alanındaki hava ile koruyucu gaz, kaynak işlemi sırasında yer değiştirir. Ark, koruyucu gaz kütleleri içerisinde oluşan kaynak ortamı hazırlanmış olur. Ergiyik kütleleri yalnızca koruyucu gazla temas eder. Gaz ile ergiyik arasında herhangi bir birleşik meydana gelmez. Böylece mekaniksel ve metalurjik

özellikleri daha yüksek olan kaynaklı birleştirme dikışıdır. Ancak gerecin özlülüğünü ve direncini zayıflatır. Ark çevresinin korunmasının nedeni ise ark alanındaki ergiyik metalin hava ile ilgisinin kesilerek dikişe etkisizlenmesidir.

Hava içerisinde hacim olarak % 21 oksijen %78 azot, %0,04 diğer gazlar ile CO bulunmaktadır. Hava içerisindeki nem durumuna göre bir miktar su veya su buharı da bulunmaktadır. Hava içinde bulunan bütün elementlerden, oksijen ve azotun kaynak yerinde oluşan dokunun bileşimine zararlı etkileri olmaktadır.

Oksijen çok aktif olan bir elementtir. Metal ve alaşımları ile kolayca bileşik meydana getirir. Bu bileşikler oksitlenme veya gaz şeklindedir. Çeliklerde oluşan oksit tabakasının kaynaktan önce tamamen temizlenmesi gerekir. Manganez ve silisli gereçlerde oksitli tabaka ergiyik banyosu üzerinde ince bir zar oluşturur. Eğer oksitlenme önlenmezse oksijen gereçteki demir ile birleşik oluşturarak kaynatılma yerin mekaniksel özelliklerinin zayıflamasına yardım etmektedir. Ergiyik soğuyunca oksijen karbonla birleşerek metal içerisinde karbonmonoksit oluşturur. Eğer bu gazlar dikiş içerisinde tutulursa, soğuma sırasında küçük kabarcıklar şeklinde boşluk oluşmasına neden olur. Boşlukların hacimleri ve sayıları kaynağın dayanıklılığını etkin bir biçimde zayıflatır.

Hava içerisindeki elementlerden azot çeliklerin kaynağına da birçok güçlükler doğurur. Ergiyik durumundaki demir büyük miktarda azotu içersine çeker. Oda sıcaklığında azotun demirle bileşik oluşturması çok azdır. Böylece ergiyik metalin katılma ortamında azot dışarı çıkarak demir nitrat bileşiği yapar. Bu bileşik yüksek yüzey yanıklığı, çekme dayanımı, sertlik gibi faydalı özelliklerin artmasını da

engeller. Ancak gerecin özlülüğünü ve direncini zayıflatır. Ark çevresinin korunmasının nedeni ise ark alanındaki ergiyik metalin hava ile ilgisinin kesilerek dikişe etkisizlenmesidir. Hava içerisindeki nem durumuna göre bir miktar su veya su buharı da bulunmaktadır. Hava içinde bulunan bütün elementlerden, oksijen ve azotun kaynak yerinde oluşan dokunun bileşimine zararlı etkileri olmaktadır.

Çizelge:1 MIG Kaynağında Kullanılan Koruyucu Gazlar

GEREÇ	KULLANILAN GAZ	DÜŞÜNCELER
Alüminyum Alaşımları	Argon	Doğru akım, pozitif kutup iş parçasının yüzey oksitini temizler.
Magnezyum Alüminyum Alaşımları	1- %75 Helyum %25 Argon	Yüksek ısı elde edilir. Yüzey oksitini temizler kaynaktan boşluk oluşmaz.
Paslanmaz Çelikler	1-Argon+%10 <sub>2</sub>	Doğru akım pozitif kutupta O <sub>2</sub> dikiş altı yarmayı önler.
	2-Argon+%50 <sub>2</sub>	%50 <sub>2</sub> doğru akım negatif kutupta ark sürekliliğini sağlar.
Magnezyum	1-Argon	İş parçası üzerindeki (doğru akım negatif kutup ile) oksitleri temizler.
Oksitsiz Bakır	1-%75 Hel. %25 Ar. 2-Argon	İnce parçaların kaynağında iyi bir sulama, yüksek ısı ve ısıl ilerleme oluşturur.
Az karbonlu Çelikler	1-Argon +%2 O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> Birleşme altı yarmayı önler ve oksitleri temizler.
Az Karbonlu Çelikler	1-Karbondioksit (püskürtme geçiş)	Alçak akımla yüksek sağlamlık ve az sıçrama
	2-Karbondioksit (Yanıcı ark)	Yüksek kaynak hızı, az sıçrama, az kaynak masrafı oluşmasıdır.
Nikel	1-Argon	Sulandıma iyi, kaynak alanının akışkanlığını artırır.
Monel ve bileşiği	1-Argon	İyi bir sulandıma, kaynak yerinin akışkanlığını artırır.
Titanyum	1-Argon	Isı etki alanını azaltır, metal geçişini yükseltir.
Silisli Bronz	1-Argon	Çatlama hassaslığı azalır.
Alüminyum Bronz	1-Argon	Kaynatılan gerece çok az kaynak işlenmesi. Genellikle yüzey kaynağında kullanılır.

Not: 1 İlk yeğ tutulan  
2 İkinci yeğ tutulan  
He- Helyum  
A - Argon

O<sub>2</sub> Oksijen

Kaynak için hidrojen gazı da zararlıdır. Havanın içi az oranda bulunan hidrojen arkın gelişi güzel şekilde olmasına etki eder. Hidrojen için en önemli sorun kaynak o kişine de etki etmesidir. Demir ergiyik haline gelirken ha çok hidrojen yutar. Azota nazaran metalin soğuması il hidrojen oranı da düşer. Metalin katılaşması sırasında ç içerisindeki hidrojen dışarı atılır. Gereç içerisinde tu lan hidrojen kaynağın belirli oranda basınç altında kalma na yol açar. Bu basıncın etkisi ile kaynak ekinde görüle önceki çok ince çatlaklar sonra da daha büyük çatlakları meydana getirirler. Hidrojen, aynı zamanda dikiş içinde b lık gözü şeklindeki boşlukların oluşmasının ve dikiş çata malarının nedenidir.

Kaynak sırasında oksijen, hidrojen ve azot gibi zarar gazların kaynak alanından çıkarılması zorunludur. Bu işle koruyucu gaz aracılığı ile yapılır. Koruyucu gaz içerisinde deki atomlar dengeli bir bileşik olduğundan diğer atomlar la kolayca kimyasal bileşik yapamazlar. Doğal olarak bu atomları içeren gazların sayısı toplam olarak altıdır. Bu ruyucu gazlar ise, helyum, neon, argon, krepton, ksenon v radondur. Koruyucu nitelikteki gazların atomlarının denge oluşu ve iyi bir görünüm renkliği ile kaynak alanını atm ferden korunması çok faydalıdır. Bu altı gazdan sadece he yum ve argon kaynak endüstrisi için önemlidir. Ekonomik o rak argon ve helyum diğerlerine göre daha çok kullanışlıdır.

Karbondioksit gazı da kaynak alanının korunmasında ko ruyucu gaz olarak kullanılır. CO<sub>2</sub> saf gazlardan değildir. O ksitli olarak denge durumunda bulunduğundan doğal bir oksitli me yapmaz. Böylece kaynak alanında koruyucu gaz olarak ku lanılır. Bu gazın özellikleri hakkında ileride daha geniş bilgi verilecektir.

Argon yıllardan beri ergitme kaynağının korunmasında kul lanılmaktadır. Argon havanın sıvılaştırılmasından veya hava- lamıtılmasından elde edilir. Havada yaklaşık ağırlık ola raki, 1,3 hacim olarak %0,94 oranında argon gazı bulunmakta- r. Görünüşe göre hava pek az bir miktarda argon gazına sa- hiptir. Yaklaşık olarak yer yüzünün 1 m<sup>2</sup> lik alanındaki ar- gon miktarı 0,14 kg'dır.

Argonun ticari olarak elde edilmesi havanın büyük basınç altında çok alçak sıcaklıkta tutulması ile olur. Daha sonra, havanın sıcaklığı yükseltirek, içindeki bazı elemanlar ayrışarak ayrışırlar.

Argon ise -150 C<sup>o</sup> da kaynama sıcaklığından elde edilmek- tedir. Kaynakta kullanılacak argonun saflığı yaklaşık olarak %99,995 oranındadır.

Argon alçak iyonlaşma potansiyeline sahip bir gazdır. Bu anlamı, ise kaynak arkının sürekli olarak aynı değerde kal- ması argon gazının koruyucu gaz olarak kullanılmış olmasında- r. Bu nedenle argon diğer gazlara nazaran daha çok kullanıl- ma olanağı kazanır. Argon, koruyucu gaz olarak kullanıldığın- da, alçak iyonlaşma özelliğinden ötürü ark voltajı düşer. Böy- lece daha çok düşük güçle ark ve kaynak dikişinin gerece iş- lemeleri daha az olur. Az işleme ile sıçramanın minimum olması ince gereçlerin kaynatılmasında büyük önem kazanmaktadır.

Negatif kutuplu argon, koruyucu olarak genellikle ender kullanılmaktadır. Alüminyum, bakır, nikel ve titanın kayna- ğı bu genellemenin dışında kalmaktadır. Çeliğin kaynatılma- sında argon gazı negatif kutupta kullanılması halinde di- kiş altı yanması ile anormal kaynak biçimi oluşur. Saf argo- nun kullanılması halinde ise oluşan kaynak sığ, işleme derin- liği kenarlardan dikiş ortasına doğru gidildikçe derinleşir.

Birleşmenin kökünde tam kaynatılma olanağından yoksun bulur.  
nur.

#### Argon + Oksijen

Adi karbonlu çeliklerin kaynağında saf argonun kullanılması iyi bir dikiş ve derin bir işleme oluşturması nedeniyle argon içerisine bir miktar oksijen katılması ile iyi bir koruyucu karışım elde edilmiştir. Oran olarak çok az katılan oksijen argonun değerini düşürmektedir. Normal olarak argon içerisine % 1-2 veya 5 oranında oksijen katılır. Gaz metal kaynak tellerinin üzerindeki örtü maddesi toplam olarak katılacak oksijen değeri % 5 olmalıdır. Bunun fazlası kaynağı istenilen nitelikte olmamasına yardım eder.

Oksijen kaynak dikişinin ortasında yani birleşme ekseninde, derin bir kaynak işlemini sağlar. Çeliklerin saf argonla kaynatılmasında kök yanmasını ve dikişin belirli ölçüler dışında oluşmasını oksijen önlemektedir. Oksijen argon karışımı koruyucu gaz düşük alaşımli çeliklerin, karbonlu çeliklerin ve paslanmaz çeliklerin kaynatılmasında kullanılmaktadır.

#### KARBONDİOKSİT

Argon gazı ve helyum gazların yapısı tek atomdan oluştuğu halde karbondioksit gazı ise (CO<sub>2</sub>) moleküllerden oluşmuştur. Her karbondioksit molekülü bir karbon atomu ile iki atom oksijenden oluşmaktadır.

Normal sıcaklıkta CO<sub>2</sub> esasen etkisiz gazdır. Eğer sıcaklık yükseltirse karbondioksit, karbonmonoksit ve oksijen döner. Kaynak arkının oluşturduğu yüksek sıcaklıkta, kaynak alanı içinde % 20-30 oranında oksijen, bulunur. Karbondioksitin (CO<sub>2</sub>) bu oksitleyici etkisi karşısında, kaynak tellerindeki durum değişmektedir. Oksitlenmeyi önleyen maddeler

bulunmaktadır. Bu elemanlar tellerin içerisinde olup birleşiminde oksijen emerek bileşik yaparlar. Bu olay, kaynak alanında oksijen atomunun demir ve karbon atomları ile kimyasal reaksiyonunu önleyerek kaynak dikişinin daha düşük olmasını sağlar. Kaynak teli içerisinde kullanılan oksijen emilen elemanlar manganez, silisyum, alüminyum, titanyum ve vanadyumdur.

Karbondioksitin arılığı, kullanılacağı yere göre standart kaynağında kullanılacak karbondioksit gazının arılığına göre olması gerektiğini saptanmıştır. CO<sub>2</sub> kaynak için kullanılması derecesi -1, - 2 C° in altında olmamalıdır. Bu sıcaklık altında karbondioksit yoğunlaşmaktadır. Karbondioksit bu sıcaklıktaki bileşiminde % 0,0066 ağırlık oranında rutile (nem) vardır.

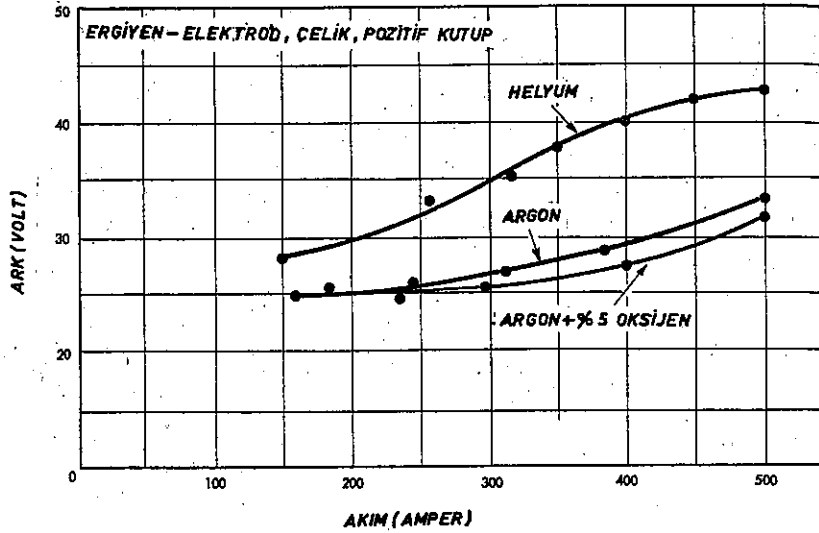
Kaynak arkının korunmasında karbondioksit argona göre tam koruma görevini yerine getirememektedir. Karbondioksit derin ve derin kaynak işlemi oluşturmaktadır. Böylece kaynakçı için, kaynatma rahatlığı yanında birleşme yerinde gaz emilimi veya sığ bir kaynak işlemini de önler. Kaynak dikiş biçimi düzgün ve kaynak altında herhangi bir kenar oyucu etkisi söz konusu değildir. Diğer taraftan koruyucu gaz olarak CO<sub>2</sub> gazı diğer koruyucu gazlardan daha ekonomiktir.

Koruyucu CO<sub>2</sub> gazının kaynak alanındaki yan etkisi ise ark rengini eflatun yapmasıdır. Bu renkteki ark ince parçaların kaynatılmasında sıçramayı problem yapmaktadır. Etrafa fazla sıçrama yapmış dikiş görümü de güzel olmaz. Ancak birçok uygulamada, örneğin; kalın parçaların kaynağında büyük problem değildir.

#### HELYUM:

Helyum (He) gazının iyonlaşma potansiyeli 24,5 volttur.

Bu gaz havadan hafif olup yüksek ısı iletkenliğine sahip Helyum gazındaki ark plazma olayını oluşturarak ısının a masına (ısısal iyonlaşmaya) ve ark gücünün azalmasına yarar eder. Helyum ark voltunu açık olarak değiştirmektedir. Voltun değişimi ile ark yüksekliğinin eğimi negatif yönde et lenerek arkın şekil ve üflenmesi değiştirilir. Böylece ar enerjisini oluşturan ısının büyük bir kısmı ise geçmeden bolur. Kaynak neticesi, argona göre daha az işleme oluşma tadır. TIG kaynağı için bu özellik iyi netice vermektedir. Helyum gazı ile yapılan ark boyu için daha yüksek değerlerde ark voltu gerekmektedir. Şekil:4-13 de görüldüğü gibi helyum zının bu özelliği argon gazına göre ters düşmektedir.



Şekil:4-13 Değişik koruyucu gazlara göre ark karakteristik eğrileri

Helyum doğal gaz olarak elde edilir. Bu elde etme sistemi argon gazına benzemektedir. İlk önce doğal gaz sıkıştırılır ve soğutulur. Önce hidrokarbonlar, sonra azot ve en sonunda helyum çıkar. Sıvılaştırma sıcaklığı  $-220^{\circ}\text{C}$  geldiğinde

buharlaşır.

Helyum gazının elde edilme olanağının çok az olması nedeniyle hükümetlerin kontrolü altında kullanılmaktadır.

Yüksek sıcaklıkta koruyucu gaz olarak kullanılması özel durumlarda dışında olmamaktadır. Helyum gazının bulunduğu ortamda wolfram elektrodla arkın başlatılması daha zordur.

Helyum gazı esas olarak çelik olmayan gereçlerin, alüminyum, magnezyum ve bakır gibi, kaynatılmasında kullanılmaktadır. Aynı zamanda diğer koruyucu gazlarla karışım olarak kullanılabilir.

#### Argon-CO<sub>2</sub>

Bazı az karbonlu çeliklerin kaynatılmasında karbondioksit işin gerektirdiği yeterli ark karakteristiğini oluşturamamaktadır. Bu durum kaynak alanının çok sıçramalı olması ile de kendini belli eder. Böyle durumlarda argon ve karbondioksit koruyucu gaz kullanarak problemi çözümler. Bazı kaynak otoritelerine göre karışımdaki CO<sub>2</sub> oranı % 25 in üzerinde olmamalıdır. Diğerlerine göre pratik olarak, % 80 e kadar CO<sub>2</sub> miktarı yükseltilebilir.

Karışımdaki CO<sub>2</sub> oranının yükseltilmesi gaz fiyatı ile yakından ilgilidir. Her iki tüpün, argon ve CO<sub>2</sub>, ayrı ayrı kullanılması sırasında gaz karışımını düzenleme sistemi ayarlanmalıdır. Bu yöntemle tüpler içerisinde oluşan karışım eşitsizliği de önlenmiş olur. Önceden karışım halinde hazırlanan gaz argon fiyatına satılmakta olduğundan en iyi yöntem ayrı tüpler kullanarak karışım yapılmasıdır.

Argon-Karbondioksit karışımı gazlar, az karbonlu çelikler, az alaşımlı çelikler ile bazı durumlarda paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılmaktadır.

Argon-Helyum-Karbondioksit<sup>(3)</sup>

Bu karışımdaki gaz austenitik paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılır. Gazların karışım oranı kaynağın karakteristiğine göre ayarlanmaktadır. Dikiş üst biçiminin darlığı olarak yapılması mümkündür. Netice olarak, dikiş yüzeyi düzgün ve tam birleşme istenen kaynak eklerinde başarılı sonuç alınır. Genellikle bu karışım gaz, paslanmaz çelik boruların kaynağı ile kısa çevrimle (akımla) kaynatılan paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılması iyi netice verir.

#### Gaz üfleme ve Ayarlama

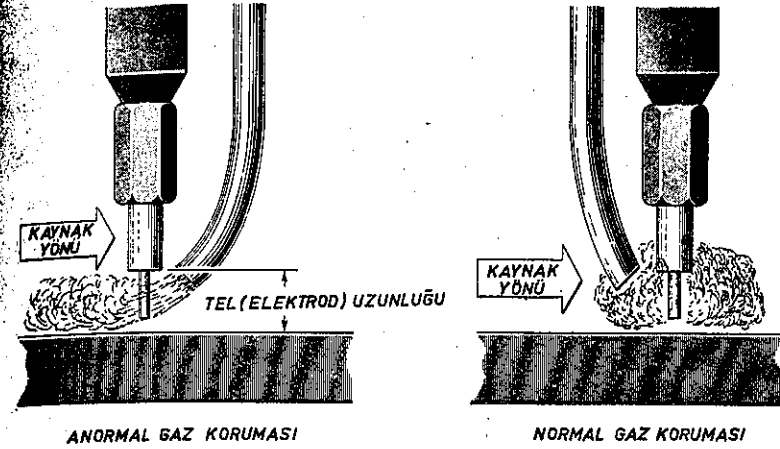
Birçok kaynak şartlarında gaz üfleme hızının değeri yaklaşık olarak 945 lt/saat dir. Üfleme debisi kaynak işlemine göre yükseltip azaltılabilir. Gazın üfleme değeri kitabın son bölümünde verilen çizelgelerle belirlenmiştir. Çizelgedeki rakamların uygulanmasıyla beraber ilk düzenleme için fikir edinilebilir. Neticede gaz hızının ayarlanmasında temel yöntem deneme ve hata yoluyla belirlenmesidir. Gerçekten gaz hızının doğru ayarlanmasına etki eden faktörler; kaynatılacak gerecin kalınlığı, kullanılan koruyucu gazın cinsi, elektrod çapı, kaynak konumu ve birleştirme şekli ile yakından ilgilidir.

Koruyucu gazın hacimsal olarak toplamının verdiği netice, kaynak arkının çitirtili veya buna benzer ses çıkarmasıdır. Koruyucu gazın kalınlığı tam olmayan bir kaynak arkı patlamalı bir sesle lekeli, gözenekli ve çok sıçramalı bir dikiş oluşturur. Fazla üfleme koruyucu gaz havayı çekerek boşluk oluşmasını sağlar ve bu da kaynak ortamı bakımından sakıncalıdır.

"Gaz sürüklenmesi" hızlı kaynak yapmakla veya kaynak arkının hızında oluşan çekme veyahutta rüzgârın etkisi ile kaynak

(3) Courtesy Miller Electric Mfg. şirketi.

ında sürüklenme olayı görülür. Bu faktörlerden bir veya birkaçının varlığı gazın arkın öteye sürüklenerek tam bir koruyucu sarma yapmasını önler. Şekil:4-14 de görüldüğü gibi koruyucu borusunun ucu üflenen gazı tam koruma yapacak şekilde göz önünde tutulmalıdır. Ayarlama işleminde rüzgâr şartları dışındaki diğer faktörler ve özel koruma nitelikleride geçerlidir.



Şekil:4-14 Yapılan Kaynak koruyucu gazın durumuna bağlıdır.

Gaz üfleme borusunun ucu iş parçasına uygun şekilde yönlendirilmesi ile normal kaynak yapılır. Gaz üfleyen borunun iş parçasına olan uzaklığı yaklaşık olarak 50 mm olmalıdır. Kaynak alanı ile boru arasındaki uzaklığın daha büyük olmaması halinde gazın etkili olması güçleşerek koruma çok az olacaktır. Korumanın tam olmaması kaynağın fazla sıçramalı yapılmasına neden olabilir. Fazla sıçrama gaz geliş menesi ile tel kanalının tıkanmasına neden olarak ömrünü azaltır.

#### Tel Ölçüleri

Kaynakta İyi Sonuç Alma: Kaynatılacak parça kalınlığına göre uygun çaplı kaynak teli seçimi ile kaynak konumuna

bağlıdır. Bu değerlere göre seçilecek tel çapı kitabın sonuna da liste halinde verilmiştir.

Elektrod telleri ile kaynatılan gereçlerin yapısı aynıdır. Kullanılan tel çapları ise  $\emptyset 0,5$  mm,  $\emptyset 0,75$  mm,  $\emptyset 0,9$  mm,  $\emptyset 1,15$  ,  $\emptyset 1,6$  mm ve  $\emptyset 3,25$  mm dir. Genel olarak  $\emptyset 0,5$  mm,  $\emptyset 0,75$ ,  $\emptyset 0,9$  mm lik kaynak telleri ince saçları kaynatılmasında çok kullanılmaktadır. Normal kalınlıktaki gereçlerin kaynatılmasında  $\emptyset 1,15 \sim \emptyset 1,6$  mm lik kaynak telleri kullanılmaktadır. Kalın gereçlerin kaynatılmasında  $\emptyset 3,25$  mm lik tellerin kullanılması gerekir. Genellikle kaynak konumu kaynak teli seçiminde önemli rol oynar. Dik ve yan kaynakları için küçük çaplı teller büyüklere göre daha kullanışlıdır. Küçük çaplı kaynak telinin ergiyik damlası daha küçük olup katılaşması da kısa zamanda olur.

#### Kaynak Akımı

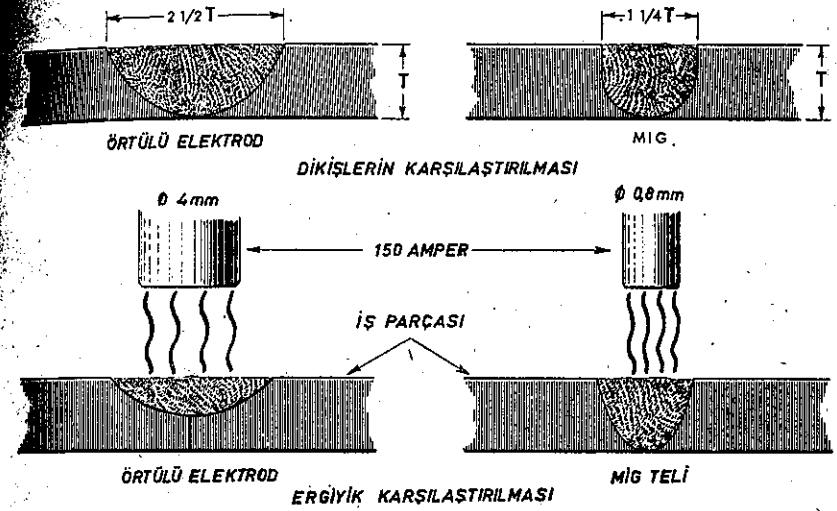
Kaynak akımı daha çok elektrod çapına göre değişmektedir. Buda değişik gereç kalınlıklarında telin çapı değişmeksizin kaynatılmasına olanak sağlamaktadır. Kaynak için en uygun akım değerini tesbit etmek için arasıra deneme yapmak suretiyle bulunmaktadır. Böylece istenilen dikiş işlemini yapabilecek değerlerde kaynak akımı ayarlanabilir. Kaynak akımı soğutma katılaşmanın sık sık akmaması, kaynak altı yermesi ile kaynağın yarması olmayacak biçimde olmalıdır. Akım ile elektrod telinin ilişkileri kitabın arkasındaki çizelgede görülmektedir.

Kaynak akımı, makinadan çıkan akım ile yakından ilgilidir. akım gücünün değeri kaynatılan yerin  $\text{cm}^2$  deki dikiş ağırlığı ile ilgilidir. Akımın gücü (dayanımı) küçük çaplı elektrodlarda daha etkilidir. Örneğin  $\emptyset 0,75$  mm lik elektrodun daki akımın dayanım değeri  $\emptyset 1,25$  mm lik elektroda göre da

olmalıdır. Akım gücü kaynak akımının elektrod kesitine bölünmesi ile bulunur.

Örneğin, eğer akım minimum değere düşürse, istenilen karakteristikte kaynağın yapımı olmamaktadır.

Mig kaynağında başarılı bir sonuç alınması yüksek kaynak gücünün elektrodun uç noktasında toplanabilmesine bağlıdır. Mig kaynağında arkın olduğu yerde keskin ve derin işleme yapan metalik ark yumuşak ve yaygındır. Bununla beraber gaz metal arkta genişliğin derinliğe oranı normal elektrodla göre daha küçüktür. Şekil:4-15 deki şekillerde bu karşılaştırmalar görülmektedir.



Şekil:4-15 Yüksek akım ile yapılan MIG kaynağında derin işlemeli, dar dikiş oluşur.

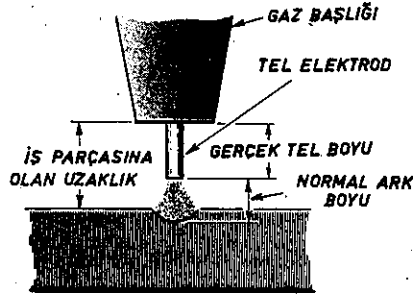
#### Telin Hızı

Kaynak akımının değeri telin ilerleme hızı ile orantılı olmaktadır. Bununla beraber değişen koşullar içerisinde tel hızında ayarlanması mümkündür. Özel olarak yüksek ampere göre ayarlanan büyük değerlerdeki akımda tel hızı yüksek ise

kısa ark oluşur. Düşük hız ise uzun ark oluşturur. Aynı zamanda tel hızı yüksek kaynak, yatay kaynak için değil tel kaynağında kullanılmaktadır.

#### Tel Çıkış Boyu

Telin çıkış boyu tabancanın ucundan dışarıda olan uzunluğudur. Şekil:4-16. Bu uzunluk kaynak akımı ile yakındadır. Telin memeden çıkış uzunluğu kaynak akımına etki ederek telin ön ısıtmalı olarak değişimini sağlar. Tel hızının artması ile ön ısıtma oranında yükselir. Akım gücü, kaynak alanına iletilen orandaki telin ergitilmesine yetmezdir. Buna göre de tel hızı ayarlanmalıdır. Bu ayarlama temel olarak otomatik yapılmaktadır. Şayet telin ilerleme hızı ile beraber kaynak akımı da artırılırsa belirli oranda tel fazla ergimesine neden olur.



Şekil:4-16 İyi bir kaynak için uygun tel boyu çok önemlidir.

Mig kaynağında kullanılacak tel çıkış uzunluğu 25 mm kadar olmalıdır. Toplam olarak tel uzunluğu neticede önümü zorunlu kılar. Bu depozit miktarını artırır. Çok fazla tel uzunluğu, kaynak sırasında telin yapışkan olmasına neden olur. Çok kısa olan tel boyu ise iş parçası ile ark yaptığında, tel çıkış borusunun etkilemesi ile, kaynaktaki ömür istenilen uzunlukta olmaz. Toplam tel çıkış boyu artırıldığında, kaynak dikişinin takip edilmesi çok zordur. Özellikle

tel teller için bu kural daha çok geçerlidir. Tel destek içerisinde, meme ile ark arasındaki tel, tel olarak hareket eder. Tel çıkış uzunluğunu oranlı olarak azaltmak suretiyle hareketin kurs değeri de küçülür.

#### Birleşme Kenarının Hazırlanması ve Kaynak Altlığı

Birleşme kenarlarının hazırlanması kaynak dikişinin daha sağlam olarak işlemesi ve daha sağlam olmasına yardımcı olur. Mig kaynağında dikişin parçaların altına kadar gitmesi gerekirse, 6,5 mm den kalın gereçler için, kaynak açılması zorunlu olmaktadır. İnce parçaların kaynağında küt kaynak ağız şekli daha iyidir.

Mig kaynak işleminde, kaynak altlığı birleşme yerinin kök kısmı için yardımcı olmaktadır. Birleşme boyunca tam bir kaynak işlemesi gerekli ise, kök kısmında ergiyik korunması amacıyla altlık kullanılması zorunludur. Genellikle bu sistem tek dikişle bitirilecek kaynaklarda uygulanır.

Kaynak altlığı olarak birçok metal kullanılmaktadır. Örneğin, çelik ve bakır plâkalar, çelik blok veya çubuklar, karbon plâklar, ergimiyen plastik, asbest, ateştuğlası v.b. Bunların bir kısmı birleşme dışında ısı ile direkt temas haline gelerek ergiyik metalin kısa zamanda katılaşması veya kütleşmesine sebep olur. Mig kaynağında genellikle en fazla kullanılan bakır veya çelik altlıklardır.

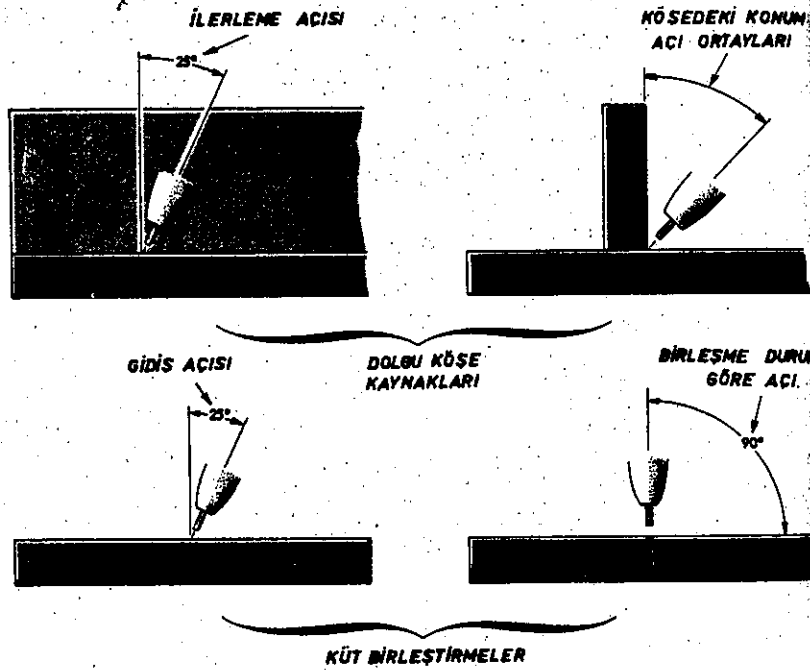
#### İşin Konumu ve Kaynak Teli

Özellikle tabancanın konumu ve kaynatma biçimi çok önemlidir. Mig kaynağında yatay kaynak, diğer kaynak konumlarına yeğ tutulur. Çünkü, bu konum, ergiyik metalin merkezi akışını, iyi bir dikiş biçimi ve tam bir gaz koruma



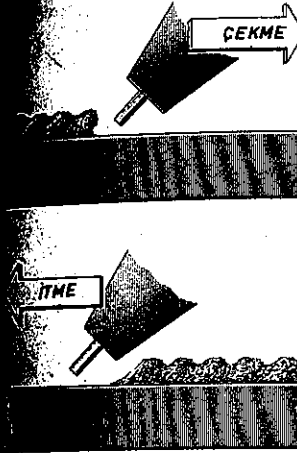
işlemini oluşturur. Ancak, bazı ince gereçlerin kaynakta sında iş parçasına 12-20 derecelik bir eğim verilmelidir. nak yukarıdan aşağı yapılarak ergiyik akışı daha kolay sağlar. Böylece kaynak hızıda düz kaynağa göre daha fazladır.

Kaynak telinin yönü ve doğrultusunun birleşme şekli olan ilişkisi çok önemlidir. Yatay kaynaklarda eşit kalınlıkta ki parçalar kaynatılıyorsa elektrod birleşmenin orta ekseninde tutulmalıdır. Eğer parçalardan birisi kalın olursa, kaynak telini kalın olana doğru daha fazla yaklaştırılır. Köşe kaynakları ile yatay birleştirme kaynaklarındaki kaynak tabancasının konumu şekil:4-17 de görülmektedir.

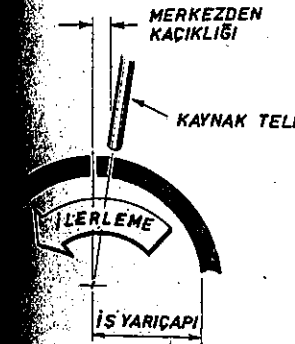


Şekil:4-17 MIG Kaynağında Doğru Pens Açılıarı.

nakta çekme veya itme yöntemlerinden birinci veya ikincisinde hiç salınım hareketi yapılmadan kullanılır. Ancak, bu yöntemlerin oluşumunun dikkatlice izlenmesi gerekmektedir. Tabancanın normal kaynak tekniğinde kullanılan elektrod hareketleri ile birinin uygulanmasında yarar vardır. Şekil:4-18 A-B de çekme ve itme hareketleri ile yapılan kaynakta tabancanın ve elektrodun konumları görülmektedir. Çekme yöntemi genellikle saç kalınlıklarının kaynatılmasında, itme tekniği ise kalın gereçlerin kaynaklanmasında kullanılır.



Şekil:4-18 MIG kaynağında itme ve çekme yöntemleri uygulanır.



Şekil:4-19 Dairesel Kaynakta Tel Elektrodun Konumu.

Dairesel kaynak dikişi, şekil:4-19 da görüldüğü gibi,

tel hareket yönüne ters olarak iş yarıçapının 1/3 ü kaçık olarak daire ekseninden kaçık tutulmalıdır. Yani telin parça arasındaki açı 90° den küçüktür. Böylece elektrod işin konumuna gelinceye kadar ilk ergiyik katılaşma olanağı bulunmuş olur. Eğer kaçıklık yarıçapının 1/3 ünden büyük olur kaynak sağlamlık yönünden tam denebilir.

#### Arkın Başlatılması

Arkın başlatılması, üç önemli faktörle çok yakından ilişkilidir. Bunlar; elektriksel kontak, ark voltu ve zaman. Çok iyi bir ark elektrod ile iş parçası arasında tam elektrik kontağının istenilen değerde oluşması ile elektrod iş üzerine uygun bir etkiyle yaklaşarak, ısının işi ergiyik oluşturacak değerde başlatılması ile oluşmaktadır.

Kaynak teli yapışkan olursa arkın başlatılarak gelişmesi çok zor olur. Elektrod telinin ergiyerek akışını oluşturacak uygun ark voltu ve amperinin ayarlanması zorludur. Böylece birleştirme yerinde iyi oranda elektrod eğilimi sağlanır.

Ark zamanının dengelenmesi genellikle makinanın konsolüsyonu sırasında yapılır. Birçok kaynak ünitelerinde zaman ayarlanması kullanılan elektrod telleri ile ilişkilidir.

Ark, elektrodun iş parçasına sürülmesi ve çok hafif olarak vurulması ile başlatılır. Genellikle bu yöntemler elektrik gücü üreten makinanın karakteristiğine bağlıdır. Bazı kaynak üniteleri her iki şekilde ark yapılmasına olanak sağladığı halde, bazılarında, da ayrılmıştır. Her iki şekilde kontrol tablosundaki düğme veya anahtarla düzenlenir.

Çok hafif vurma yöntemi ile arkın başlatılmasında elektrod iş parçasına maksimum alçaklıkta yaklaştırılır.

tabancanın tetiği çekilerek, tel ilerlemesi ve akım sağlanarak, ark oluşturulur.

Sürtme yöntemi ile, tetik çekilir çekilmez, kaynak teli yüzeyine çarptırılarak ark başlatılır. Arkın oluşumu

tel uygun bir yüksekliğe kaldırılarak arkın devamı sağlanır. Bu sırada dikişin şekillenmesine göre kaynak teline uy-

günlere açısı verilir. Kaynağın sonuna yaklaşıldığında, ark serbest bırakılarak, akım kesilir ve tel ilerlemesi du-

#### (CO<sub>2</sub>) ile Yüksek Ark Kaynağı

Karbondioksit ile oluşan ark enerjisinin yüksekliği nedeniyle hızlı bir kaynak yöntemi olup elektrod telinin ucu iş parçasının yüzeyinde veya daha aşağıda tutulur. Pratik olarak ark boyu sıfır veya negatiftir, şekil:4-20 ve 4-21

Bu kaynağın yapılış tekniği ve bu kaynağa ait eğriler gösterilmektedir. Bu yöntem az karbonlu çeliklerin daha hızlı kaynatılmasında çok yararlı olmaktadır. Bununla beraber elle ya-

nyılan kaynaklar için de bu işlem daha da geçerlidir. Endüstriyel fabrikasyonlarda, eğer derin dikiş işlemesi ile büyük

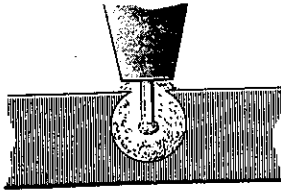
ergiyik kütlesi isteniyorsa karbondioksitle kaynak uygulama- dır. Kullanılan kaynak telinin çapı 0,75-3,25 mm arasında değişmektedir. Normal Mig kaynak elemanları karbondioksit ark kaynağında kullanılabilir. Koruyucu karbondioksitin argona göre daha ucuz olması ekonomik bir avantajdır. Kaynak telin-

den ergiyik olarak küresel damlalar halinde metal, kaynatılan iş parçasına geçer. Tele bu olayda tam bir bileşim oluşurması için yüksek kaynak akımı verilir. Böylece kaynak işlemle-

ri daha derin olur. Bu derin krater boşluğu ergiyik kütlele-

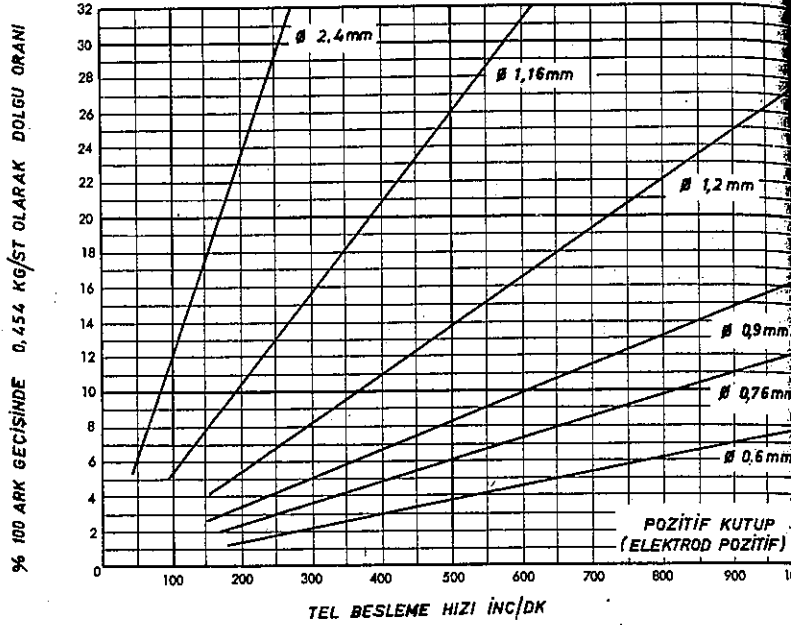
rinin arkın çevresinden ve merkezinden, akışını oluşturmaktadır. Bununla beraber kaynak işlemine etki eden sıçrama

ise minimum denecek kadar azdır.



Şekil:4-20 Yanıcı CO<sub>2</sub> Arkı.

ADİ KARBONLU ÇELİK



Şekil:4-21 Adı Karbonlu Çeliklerde Tel Hızı ve Ergiyik Kütlesi (Hacmi)

ÇARPMA (PÜSKÜRTME) ARK KAYNAĞI(4)

Ark püskürtme kaynağı, normal ergiyik serpiştirilmesi olarak kabul edilir ve püskürtme kaynağına göre daha düşük akım gerektirmektedir. Akımın çarpma olarak ark oluşturması

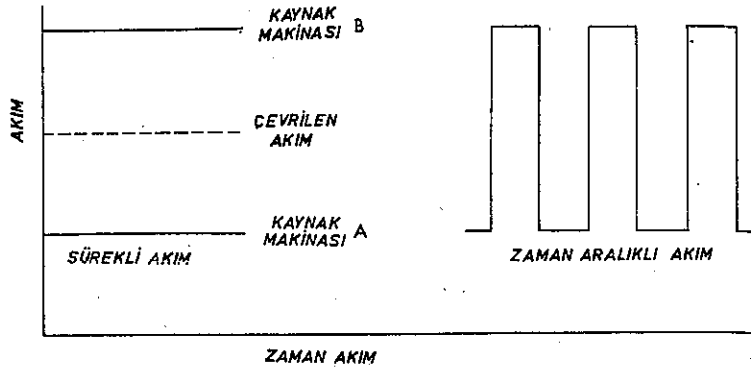
(4) Courtery Airco

ergiyide kaynak akımı ile sağlanır. Küresel geçişli püskürtme akımın değeri daha azdır. Çarpma akımın değeri ısısal olarak yayılan ark kaynağına göre daha azdır. Püskürtme sistemi ile yapılan bu kaynağında oluşan ısı minimum denecek değerlerdir. Eğer kaynağın sıcaklığının altında bir ısı ile gerecin kaynatılması mümkünse bu da çarpma-püskürtme yöntemi ile mümkündür. Örnek olarak kaynak konumu dışındaki birleştirme işlemlerinde yüksek akım kullanılması halinde ergiyik banyosu ısı direncini karşılayamayacağından yeteneğini bulamamaktadır. Parçalar aynı kalınlıkta ise ısı dayanıklılığı her gereç için aynı değer oranında

ince gereçlerin yüksek akım ile kaynatılmasında kenar çarpmaları olmaktadır. Küçük çaplı elektrod ile düşük kaynak akımı yarmayı önleyebilmektedir. Netice olarak yatay kaynak konumunda püskürtme yöntemi çok olumlu sonuç vermektedir. Çarpma konum dışı ince metallere kaynatılması denenmemeli ve yapılmamalıdır.

Püskürtme geçişli, akımın ileri geri çarpılarak ergiyik küresel biçimde oluşmaktadır. Şekil:4-22 nin sol kısmında, akımın iletim zamanının iki enerji kaynağı ile olan ilişkisi görülmektedir. A ve B kullanılan kaynak akımlarıdır. A akımı ile yapılan kaynağın tipi küresel, B akımındaki ise püskürtme biçiminde yapılmaktadır. Şekil:4-22 nin sağ kısmındaki diyagram da kaynak akımının ileri geri biçimde çarpma durumunu belirtmektedir.

Püskürtme Biçimindeki ergiyik geçişi sınırlandırılmıştır. Küresel geçiş zaman bakımından kullanılması yöntemi pek elverişli değildir. Akımın yüksek olması durumunda beliren ergiyik akışı püskürtme biçimindedir. Akımın azalması ile püskürtme ergiyik ortamı küresel biçime dönüştürmektedir.

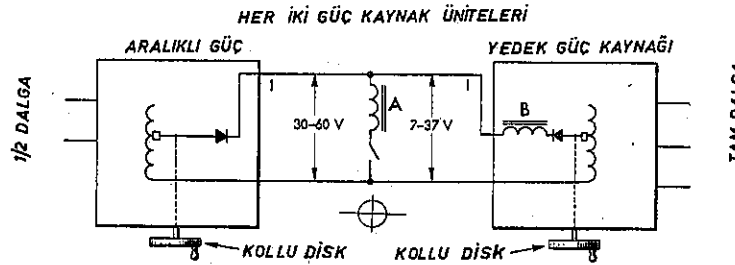


Şekil:4-22 Doğru Akımda, Anahtarla, Sürekli ve Aralıklı Akımın Ayarlanması.

Püskürtme kaynağı ile yapılan kaynak diğer türlerine göre daha çok avantajlar vermektedir.

#### Enerji Kaynağı

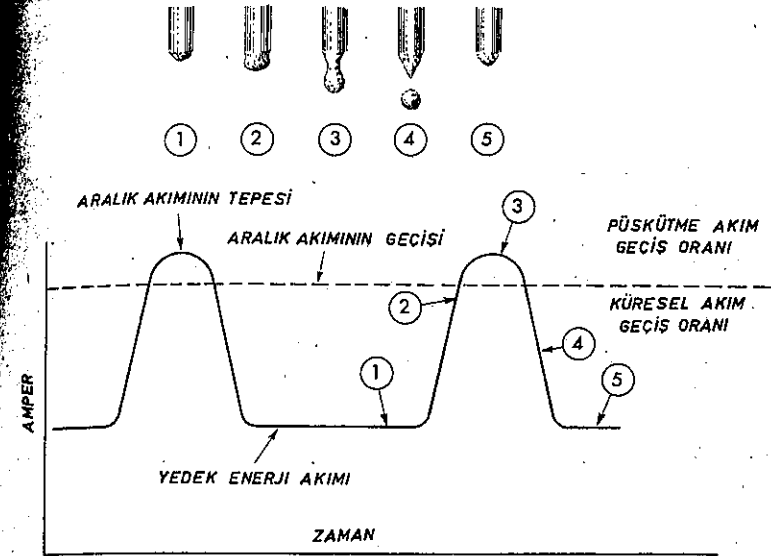
Küresel geçişin zamanı, püskürtme geçiş zamanına göre azdır. Eğer akım frekansı 60 ise küresel geçişi mümkün olduğu kadar küçültülmektedir. Küçülme süreci devam ettiğinde değişim püskürtme şekline dönüşmektedir.



Şekil:4-23 Aralıklı Akımda Makinanın Gerçek Diyagramı.

Şekil:4-23 de komple üç fazlı bir enerji kaynağı görülmektedir. Tam dalga ünitesi tek dalga, yarım dalga ünitesi

stant potansiyel şeklindedir. Üç fazlı üniteler topraklantısı sistemine sahiptir. Bu ünitelerin hepsi paralel olarak kumandaları ise tek kanaldan yapılmaktadır. Kesinti akım şekil:4-24 de şematik olarak gösterilmektedir.

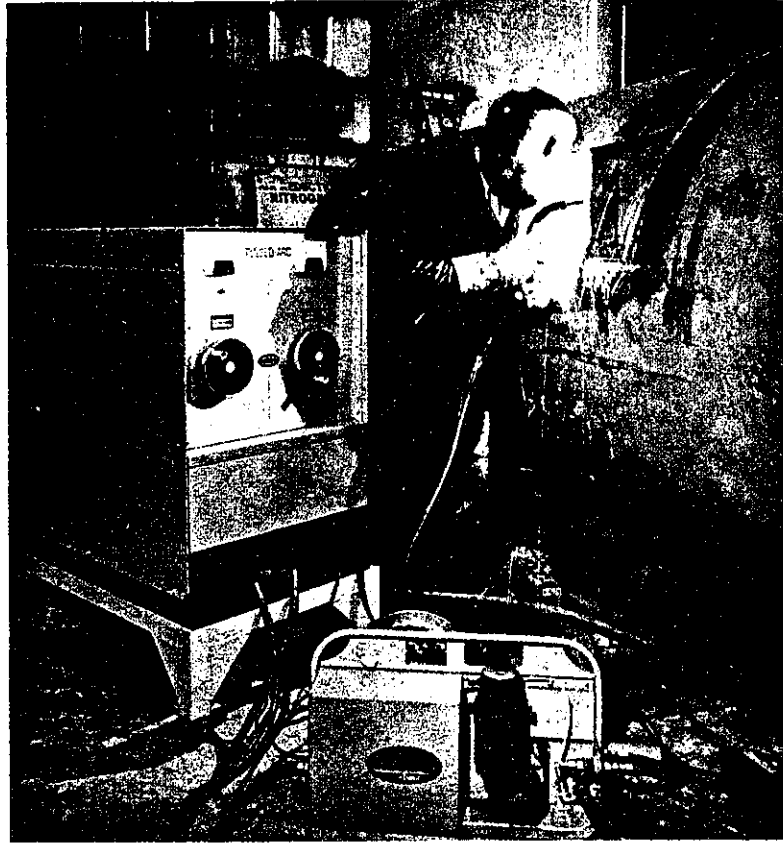


Şekil:4-24 Aralıklı Akımda Çıkış Akım Dalgası ve Metal Geçişinin Soğuması.

Bu ünitelerin oluşturdukları çıkış voltu makina üzerindeki bir anahtarla volt değişkenliği yeri olarak yapılmaktadır. Her üniteye karşılıklı termik diod dorultmaçları pozitif ve negatif kutuplardaki volt farklılığını ayarlamaktadır. Voltajın kesiklik yapması halinde ise diod dorultmacı bu eksikliği gidererek tam değerde akımın kaynağına gönderilmesini sağlar. Aksine olarak, ne zaman püskürtme voltu, arkadaki voltta fazla olursa arka diod dorultmacı tam değerdeki sürekli akımı sağlar.

Akımda iki kesinti kullanılır. Şekil:4-24 deki "A"

işaretli kısım uyarım görevi yapmaktadır. Akım voltunun sildiği zaman bu sistem devreye girerek gerekli uyarımı par. Böylece kaynak için istenilen akım sağlanmış olur. ikinci kesme ünitesi de kaynak akımını süzerek voltun de şim oranını azaltmaktadır. Filtre görevi yapan bu siste kın devamını sağlayarak tam randımanla çalışmasına yardım olur. Çarpma-akım güç kaynağı ve kaynağın bir kazan sil dirine uygulaması şekil:4-25 de görülmektedir.



Şekil:4-25 Aralıklı Akımla Yapılan MIG Kaynağı.

Çizelge: II Çarpma- Kaynak Akımının Ayarlanması

Elektrod Çapı (mm)	Değişken Uç voltu (V)	Gerekli Akım (Amper)	Normal Volt (V)
09 - 1	34-36	55-130	18-20
1 - 1,25	37-39	90-180	19-23
1,25-1,6	42-44	110-250	20-25
0,9-1	33-35	55-130	18-20
1-1,25	36-38	90-180	19-23
1,25-1,6	41-43	110-250	20-25
1,6	34-36	80-250	20-30

Çizelge: III Elektrod Besleme Ünitesinin Elektrod Çaplarına Göre Ayarlanması (Çelik ve Alüminyum elektrodlarla)

Elektrod Besleme Hızı mm/dk.	Ayarlanması Gerekli Normal Akım (Adi Karbonlu ve Paslanmaz Çelikler İçin) (a)			
	0,9-1 mm	Ø 1-1,25 mm	Ø 1,6 mm	Alüminyum Ø 1,6 mm (b)
1700	-	70	115	70
2200	-	90	175	90
2900	50	105	215	105
3400	60	125	-	125
3900	70	135	-	135
4400	80	155	-	155
5100	90	185	-	185
5700	110	220	-	220
6200	120	-	-	-
6700	130	-	-	-
7800	140	-	-	-
7500	150	-	-	-
8100	160	-	-	-
8600	170	-	-	-
9100	180	-	-	-
9600	190	-	-	-
10.000	210	-	-	-

a = Argon + 290 O<sub>2</sub>

b = Argon

Çarpma sistemli enerji kaynağı sürekli potansiyel a-  
hemen hemen benzerdir. Arkın kesilmesi ile kesintinin  
voltage II de görüldüğü gibi elektrodun cins ve çapı  
göre değişmektedir. Ayarlama çizelgeden volt seçilerek,  
ayarlanan bir sistemle çalışan basma düğmeli anahtardan  
palmaktadır. Ayarlama volt değeri voltmetreden kontrol edilebilir.  
Elektrod ilerleme hızı kullanılan elektrod çapı  
göre çizelge III deki değerlerden seçilip tel besleme me-  
nizmasından ayarlanır. Ayarlama, ark yapılarak kontrol edilir ve belirli yükseklikteki ark oluşuncaya kadar el yardımı ile volt ayarlanır. Bu ünite-  
deki ölçü aletleri diğer kaynak makinelerindekilerle benzediğinden, kaynakçı tarafından kolaylıkla ayarlama olanağı vardır.

#### *Çarpma-Püskürtme Kaynağının Gelişmesi*

Çarpma (Püskürtme) kaynağı kaynak tekniğinde yeni bir yöntem olduğundan birçok kullanma alanları vardır.

1. Isı değişimi kaynatılan gereçlerin kenar boşlukları arasında olmakla beraber gereçlerin kenar içlerine kademe etki eden püskürtme ve kısa devre çevrimi olarak da yapılmaktadır. İnce gereçlerin kaynatılmasında püskürtme yöntemi li ergiyik geçişi daha uygundur. Bu tür kaynaklarda alçak kaynak akımı kullanılmaktadır.

2. Küçük elektroda göre daha büyük çaplı elektrod kullanıldığında kaynak akımında arttığından, kaynatma alanında o oranda artmaktadır. Ekonomik bakımdan büyük çaplı elektrodlar daha faydalıdır. Kaynatılan yüzeydeki kaynak kalınlığı olarak ergiyik oranı daha azdır. Kalın tel ark akımını da düşürmektedir. Büyük çaplı elektrodlar ucuzdur. Kalın kaynak dikişi ile parça arasında, uyum sağlanarak çatlama daha az olur. Aynı zamanda tel besleme sorunuda nisbeten çözümlenir.

Çarpma-püskürtme ve kısa çevrim ark oluşumları birbirinden farklıdır. Genel olarak minimum ısı gerektiren kaynaklarda her ikisi de eşit olarak kullanılır. Maksimum ısı üretimi ise küresel ergiyik geçişini sağlamaktadır. Çarpma sistemli ergiyik oluşması ile yüksek ısı metal döküntüsü önlenmektedir ve koruyucu gaz kullanılarak sıçramayı minimum değere indirmektedir. Çarpma püskürtme, kaynağı çevrim yerini almamakla beraber ekonomik yönden tercih edilebilir.

4. Çarpma-püskürtme yöntemi ile yapılan kaynakta kök temizliği işlemeşi TIG kaynağındaki gibi etkilidir. Çünkü; bazı durumlarda kök dikişin temizlenmesi gerekmektedir.

#### **ÖZLÜ ELEKTROD KAYNAĞI**

Özlu elektrod kaynağı bir Gaz-Metal işlemi olarak örtülü elektrod gibi kullanılmaktadır. Özlu elektrod otomatik veya yarı otomatik MIG kaynak makinelerinde rahatlıkla kullanılabilir. Prensipte olarak kaynakta koruyucu gaz CO<sub>2</sub>'den kullanılması yapılan kaynak ile işleminin daha verimli olmasını sağlar. Bu teller, yapan firmanın markaları ile tanınır. Örneğin; Fluxeor (Airco) ve Fabco (Hobart)

Tel içerisindeki örtü maddesi ark sırasında iyonlaşarak arkın devamını sağlar. Bir kısım örtü gereci ergiyerek dikişin üzerinde kabuk oluşturarak kaynak yerini havanın oksijeninden korur. Böylece kaynak dikişinin mekanik dayanıklılığı ile fiziki görünümü korumuş olmaktadır. Örtü ile beraber verilen koruyucu gaz (CO<sub>2</sub>) kaynak alanını oksitlenmeden ve nitrürasyondan koruyarak soğuma hızını geçirmektedir.

Kaynak hızının yüksek olması istenen yerlerde, bu tür kaynaklar geçerlilik kazanır. Özlu elektrodla yapılan

kaynakta dikişin % değeri diğer kaynaklara göre çok yüksektir. Bunun içinde daha fazla kaynak akımı gerekmektedir. nel olarak doğru akım (pozitif kutup) kullanılarak büyük cımlı dolgu ve birleştirme kaynaklarının bir veya birkaç kişiyle yapılması sonucu sağlanır. Çünkü bu tür kaynak çok rin dikiş işlemesi yapar. Özlü elektrodların çapları örtülü elektrodların dış çaplarına göre daha küçüktür. Bu elektrod ile yatay ve yatayda düşey konumlarda kaynak yapılır. 18-20 mm kalınlığındaki gereçler kaynak ağızı açmadan çift taraflı olarak rahatlıkla kaynatılır. Özlü elektrod kullanma tekniği MIG kaynak yöntemine çok benzemektedir.

#### BUHARLI KORUYUCU ARK KAYNAĞI(5)

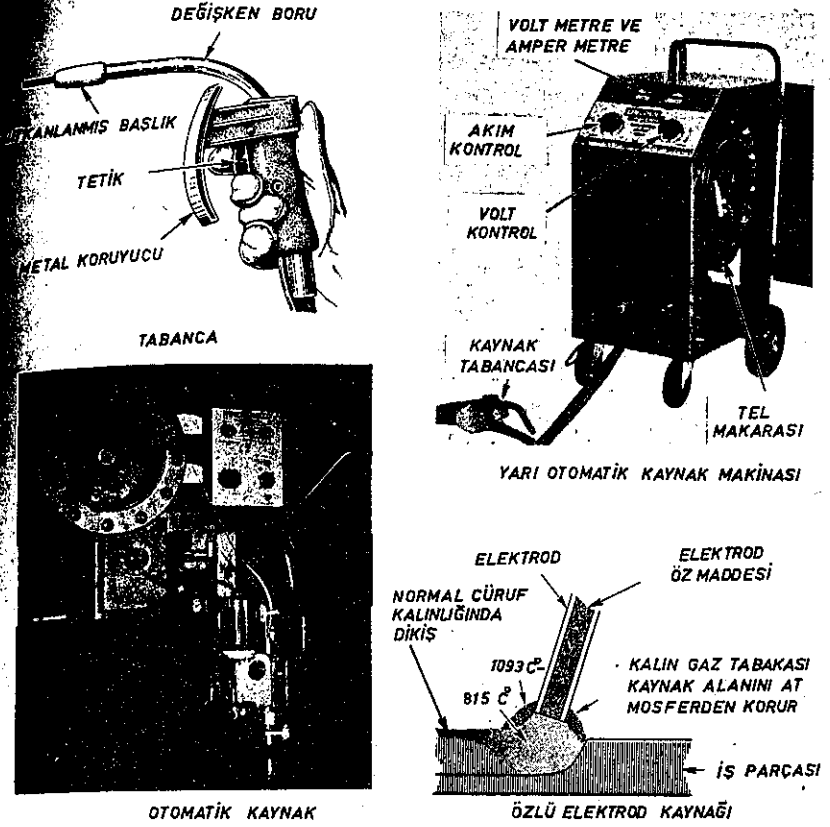
Buharla koruyucu ark kaynağını ilk defa lincoln firması kullanılmıştır. Bu işlemden buhar koruyucu gaz gibi ark ve ergiyik banyosunu havanın zararlı kimyasal etkilerinden korur. Buhar yağlı ve kuru durumda olabilir.

Buhar veya gaz özlü elektrod elde eden makina tarafından üretilir. Bu gaz elektrod kaynak telinin öz maddesi olarak da kullanılır.

#### Avadanlıklar

Buharla koruyucu ark kaynağı elmanları şunlardır; 1- Doğru akım enerji kaynağı, 2- Amper ve volt ayarını yapan kontrol sistemi, 3- Devamlı tel gelişini oluşturan mekanizma. Bütün makina üniteleri otomatik veya yarı otomatiktir. Şekil:4-26 da bu kaynak türüne ait avadanlıklar görülmektedir.

(5) Lincoln Electric Co.



Şekil:4-26 Özlü Elektrod Kaynağı.

Yarı otomatik kaynak makinasında operatör tabanca şeklindeki ucu dikiş boyunca hareket ettirir. Kaynak için tabancanın tetiğinin çekilmesi ile kaynak akımı ve telin hareketi aynı anda sağlanır. Kaynağın durması istendiğinde tabancanın tetiği serbest bırakılır.

Buharla Koruma Nasıl Yapılır ? Veya İş Buharla Nasıl Korunur ?

Bütün özlü elektrodalarda oksitlemeyi önleyici ve kabuk

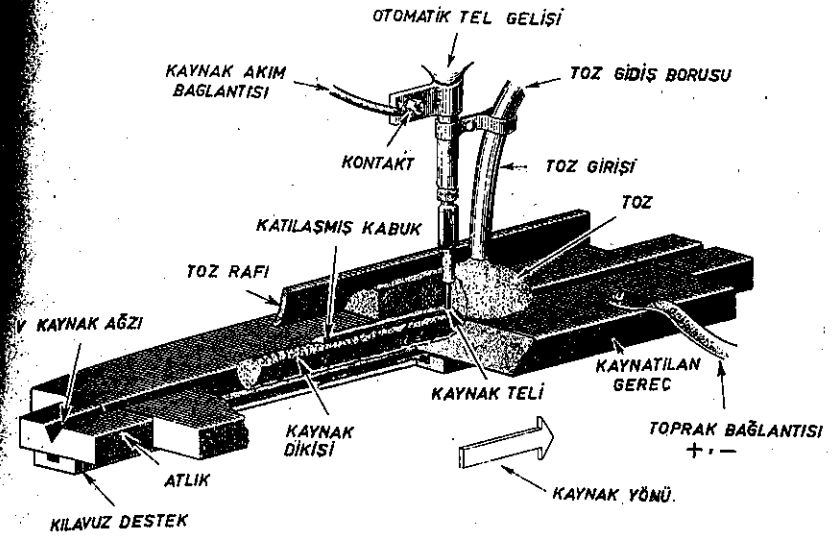
oluşturucu maddeler bulunmaktadır. Bu maddeler, elektrodun içine sıkıca doldurulmuştur. Bazılarının içerisinde, elektrodun ergimesinden, biçim değiştiren, metal tuzları bulunmaktadır. Bunların ergime ve buharlaşma sıcaklıkları elektrod gereğinden daha düşüktür. Bu metal tuzları arkın ısı ile karşılaşınca hemen buharlaşarak çevreye yayılırlar. Bu tuzların arkın sıcaklığı ile yakından ilişkilidir. Sıcaklık arttıkça buhar kalınlığıda artarak kaynak alanını iyice sarar. Kaynak alanının buharla sarılması anında ergiyik metalin hava ile ilişkisi kesilerek, kaynağın havadan korunması yapılmış olur. İçerisindeki diğer maddeler kaynak dikişinin dayanım değerinin artmasını sağlar.

#### TOZ ALTI KAYNAĞI

Toz altı kaynağı, arkın toz altına itilerek veya tozun altında oluşturularak yapılan kaynak türüdür. Bu toz ince öğütülmüş kum tanelerine benzerdir. Toz, arkın etrafını sararak havanın etkisinden hem arkı hemde gereci korumaktadır. Metalik kaynak teli toz altındaki kaynak yerine otomatik olarak gönderilir. Şekil:4-27 de kaynağın yapım tekniğine ait açıklamalı resim görülmektedir.

Toz altı kaynağı yarı otomatik veya tam otomatik olarak yapılır. Yarı otomatik kaynakta elle kumandalı tabanca kullanılır. Şekil 4-28 de tam ve yarı otomatik kaynak ünitesi görülmektedir. Herhangi bir MIG doğru enerji kaynağı bu tür kaynak sistemine adapte edilebilir. Temel olarak, tozaltı kaynağı ile diğerleri arasındaki fark bu kaynakta koruyucu gaz kullanılmasıdır. Kaynak tabancasındaki toz hunisi doldurularak, bir boru ile toz kaynak alanına gönderilince, tabanca tetiği çekilir. Tetik çekilir çekilmez toz altına iner ve ark başlar. Tetik çekilince otomatik olarak kaynak

ve tel gelişide başlar. Aynı anda da toz huniden kaynak alanına dökülmeye devam eder. Kaynağın yapım tekniği MIG kaynağına benzerdir.

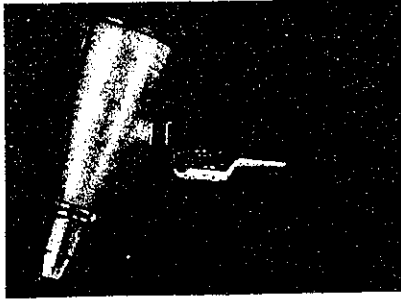


Şekil:4-27 Toz Altı Kaynağının Kesiti.

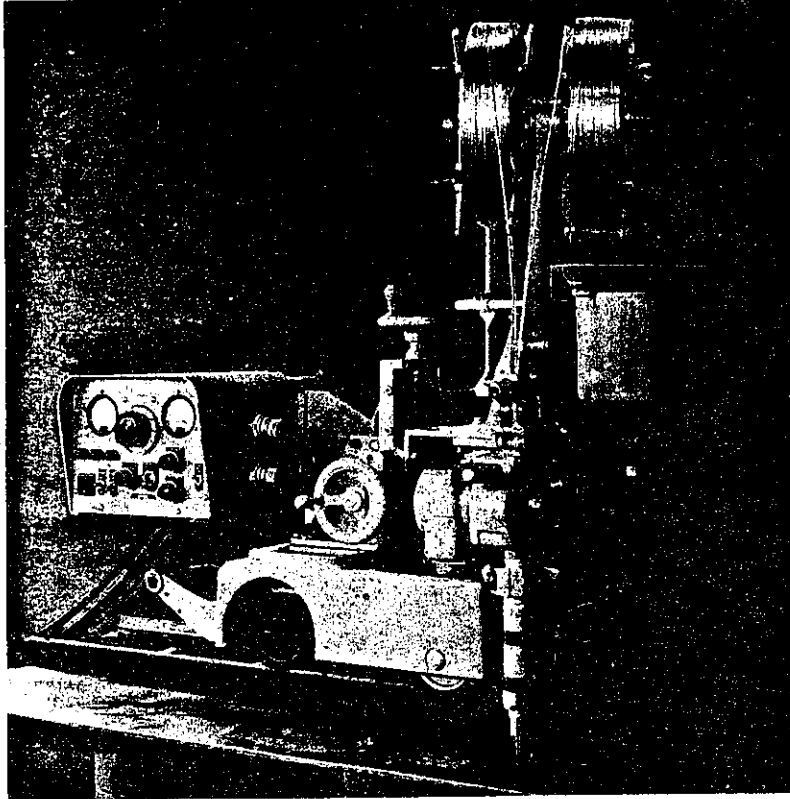
Metalik kaynak teli kaynak alanına gönderilirken hunide bulunan inceltirilmiş toz da gönderilerek ark korunmalıdır. Bu tozun kalınlığı, (ağırlığından dolayı) arkı tam sararak dışarı taşması önlenmektedir. Böylece ark görünmez olur ve ark çevresindeki toz eriyerek dikiş üzerinde kabuk oluşur. Toz içinden ani ark patlaması veya kaynak sıçraması olmamalıdır. Tel ilerledikçe dökülen toz hacmi aynı oranda kalarak ergiyik metalin üzerinde bir kabuk oluşturur ve katılaştıkça bu kabuk dikiş üzerinde kolayca ayrılır.

Tam otomatik kaynak üniteleri kullanıldığında, tel kaynak alanı üzerinde kontrollü bir hızla ilerler. Bazı kaynak makinalarında, kaynak başlığı sabit, iş hareketlidir, diğerlerinde iş tablası sabit durumdadır.





Yarı Otomatik Toz Hunisi



Şekil:4-28 Tam Otomatik Tozaltı Kaynak Ünitesi.

Tozaltı kaynağı genellikle kalın gereçlerin birleştirme işçiliğinde ve derin dikiş işlemesi istenilen yerlerde kullanılır. Örneğin, 70-75 mm kalınlığındaki parçalar bu kaynağı

ile tek pasoda kaynatılabilir. Kalınlığı 38 mm nin üzerindeki gereçlerin kaynatılmasında pekaz kenar hazırlığı yapılabilir. Birleşme yerinin altına herhangi bir (Çelik, Alüminyum, alüminyum) altlık kullanılırsa çok yararlı olur. Kaynak konumu yatay veya yatay yakın bir durumda olmalıdır.

#### TOZALTI SORULARI

- 1- MIG kaynağının TIG kaynağından farkı nedir ?
- 2- MIG kaynağında (doğru akım) pozitif kutup negatif kutuba göre niçin daha çok kullanılır ?
- 3- Püskürtme geçişteki genel karakteristik nedir ?
- 4- MIG kaynağında küresel geçiş niçin daha çok etkili değildir ?
- 5- Kısa çevrim geçişin anlamı nedir ?
- 6- Sürekli potansiyel kaynak ünitesi nedir ?
- 7- MIG kaynak tabancasının çekme ve basma tipleri arasındaki farklar nelerdir ?
- 8- Oksijen ve azot kaynak için neden zararlıdır ?
- 9- Argon gazı, helyum gazına göre neden daha iyi koruyucu addedilir ?
- 10- Niçin bazan argon ile diğer gazlar karışım halinde koruyucu gaz olarak kullanılır ?
- 11- CO<sub>2</sub> gazı ne zaman koruyucu gaz olarak kullanılmaktadır ?
- 12- Akım dayanıklılığının anlamı nedir ?
- 13- İyi bir kaynak için tel ergiyik hacmi niçin çok önemlidir ?
- 14- MIG kaynağında arkın başlatılmasında hangi yöntem kullanılabilir.
- 15- Yakıcı ark ile yapılan CO<sub>2</sub> kaynağının anlamı nedir ?
- 16- Çarpma-püskürtme kaynağı nedir ?
- 17- Özlü elektrod kaynağı ile MIG kaynağı arasındaki fark nedir ?
- 18- Toz altı kaynağı nedir ?

## DİRENÇ KAYNAĞI

Direnç kaynağı, ergiyik ortamı için gerekli akımın di-  
 renc tarafından sağlanarak yapılmasıdır. Direnç gösteren,  
 matılan gereçlerdir. Kullanılan elektrik akımı alçak  
 100 voltta ve yüksek amper değerinde olmaktadır. Üretilen ısı  
 matılacak gereçlerin bir noktada ergitilmesine yeterli  
 olmalıdır. Ohm kuralına göre bu değerler:

$$I = \frac{E}{R} \text{ veya } R = \frac{E}{I}$$

Burada I; akım şiddeti amper, E; gerilim volt, R; direnç  
 Ohm. toplam enerji ise:

$$\text{Enerji} = I.E.T$$

T, çevrimdeki akımın saniyedeki geçişi.  $T = Sn$ . Eğer  
 bu enerji ısı şekline dönüşürse,

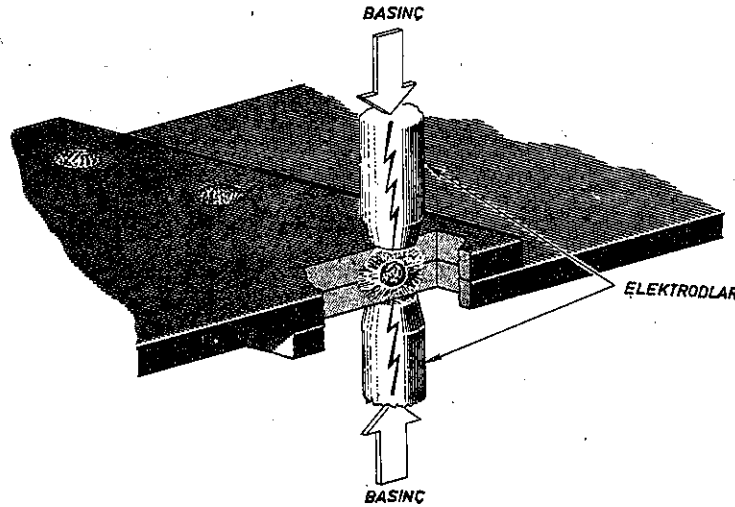
$$H = I^2RT \quad H = \text{Isı enerjisi.}$$

Böylece H nin değeri  $I^2$  ye bağlı olarak çok değişken  
 olmaktadır. Kaynakçılıkta düşük volt ve yüksek amper kulla-  
 nılması ısının kaynak tekniği için ne kadar önemli olduğunu  
 belirtmektedir. Gereken ısının oluşumu, katı (dolmuş) iletken-  
 ler tarafından işe iletilerek elektrik çevrimi sağlanır. Isı-  
 tılan parçalar basılarak birbirine tam olarak yaklaştırılır.

Direnç kaynağı tamamen makina kaynağıdır. Büyük hacimda-  
 ki metal işlerin üretimlerinde kullanılır. Temel direnç kay-  
 nakları: nokta, dikiş, özel nokta, alın, baskı ve çarpma  
 (vurma) kaynağı olmak üzere altı yöntemle yapılmaktadır.

## NOKTA KAYNAĞI

Nokta kaynağı direnç kaynak türlerinden en çok kullanılanıdır. Kaynatılacak parçalar, elektrodlar arasında sıkıştırılarak (pres yapılarak) akım geçişi sağlanır. Şekil:5-1 de kesit olarak nokta kaynağının yapılış tekniği görülmektedir. Herhangi bir nokta kaynak işlerinde üç basamak vardır. a- sıkıştırma zamanı, b- kaynatma zamanı, c- akım kesildiği halde basınç altında parçaların tutulması. Sıkıştırma zamanı gereçlerin kaynatılacak yerlerinin elektrodların eksen doğrultusunda ayarlanıp akım geçiş ortamına hazırlanmasıdır. Kaynak zamanı ise, birbirine temas (basınç altında) eden parçalardan kaynak akımının geçiş süresidir. Üçüncü basamak ise, akım kesildiği halde kaynatılan parçaların birbirinden ayrılmamaları için elektrodlar arasında tutulmasıdır.



Şekil:5-1 Nokta Kaynağında Isı, İki Elektrod Arasında Konan Gereçlerin İletilen Elektrik Akımına Direnç Göstermesi ile Oluşur.

0,25 mm kalınlığından 25,4 mm kalınlığa olan gereçlerin birleştirme işlemi yapılabilir. Normal direnç kaynağı kalınlıkları 6,5 mm den küçük olan gereçler için uygundur. Nokta kaynağının tek veya çok elektrodlu tipi vardır.

### Nokta Kaynak Makinaları

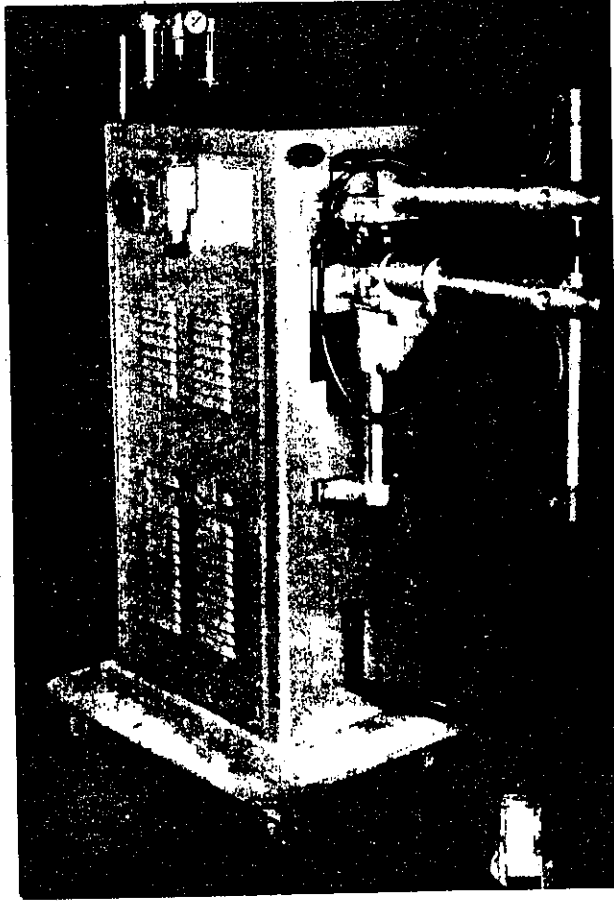
Genel olarak iki tip tekli nokta kaynak makinaları vardır. 1- Uzun kollu makinalar. Bu tip makinalar basit ve genellikle en çok kullanılan türlerdir. Şekil:5-2 de uzun kollu nokta kaynak makinasının resmi görülmektedir. Kolların uçlarında birer elektrod bulunmaktadır. Üst kol hareketli olup alt kola basılınca alt kola yaklaşır. Bu kollar yardımı ile, her nokta kaynak makinalarında kaynatılması güç veya mümkün olmayan işlerin kaynaklı birleştirilmesi yapılır.

2- Pres türü nokta kaynağında elektrod hareketli başlıkla doğrusal bir ilerleme yapar. Bu tür kaynakların geniş uygulama alanları yanında kalınlıkları fazla olan gereçler kaynatılabilir. Şekil:5-3. Bu kaynak makinalarının hareketli başlıklarında yapılmıştır. Manevra kabiliyeti çok fazla olan hareketli türleri vardır. Portatif kaynak başlığı veya nokta kaynak tabancası enerji kaynağı ile irtibatlanmıştır. Bu tip cihazlarla biçimleri düzgün olmayan gereçler nokta kaynağı ile kaynatılabilir. Şekil:5-4 de bu kaynağın yapılışı görülmektedir.

### UYGULAMA :

Nokta kaynağındaki kaynak periodu devresi elektronik, mekaniksel veya elle ayarlanan bir sistemle kontrol edilir. Kaynatma zamanı 1,5 frekans ile 60 frekanslık geçiş süresi arasında değişmektedir. Bu süre çok ince gereçler için olup,

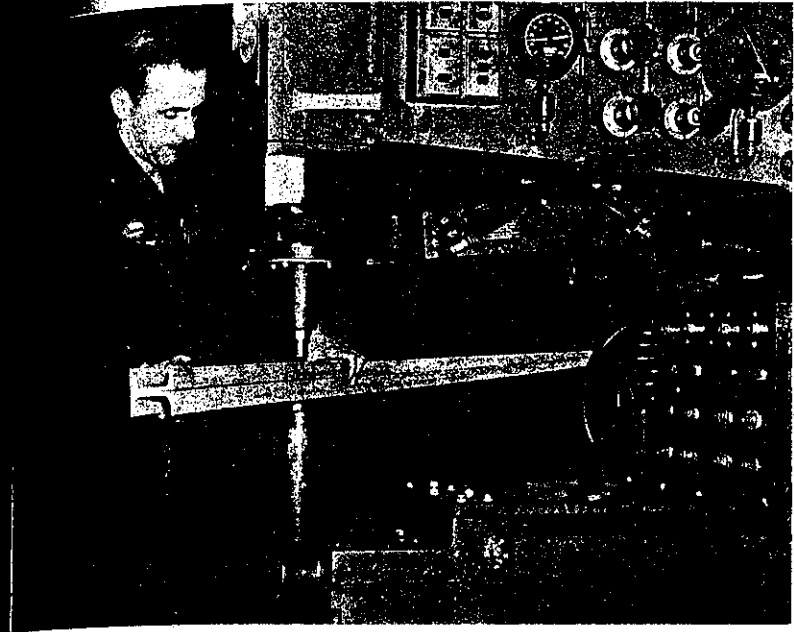
daha kalın gereçlerde birkaç saniyelik zaman gerekir.



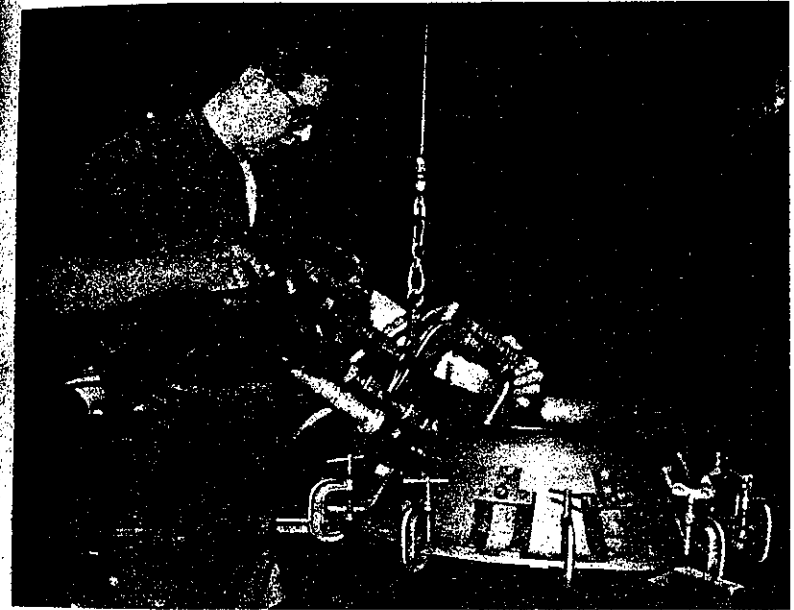
Şekil:5-2 Pedallı Nokta Kaynak Makinası:

Gereçlerin birleşme ortamında tam bir ergiyük oluşması bakımından kaynak zamanı çok önemlidir.

Elektrik dirençlerinden istenen toplam ısı değeri birleştirilecek (kaynatılacak) gereçlere bağlıdır. Kaynak yerinin kalitesine, elektrodlardaki iletim yetenekliği, gereçlerin yüzeysel durumu, kaynatılacak gereçlerle elektrod



Şekil:5-3 Basınç Sistemli Tekli Nokta Kaynak Makinası.



Şekil:5-4 Bir Fanın (Çevresinin) Nokta Kaynağı Yapılması.

arasındaki iletimin iyi olması gibi faktörler etki eden  
caklığın yükselmesi veya azalması kaynak yerinin çatlaması  
yönünden büyük bir etkinliğe haiz olmakla beraber, dikkat  
düzenlenmesinde yarar vardır.

Kaynağın yapılması için zorunlu ısı değerini verece  
mağnetik akım geçiş süresi belirlemiştir. İyi bir zaman  
ayarını yapılmamış kaynakta elektrodun gereç yüzlerine  
kullanılan ısı çevreye yayılınca kaynak alanında krater yap  
ve parça yüzeylerinde oyuk meydana getirir.

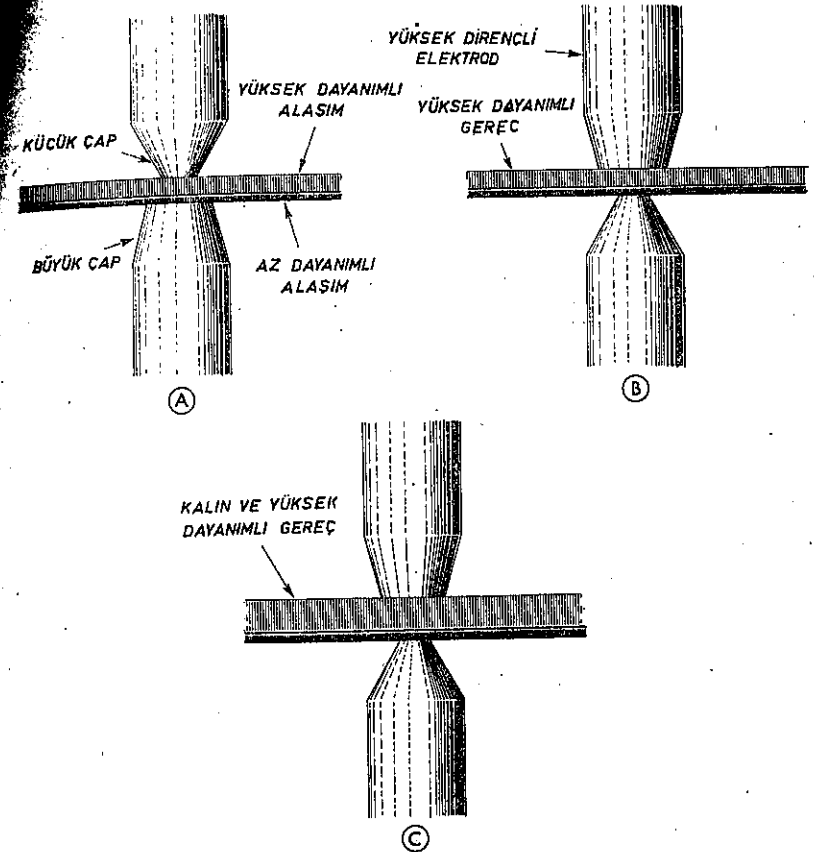
Gereçlerin çeşitlerine, birleşme tekniğinde, kaynatıl  
lacak gereçlerin kalınlığına ve dayanıklılığına, kullanılan  
makinanın elemanlarına göre elektrik akımının özel olarak  
değişkenliğini nokta kaynağında ayarlamak çok zordur. Baş  
şarılı bir nokta kaynağının yapılması, kaynatılacak gereç  
lere ve varolan koşullara göre, operatörün becerisinde de  
bağlıdır.

#### Isının Ayarlanması

Uygun bir ısının ayarlanmaması kaynak alanında anormal  
bir ısı oluşmasına neden olur. Kaynatılacak parçalar aynı  
kalınlıkta ve özellikte olduğunda, ısı her parçada aynı de  
ğerde belirlenerek, kaynak oval biçimde, (yarısı birinde,  
yarısı diğerinde) birleşmeyi oluşturur. Bununla beraber ge  
reçlerin birisinin diğerinden farklı kalınlıkta olmasında  
ise elektriksel direnç kalın gereçte inceye oranla daha fa  
la olduğundan kaynak istenilen nitelikte olmaz. Bu biçim  
deki kaynak paslanmaz çelik ile az karbonlu çeliklerin bir  
leştirilmesine benzenmektedir. Bu tür gereçlerin kaynağında  
gereçlerin farklılığı ısın oranının dengesiz olmasına neden  
olur.

Isının kaynak biçimine göre düzenlenmesinde,

ların geometrik şekilleri, değişik elektrod gereçleri  
veya iki gerecin kalınlıklarının yer değiştirilmesi,  
birer faktör olabilir. Örneğin, Şekil:5-5 A da görüldü  
kalın gereçlerde daha az temas eden yüzeyli elektrod  
arak ısı ayarını (balansı) yapılmış olur. Şekil:5-5 B de  
dirençli elektrod kullanıldığında, gerecin dayanıklı  
ile Şekil:5-5 A daki durumun tersi olmaktadır. Şekil:  
de yalnızca yüksek dayanımlı gerecin kaynağında daha iyi  
ısı ayarlanması için kalın gerece daha büyük elektrod kul  
lanılmaktadır.

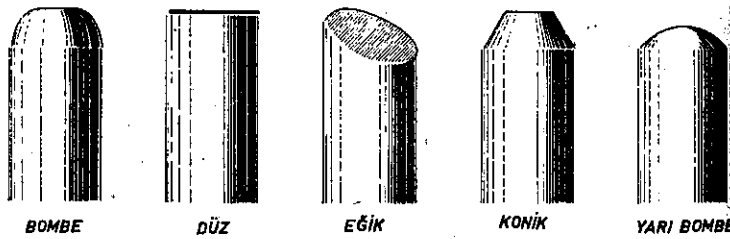


Şekil:5-5 Nokta Kaynağında Gereklİ Isının Oluşturulma Tekniği.

## Elektrodlar

Temel olarak elektrodların fonksiyonları: 1- Temas noktasında gerekli baskının yapılması, 2- Kaynak çevresine faydalı bir etkiyi yayılmasını önlemektir. Genellikle nokta kaynağı için elektrodları az dirençli bakır alaşımlarından yapılmaktadır. Bununla beraber bazı durumlarda yüksek ısıya dayanıklı geometri kullanılır. Elektrodlar içerisindeki kanallardan dolaştırılarak soğutulmaları sağlanır. Nokta kaynağında soğutmanın yayılması için, (kaynak alanının mümkün olan en kısa mesafede soğuması nedeni ile) soğutma işlemi zorunludur. Elektrodlar yerlerine vidalı veya konik olarak bağlanırlar.

Elektrodun geometrik şekli ve hacmi kaynatılacak geometri ile uyumlu olmalıdır. Normal olarak elektrodun kalınlığına göre değişmektedir. Normal olarak elektrod çapları kaynatılan en ince gerecin kalınlığının 1,6 katından fazla olmalıdır. Elektrod yüzeyleri kaynatılacak malzemenin konumuna göre, bombeli, düz eksantirik, kesik koni veya yarı bombeli olarak yapılırlar. Şekil:5-6 da çeşitli şekillerde elektrod uçları görülmektedir. Eksantirik elektrodlar, merkezden dışa doğru elektrod uçlarının yanma olanağı bulamadığı, köşe kaynakları için uygundur.



Şekil:5-6 Elektrod Uçlarının Biçimleri.

Nokta kaynağının yapılması amacı ile uygun elektrod seçmek çok önemlidir. Örneğin  $\varnothing 6,5$  mm deki bir elektrod kaynak sonucunda  $\varnothing 10$  mm çapa kadar büyümesi (genişleşmesi) temas edeceği yüzey nedeni ile pratik değildir. Aynı akımın iki katı kadar kaynak akımı verildiğinde kaynak genişleşir. Ancak, bu durumlarda akımın değeri düşük olmalıdır. Aksi takdirde kaynak zayıf yapılır. Kaynağın yapılmasının nedenleri ise; elektrodların aynı şekilde kullanılması, elektrodların gereklere yaptıkları baskıyı sağlamaması, elektrod yüzeylerinin mantarlaşması ve soğutmanın yeterli olmaması gibi faktörler olabilir.

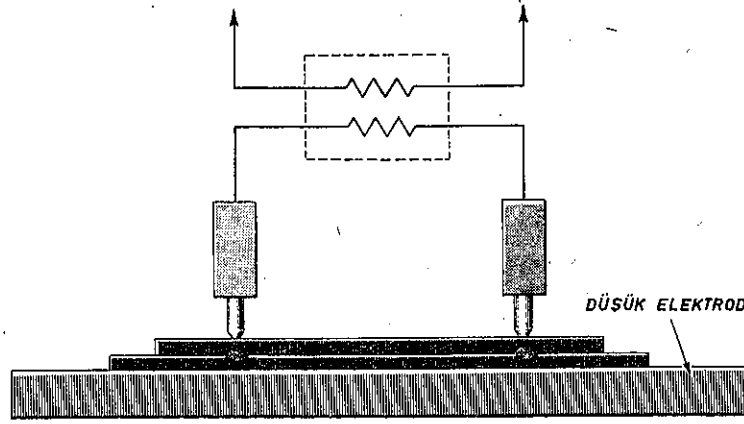
Her işte yapılacak nokta kaynağı sayısı ve geometrisi önceden planlanarak yapılması gereklidir. Elektrod uçlarının kaynatılacak yerleri eğe veya zımpara bezi ile düzlenerek tam bir geçirgenlik ortamı oluşturulmalıdır. Kaynatılacak yerlerdeki çapak ve artıkların, elektrodun basması ve bozulmaması için, hiç olmazsa kaba eğe ile düzlenmesinde çok yarar vardır. Elektrodların deforma olmaması için kaynakta verimde o oranda düşerek istenilen amaçla kullanılmalıdır. Bu gibi durumlarda elektrod ya tamir edilir ya da değiştirilmelidir. Eğer değiştirilme olanağı yoksa yenisi takılmalıdır.

Nokta kaynağında genellikle, görünen yüzeyler için hidrolik basınç sistemi uygulanmalıdır. Böylece kaynak noktasında fazla bir renk değişimi olmaz. Bunun için daha büyük çaplı alanı olan elektrodlar kullanılarak kaynak yerinde deforme oluşumu minimuma iner.

## Nokta Kaynağı

Nokta kaynakları hidrolik veya hava basıncından yararlanılarak çalışırlar. Elektrodlar bir çerçeveye veya tutaca monte edilir. Mandrel veya milden hareket alarak işlem yapılır.

yaparlar. Şekil:5-7 de ikili nokta kaynağı aynı transfor-  
motordan aldıkları akımla, aynı anda hareket ederek kaynak  
işlemini yapmaktadır. Şekil:5-8 deki sisteme birkaç elek-  
trod aynı transformatordan akım alarak hareketlerini aynı  
zamanda yürüterek çevresel olarak kaynakları yapmaktadır.



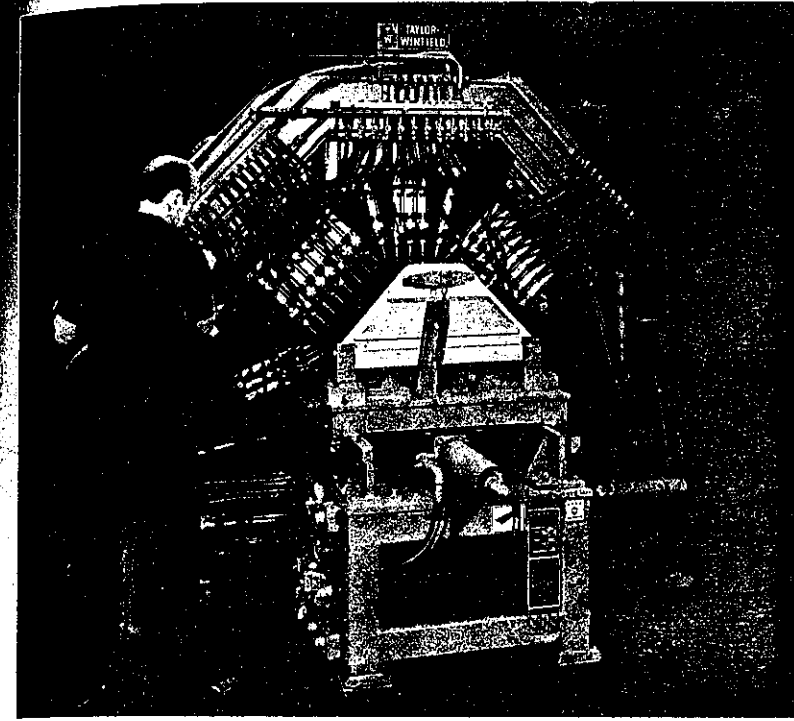
Şekil:5-7 Çoklu Nokta Kaynaklarında Kısa Elektrodlar  
bir Mandrel veya Mil ile Hareket Ederler.

Bütün elektrodlar basınç altında yavaş olarak iş parça-  
sına yaklaşır. Elektrodların soğutulma işlemide eşit ola-  
rak yapılır. Bu tür kaynakların yaygın kullanılma alanı oto-  
mobil endüstrileridir.

#### DİKİŞ KAYNAĞI

Dikiş kaynağı yapım tekniği bakımından nokta kaynağına  
benzemektedir. Nokta kaynaklarının ardışık olarak sıralanma-  
sı dikiş kaynağı olarak yorumlanabilir. Dikiş kaynağında bir-  
leştirilecek parçalar iki dönen yuvarlak elektrodlar arasın-  
da hareket ederler. Şekil:5-9 dikiş kaynak makinası ile sü-  
rekli ve aralıklı dikiş kaynaklarının çizgisel resmi görül-  
mektedir. Bakır yuvarlak elektrodların dönme hareketi başlar

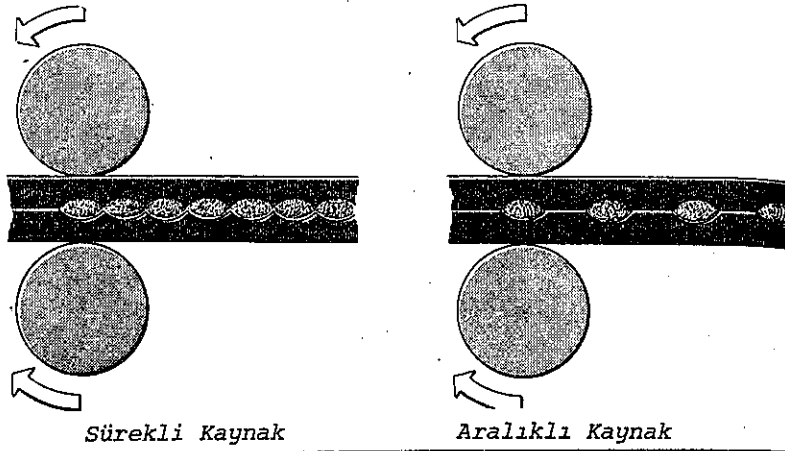
lamaz kaynak akımı da verilir. Dönme hızları ise parçala-  
kaynatma durumuna göre ayarlanmaktadır.



Şekil:5-8 Çoklu Nokta Kaynak Makinası.

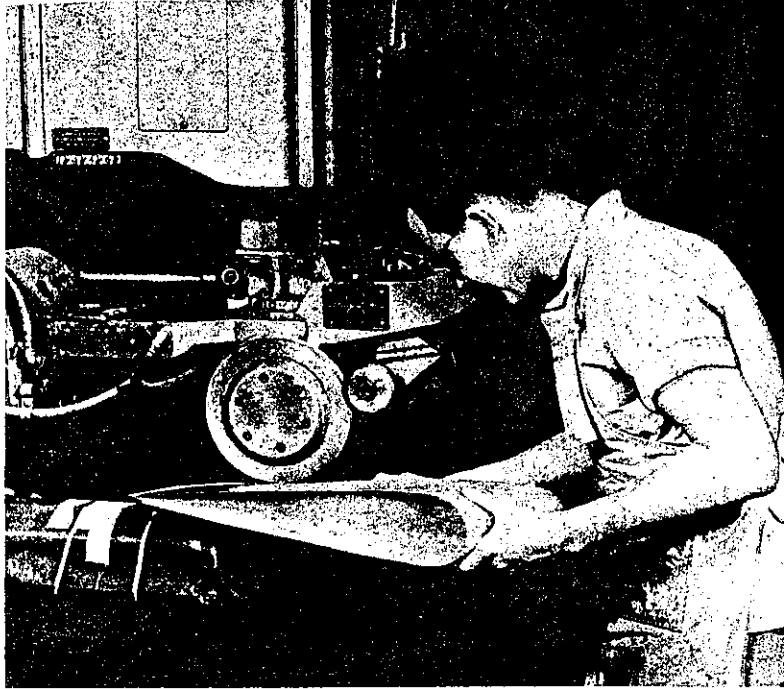
#### Elektrodlar

Dikiş kaynak elektrodları disk şeklinde dairesel, dış yü-  
zeyleri değişik biçimdedir. Şekil:5-10 da görüldüğü gibi  
elektrodların temas eden yüzeyleri düz, tek ve çift taraflı  
pahlı veya bombeli olarak yapılmaktadır. Düz veya pahlı elek-  
trodlar her iki taraftan yüzeyin düzgün kaynatılması istenen  
işler için, kullanılır. Tek pahlı elektrodlar flanaj tipli iş-  
lerin kaynağı için elverişlidir. Bombeli elektrodlarla yapı-  
lın kaynaklar daha çok estetik bir görünüm vermektedir.

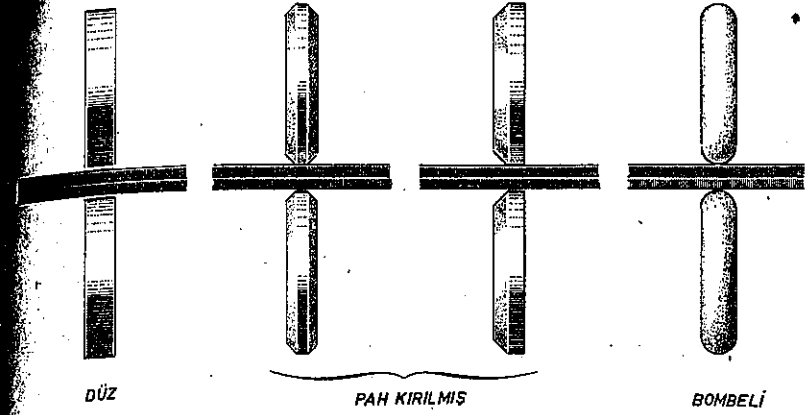


Sürekli Kaynak

Aralıklı Kaynak



Şekil:5-9 Dikiş Kaynağında Gereç Yuvarlak Elektrodlar arasından geçerek kaynamaktadır.



Şekil:5-10 Dikiş Kaynak Elektrodlarının Şekilleri.

Kullanılan elektrod çapları 50-600 mm arasında değişmektedir. Gereçler ise ısı işlemi görmüş sert nitelikteki bakır alaşımlardır. Elektrodların (kaynak yapma sırasında) gereçlere temas eden yüzeylerin genişliği kaynatılacak gerecin kalınlığına göre değişmektedir. Normal olarak, kaynak genişliği kaynatılan gereçlerin en incisinin kalınlığının  $1 \frac{1}{2} \sim 3$  katı kadar olmalıdır. Kaynak genişliği temel olarak ince metal kalınlığından daha büyüktür. Bu da elektrodun kaynak sırasında yıpranma değeri minimuma indirmektedir.

Elektrodların soğutulması ya merkezi kanallardan su dolandırılarak veya elektrod tekerlerinin yüzeylerine su püskürtülmesi ile yapılmaktadır. Çok temiz soğutma sıvısı çelik olmayan gereçlerin ve paslanmaz çeliklerin soğutulmasında kullanılmalıdır. Çeliklerin kaynatılmasında da soğutma sıvısı olarak %5 oranında bor yağı kullanılır. Özellikle paralel dikiş kaynağında çarpma yöntemiyle elektrodların soğutulması kritik sonuçlar doğurur.



### Akım

Dikiş kaynağında akım düzenlenmesi, kaynatılan gerecin cinsine, kaynatma hızına, kaynatılan gereçlerin kalınlığına ve soğutmada kullanılan suyun miktarına göre yapılmaktadır. Kural olarak doğru bir akım ayarını deney ve hataların giderilmesi ile, yapmak en uygun yöntemdir. Önceden denemeden düzenlenen akım kaynağın çatlamasına veya kötü yapılmasına neden olur.

### Kaynak Hızı ve Baskısı

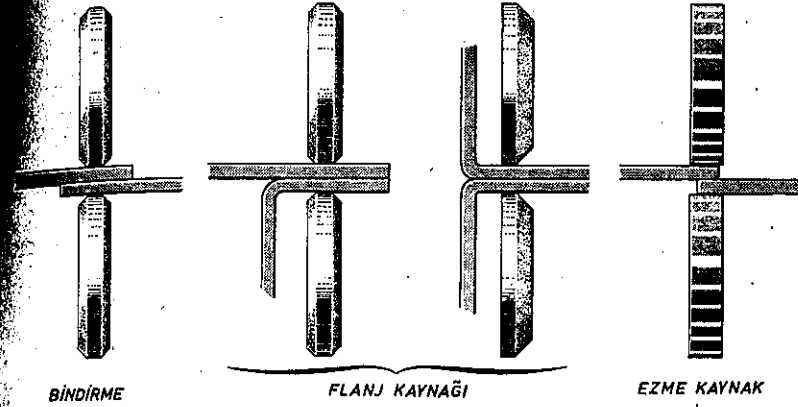
Dikiş kaynağının yapım hızı gereçlerin kalınlığına, cinsine ve birleşmenin geometrik biçimine göre değişmektedir. Genellikle pratik daha fazla bir hızın kullanılması makinanın kapasitesi ile yakından ilgilidir. Hızın değişmesi kaynak işleminin yapılış tekniğini de içermektedir.

Elektrodun gereçlere baskısı nokta kaynağına göre daha fazladır. Ancak, kaynatılacak gereçlerin yüzey koşulları önemli bir faktördür. Yüzeyler birbirine iyice alıştırılmış çapaklardan, yağ ve pisliklerinden arıtılmış olması gerekir. Bir yüzeydeki pürüzlü kaynak izleri geniş elektrod kullanılmak suretiyle minimum değere indirilebilir.

### Dikiş Kaynağı Türleri

Dikiş kaynağının yapım tekniğinde birçok dikiş türleri kullanılmaktadır. Şekil:5-11 de dikişlerin yapım yöntemleri ile elektrodların konumu görülmektedir. Ençok kullanılan basit bindirme kaynakta, iki gereç birbiri üstüne uygun bir ölçüde kornalıdır. Flanj kaynağında, gereçlerin biçimine göre tek veya çift pahlı elektrod kullanılır. Kalınlıkları 1,5 mm den az olan gereçlerin kaynağı, için daha çok baskı gücü ile ince ten geniş yüzeyli, eşik dikiş yüzeyli elektrod ile ince

ların kaynağında gereçler birbiri üzerine minimum değere kadar bir değerde kornakta, basınçla ergiyen bu kenarlar kaynatıldıktan sonra düz yüzey oluşturur. Basınç yüksek olması duruş hızıyla ilerleme hızında azalmaktadır. Kaynak dikişi genişliği kaynatılan gerecin kalınlığının 1 1/2 katı kadar olması için kalite ve sağlamlığını artırmaktadır.



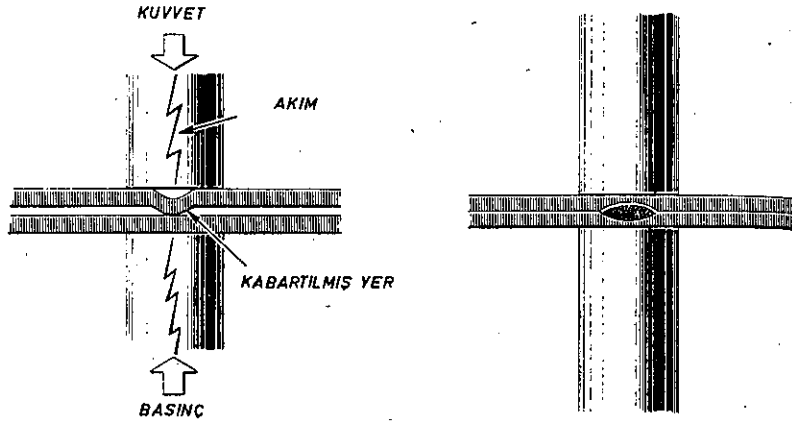
Şekil:5-11 Dikiş Kaynak Türleri (Konumları).

### Çıkıntı Nokta Kaynağı

Çıkıntı nokta kaynağı ile gereçlerin kaynatma tekniği normal nokta kaynağı ile yakından ilgilidir. Bu tür kaynaklar yaygın olarak bağlantılı ve kontrüksiyon elamanlarının birleştirilmesinde kullanılmaktadır. Akım, kaynatılacak gereçlerin bir veya birkaç çıkıntı noktasına merkezlenir. Bu tür kaynak kabartma, çökertme işlemleri ile kaynak yeri beştilenerek parçalar kaynatılmaktadır. Şekil:5-12 de kaynatılan gereçlerde yapılan işlemler ve elektrodların konumu gösterilmektedir.

Şekil:5-12 de kaynatılan gereçlerdeki çıkıntılı birleştirme şekillerinin yükseklikleri 3,2 mm olmalıdır. Bunların

sayıları kaynatılacak gereçlerin uzunluğuna göre değişmektedir. Büyük ısı kütlelerinin belirli bir alanda toplanması birtirnaklarla mümkün olmaktadır. Genellikle kalın gereçlerde özel şekillendirme yöntemi uygulanır. Aynı özellikte olmayan metallerde bu yöntemle kaynatılma olanağı mevcuttur. Kaynatılacak parçalardan birinin yüzeyine elektrodların çıkıntılı veya kabarıklar kare, daire, ve eşkenardörtgen şeklinde yapılırlar.

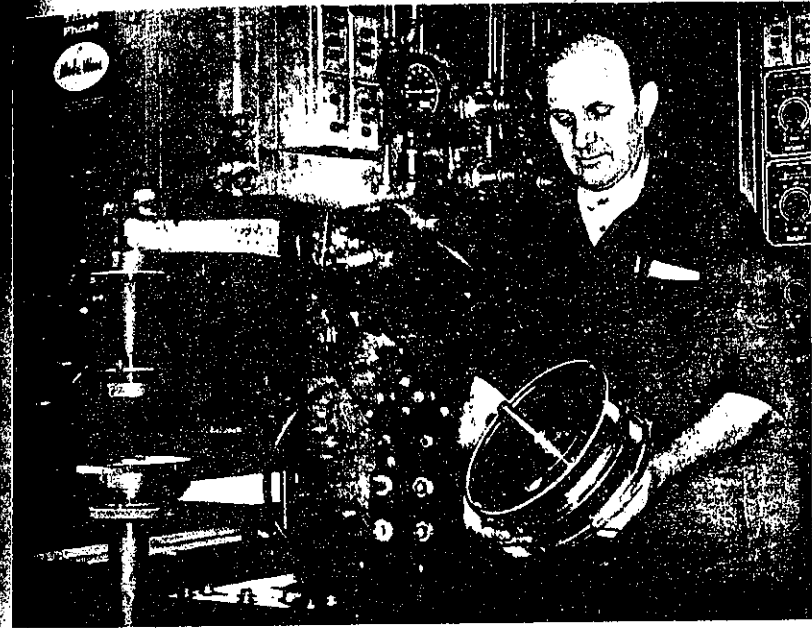
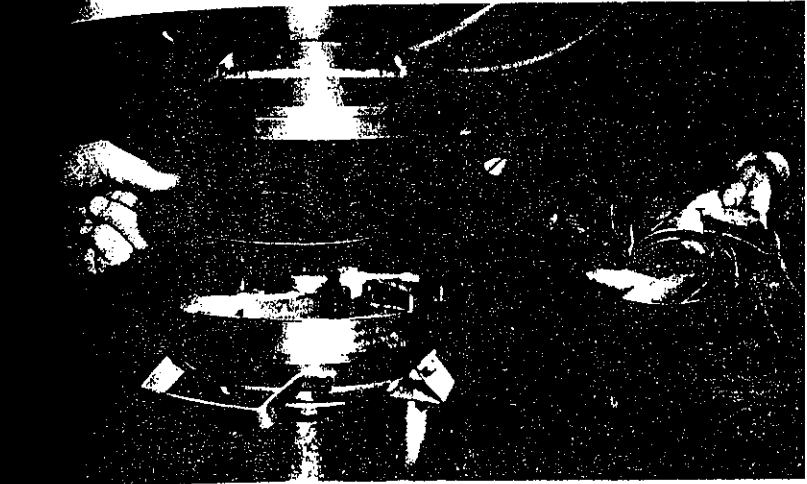


Şekil:5-12 Kabarık Nokta Kaynağının Yapılışı.

#### Elektrodlar

Çıkıntılı nokta kaynaklarında elektrod biçimlerinin değişikliği pek söz konusu değildir. Genellikle uç kısımlar küt veya düz olarak yapılırlar. Çoklu kaynaklarda, kaynak kapasitesi, basınç ve akım elemanlarıyla kontrol edilmektedir. Şekil:5-13 de çoklu kaynakların yapılışı görülmektedir.

Düz yapılan kaynaklarda elektrod ucunun düzgün olması ve kaynak alanına temas edecek kadar geniş olması gereklidir. Eğer kaynatılacak yer eğrisel veya buna benzer biçimde ise böyle işlerin kaynakları için kaynak alanına uyacak



Şekil:5-13 Bir İnışte 30 Kabarık Nokta Kaynağı yapılmaktadır.

elektrodlar yapılır. Birleşme yerinin iki gereç arasında temas edecek en küçük olması alandaki çıkıntıda kaynağın

kolay yapılmasını sağlar. Elektrod biçimleri ve birleşmelerindeki çıkıntı şekli gereç kalınlığına, metalin türüne ve akımın değerine ve gerekli basınca bağlıdır.

#### *Çıkıntılı Nokta Kaynağı ile Kaynatılan Gereçler*

Bütün metaller bu tür çıkıntılı nokta kaynağı ile kaynatılmazlar. Bakır ve piring çok kısa zamanda basınç altında değiştiklerinden kaynatılmaları mümkün olamaz. Haddeden önce çalmış alüminyum işlerin genellikle bu tür kaynak ile birleştirilmeleri mümkün olmaktadır. Galvanizli çelik saçlar, paslanmaz çelik levhalar ve ince çelik saçlar başarıyla çıkıntılı nokta kaynağı yapılabilirler.

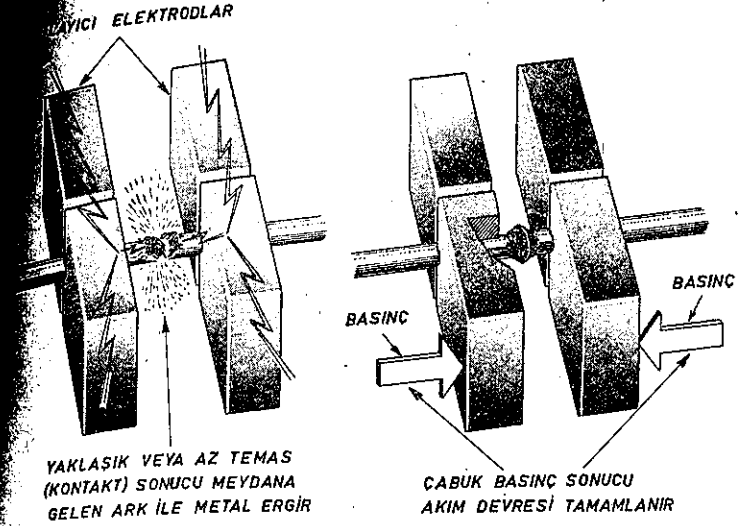
#### **ALIN KAYNAĞI**

Alın kaynağında birleştirilecek iki parça sıkma çeneleriyle iyice sıkıştırılarak birbirlerine yaklaştırılıp akım geçirilerek sağlanır. Gereçlerde ark oluşuncaya kadar parçalar birbirine doğru yaklaştırılır. Şiddetli kıvılcımların olunca ergiyen uçlar birbirine doğru basınçla itilir. Şekil:5-14 ve 5-15 bu kaynağın yapım tekniği görülmektedir. İki ucun birbiri ile bitişmesi anında kaynak akımı kesilir ve parçalar kaynatılmış olur.

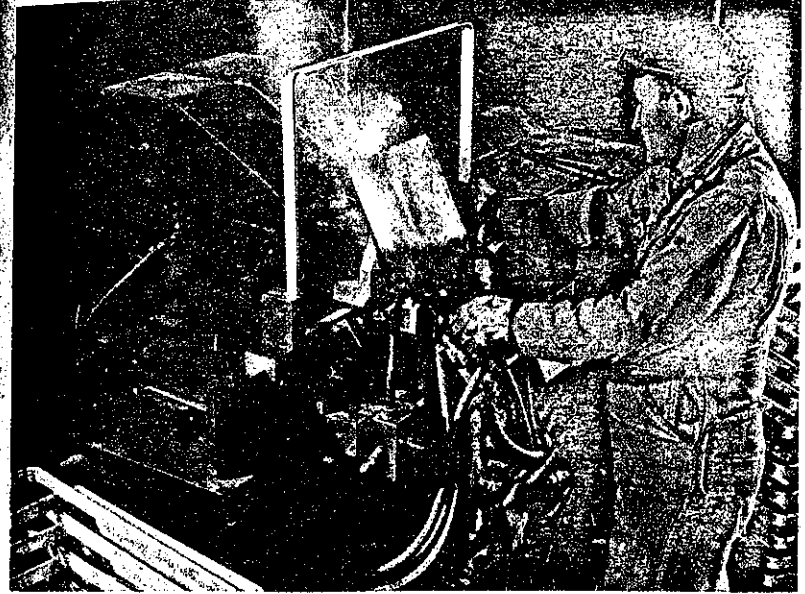
Alın kaynağı düz veya yivli saçlarda, yuvarlak, dört köşü ve boru şeklindeki kesitlerin birleştirilmesinde kullanılır. Genellikle çelik ve alaşımlarının kaynağı başarılı olarak yapılabilir. Dökme demir, kurşun ve çinko alaşımlarının alın kaynaklarının yapılması mümkün olamaz.

#### *Parçaların Hazırlanması*

Kaynatılacak parçalar birbirine iyi alıştırmış bakır alaşımı çenelerle bağlanır. Bazı işlemlerde sıkma çeneleri su ile soğutulur.



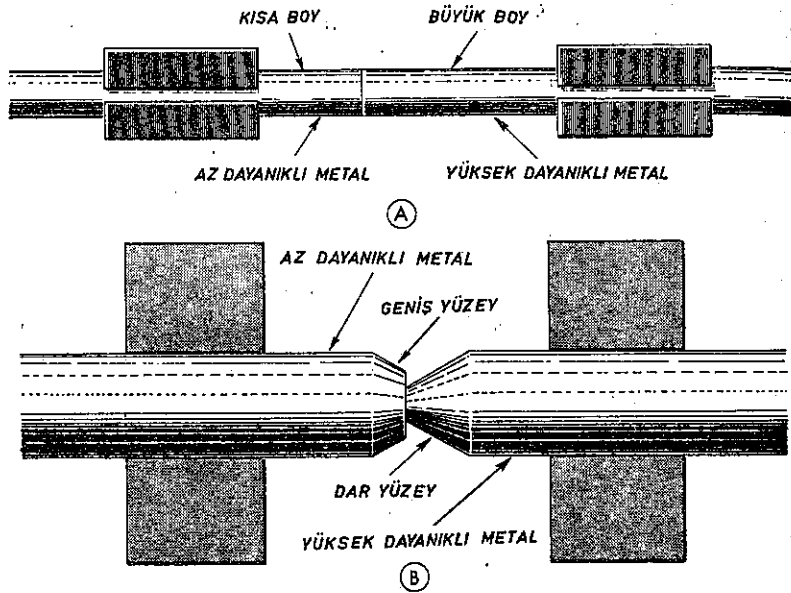
Şekil:5-14 Çapaklı Direnç Kaynağında İki Parça Birbirine Yaklaştırılarak Ark Oluşturulur. Yeterli Kaynak Isısı Meydana Gelir.



Şekil:5-15 Çapaklı Dip Kaynağı ile Alüminyum Bağaj Bantları Birleştirilir.

En önemli faktör kaynatılacak gereçlerin aynı doğrultuya getirilmesi zorunluluğudur. Doğrultuyu temin eden çene-lerin bağlama ve hareket etme yeteneği vardır. Aynı doğrultuya getirilmeden kaynatılan gereçlerde aksel aykırılık meydana gelirken buda birleşmenin mekaniksel dayanımını düşürmektedir.

Eğer gereçlerin aynı değerde birleşme olanağı istenirse, heriki gerecinde eşit oranda ısıtılması gerekir. Belirli ısı eşitliğini sağlamak birkaç yolla mümkün olmaktadır. Birinci yöntem şekil:5-16 A da görüldüğü gibi yüksek ısı iletkenli gereci sıkma çenesinden daha uzun bağlamaktır. Diğer yöntem ise yine şekil:5-16 B de görüldüğü gibi yüksek ısı iletkenli gerecin kaynatılacak ucunun konikleştirilmesidir. Bir üçüncü yöntem ise kaynağın durumuna göre gereçlerden biri kaynaktan önce belirli bir sıcaklığa kadar ısıtılıp kaynağın yapılmasıdır.

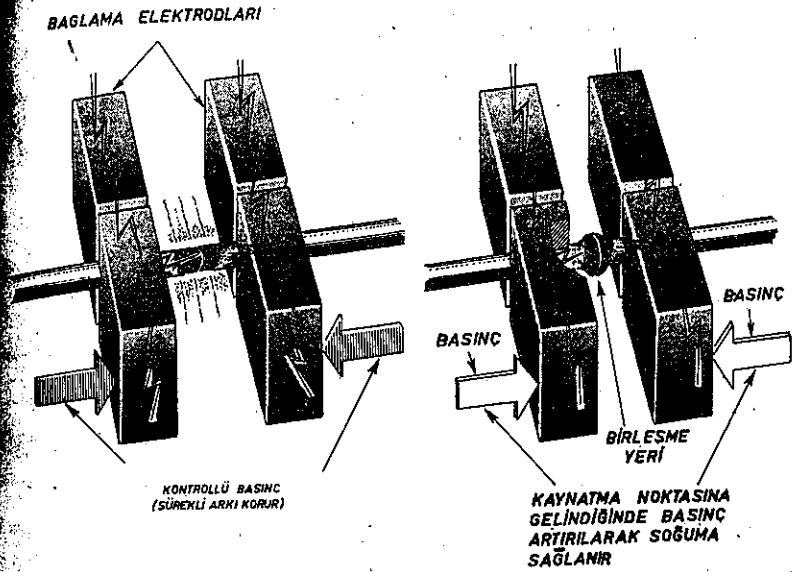


Şekil:5-16 Alın Kaynağında Birleşme Isısının Oluşumu.

Alın kaynağında sabit olan çeneye yakın birleşme alınının kaynak yığılması oluşurki buda işin hemen kullanılma olanağını kaldırır. Bu nedenle kaynak sonrası birleşen yeri torna veya freze gibi makinalarda talaş kaldırma işçisi gösterir.

#### YIGMA ALIN KAYNAĞI

Yigma alın kaynağı genellikle alın direnç kaynağında kullanılır. Bu yöntemle kaynatılacak gereçler karşılıklı olarak mas haline getirilerek elektrik akımı ile kaynak ısısi oluşturulur. Kaynatılacak kısımlar ergiyik ortamına gelince parçalar basınçlı olarak birbirlerine bastırılır. Şekil:5-17 deki birinci şekilde gereçlerin temas ettikleri andaki durumu, ikinci şekilde kaynatılan gereçlerin basınçla yığılması kaynak yeri görülmektedir.



Şekil:5-17 Çapaklı Alın Direnç Kaynağında, Yüksek Akım Sonucu Yeterli Kaynak Isısı Sağlanarak, Birleşme Alanı Ergir. Sürekli Basınç ile Birleşen Kısımın Çapı Büyür.

### Kaynatma Tekniği

Parçalar ısıtılmadan önce basınçlı olarak birbirlerine yaklaştırılmaları kontrol edilmelidir. Bu basınç aynı zamanda kaynak akımının geçişi yapılarak kısa devre yapılır. Akım geçişi ile parçalara yapılan basınç durdurularak ergiyik ortamı hazır duruma gelinceye kadar basınç aynı şekli kalır. Kıvılcım çıkışı başlayınca heriki iş parçası birbirine eşit bir baskı ile yaklaştırılır ve kıvılcım çıkışı sona erer. Kıvılcımın kesildiği sırada otomatik kesici tarafından kaynak akımı kesilir.

Basınçlı olarak parçalar yaklaştırılarak birleşme yerinde parçalar yığılarak çap büyütülür. Normal çapaklı alın kaynağı ile yığma alın kaynak arasındaki fark akım ve kaynatma zamanının fazlalığıdır. Alın kaynağındaki gereçler aynı özellik ve kesitte ise sağlamlık, bakımından daha üstündür. Farklı kalınlıktaki gereçlerde ısı dengesini yapmak amacı ile kalın parçalar kendi bağlama çenesine uzun olarak bağlanır. Aynı özellikteki parçalar içinde bu kural geçerlidir. Elektrik akımını iyi ileten gereçleri de yine bu şekilde kaynatılmaları gerekir. Eğer kaynatılacak yüzeyler temizlenerek konikleştirilirse daha iyi sonuç alınır.

### ÇARPMA (VURMA) DİRENÇ KAYNAĞI

Çarpma direnç kaynağında iki parçanın birleşme yeri ergiyik ortamına gelince elektrik enerjisi kesilir. Kaynak akımı kesilince kaynatılacak parçalar basınçlı olarak birbirine vurdurularak ergiyik haldeki kısımları birbirine tutunarak kaynak işlemi tamamlanır. Bu tür kaynaklar alın ve yığma alın kaynağının yapılması mümkün olmadığı durumlarda kullanılır. Kaynatılacak gereçlerin kesitleri 125 mm<sup>2</sup> d

memalı ve parça yüzeylerinin birbirine iyice alışma-  
malı olmalıdır. Daha büyük kesit kaynatılması istendi-  
oluşan arkın fiziksel biçim değişikliği tam bir kaynak  
vermez. Böylece yüzey kesitinde bazı kısımların kay-  
dığı görülür.

Çarpma yöntemi ile yapılan kaynakta ısı işlemesi sığ olup  
çok olarak 0,25 mm dir. Bu ise gereçlerin deforma alma-  
eterli ısı ile kaynatılmalarını sağlamaktadır. Bu tür  
ile kobalt krom alaşımları bronz veya paslanmaz çelik  
gövdeleri veya paslanmaz çelik alüminyum alaşımı veya  
gibi metallerin metalurjik yapıları değişmeksizin kay-  
abilirler. Çarpma yöntemli kaynak genellikle kaynak tel-  
inin, çubuklarının, ve boru türlerinin birleştirilmesinde  
ullanılmaktadır.

### Kaynağın Yapılması

İş parçalarının birbirine çok hafif temasları ile ark  
oluşur. Kaynak akımı geçişi başlayınca, gereçlerin birbirine  
olan uzaklıklarının arkın oluşumuna büyük etkisi olmaktadır.  
Bazı kaynak avadanlıkları yardımı ile voltajı düşürerek  
yüksek frekanslı alternatif akım üretmektedir. Bu frekans  
farklılığı doğru akımda daha azdır. Doğru akımda yüksek fre-  
kans kullanıldığında voltaj birleşme boşluğunda iyonize ol-  
maktadır.

Ark oluşunca, parçalar birbirine basınçla yaklaştırıla-  
rak çarpıtılır. Baskı unsuru olarak basınçlı hava veya  
elektromagnetik kuvvet kullanılır. Ergitme ısısı ark ile  
oluşturulup, birleştirme basınçla parçaların birbirine yak-  
laştırılması ile yapılır. Kaynak için gerekli ergiyik ısısı  
arkla oluşturulup parçalar kaynatılır. Dirençten oluşan sı-  
caklık kaynak için çok önemli bir faktör değildir. Bununla

beraber aynı özellikte olmıyan metallerde kolayca kaynatılabilir.

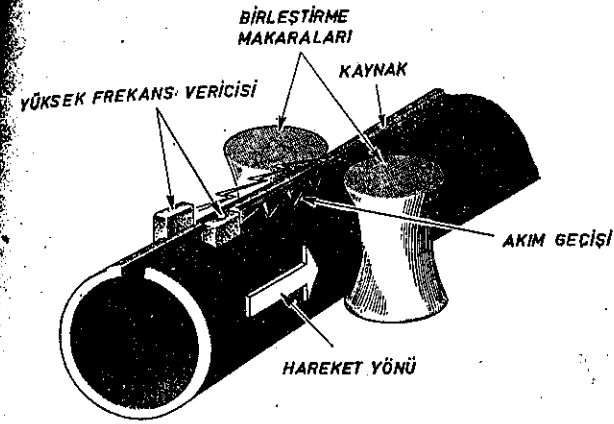
#### YÜKSEK FREKANSLI DİRENÇ KAYNAĞI

Yüksek frekanslı direnç kaynağında yüksek frekanslı akım kullanılarak, kaynatılacak parçaların karşılıklı kenarlarında istenen sıcaklık sağlanır. Yeterli yüksek frekanslı akım bu kaynağın yaygın kullanılma alanı, dikiş boru endüstrisi, profil boru sanayi, konstrüksiyonel biçimlerin imalatı, ısı iletim araçları, kablo levhaları ve yüksek hızla hareket eden parçaların kaynağı gibi yerlerdir. Kalınlıkları 0,1 -12 mm ye kadar olan çelik veya çelik olmıyan gereçler kaynatılabilmektedir.

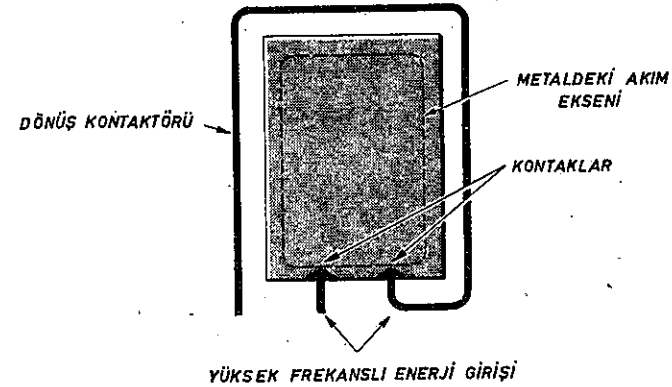
#### Kaynağın Yapımı

Bu kaynağın yapımında 50 veya 60 frekanslı şehir akımının 450.000 frekansa yükseltilmiş şekli kullanılır. Akım mümkün olduğu kadar kısa bir mesafeden geçerek yeterli dirençten kaynak ısıyı oluşturmalıdır. Kaynak akımı soğutulan kutuplar yardımı ile kaynatılan gereçlerin her iki kenarına dayanacak şekilde yerleştirilir. Şekil:5-18 de kaynak akımı bir kutuptan akarak en yakın birleşme yerinde metal için işleyerek kaynak dikişi oluşturup diğer kutuba geçmektedir. Şekilde akımın geçişi ve kaynağın yapımı belirli olarak görülmektedir. Akımın geçtiği yerde oluşan ani ve yüksek ısı ile parçalar birbirine bastırılırsa tam bir kaynak işlemi sağlanır. Şekil:5-19 da kaynak akımının devresinin oluşumu belirlenmektedir. Kaynatılacak iki metal kontakt teması maksimum olarak ergiyik ortamına getirilir. Yüksek frekanslı akım akışı ile yeterli kaynak sıcaklığı oluşturularak ergiyik ortamı hazırlar. Ergiyen kenarlar basınçlı olarak

birlikte yaklaştırılarak kaynak işlemi tamamlanır. Bu kaynağı ile bindirme ve alın birleştirme kaynaklar yapılabilmektedir. Kaynağın yapım hızı 6-300 m/dk arasında değişmektedir.



Şekil:5-18 Yüksek Frekanslı Direnç Kaynağı.



Şekil:5-19 Yüksek Frekanslı Direnç Kaynağında Akımın Çıkış Yolu.

Yüksek frekans üretici 60 -560 KW lik radyo frekans ileticisinden ibarettir. Akım göndericisi 50-60 frekanslı alternatif akım doğrultucu tarafından doğru akıma çevrilmektedir. Osilator (titretici) yüksek voltajlı doğru akımı

450.000 sykl olarak yüksek frekanslı akıma çevirir. Sistem bu yüksek titreşiminden oluşan ısıdan etkilenmemesi için basınçlı su dolaşımı gerekmektedir. Jeneratör ve parçaları fazla ısıdan dolayı özelliğini kaybederek bazı durumlarda da fiziki değişikliğe uğramaktadır. Bu nedenle tüm sistemin ısınan parçalarının soğutulması zorunludur.

### BİLGİ SORULARI

- 1- Direnç kaynağında ergiyik ısı nasıl oluşur ?
- 2- Tekli ve çoklu nokta direnç kaynakları arasındaki fark nedir ?
- 3- Çoklu nokta kaynağındaki alt elektrodun önemi nedir?
- 4- Nokta kaynağında kullanılan değişken ısı nedir ?
- 5- Nokta kaynağında ısı denkliliği niçin önemlidir ?
- 6- Belirli orandaki ısı denkliliği nasıl oluşturulur ?
- 7- Nokta kaynağında mümkün olabilecek problemler nelerdir?
- 8- Dikiş kaynağının nokta kaynağından farkı nedir ?
- 9- Dikiş kaynağında elektrodlar nasıl soğutulur ?
- 10- Çıkıntılı nokta kaynağı ile nokta kaynağı arasındaki fark nedir ?
- 11- Niçin bazı metaller çıkıntılı nokta kaynağı ile kaynaklanmaz ?
- 12- Çapaklı alın kaynağı ile yağma alın kaynağı arasındaki fark vardır ?
- 13- Çarpma direnç kaynağının temel prensibi nedir ?
- 14- Çarpma kaynağındaki avantajlar ve sınırlar nelerdir ?
- 15- Yüksek frekanslı direnç kaynağının çalışma kuralları nelerdir?

ADIM : 6

### ÖZEL KAYNAK YÖNTEMLERİ

Keza araştırmaları, nükleer güç yapılarında yeni endüstriyel metal alaşımları geniş bir kullanma düzeyine ulaştı. Bununla beraber kullanılan metallerin mekaniksel özellikleri nedeniyle ile değişik üretim teknikleri uygulanmaktadır. Burada amaç metallerin mekaniksel özelliklerini de geliştirmektedir. En kritik problemlerden birisi de kullanılan bu metallerin kaynatılma nitelikleridir. Kural olarak bu metaller kaynak sırasında havanın etkisi altında kalmaktadır. Bu yeni metallerin birleştirilmesinde az tolerans olması nedeniyle ile değişik kaynak teknikleri uygulanır. Birleştirme tekniğinde kullanılan bazı kaynak teknikleri ise, elektron kaynağı, lazer kaynağı, ultrasonik kaynak, sürtünme (atalet) kaynağı ve plazma ark kaynağı gibi.

#### ELEKTRON KAYNAĞI

Elektron, kaynağı genel olarak ergitme yöntemli kaynağıdır. Ergime, yüksek değerdeki elektron ışınlarının kaynak alanına mercekleme yöntemi ile yöneltilmesinden, oluşur. Yüksek hızına sahip elektronlar metal yüzeyine çarparak kinetik enerjilerinin ısı enerjisine dönüşümünü sağlamaktadır. Böylece metale etki ederek ergiyik ortamı oluşturulur.

Elektronlar bir tungsten flamanın yaklaşıp olarak 2000 C° ısıtılarak yayılır. Bu sıcaklıkta tungsten flaman çabuk oksitlenir. Eğer flaman açık havada bırakılırsa, tungsten flamanı Merkezleme ünitesi ile ip parçası boşluğu tam altına yerleştirilir. Boşluk çemberi (duvarı) elektronların hava molekülleri ile çarpışmasını önlemektedir. Aksi halde

elektronlar bu çarpışma sonucu çevresel olarak yayılarak üzerlerindeki kinetik enerjiyi kaybetmeye başlarlar. Bu la beraber, boşluk çemberinin önemli görevi (duvarı) belli sınırdaki metali kimyasal reaksiyonlardan koruyarak gereci kaynatılmasına yardımcı olmaktadır.

Elektron kaynağı kalınlıkları 50 mm ye kadar değişen tellerin birleştirilmesinde rahatlıkla kullanılmaktadır. Kaynak özellikle ısıya dayanıklı metaller olan; tungsten, molipden, kolombiyum, tantal ve kolayca oksitlenme niteliği olan titanyum, berilyum ve ham elmas gibi metallerin kaynatılmasında kullanılmaktadır. Elektron kaynağı aynı zamanda özellikleri ve yapıları farklı gereçlerin kaynatılmasında kullanılır. Örneğin, Alüminyum, standart çelikler ve seramik gibi.

#### FAYDALARI (OSTONLUK)

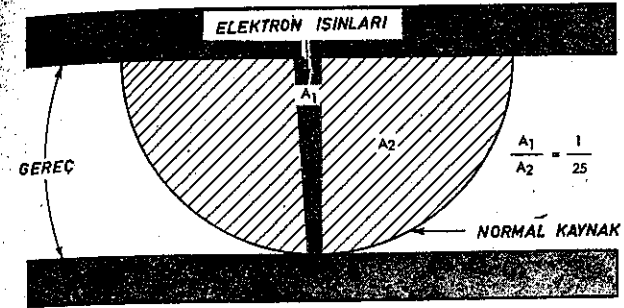
Elektron ışın kaynağının belli birkaç faydası vardır.

- 1- Kaynaklar düzgün doğrusal, dar ve derindir. Şekil:6-1
- 2- Kaynak çok hızlı fakat az enerji verilerek yapılır. Neticice olarak ısısız değişimler ile deformasyonlar yok demeye kadar azdır.
- 3- Kaynağın hacmi ve yerinin yapım tekniği bakımından metalurjik özellikleri ile beraber kontrol edilme olanakları vardır.
- 4- Çok pasolu kaynaklar, tehlikeli bir birleşim oluşturmasızın tek sıra olarak yapılır.

#### Sınırlamalar

Elektron kaynağının koruyucu kenarlar arasında yapılması belli başlı özelliğidir. Bununla beraber kaynatılan gereçlerin içerisine rahatlıkla sığabilecek hacimde kutular

edir. Daha büyük hacimdeki kaynak kutularının yapılması için kullanılacak gereçlerin kütleleri ile yakından ilişkilendirilmelidir. Diğer bir sınırlama ise iş parçasının kaynak kutusuna yerleştirildiği sırada birkaç özel işlemleri gerektirmesi olacaktır. İşletim Sahibi kimselerin kanısı daha ileride yapılacak işlemlerde elektron kaynaklarında koruma kutusu kullanmaksızın atılacak etki etkilerin yok edilmesi olanağı mevcut olacaktır.



Şekil:6-1 Elektron ışın kaynağının, normal kaynak ile karşılaştırılması.

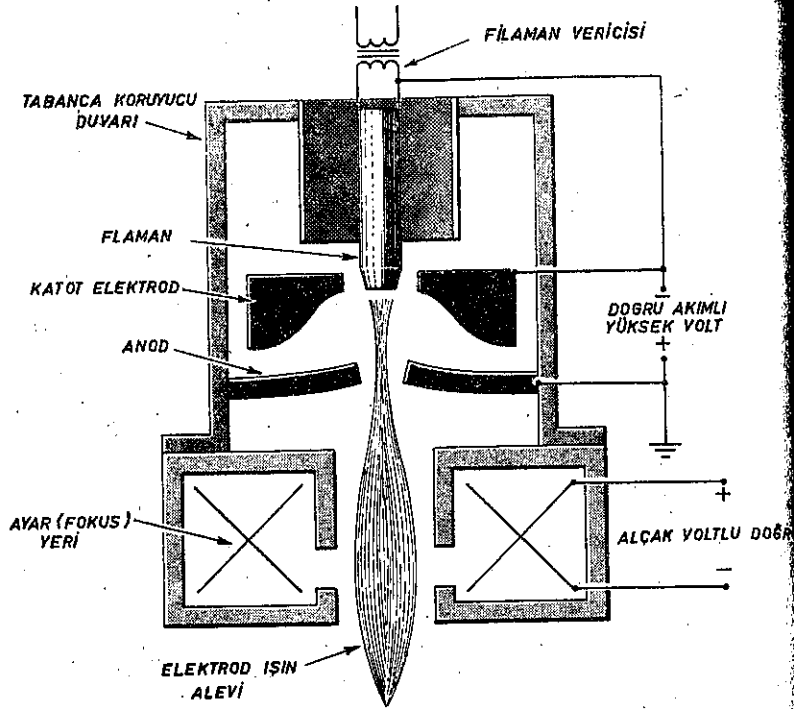
#### Sistemin Temel Elemanları :

Elektron kaynağının temel üniteleri aşağıda anlatıldığı gibidir.

#### Elektron Tabancası

Elektron tabancası, flaman, katot, anod ve merkezleme (dengeleme) bobininden oluşmaktadır. Elektron tabancası elemanları iş hücresinin üzerine monte edilmiştir. Şekil:6-2 de elektronik kaynağın temel elemanları ve yapım tekniği kesit olarak görülmektedir. Elektronlar ısıtılan flâmandan ışınlanırlar. Negatif yüklenme ile katod tarafından itilerek anod kutupuna temas ederler. Elektronlar anod kutup içerisindeki bir kanaldan geçerler ve merkezleme bobinleri yardımı ile

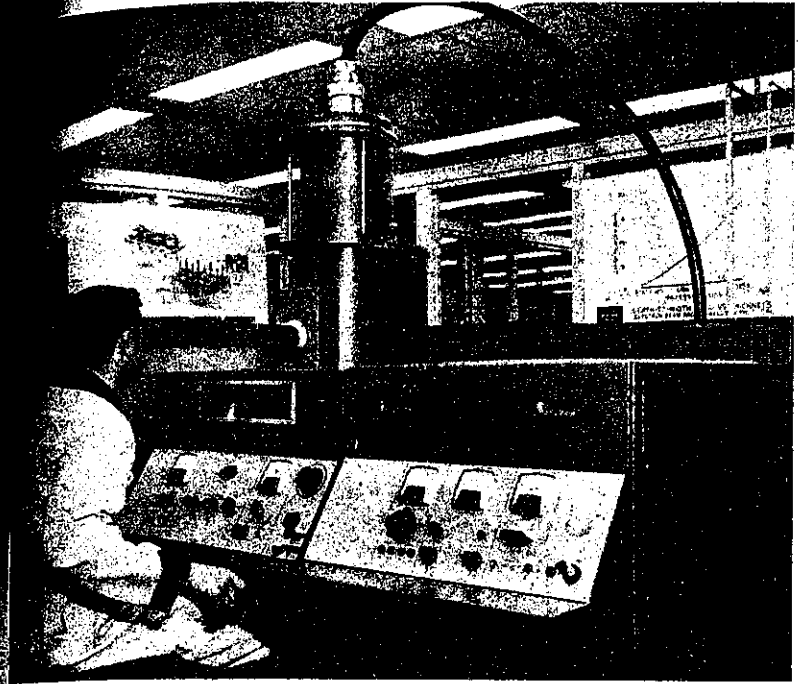




Şekil:6-2 Elektron Işın Kaynak Pensinin (Tabancasının) Elamanları

mağnetik alan oluştururlar. Optik olarak yönetilen elektronlar kaynak alanının merkezine etki ederler. Şekil:6-3'de operatör tarafından kaynağın yapılışı fotoğraf olarak, şekil:6-4'de makinanın bütün üniteleri ile işin konumu kesit olarak görülmektedir. Değişken akımın dengeleme bobinine verilmesiyle operatör (kaynakçı) tarafından elektronlar optik yöntemle iş parçası üzerine yönlendirilir.

İş parçası ile elektron tabancası arasındaki ayarlama 0,127 mm çapındaki bir mercekle yapılır.



Şekil:6-3 Elektron Işın Kaynak Makinası.

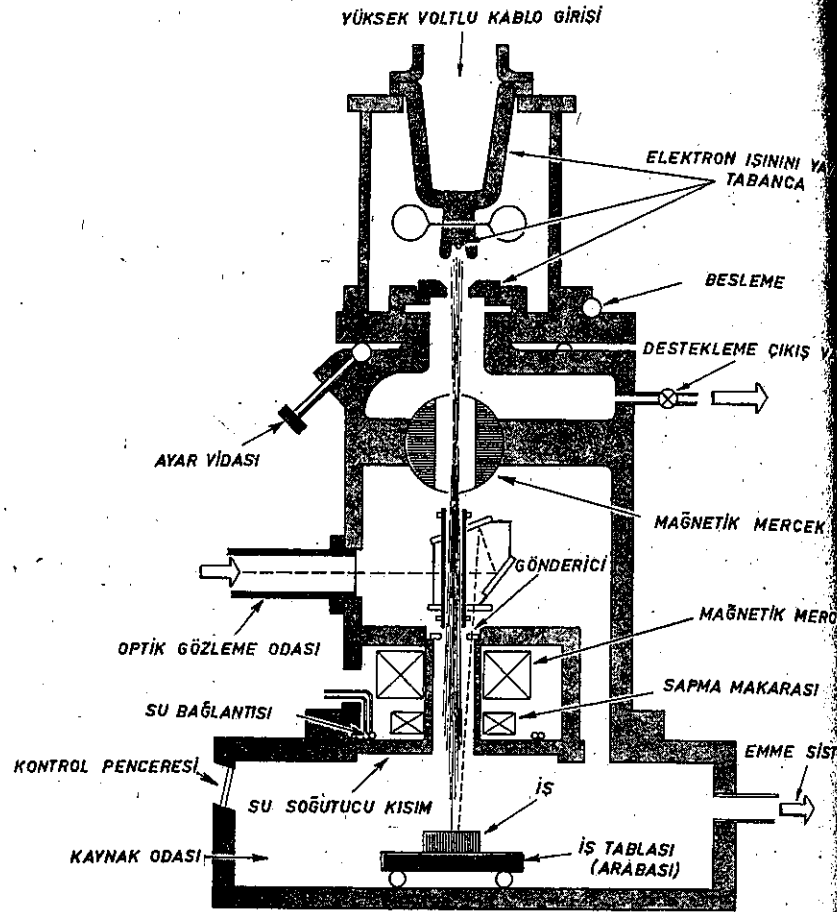
Elektron Emme Odası.

Genellikle dikdörtgen şeklinde kalın camlı gözetleme penceresi bulunan bir odadır. Oda içerisine iş parçasının üzerine konduğu araba elle veya elektrikle yatay ve düşey konumlarda hareket ettirilerek kaynak ortamı sağlanır. Araba tablası üzerinde bulunan "T" kanalları iş parçasının sırtı şeklinde bağlamasını sağlarlar.

Basınç Düşürme (Pompa) Sistemi

Kısa süre için kaynak odasının kuru ve temiz olması zorunludur. Bu süre kaynak yapma zamanıdır. Odanın havalandırma pompası çalıştırılır. Kaynatma tekniği bakımından,

birleşme alanında havanın minimum değerinde bulunması gerekmektedir.



Şekil:6-4 Şematik Olarak Elektron Işın Kaynak Torçunun Kesiti.

#### Elektriksel Kontroller

Makinanın belli başlı kontrol sisteminde ayarlama ve kaynak işleminin kontrolleri yer almaktadır. Ayarlama kontrol işi düzgün ve tam merkezlenmesinin yapımıdır. Bunun

bu kaynak voltu, elektron akımı, merkezleme akımı ve flâman akımının tam olarak kontrol edilmeleri gerekir.

Operasyon kontrolleri ise ısıtmanın başlatılması ve durdurulması, yüksek volt ayarlaması, optik ayarlama, flâmanın elektron üretimi ve iş tablasının hareketleridir. Bu kontrollerin kaynakçı tarafından gözetleme penceresinden odanın içindeki kaynak izlenerek kolaylıkla yapılmaktadır.

#### Güç Ünitesi

150 KV lık yüksek voltaj üreten bir sistem ile 6 voltluk bir flaman enerjisinden oluşmaktadır.

#### LAZER KAYNAĞI

Lazer kaynağı çok yüksek sıcaklıktaki iğne ucunun kaynak yapmasına benzenmektedir. Ergitme, yüksek değerdeki lazer ışınlarının kaynak alanına yönetilerek insan saçının çapı kadarlık bir yerde olmaktadır. Lazer kelimesinin anlamı ışınların harekete geçilerek büyütülüp yayılmasıdır. Hafif ışınların enerji konsantrasyonu elektron gücüne göre daha yüksektir. Yüksek değerdeki bu toplanmanın gücü bir milyar veya daha büyük Watın santimetre kareye gelişidir. Bu yüksek enerji optik olarak belirli bir noktaya merkezlenerek yöneltilir. Çünkü ısı fevkaledde kontrol edilmekte olup lazer ışınları mercekten geçerek metale tesir etmektedir. Kaynak yeri cilâ parlaklığında oluşmaktadır. Kaynak alanı herhangi bir fiziki değişime uğramaksızın parçalar birleştirilmektedir.

Diğer kaynaklara göre kaynak anında ısınma alanı çok küçüktür. Böylece ısıdan dolayı oluşan deformasyonlar minimum, denecek kadar azdır. Bundan dolayı ısı işlemi görmüş alaşımlar genel nitelikleri bozulmaksızın kaynatılabilirler.

Kaynatılan parçaları kaynakçı hiçbir araç gözetmeksizin le tutabilir.

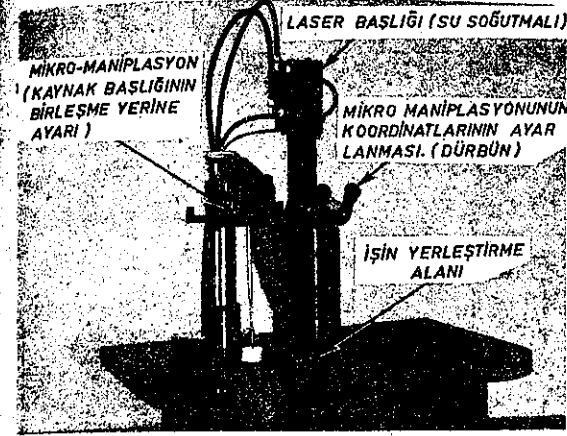
Lazer kaynağı ile aynı cinsten olmıyan metallerin ve kaynatılmaları güç olan bakır, nikel, tungsten, alüminyum paslanmaz çelik, titanyum ve kolombiyum gibi gereçlerin kaynaklı birleştirmelerininide yapma olanağı vardır. Bundan başka lazer ışınları geçtikleri alanlarda hiçbir değişiklik oluşturmazlar. Bunun için sızdırmazlık istenen cam ve plâstikler rahatlıkla kaynatılırlar. Isı kaynağı bir ışın demeti olduğundan havanın kaynak yüzeyine herhangi bir etkisi olmamaktadır.

Lazer kaynağında kullanılan akım yaygın olarak feza alanında kullanılmaktadır. Elektronik endüstrisinde kaynatılan gereçlerin kontrol edilme zorunluğu vardır. En büyük özelliği siğ bir işlemdir. Normal koşullar altında 0,75 mm kalınlığından fazla olan gereçlerin kaynatılmaları uygun değildir.

Işınların geçiş süresi yaklaşık 0,002 saniyedir. Akımın ara vermesi işe saniyenin 1/10 kadardır. Verilen ışın karşısındaki gerecin alanını nokta biçiminde hemen ergiterek 1/1000 saniyede katılaşmasını sağlar. Kaynak doğrultusu seri olarak birbiri üstüne gelecek şekilde düzenlenir. Bu amaçla ya iş parçası ışının altına getirilir veya enerji kaynağı birleştirilecek gereç üzerinde hareket ettirilir.

Lazer kaynağının diğer bir sınırlanması ise devamlı kaynak işlemine elverişli olmamasıdır. Isı yüksek oranlı ışık kaynağından geliştirilir. Işık enerjisi atomları pompalayarak yüksek düzeyde itici güç meydana getirilir. Işık kaynağı çok kısa bir süre içinde verilir. Yaklaşık olarak 100-1000 unite ısı enerjisi, çalışma süresince, ışık enerjisi oluşumuna yardımcı olurlar. Bu sınırlama her işlemin tekrarlanmasında yeniden oluşur.

ışın iş üzerine yöneltilmesi optik sistemle yapılır. Kaynak enerjisinin tam kontrollubir anahtarla yapılabilir. Şekil:6-5 de lazer kaynak makinası fotoğrafı olarak görülmektedir. En önemli faktörlerden biride lazer kaynağı-basıncı olmıyan kaplarda yapılmamasıdır.



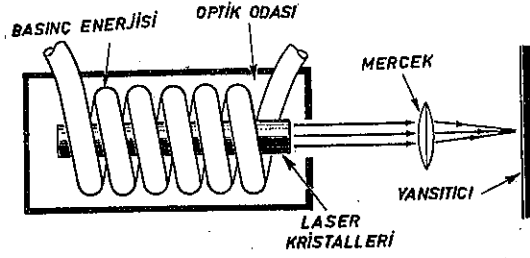
Şekil:6-5 Lazer Kaynak Makinası.

Lazer ışınlarının teorisi (1)

Atomlar, floresans ve televizyon tüplerinin yaydıkları ışınlar gibi enerji yayarlar. Floresanslar atomların ışık olarak yayılmasıdır. Bu yöntemde dış radyasyonların kısa akımlarına parçalanmasıdır.

Lazer kaynağında, atomlar etkilenecek hafif lazer ışınları üretirler. Bu ışınlar  $\varnothing$  10 mm çapındaki bir yakut çubuktan geçirilerek yayılırlar. Şekil:6-6. Yakut çubuk gerçek anlamda yakut olup tam bir kristal yapıya sahiptir. Ağırlığının 10,5 ci kadarı krom oksitten oluşmaktadır.

(1) Courtesy Union Carbide Corp-Linde Division.



Şekil:6-6 Lazer (Yakut) Çubuğunun Şeması:

Krom atomları yakut çubuğu kırmızı renk yaparlar. Çünkü bu atomlar yeşil ışıkları emerek renklerini değiştirir. Atomlar bu ışık enerjisini emdiklerinde diğer atomlar bu enerjinin etkisinden dönüşüm göstererek harekete geçerler. Böylece yeşil ışıklar krom atomlarını pompalayarak yüksek enerjiye ulaştırırlar.

Genel olarak atomlar orijinal durumlarına geri dönerler. Dönüşüm sırasında yüksek enerjiye sahip ışık oluştururlar. Bu enerji (yeşil ışık olarak) emilir ve kırmızı neon lambaları gibi renk değiştirirler.

Ne zaman kırmızı ışınlar, etkilenen atomlar kanalı ile yayılınca diğer atomlar kırmızı ışığı kaybederler. Bu olay, atomların birbiri ile çarpışması sonucundan doğmaktadır.

Çok etkili yeşil ışık kullanmakla yakut içerisindeki krom atomları etkilenir. Büyük bir atom kütlelerinden dolayı birbirleri ile çarpışarak ışın enerjisi yükselmektedir.

Bu etkilerin sonucu olarak oluşan kırmızı ışınlar yakut çubuk içerisinde paralel ışınların atomları pompalanması ile kritikleşen hassaslık kırmızı ışınları patlatır veya dağıtır. Yakut önüne konan bir mercek sistemi ile paralel ışınlar ışın üzerinde belirli bir noktaya yöneltilir.

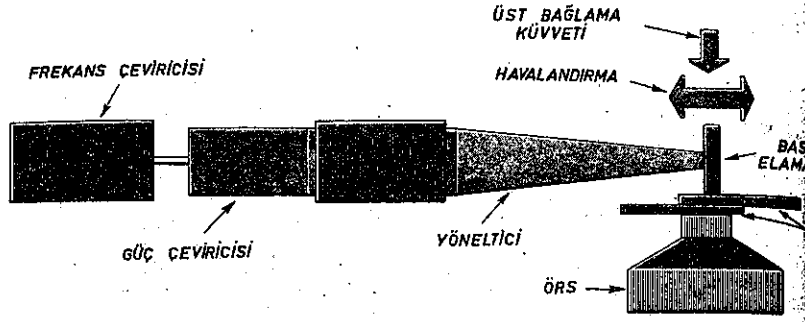
## ULTRASONİK KAYNAK

Yüzeyleri fevkalade düzgün olan iki metal parçası eğer birbirlerinin üstüne konulursa gereçlerin birbirlerine teması atom alışverişi başlar. Böylece gereçlerin birleştirme kaynağı gerçekleşmiş olur. Ancak, birleşmenin niteliği yüzeylerin düzgünlüğü ile tam bir orantı teşkil eder. Yüzeyin düzgün olmaması halinde metalurjik birleşme tam olmayacağından, birleşen yüzeylerin düzgünlükleri fevkalade düzgün olması gerekir. Herhangi bir nedenle yüzeylerde boşluklar veya yükseklikler bulunursa bu durum atomik çizelgeden okunur. Neticede sadece yükseklik olan yerlerde atom alışverişi olurken boşluklarda herhangi bir metalurjik işlem olmamaktadır. Bundan başka çok düzgün yüzeyler asla temiz değildir. Havadaki oksijen molekülleri metale etki ederek oksit oluşturur. Bu oksit tabakası su buharı meydana getirerek metal yüzeyinde zararlı bir nem tabakası oluşur. Heriki, oksit ve nem tabakaları parçaların birbirine girercesine birleşmesine engel olmaktadır.

Ultrasonik kaynak işleminde bu üç engelleyici faktör kaynak alanının plâstik defermasyonunu önlemektedir. Bu faktörler enerjinin yüksek titreşimi ile yani nem ve oksitin dağılması sonucu temas etmeyen yüzeylerde birbirlerine tam olarak yaklaştırılır. Titreşimli enerji bir güç çevirici ile üretilmektedir. Şekil:6-7 de ultrasonik kaynak ünitesi şeması olarak görülmektedir.

Kaynak elemanları başlıca iki ünitelerden oluşmaktadır. Birinci ünite akım kaynağı veya frekans değiştiricisi olup, sebekenin 50 veya 60 frekanslı akımını yüksek frekanslı elektrik enerjisine çevirir. Frekans değiştiricisinden alınan yüksek frekans güç, çevirici tarafından titreşimli enerjiye

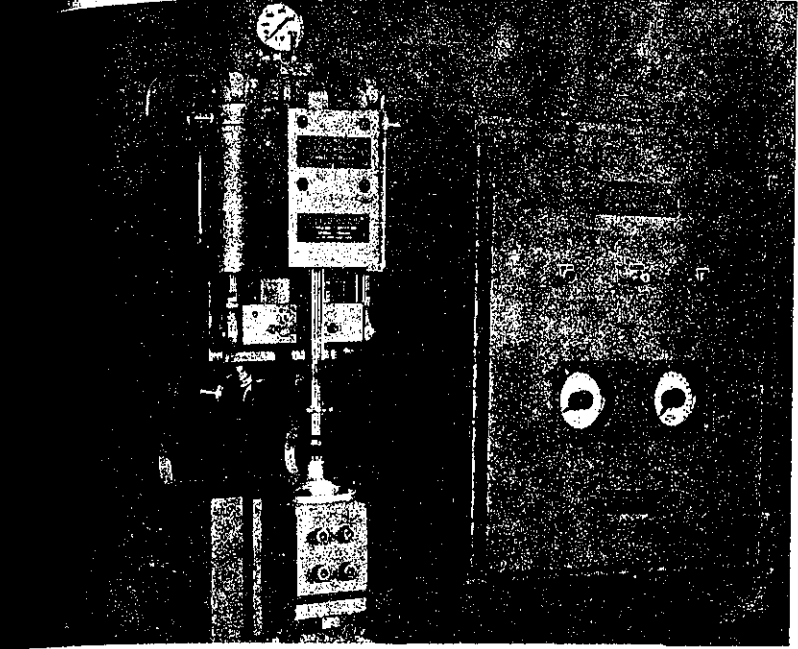
dönüştürülür. İkinci ünite ise tamamlayıcı kısımlardır. lar; kaynatılacak gereçlerin belirli basınç altında tutan baskı elamanı olan alt destekleme örsüdür. Şekil:6-8.



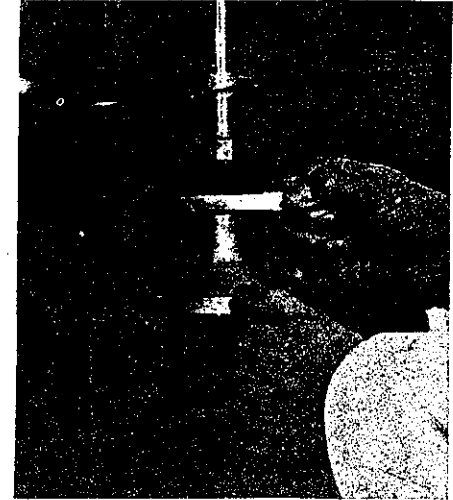
Şekil:6-7 Ultrasonik Kaynağın Şematik Görünüşü.

Yüksek frekanslı titreşimli enerji belirli bir zaman birimi içerisinde kaynatılacak gereçlere iletilir. Gereçlerin eklenmesi, gereken ısı oluşturmadan etkili ve ergiyük metal kullanılmadan yapılır. Değişik metallerin nokta ve çiz kaynakları yapılabilir. Kalınlıkları 0,004-2,5 mm ye kadar değişen metallerin kaynatılması (eklenmesi) olağandır. Alüminyum gereçlerinde kaynatılması bu yöntemle olanaklar içersindedir. Daha kalın gereçlerin kaynatılması için kaynak ünitelerinin özel olarak değiştirilmesi gerekmektedir. Aynı veya farklı cinsten metallerin yüksek dayanımlı kaynak birleştirmeleri bu yöntemle yapılır.

Ultrasonik kaynak, özellikle elektrik ve elektronik endüstrisindeki birleştirmelerde, hava sızdırmazlığı istenen gereçlerin ve elâmanların kaynatılmasında ince metal levhaların birleştirilmesinde, alüminyum tel ve saçların kaynatılmasında ve fabrikasyon olarak nükleer ateşleme elementlerinin kaynaklarında uygulanmaktadır.



Şekil:6-8 Ultrasonik Nokta Kaynağı.



Kaynatma operasyonu, elektrik gücü, bağlama elâmanları nokta kaynakları için kaynak zamanı ayarı veya sürekli.

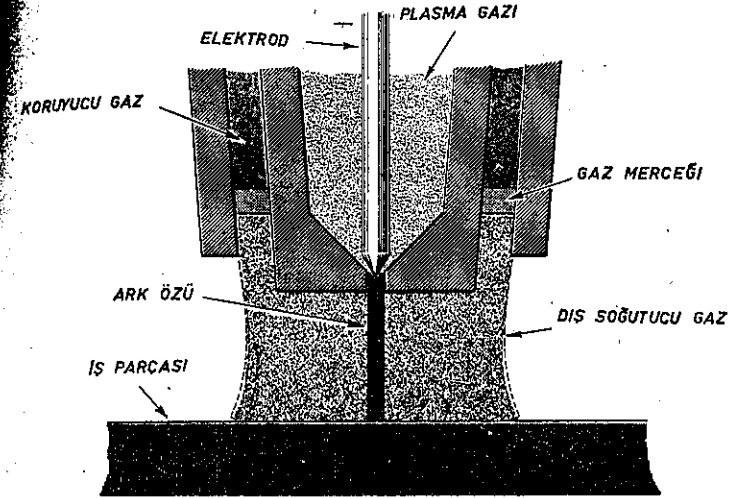
dikiş kaynaklarda kaynak oranı birimi ayarlarını içermektedir. Elektrik akımı tamamen otomatik olup kaynak öncesi ayarlanabilir. Ayak pedalı veya diğer tetik sistemleri mekanik olarak kaynak başlığı aşağıya indirilir. Böylece gereçlerin gereken bağlama baskısı yapılarak, ultrasonik enerji geçişi başlatılır.

Başarılı bir ultrasonik kaynağı, değişik kaynak operasyonlarından edinilen beceri ve özel teknik bilgilerin birleştirilmesine bağlıdır. Çok ince ve hafif gereçlerin bağlanmasında (sıkıştırılmasında) baskı birkaç gram olduğu halde, kalın parçalar için yüzlerce kiloluk bir güç gerekmektedir. Nokta kaynağında zaman ayarı 0,005-1.0 saniye arasında değişmektedir. Sürekli dikiş kaynağı için 1,5-120 m/dk zamanı ayarlaması olağandır. Yüksek frekanslı elektrik güç işletimi elamanı tarafından herhangi bir durumda birkaç Wattan, başlıyarak birkaç kilowata kadar yükseltilmektedir.

#### PLAZMA KAYNAĞI

Plazma kaynağı yüksek sıcaklıktaki merkezi koninin etrafında soğuk koruyucu gaz kullanılması ile yapılmaktadır. Ergitme için gerekli ısı arkın ısıtarak iyonlaştırdığı gazların oluşturduğu yüksek sıcaklıktan sağlanır. Elektrodun konik ucu ark üfleç deliğinden ortasına merkezlenerek, oluşturulan üfleçten üflenir. Gaz arkın çevresinden üflenerek, yüksek sıcaklık oluşması sağlanır. Böylece plazma sıcaklığı denenen gazların iyonlaşma ısısı olur. Gazların iyonlaşmış halindeki yüksek sıcaklık plazma sıcaklığıdır. İyonlaşan gazlar ani sıcaklık ve kazandıkları yüksek hızla ark kanalından geçerek parçaya yönelirler. Ses hızına yakın bu gaz hızı 1200 m/sn dir. Gazın oluşturduğu (kayıplar olmadığı

de) sıcaklık yaklaşık 16.500 C° dir. Bu sıcaklık her bir ark ve alev sıcaklığının çok üstündedir. Maksimum kalınlıkta ve sütun biçimindeki ark metal üzerine yöneltilir. Böylece 40 mm kalınlığa kadar olan metallerin birleşme kaynakları tek paso ile kaynak teli veya kenar hazırları yapılmaksızın kaynatılması mümkün olmaktadır. Şekil: 6-9'da kaynağın yapım tekniği kesit olarak görülmektedir.



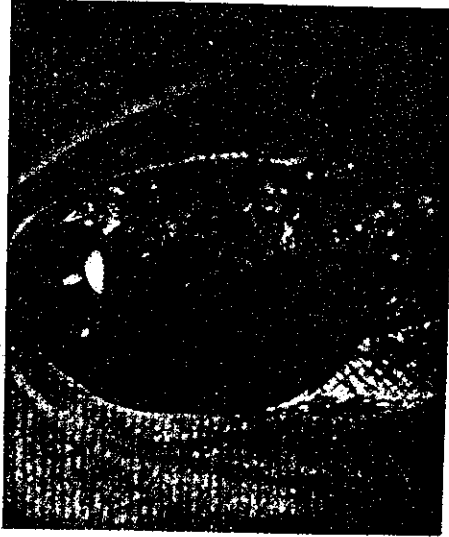
Şekil:6-9 Yüksek Sıcaklıktaki Plazma Merkezi Sütunu ve Çevresindeki Soğütucu Gaz.

Plazma genellikle dördüncü dereceden bir element olarak tanımlanır. Diğer üçü ise, gaz, sıvı ve katıdır. Plazmanın oluşması ise, gazların yüksek sıcaklıklarda ısıtılarak, pozitif iyonlara, doğal atomlarına ve negatif elektronlara, dönüşmesidir. Maddelerin bir durumdan başka duruma geçişlerinde görünmeyen (gizli) ısı üretilir. Örneğin; suyun buhara dönüşmesinde aldığı ısı gibi. Buna benzer olarak plazmada üflecin ucundaki gazın ısınması ile gazın durum

değiştirmesinden oluşmaktadır. Plazmanın tekrar gaz durumuna dönüşmesinde ısı serbest bırakılır.

Bazı yorumlarda plazma kaynağı, tungsten-ark kaynağının gelişmiş yöntemi olarak düşünülebilir. Plazma kaynağındaki en büyük fark ark sütununun oluşması ile yüksek orandaki ısının geçişi için üretimin başlamasıdır.

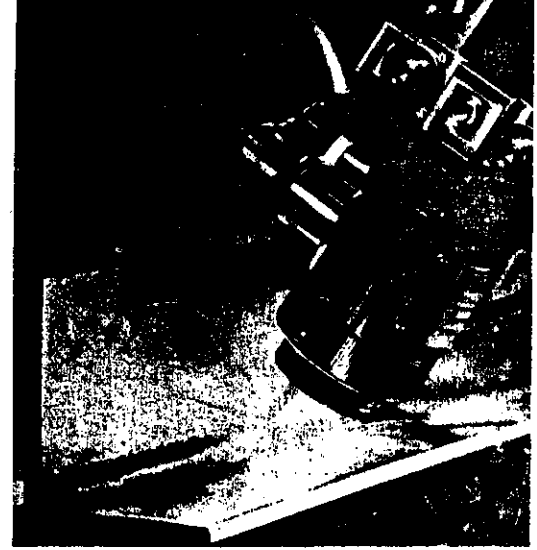
Gaz arkı başladığında metal "anahtar deliği" biçiminde oyulur. Bu oyuk kaynak boyunca devam eder. Şekil:6-10 da dikişin oluşumu ile kaynak yerindeki anahtar deliği biçimindeki oyuk görülmektedir. Oyma olayı sırasında, ergiyük metal ark ile ark sütununun çevresine, üflenir. Hemen arkın arkasında ergiyük birleşmesi oluşarak kaynak gerçekleşir. Deliğin gerisindeki ergiyük birleşmesi yüzey dayanımını artırarak kaynak dikişinin oluşmasını sağlar.



Şekil:6-10 13 mm kalınlığındaki titanyum parçasının kaynağında anahtar deliğinin üstten görünüşü.

Özel olarak yapılmış plazma kaynak üfleci mekanik sistemlerle hareketli veya sabit olarak monte edilerek bir yükseklikte tutulmaktadır. Şekil:6-11 de üflecin köşe kaynağına

ayarlanmış konumu görülmektedir. Şekil:6-12 de ise üfleci ile beraber kaynak üniteleri ve kaynakçının işlemin oluşmasını izleyişi görülmektedir. Plazma kaynağı ile paslanmaz

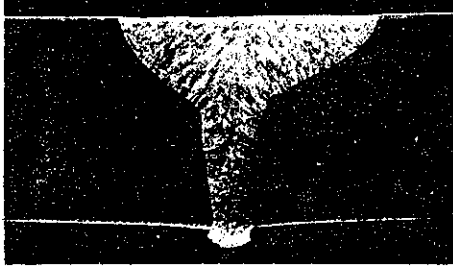


Şekil:6-11 Plazma Kaynak Pensi.

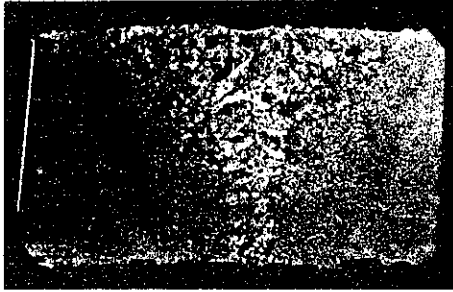


Şekil:6-12 Plazma Kaynak Pensi Mekaniksel Olarak Hareketli Elamana Bağlanabilir.

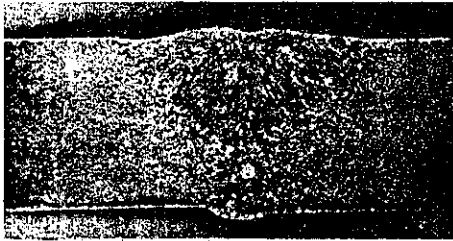
çeliklerin, karbonlu çeliklerin, Monel ve benzeri, titanyum, alüminyum, bakır, pirinç ve alaşımları kaynatılabilmektedir. Şekil:6-13 de plazma kaynağı ile birleştirilen gereçlerin kesitleri görülmektedir. Ergiyük oluşumu ve birleşiminin konumuna göre ek teli kullanılabilir veya kullanılmaz.



304 Nolu ve 6,35 mm kalınlığındaki paslanmaz çelik, kaynak anahtar deliği, yöntemi ile tek paso dikiş şarap bardağı şeklinde olur. Kenar hazırlığı ve ek teline gerek yoktur.



13 mm kalınlığındaki alüminyumun tek paso ile kaynağı. Kaba doku ve "Şarap bardağı" biçimli dikiş. Kenar hazırlığı ve ek teline gerek yoktur.



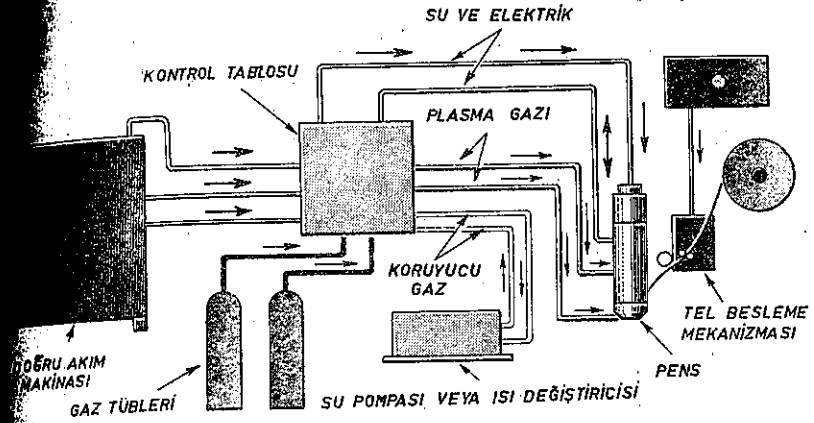
6,35 mm kalınlığındaki karbonlu çelikte anahtar deliği yöntemi uygulandığında kenar hazırlığı ve ek teline gerek yoktur.

Şekil:6-13 Plazma Kaynağının Değişik Metallerde Kaynak İşlemesi

Kaynak Elemanları :

Plazma kaynağı için yüksek güçte doğru akım üretici

dir. Özel yapılmış kontrol tablosu ile gerekli olan işlemindeki kontroller yapılmaktadır. Üfleç çevresindeki yüksek ısının üflece zarar verilmeyecek şekilde azaltılması için soğutma suyu kullanılır. Soğutma suyu belirli bir basınçta, üfleç çevresine, pompa ile basılmaktadır. Soğutma suyu üflecin ve elektrodun, kullanılma ömrünü arttırmaktadır. Şekil:6-14 de soğutma sistemi, elektrik enerjisi, gaz girişi ve ek telinin çalışma prensibi görülmektedir.



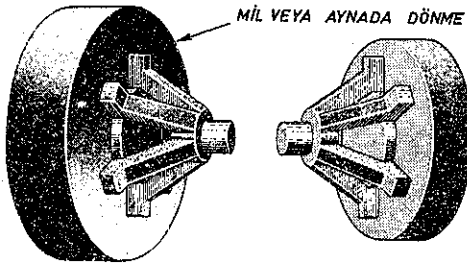
Şekil:6-14 Plazma Kaynak Ünitesinin Şeması.

Kullanılacak gaz argon veya helyum olabilir. Bazı durumlarda argon plazma gazı olarak helyum ise koruyucu gaz olarak kullanılmaktadır. Ancak, birçok kaynak operasyonlarında argon hem plazma gazı olarak hemde koruyucu gaz olarak kullanılır.

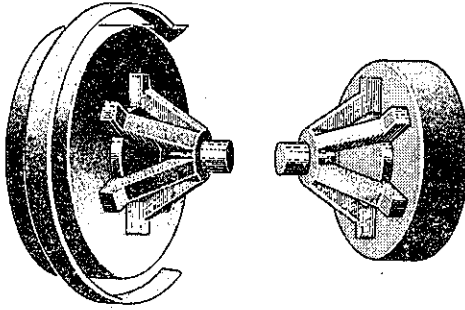
#### SORTONME KAYNAĞI

Sürtünme veya atalet kaynağı depo edilmiş kinetik enerjinin ergiyük oluşturacak biçimde yüksek ısı vermesi ile yapılmaktadır. İki iş parçası eksenel şekilde hazırlanarak birleştirilir. Parçalardan birisi torna aynası gibi ayaklı bağlama düzeni ile diğeride gezer sporta bağlanır.

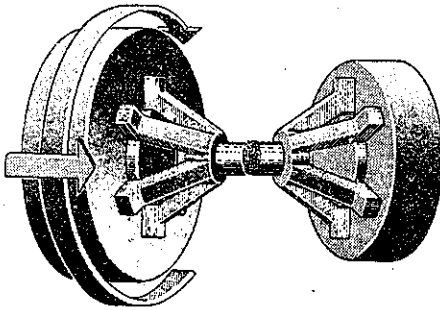




1. PARÇALAR EKSENLENİR  
VE BAĞLANIR



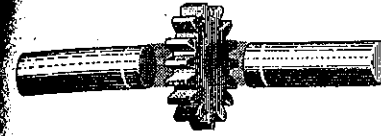
2. PARÇA MERKEZİ ENERJİ  
İLE DÖNDÜRÜLÜR



3. PARÇALAR BİRBİRİNE DEĞİRİLİR

Şekil:6-15 Sürtünme Kaynağında Kinetik Enerjiden Faydalanarak Parçalar Birbirine Basınçla Yaklaştırılır.

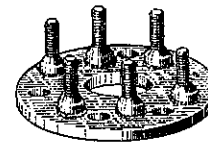
Önen kısım belirli bir hızdan sonra, kaynak için gerekli olan enerjiyi üretir. Bu sırada dönme sistemi (mekanik) durdurularak, parçalar birbirlerine hızla yaklaşarak temas ettirilir. Böylece parçalar birbirine alından temas ile yüklenirler. Bu anda dönen parçadaki kütleli kinetik enerji hızla sürtünme enerjisine ve ısısına dönüşür. Sürtünen yüzeylerin ısı tesiri ile temas eden kısımlar ısınır. Mevcut olan güç ile parçalar birbirine basılarak kaynak işlemi oluşur. Şekil:6-15 ile 6-16 da sürtünme yöntemi ile kaynatılan değişik biçimlerdeki iş parçaları görülmektedir.



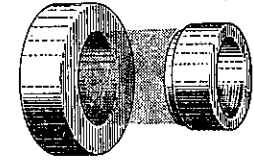
DİŞLİ VE MİLLER



HİDROLİK MİLİN KAYNAĞI



PASLANMAZ ÇELİK SAPLAMALARIN  
ADI KARBONLU ÇELİK SACA KAYNAĞI



KOVAN BAŞLIĞI KAYNAĞI

Şekil:6-16 Sürtünme Kaynağı ile Kaynatılan Parçalardan Örnekler.

Sürtünme kaynağının çapaklı alın ve bindirme direnç kaynaklarına göre birkaç avantajı vardır. Yüksek hızdan yararlanarak kaynak işlemi ucuz yapılır. Çok az elektrik enerjisi kullanılır. Pahalı bakır bağlama parçaları bu kaynaktan kullanılmaz. Bindirme ve çapaklı alın direnç kaynaklarına göre kaynatılan parçalarda çok az kısalma olmaktadır. Aynı zamanda,

kaynak alanında oluşan sürtünme ısısı kaynak işlemine göre ayarlanarak gereçlerde fazla sıcaklıktan dolayı çarpılma görülmür.

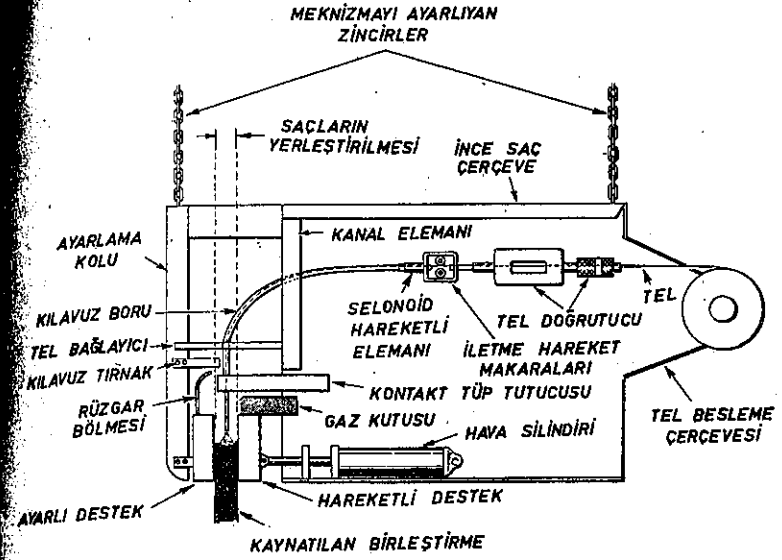
Sürtünme kaynağı yöntemi farklı metallerin birbirine özellik bakımından benzemeyen gereçlerle aynı cins metallerin kaynağı gibi yapılabilir. Kaynak dayanımı normal olarak esas metallerin kendi öz dayanıklılığına denktir.

#### ELEKTRO-GAZ KAYNAĞI (CÜRUF ALTI KAYNAĞI)

Elektro-gaz kaynağı metal-arkının gazla korunması ve tepası ile yapılan bir kaynak yöntemidir. Kalınlıkları 10-40 mm arasında değişen çelik plâkaların dik konumda kaynatılmaları temel olarak alınmıştır. Kaynak yöntemi buna göre özel olarak hazırlanmıştır. Bu kaynak genellikle üretim alanında dik kaynakların yapımında yeğ tutulur. Bu yöntem çok defa yapımcılığın isimleri ile tanınır. Örneğin, otomatik dik kaynak Airo-matik (Air Reduction) Electroslog (Hobart Brother)

Birleştirme işleminde parçaların birleşme kenarları arasındaki açıklık 12-13 mm arasında olması zorunludur. Herhangi bir levha oksijenle kesildikten sonra kesilen yüzeylerin oksit ve cüruftan temizlemek suretiyle kaynatılabilirler.

Elektrod teli iki parça arasında aşağıya doğru (düşey olarak) indirilir. Tel kaynak boşluğunun alt noktasına yaklaştığında (belirli bir yüksekliğe gelince) ark oluşur. Kaynatılan parçalar karşılıklı iki soğutma bloku ile soğutulur veya nemli iki plâka ile temas haline getirilir. Kaynak boşluğu (çukuru) koruyucu gaz vasıtası ile havanın etkilerinden korunur. Şekil:6-17 A da şematik olarak basit şekilde elektro-gaz kaynağı, şekil:6-17 B de kesit olarak görülmektedir. Kaynatılacak gereçlerin kalınlığına göre kaynak teli

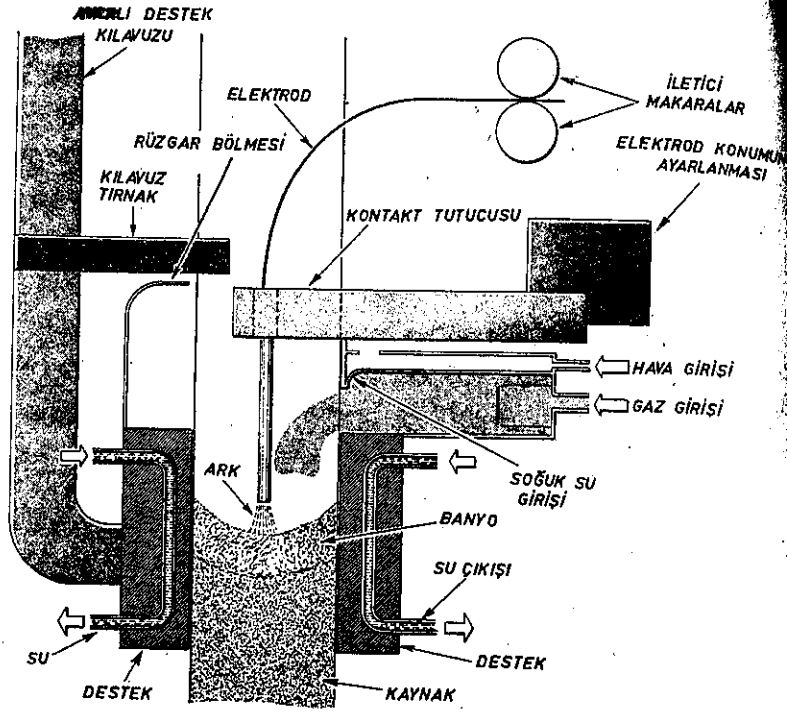


Şekil:6-17 A Elektro-Gaz (Cüruf Alt) Kaynağının Şeması.

çapları 1,6 mm, 4 mm, 4,5 mm olarak değişmektedir. Koruyucu gaz olarak karbondioksit-Argon karışımı kullanılması sağlıklıdır.

Kaynak başlığı şekil:6-17 A daki gibi uygun bir mekanik sistemle dik olarak indirilir. Başlığın dik olarak ilerlemesi ve kaynak hızı, otomatik olarak kontrol edilir. Kaynak yerinde ergiyik kütlesi yükseldikçe aynı oranda kaynak başlığında yükseltilmektedir. Kaynak başlığı kendi başına yalnızca, plâkaların kaynatılma konumuna göre eksenele olarak düzenlenmektedir.

Kaynak ünitesi birleşme konumuna göre tamamen otomatik olarak düzenlenmektedir. Tel ilerlemesi ve kaynak akımı belirli oranlarda verilmektedir. Kaynak işlemi sonunda elemanları otomatik olarak durmaktadır.



Şekil: 6-17 B Şematik Curuf Altı Başlığı Kesiti.

Bu tür kaynaklar genellikle gemi saçlarının birleştirilmesinde, fabrikasyon akaryakıt tanklarının kaynağında ve büyük çaplı boruların kaynatılmalarında kullanılmaktadır.

#### BİLGİ SORULARI

- 1- Elektron ışın kaynağı için neden basınç odası (hücre) gereklidir ?
- 2- Elektron kaynağının faydası ve bu kaynakta sınırlamalar nelerdir ?
- 3- Lazer kaynağı için gerekli lazer ışınları nasıl üretilir ?
- 4- Diğer kaynak türlerine göre, lazer kaynağında, kaynatılan parçaların kaynak yerinde neden küçük ısı alanı oluşur ?

- 1- Elektron kaynağında prensip olarak sınırlama nedir ?
- 2- Elektron kaynağının temel prensibi nedir ?
- 3- Elektron kaynağında titreşimli enerji nasıl üretilir ?
- 4- Elektron kaynağı için plazma nasıl üretilir ?
- 5- Elektron kaynağının, gaz-tungsten ark kaynağından farkı nedir ?
- 6- Elektron kaynağının özel avantajları nelerdir ?
- 7- Elektron kaynağı (atalet) kaynağı nedir ?
- 8- Elektron kaynağın çapaklı alın direnç kaynaklarından farkı nedir ?
- 9- Elektron-gaz kaynağı özellikle hangi çeşit kaynaklar için tasarlanmıştır ?
- 10- Elektron-gaz kaynağı niçin (genellikle) dik konumdaki kaynaklarda yağ tutulur ?

## KAYNAĞIN METALURJİSİ

Kaynak pratiği yapımında önemli safhalardan biriside genel metalurji alanlarıdır. Metalurji kadar önemli olabilecek fiziki görünüm, kimyasal bileşim, mekanik özellikler, yanım analizleri ve döküm işçiliğine elverişlilikleri kontrol edilmektedir. Ergitme kaynağı genellikle yüksek katlı döküm işlemine benzerdir. Hemen hemen bütün problemler normal olarak metal dökümlerde olduğu gibi görülmektedir. Metal dökümlerde ergitme kaynağındaki genişleme, çekilme (büzülme), birleşme durumları, kristal büyümesinin (sıcaklığın değişmesinde) büyük önemi vardır. Buna sertleşme ve parlaklığın azalması neticelerini de eklemek gerekmektedir.

Temel bilgi bakımından kaynak metalinin metalurjik durumu diğer metallere göre farklı bir öncelik ve önemlilik kazanır. Metaller, gerçekten insanlar gibidir. İnsanların düşünce ve fiziki davranışları irsi gelişim ve öğrenme olarak yorumlanabilir. Bazı sınırlamalar, bulunabilir, ancak bazı durumlarda uygun bir sınırsal gelişmeler olmaktadır. Element kompozisyonlarında metal alış veriş, uygunluk biçimi içeren ve metallerin birbirine en iyi etki ederek bütünleşmesidir.

Kaynak hemen her metale tesir etmektedir. Bazen kaynak etkisi çok az ve hiçbir zararlı sonucu olmaz. Diğer durumlarda ise kaynak etkisi çok zararlı olup metalin temel niteliklerini değiştirecek biçimde gelişmektedir.

Elementler :

Element bir madde olarak yalnızca kendisinden

oluşmaktadır. Yani element maddenin % 100 oranında saf  
li durumunda olup içersinde herhangi bir katık yoktur.  
neğin: demir, bakır, altın, oksijen, hidrojen ve kükürt  
rer elementtir.

#### Bileşikler

Bir kimyasal bileşik madde iki veya daha fazla eleme  
tin belirli bir oranda birleşmesinden oluşmaktadır. Örne  
ğin su ( $H_2O$ ), bir kısım oksijen ile iki kısım hidrojeni  
leşmesinden oluşur. Bunun gibi, dört veya daha fazla ele  
mentten oluşan bileşiklerde vardır.

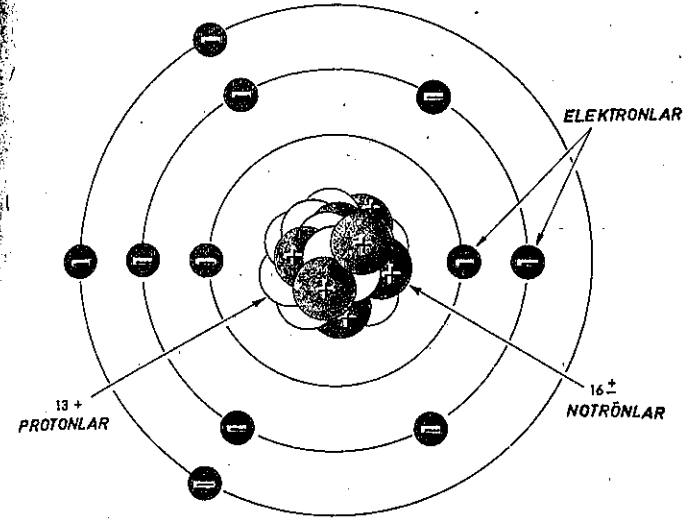
#### Karışımlar

Bir karışım metalin yapısı iki veya daha fazla eleme  
veya bileşiklerden oluşur. Karışımında herhangi bir belirli  
oran aranmaksızın yapılmaktadır. Karışımındaki her madde ke  
di karakteristiğini taşır.

#### Atom

Elementlerin karakteristiklerini taşıyan en küçük par  
çalarına denir. Fizik ilmine göre atom katı bir yapıya sa  
hip olmayıp nötron, proton ve elektronlardan oluşur. Nega  
tif ve pozitif elektrik yüklerle birbirine bağlıdır. Ato  
mun çekirdeği nötron ve protonlardan meydana gelmiştir. P  
tik olarak bu elemanların kütlesi ve ağırlığı merkezde  
toplarmaktadır. Atomun dış kısmını elektronlar teşkil etme  
tedir. Nörton eşit sayıda negatif ve pozitif elektriksel  
yüklerle sahiptir. Protonlar pozitif elektrik yüklerine sahi  
tirler. Bununla beraber atom çevresindeki elektronlar neg  
tif yüklüdürler. Şekil:7-1 de basit bir alüminyum atomunun  
simgelemiş grafiği görülmektedir. Atom grafiğindeki açık  
lamaya dikkat edilirse küçük bir güneş sistemine benzemek

Göbek güneşi, çevredeki elektronlar da yıldızları  
ize etmektedir. Ancak atom(resimde)küresel sistemin  
olarak görüntüsüdür.



Şekil:7-1 Alüminyumun Atom Yapısı.

#### METALLER VE METALSİLER

Bilinen 103 element iki ana gruba ayrılmıştır. Metal  
ve metal olmayanlar (Metalsiler). İlim adamları elekt  
liz sistemi ile deneme sonucu elementlerin hangi gruba  
nil olduğunu belirlemişlerdir. Bu analize göre element  
asit içersinde çözülerek elektrolitten elektrik akımı  
geçişini sağlamaktadır. Eğer element bir metal ise atom  
pozitif yüklüdür. Elektrolite akım verildiğinde nega  
f kutupta toplanırlar. Böylece metaller ilmi bakımdan ele  
ent olarak belirlenirler. Elektrolizde tam bir pozitif ku  
p oluştuğunda elektrik hücrede negatif kutbu arıyacaktır.  
ha fazla değerli elementler metal olarak tanınırlar.

Çizelge: 1 de elementlerin bir kısmının listesi görülmektedir. Bununla beraber kaynak, genellikle metalik elementlerle yakından ilişkilidir.

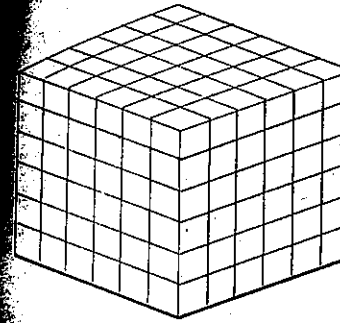
Çizelge: I Metallerin Özellikleri

Metal veya Bileşimi	Kimyasal Sembolü	Özgül Ağırlığı	Ergime Derecesi C°
Alüminyum	Al	2,7	630
Antimuan	Sb	6,618	630.5
Baryum	Ba	3,78	850
Bizmut	Bı	9,781	271
Bor	B	2,535	2300
Pirinç	-	8.60	995
Bronz	-	8.78	1005
Kadmiyum	Cd	8.648	321
Kalsiyum	Ca	1.54	810
Krom	Cr	6.93	1615
Kobalt	Co	8.71	1480
Bakır	Cu	8.98	1083
Altın	Au	19.3	1063
Demir-Döküm	-	7.03-7.73	1088-1260
Dövme demir	Fe	7.80-7.90	1510
Kurşun	Pb	11.34	327
Mağnezyum	Mg	1.74	651
Manganez	Mn	7.3	1260
Molibden	Mo	10.2	2620
Nikel	Ni	8.8	1455
Plâtin	Pt	21.37	1773
Potasyum	K	0.870	62,2
Gümüş	Ag	10.42-10.53	960.5
Çelik	St	7.75-7.77	1371
Tantalyum	Ta	16.6	2850
Telluryum	Te	6.25	452
Kalay	Sn	7.29	231.6
Titanyum	Ti	4.5	1800
Wolfram	W	18.6-19.1	3370
Uranyum	U	18.7	1850
Vanadyum	V	5.6	1710
Çinko	Zn	7.04-7.16	420

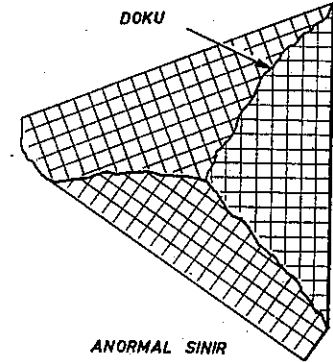
### Metallerin Yapısı

Her element çok sayıda atomlardan oluşmaktadır. Bunların katı cisimdeki bileşik durumları bellidir. Elementlerin katılaşma sırasında geometrik şekilde olan kristalleri oluştururlar. Metal olmayan elementlerin atomları katılaşma sırasında belirli bir geometrik şekilde görünmez-

Kristaller katılaşma durumunda diğer büyüyen kristallerle temas etmeye kadar büyümeye devam ederler. Kristallerin temas etme sonucunda geometrik biçim bozulmaktadır. Çatılma oluşur. Şekil:7-2 de geometrik ve tane biçimi kristaller görülmektedir.



KRİSTAL



ANORMAL SINIR

Şekil:7-2 Normal biçimli yapıya kristal, anormal yapıya dokü denir.

Katı veya kristal durumunda merkezdeki protonlar etkilenerek, çevredeki kendi elektronları ile denge kurmaya çalışırlar. Her atomun protonları diğer atomların protonlarını geri iter. Yani bir atomun elektronları da diğer atomun elektronlarını itmektir. Eğer atomlar arasındaki itme kuvvetleri eşit ise (her ikisinde belirli olarak) denge kurulur.

Atomlar arasındaki bu denk kuvvetler metallerin kendine has dayanıklılık ve katılık özelliklerini sağlamaktadır.

Metallerin içindeki atomların yapıları mikro veya makro sistemleri kullanılarak büyütülüp belirlenmektedirler. Makro yapıları, metallerin mikroskop altında parlatılmış ve asitle dağlanmış örneklerini incelemekle, görmek mümkündür. Makro yapılan metallerin kırılması ile alınan örneklerde kırılan yüzeyin incelenmesi ile görülmüştür. Metallerin mekaniksel özellikleri kendi yapıları ile yakından ilişkilidir.

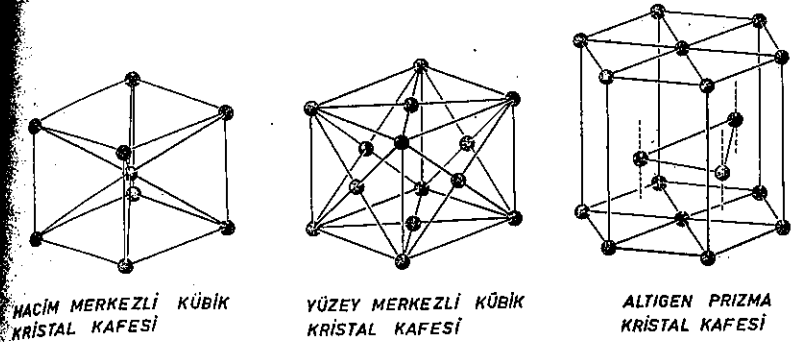
Kaynak işlemi sırasında sıcaklık, oda sıcaklığı ile metal ve alaşımlarının ergime noktalarının üstündeki bir sıcaklık arasında değişmektedir. Bu sıcaklıklar sonucu metalin iç yapısı taneleri farklı şekilde kristallerden oluşmaktadır. Bütün bu özellikler kaynak alanına etki etmektedir.

#### Kafes Boşluğu

Metallerin katı halindeki atomları normal bir geometri biçiminde kafes boşlukları oluştururlar. Metal atomları kaynak için çok önemli olan üç ayrı kristal grubu olarak belirlenmektedir. 1- Hacim merkezli kübik kafes (HMK), 2- Yüzey merkezli kübik kafes (YMK), 3- Altıgen prizma kafes (APK). Şekil:7-3 de her üç kristalin oluşum farklılıkları görülmektedir.

Hacim merkezli kübik kafes kristallerde dokuz (9) atom bulunur. Atomların herbiri küpün köşelerinde, bir tanesi de küpün merkezinde bulunmaktadır. Yüzey merkezli kübik kristallerde ondört (14) atom vardır. Atomlar küpün köşelerinde ve yüzey köşegenlerinin kesim noktalarında bulunmaktadır. Altıgen biçimli kristalin heriki uç kısımlarının köşelerinde birer tane, ortasında da bir tane olmak üzere

her (7 şer) atom bulunmaktadır. Bir atom üçgeni kristalin ortasında olmak üzere toplam olarak 17 atom bulunmaktadır.



Şekil:7-3 En çok oluşan Kristal Türleri :

Birçok metaller oda sıcaklığında katılaştıklarında yalnızca bir kafesi oluştururlar. Bununla beraber pek az metaller değişik sıcaklıklarda iki kafes oluşturmaktadırlar. Örneğin demirin bu tür oluşum göstermesine allotropi denilmektedir. Aşağıdaki metallerde oluşan kristal kafeslerinin türleri görülmektedir.

Metal	Kafes Türü
Alüminyum	Y M K
Demir	H M K ve 915 C° da Y M K
Bakır	Y M K
Kurşun	Y M K
Kalay	H M K
Mağnezyum	A K B
Çinko	A K B
Titanyum	A K B

Y M K: Yüzey merkezli kübik boşluk  
H M K: Hacim " " "  
A K B: Altıgen kısa kapalı

Metalin hacim merkezli kübik kafes biçiminde katıla-  
sı halinde yüksek kesit dayanımı oluşarak çalışma yeter-  
sınırlanmaktadır. Yüzey merkezi kübik kafes biçimindeki  
tılaşmada kesit dayanımı azalarak metalin soğuk işleme-  
oldukça artmaktadır. Bu kristal türüne sahip gereçlerde  
teller, ince teneke saçlar ve kalın saçlar yapılır. Al-  
gen biçimli kristal gruplarından oluşan metaller her ne-  
se kırılgan olmaktadır. Bunların istisnaları ise titanyum  
ve çinko türleri olup soğuk şekillendirilebilirler.

### ALAŞIMLARIN OLUŞUMLARI

Alaşım metalleri iki veya daha fazla elementin yap-  
sından oluşmaktadır. Alaşımın üç yöntemle yapılmaktadır.  
1- Katı erime, 2- Mekaniksel karışım, 3- Metalik türü bir-  
leşim.

#### Katı Erime

Katı erime alaşımlarında elementler birbirleri içersin-  
de tamamen erimektedir. İki tür katı erime vardır. 1- Bir-  
birinin yerini alma, 2- Boşlukta ortada durma.

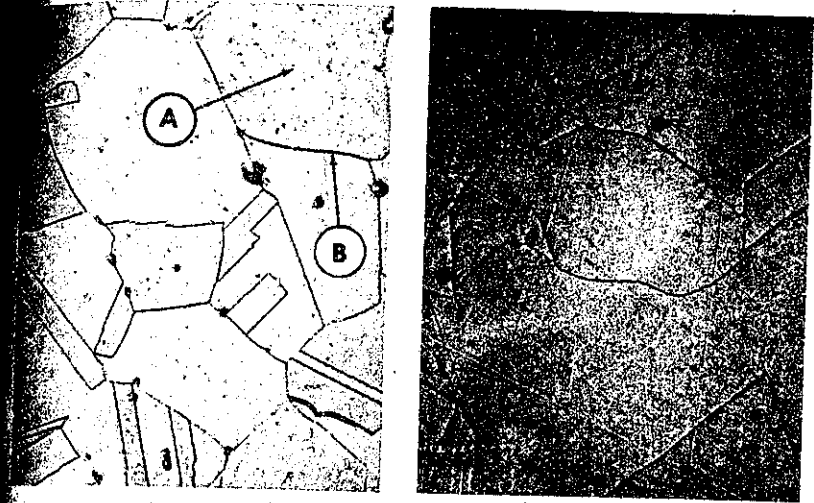
Yerini alma yöntemi katılaşmada erimiş atomlar boşluk-  
ta eritici atomların yerini almaktadır. Örneğin, Monel Me-  
tal yapımı sırasında eğer nikel bakıra eklenirse bakır at-  
lar bazı nikel atomlarının yerine geçmektedir.

#### Boşlukta Durma

Boşlukta durma yöntemi ile katılaşmada erimiş atomlar  
eritici atomların yerini almaktan ziyade bu atomlar arasın-  
da kalmaktadır. Ancak çok büyük atomların bu boşluğa yete-  
rince sığıp erime yeteneğine kavuşması parçaları olarak müm-  
kün olmaktadır. Örneğin, boşlukta sıkışma biçimindeki katı-  
laşmada erimenin metalde oluşumu, düşük sıcaklıklarda karb-

yüksek sıcaklıklarda gama demiridir. Paslanmaz çelik-  
te krom atomları demir atomlarında erimiştir.

*Katı Erime Alaşımlarının Genel Karakteristikleri; Katı  
erime alaşımları birkaç özel karakteristik göstermektedir.  
1- Erimiş durum mikroskop altında incelendiğinde iyi  
görüntü alınmaz. Tanenin yapısal görünümü, saf metalde-  
kine gibidir. Şekil:7-4 de kristallerin mikroskop al-  
tında incelenmesi sırasında çekilen fotoğrafı görülmektedir.*

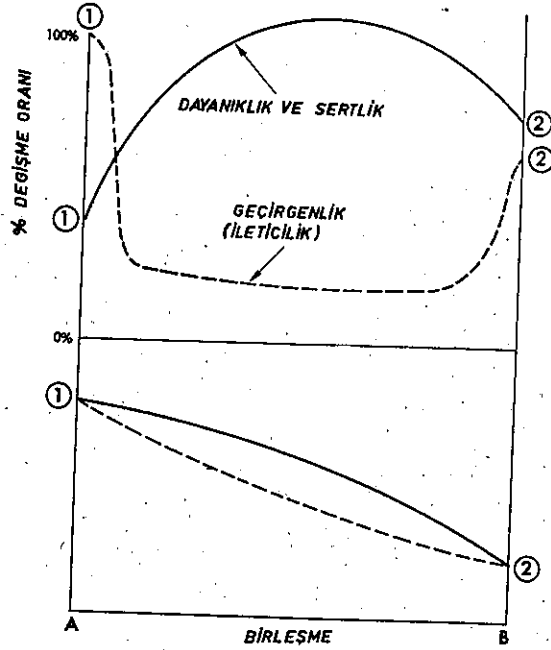


Şekil:7-4 Katı ergiyik solda, saf metalin eski haline dönüşü sağda görülmektedir. Katı ergiyik Austenitdir. "A" ergiyik, "B" sınırları belirtilmektedir.

2- Erimiş veya eritici atomlar arasındaki fark kristal yapısının oluşumundandır. Kristallerin küçülmesi nedeni ile metalin bütünleşmesine direnç göstermektedir. Bu da kesit dayanımını artırarak mekaniksel özelliklerle beraber metalin sertliğide yükselmektedir. Aynı zamanda bu özelliklerin çökme dayanımını azda olsa azaltmaktadır. Şekil:7-5



de bu özellikler grafik olarak belirlenmektedir.



Şekil:7-5 Katı ergiyik oluşum diyagramı.

3- Katı ergimedeki metalin ısı ve elektrik iletkenliği saf metallere göre daha azdır. Herhangi bir anormal kristal oluşumları daima iletimleri azaltmaktadır.

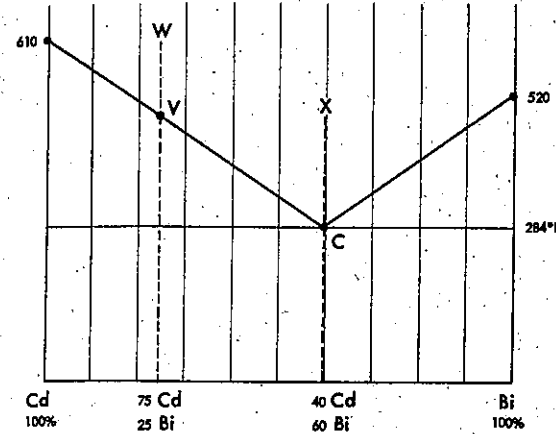
#### Mekaniksel Karışımlar

Metallerin bir kısmı diğerleri içerisinde eridiklerinde (çözülüklerinde) sıvı ve sıvılaşma durumundadırlar. Bu kat karışma sırasında birbirleri içerisinde eriyebilen ayrı kristallerdir. Bu mekaniksel karışım oluşmasına, kolay eriyen anlamına gelen ötektoid denir.

Ötektoid oluşum tam bir karışımdır. Elementlerde hiç birleşmeyen tam ve belirli bir oran vardır. Tipik olarak

alaşım ise kadmiyum-bizmut, antimon-kurşun, kurşun, alüminyum-bakır gibi karışımlardır.

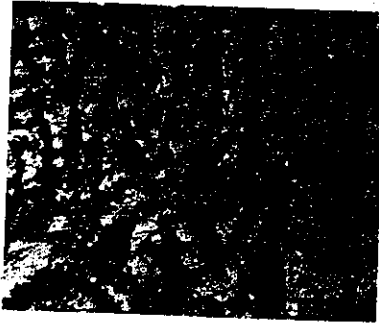
Şekil:7-6 daki kadmiyum-bizmut ötektoid kompozisyonun belirlenmesi görülmektedir. Ergiyen karışımın nasıl belirlenmektedir. Diyagramdaki C noktasına dikkat edilirse, bu noktada ötektoid karışım ergir veya kaynar. Diyagramın en sol tarafı % 100 kadmiyum sağ tarafı ise % 100 bizmuttur. Bizmuta kadmiyum eklenince erime dereceleri düşmektedir. Aynı şekilde bizmut kadmiyum eklenince erime derecesi yine düşer.



Şekil:7-6 Kadmiyum-Bizmut diyagramı.

Eğer alaşım % 60 oranında bizmut ve % 40 kadmiyum olursa, erimeye geçmeden önce soğuma durumu sıvıdır. Böylece sıcaklık C noktasına erimeye kadar ergiyik konumu devam eder. Ergiyik ortamında kadmiyum ve bizmut'un bütün miktarları tamamen birbirleri içerisinde erimekte dirler. Sıcaklık 140 C° (284 F°) ye düşene kadar kadmiyum ve bizmut birbirleri içerisinde tamamen erimemiş olurlar. 140 C° nin altında ergiyik sıvı, katı duruma geçer.

Alaşımın taneleri olan saf kadmiyum ve bizmut kristalleri yerleşme alanlarını değiştirmektedir. Şekil:7-7 de ötektoid halindeki kadmiyum ve bizmut alaşımı görülmektedir. Eğer ötektoid alaşımın biçimlenmesinde kadmiyum ya bizmut fazla olup istenmez ise fazla gelen metal, ergiyik halinde olduğu sırada, ötektoid biçimlenmeden dibe çökerek daha sonra belirli sıcaklıkta katılaşır. Örneğin, eğer ergiyik ortamında % 75 oranında kadmiyum ve % 25 de bizmut varsa ötektoid kristal oluşması için daha fazla kadmiyum gerekmektedir. Ergiyik, şekil:7-6 daki "V" noktasındaki sıcaklıkta soğutulursa, saf kadmiyum ergiyikten ayrılarak dibe çöker. Hatırlanacağı gibi ergiyik bizmut zenginleşme konumuna gelir. Bu olay belirli sıcaklıktaki ötektoid katılaşması, ötektoid kompozisyonu biçimindedir.



Şekil:7-7 Ötektoid Kadmiyum-Bizmut alaşımı.



Şekil:7-8 % 75 Cd (Kadmiyum), % 25 Bi (Bizmut) yapısı. Koyu görüntü elamanları saf Kadmiyum.

uncaya kadar devam eder. Alaşımın mikro yapısı saf kadmiyum taneleri ile ötektoid tanelerinden oluşmaktadır. Şekil:7-8 de bu tür alaşımın kristal yapısı görülmektedir.

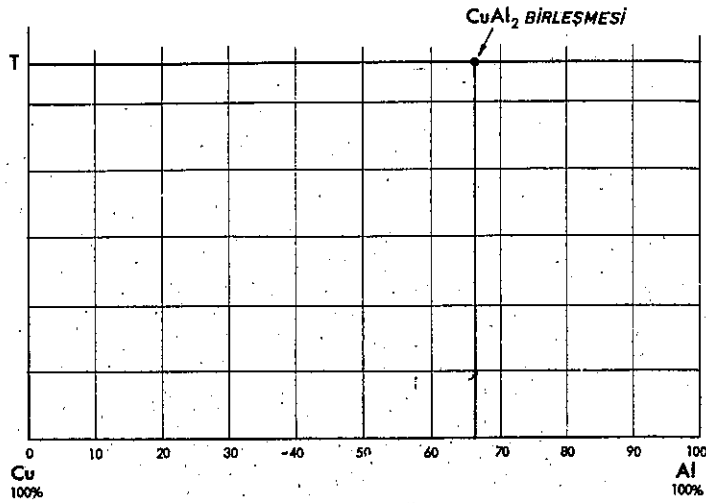
#### Metalik Türü Bileşim

Metallerin oluşumları metallerin veya metallsilerin bileşimlerinin biçimlenmesidir. Bunlara metalik türü bileşim denmektedir. NA Cl, H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> gibi bileşimlerin oluşum biçimleri gibidir.

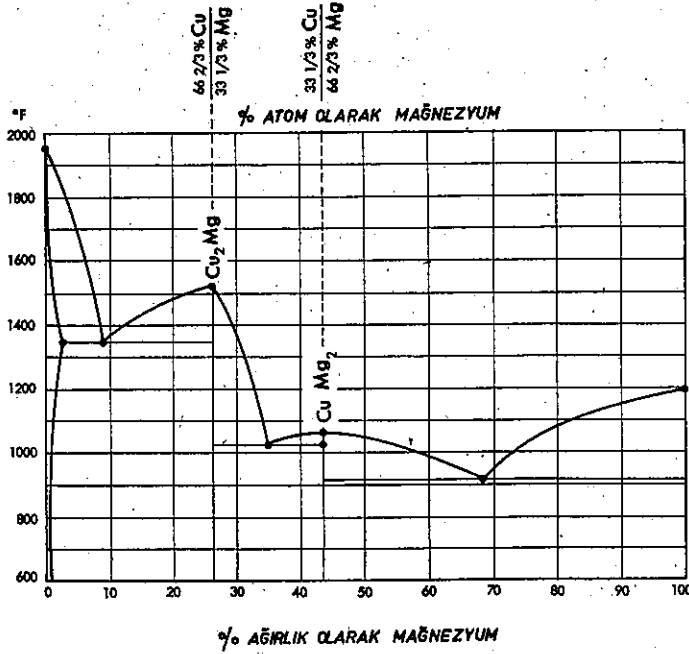
Genellikle metalik türü bileşimler temel olarak alaşım sertliğini artırmaktadır. Bu bileşimler hiçbir zaman endi başlarına kullanılmazlar. Çünkü parlaklıkları ve dayanımları azdır. Fakat dayanım için ayrıca metal eklenmektedir.

Bu biçimlerdeki alaşımlarda metal bileşimler çok değişik oranlarda oluşmaktadır. Örneğin, Fe<sub>3</sub> C de üç atom demirin bir atom karbonla reaksiyon yaparak demir karbür bileşimini oluşturmasıdır. Demir karbür kristalinin bu durumu sementit adı verilmektedir. Alüminyum bakır ile reaksiyon yaparak Cu Al<sub>2</sub> bileşimi yapar. Bunda da bir atom bakır iki atom alüminyumla bileşik oluşturur. Bileşimin grafiği şekil:7-9 da görülmektedir. Bileşik, kendisini belirli bir sıcaklıkta ergiyik ortamına getirir. Bu sıcaklığın bileşimi oluşturan metallerin ergime dereceleri ile değerlendirilmesi mümkün değildir. Bu alaşım sistemlerini içeren element bileşimleri ise; alüminyum, bakır, berilyum, bakır, kurşun, kalay, çelikler ve bakır mağnezyumdur. Belirgin bir metalik türü oluşturan bakır-Mağnezyum alaşımı şekil:7-10 daki diyagramda görülmektedir. Atomik değerlendirmenin kolaylıkla anlaşılması için tepe noktaları belirlenmiştir. Atom oranlarına göz atılacak olunursa anormal bir atom oranı görülmektedir. Bu

alaşım sisteminde iki bileşik ortamı bulunmaktadır.  $Cu_2Mg$  veya  $CuMg_2$  bileşimine göre orijinal alaşım seçilir.



Şekil:7-9 Bakırla Alüminyumun birleşme şekli.



Şekil:7-10 Bakır-Mağnezium alaşım diyagramı.

alaşım bileşikleri bir element gibi özellik gösterirler. Bu alaşım ile olan atomlar birbiri içerisinde reaksiyon sonucu eriyerek ötektoidi oluştururlar. Reaksiyonun mekaniksel biçimlenmesi, erken katı ergiyikte ve ötektoid de hemen hemen aynı reaksiyonla olmaktadır.

#### Demir Alaşımları

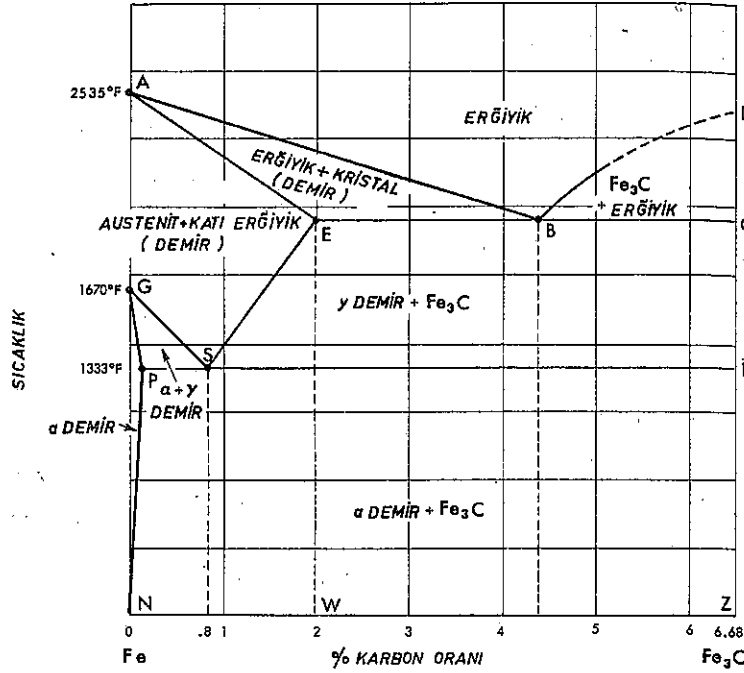
Demirin temel olarak alındığı alaşımın teknikte çok önemli bir yer tutmaktadır. Endüstride kullanılan birçok metaller alaşımdır. Çünkü saf haldeki metallerin dayanıklılıkları çok azdır. Örneğin adi karbonlu çeliklerin çekme dayanımları  $1940 \text{ kg/cm}^2$  kopma dayanımları  $2755 \text{ kg/cm}^2$  olduğu halde, 50 mm boyundaki bu gereçlerin uzama katsayıları % 40'dır. Bu tür çeliklerin dayanıklılıkları soğuk şekillendirme ile yükseltilmektedir. Diğer taraftan alaşımlı çeliklerin çekme dayanımı  $19400 \text{ kg/cm}^2$ , kopma dayanımı  $27560 \text{ kg/cm}^2$  olup, 50 mm deki uzama katsayıları % 1 kadardır. Binlerce demir alaşımları bu değerler arasındaki çekme, kopma ve diğer mekaniksel özelliklere uyumaktadır.

#### Denge Diyagramı

Şekil:7-11'deki diyagram incelendiğinde, karbonun demir için çok önemli bir alaşım elementi olduğu görülmektedir. Demir ve karbon bileşimi sert şekilde biçimlenerek, metal türü kırılğan bir alaşım oluşturur. Bu bileşim,  $Fe_3C$ , demir sementit olup üç atom demir ile bir atom karbondur. Otomatik olarak % 25 ci karbon olmakla beraber, ağırlık değeri bakımından % 6,67 karbona sahiptir.

Demir  $906^\circ C$  de ısıtıldığında allotropik değişime uğramaktadır. Bu sıcaklıkta hacim merkezli, kubik kristal, yüzey merkezli kubik kristale dönüşür. Eğer ısıtma işlemi

1401 C° ye kadar devam ederse demir diğer bir allotropik nüşüm göstermektedir. Bu konumda demir yüzey merkezli kübik kristalden, hacım merkezli kübik kristale dönüşmektedir. Bu allotropik dönüşümde çok önemli diğer oluşumlar görülmektedir.



Şekil:7-11 Demir karbon denge diyagramı.

Bazıları katı ergiyik biçiminde, ötektoid yapıları biçiminde, kristal tane büyümesi ve yeniden kristalleşme oluşumlarıdır. Şekil:7-11 deki demir karbon diyagramında katı ergiyik dönüşümü ile bir allotropik yapının başka bir allotropik yapıya dönüştüğü görülmektedir.

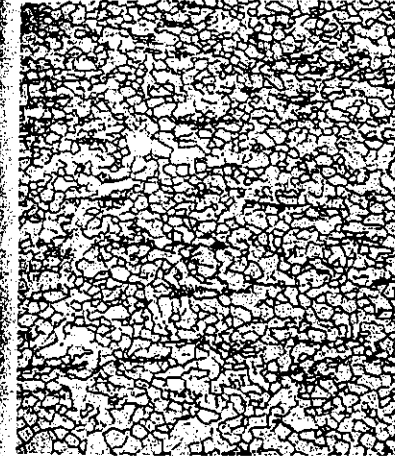
Diyagrama dikkat edilecek olursa sol taraftaki ordinat eksenini % 100 demir olmakta ve allotropik değişimleri 906 C° ile 1401 C° sıcaklık noktalarında oluşmaktadır. Sağ taraftaki ordinat ekseninde % 100 Fe C (demir karbür) ile % 6,68

karbonun bulunmasıdır.

Demir içine ne kadar değerdeki karbonun eklenmesi önemli bir faktör olarak bileşim oluşmaktadır. Bu metal türü bileşim, bir element gibi hareket ederek demire etki etmektedir. Yüzey merkezli kübik kristal dönüşümlerinde şekil:7-11 deki AESG diyagramında % 2 ağırlık olarak karbon bulunmasıdır. Katı ergiyik konumdaki yüzey merkezli kübik kristale "austenit" olarak isimlendirilmektedir. Şekil:7-4 de bu kristalin oluşumu fotoğraf olarak görülmektedir. Bu austenit kristalin oluşumunda karbon eriyerek demir içersine dağılmaktadır.

Yüzey-merkezli kübik kristal gama olarak isimlendirilerek lâtin harflerinden "γ" ile gösterilmektedir. 906 C° sıcaklığının altında demir hacım-merkezli kübik kristallerden oluşur ve bu alfa "α" ile gösterilmektedir.

Hacım-merkezli kübik kristal aynı zamanda "ferrit" olarak da isimlendirilir. Şekil:7-12 de ferrit (alfa) kristalinin mikroskop altında çekilmiş fotoğrafı görülmektedir.



Şekil:7-12 Ferrit Doku.



Şekil:7-13 Perlit Dokunun görünümü.

Düşük sıcaklıklarda demire karbon atomu eklenirse kristalleri alfa kristallerine dönüşür. Saf (arı) demir 906 C° dönüşümü yanında, en az dönüşümü ise % 0,8 oranındaki karbon bileşiminde 721 C° de olmaktadır. Alfa demir hemen hemen sıfır kapasite değerinde karbonu eriyikte tutmaktadır. 721 C° deki austenit, karbon ve demir olarak çözülmüş durumdadır. Bu yapısal biçimlenme, ötektoid kristalleşme oluşumuna benzemektedir. Ancak, bu değişim katı ile eriyik durumunun yer değişimi şeklinde olmaktadır. Ancak ötektoid katılaşma niteliğinde görülmektedir. Kristal biçimde gerçekleşen ötektoid kristal yapısına benzemektedir. Ötektoid kristali genellikle perlit olarak anılır ve daima aynı görünümündedir. Şekil:7-13 deki çizgisel biçimdeki kristal görünümü perlittir.

Eğer herhangi bir demir karbon alaşımı % 0,3 oranının üstünde ise, çok hızlı soğutulduğunda normal kristal oluşumuna engel olunarak, başka biçimde bir kristal olan "martenzit" oluşmaktadır. Martenzit kristali tamamen sert çeliklerde, sert ve parlak biçimlerde görülmektedir. Şekil:7-14 martenzit kristalinin biçimi görülmektedir.



Şekil:7-14 Martenzit dokunun görünümü.

#### Demir Karbon Ötektoidi

İçinde % 4,3 karbon bulunan çeliğin ergiyik halden, 1145 C° de katılaşması halinde % 2 karbonlu austenit demir ile dönüşmektedir. Şekil:7-11 deki diyagram dikkatle incelendiğinde, bulunan E noktası austenitteki karbon değeri (yüzdesini) belirlemektedir. K noktası ise devamlı demir karbür (Fe<sub>3</sub>C) göstermektedir. 1145 C° sıcaklığın üstünde austenit hızla soğutulursa içersinde fazla miktarda karbür bulunmaktadır. ES çizgisi sıcaklığın yükselmesi sırasındaki ergime değerinde arttığını göstermektedir. 721 C° üstünde % 0,8 karbon oranındaki alaşımda bulunan demir karbür ergiyikten ayrılarak çökme yapmaktadır. Bu sıcaklıkta austenit kristali alfa kristali oluşturacak biçimde çözülmektedir. Oda sıcaklığında soğumada herhangi bir değişim olmamaktadır. Bu alaşımın mikroskop altındaki görünümü demir karbid ve perlit taneleri (kristalleri) şeklindedir. Bu durumdaki sert ve parlak ötektoid kristaline "beyaz dökme demir" denmektedir.

#### Adi Karbonlu Takım Çeliği

İçinde % 1 karbon bulunan demir-karbon alaşımı incelendiğinde bunun özelliği takım çeliğine uyduğu görülür. Ergiyik katılaşması sırasında ilk oluşan kristal kafesi karbon atomlarının demirle beraber yaptıkları gama kristalleridir. Bileşimin katılaşma kompozisyonu değerlendirildiğinde bu ısı çizgisi sıvılaşma olarak A E yarı doğrusudur. Şekil:7-11 deki dik çizgiler alaşımdaki karbon yüzdelelerini ifade etmektedir. Sıcaklığın düşmesi halinde bütün alaşım katılaşmadan daha fazla katı ergiyik şekillenir. Alaşım sistemlerinde şimdiki bu durumda katı ergime oluşunun sınırsızlığı pek fazla değildir. Ancak, sıcaklık çok fazla olursa

yayılmada o oranda artarak % 1 karbonlu katı ergiyikte hızlanmaktadır. Soğuma devamında katı ergime SE çizgisi boyunca belirli bir değer ifade etmektedir. Bu çizgi katı ergiyikteki demir karbürün ergime oranında arttığını da göstermektedir. Gama demiri, sıcaklık 721 C° ye kavuştuğunda, demir karbür olarak katı ergiyikten ayrılarak çökme yapar. Sıcaklık 721 C° olduğunda ötektoid durumunda perlit doku oluşur. En son kristal yapılarının oluşum sonucu ise demir karbür ve perlittir. Bu kristallerdeki takım çelikleri kırılğan ve serttir.

#### Yapı Çeliği

Eğer alaşım içerisindeki % 0,25 oranındaki karbon ergiyikte yavaş olarak soğutulursa oluşan çelik türü yapı çeliğidir. Daha önceki örneklemede de belirtildiği gibi, yüksek sıcaklıklardaki yayılma hızla katı ergiyikle yer değiştirerek % 0,25 oranında demir-karbon alaşımı oluşturmaktadır. Bu oran perlitin biçimlenme yüzdesi olan % 0,8 karbondan daha düşüktür. Bu durumda gama demirdeki erime değerini artırmaktadır. Soğutmaya devam edilince sıcaklık 721 C° ye düşüncüye kadar alfa demiri çökerti yapmaktadır. 721 C° de ferrit yeteri kadar ile eriyikten ayrılarak % 0,8 karbona yakın perlit alaşımına yönelmektedir. Şimdi, tam bu sırada, austenit perlit biçimine dönüşmektedir. Bu durumdaki alaşım ferrit ve perlit oluşmaktadır. Ferrit yumuşak ve uzama katsayısı yüksektir, böylece konstrüksiyon (yapı) çelikleri iyi bir plastik biçimlendirmeye sahiptirler.

Perlit dokudaki demir karbon alaşımındaki karbon yüzdesi büyük farklılık göstermemektedir. Çelik yapısında % 0,8 oranında karbon olan kristal tamamen perlittir. Eğer alaşım içerisinde % 0,8 den fazla karbon bulunursa kristal yapısının bir kısmı

demir karbürdür. Eğer alaşımındaki karbon yüzdesi % 0,8 den fazla ise bileşimde daha fazla ferrit kristalleri bulunmaktadır.

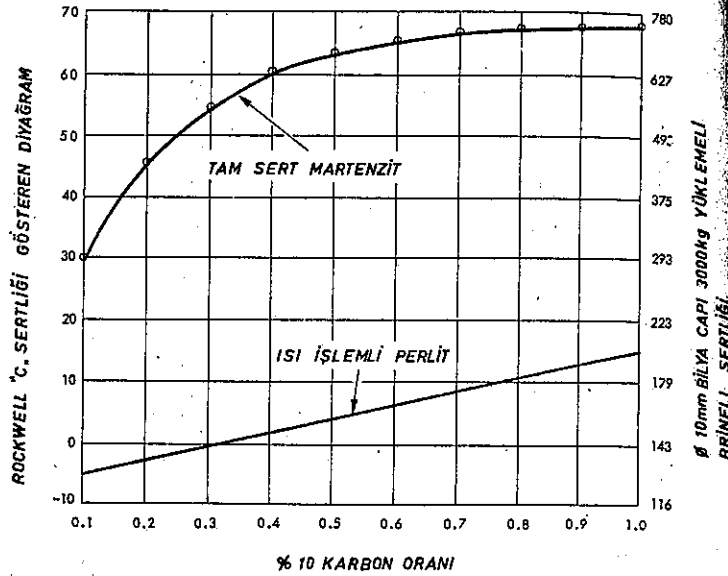
#### Sertleşen Çelikler

Çelikler austenit dokunun oluştuğu sıcaklığa kadar ısıtılıp, hızlı soğutulursa tamamen yumuşak doku sert dokuya dönüşmektedir. Sertlik, gama kristalindeki karbonun homogen olarak katı ergiyik durumunda olması ve uygun bir soğutma işlemi uygulanması ile oluşmaktadır. Hızlı soğutma sırasında karbonun ergiyikten perlitte dönüşmesine engel olmaktadır. Gama demiri, alfa biçimine dönüştüğünde, ergimesi gereken austenit değişmeyen alfa kristaline dönüşmektedir. Saklanan bu kristal yapıda yüksek dayanım oluşturup ferrit kristal kafesi içersindedir. Çekilme durumundaki kristal (hacim merkezli çokgen bu yeni kristalin) karakteristiği çeliğe sertlik kazandıran martenzittir. Şekil:7-14 de martenzit kristalinin yapısı şeklindedir.

Tüm olarak sert martenzitten oluşan çelik çok sert ve çok kırılğandır. Kırılğanlığından dolayı çeliğin çalışması sırasında çatlamlar oluşmaktadır. Bundan dolayı çok sert çeliklerin sert yapılarına ısı işlemleri uygulanmaktadır.

Martenzit dokunun oluşumunda başlıca üç faktör önde gelmektedir. Birincisi çelik içersinde demir sementiti (Fe<sub>3</sub>C) biçimlendirecek kadar yeterli karbon bulunmaktadır. Eğer çelikte yeterli karbon bulunmazsa kristal ferrit olduğundan soğutma sırasında çok fazla sertlik elde edilmez. Normal bir martenzit yapısı için çelikteki karbon yüzdesi % 0,3 den az olmamalıdır. Karbon oranı yükseldikçe, sertlik değeri de artmaktadır. Genellikle % 0,7 nin üzerindeki karbon miktarı, sertliğe oranlı olarak yükselmektedir. Şekil:7-15 deki diyağramdan

karbon oranının sertliğe yaptığı etki görülmektedir.



Şekil:7-15 Karbonun dokuya etkisini gösteren diyagram

İkinci önemli faktör ise martenzitin biçimlenmesi için doğru sıcaklığın seçilmesi zorunludur. (Kritik nokta karbonun ergiyerek austenit oluşturması çok önemlidir.) Sıcaklığın seçimi demir-karbon alaşımına göre veya alaşımın değerine göre yapılır.

Üçüncü önemli faktör ise hızla soğutma tekniğidir. Bu işlem için soğutma maddesi olarak su, tuzlu su, yağ veya tuz banyosu kullanılmaktadır. Soğutma oranı alaşımın yüzdesine ve değerine bağlıdır. Çok hızlı soğutma için herhangi bir işlem görmemiş su (musluk suyu) kullanılır. Hızlı soğutmalarda tuzlu su, normal soğutma işleminde yağ, yavaş soğutmalarda ise kurşun veya tuz banyoları tercih edilmektedir.

### Yumuşatma Tava

Yumuşatma sıcaklığı tamamen sertleştirilmiş çeliklerde malleşme sıcaklığının altında uygulanır. Bu sıcaklıkta çeliğin bir kısmı azalmaktadır. Çeliğin çalışma tekniğine göre yumuşatma tavaının toplamı ayrıca değerlendirilmektedir. Yumuşatma tava 150 C°-650 C° sıcaklıklar arasında değişmektedir. İlk değişiklik, (seçilen sıcaklık ortamı) sertlik oranını azaltmasıdır. Sıcaklığın yükseltilmesi ile mekanik özelliklerinde yer değiştirmesi gerekmektedir. Bundan dolayı çekme dayanımı, kesit dayanıklılığı ve sertlik azalırken, çarpma katsayısı ile çarpma mukavemeti yükselmektedir. Açıklama belirlenirse, eğer sıcaklık yükseltilmeye devam edilirse austenit doku tekrar oluşmaktadır.

### Sementasyon

Sementasyon, adi ve orta karbonlu çeliklere uygulanmaktadır. Yüzeye karbon verilerek ince bir kabuk kalınlığında sertlik oluşturulur. Temel olarak yüzeye karbon vererek sertleştirme üç biçimde yapılmaktadır. Bunlar; karbon verme, siyanür banyosu, nitrürlemedir.

#### 1- Karbon Verme.

Az karbonlu çeliklerin ısıtılarak, karbon verici maddelerle temas haline getirilmesi ile karbonlaşma olayı meydana gelmektedir. Bu maddeler; odun kömürü, kömür, tırnak, kemik, deri veya bunların karıştırılmış halidir. Maddeler 900 C° - 930 C° ler arasında ısıtılmaktadır. Bu sıcaklıkta çeliğin yapısal dokusu austenite dönüşür. Austenit doku karbon emmeye elverişli dokudur. Isıtma süresi, sertleştirilecek kalınlıkla doğru orantılıdır. Isıtma işleminden alınan çelikler, soğutulduğunda dış yüzeyler sert ve iç kısımlar yumuşak ve özlüdür.

## 2- Siyanür Banyosu.

Az karbonlu çeliklerin ısıtılarak sodyum siyanür potasyum siyanür banyolarına konularak siyanürleştirilir. Siyanür ergiyik duruma gelinceye kadar ısıtılır ve çelik ergiyik banyosuna daldırılır. Bu işlemlerde iki yöntemle de edilen sertlik tabakasından daha ince bir yüzey sertleştirilir.

## 3- Nitrürleme.

Nitrürleme, alaşımlı çeliklerde çarpılmaların en az olması istenen yerlerde yapılır. Bu işlem bir kapalı fırın içerisinde azotun kimyasal olarak çeliğe etkisi ile sonuçlanır. Yüzeydeki sert kabuk karbon yerine azotla oluşturulur. Azotun elde edildiği madde amonyaktır. Isı alçak sıcaklıkta verildiğinde, küçük parçacıklar halinde dökülme olmaz ve gereç ısısız değişme ortamına gelmeden nitrürleme tamamlanır.

## Soğuk Sertleştirme

Soğuk sertleştirme gereçleri kristalleşme sıcaklığının altında işlenmesidir. Gerecin işleme şekilleri ise; çekilme, haddelene, çekme ve preslemedir. Metalin biçimlenmesi ardışık iki atomun birbirinden uzaklaşarak kaymasıdır. Bu kayma bazan dayanıklık bazanda soğuk sertleştirme olarak yorumlanır. Netice olarak metalin dayanıklılığını ve sertliğini artırmaktadır. Soğuk şekillendirme sonucu gereç yatay konumda uzayarak yeni taneleri oluşmaktadır.

Bazı metallerin yalnızca soğuk şekillendirme ile dayanıklılıkları artırılarak sertleştirilir. Eğer bir gereç soğuk biçimlendirme işlemi ile sertleştirilmiş ise, bu gereç kaynatıldığında bütün sertliği kaybolur.

Soğuk biçimlendirme işlemi sırasında gereç sertleşme

tasına gelinceye kadar çalışılır. Bu noktadan ilerlen-  
ğinde gereç fazla sert ve kırılganlığı önlemek amacı ile  
etal ısıtılarak kristalleri eski durumuna dönüştürülür ve  
gereç normal kristallerden oluşur.

## Yumuşatma İşlemi

Yumuşatma tava, gerecin dayanıklılığının artırılarak sert-  
liğinin giderilmesi ve kristallerinin denge durumuna getiril-  
mesidir. Yumuşatma işleminde üç temel yöntem uygulanmaktadır.  
1- Tamamen tavlama, 2- Karbon yuvası oluşturan tavlama, 3-  
Normalleştirme.

**Tamamen Tavlama:** Bu işlemde çelik kritik sıcaklığın üst-  
tünde ısıtılarak yeniden kristalleşmesi sağlanarak yavaşça  
soğutulur. Soğutma sırasında yeterli sıcaklık kristalleşme-  
yi austenite dönüştürmelidir. Fırında kademeli olarak (ya-  
vaşça) soğutmada gereç yapısı yumuşak olan perlitte dönüşür.

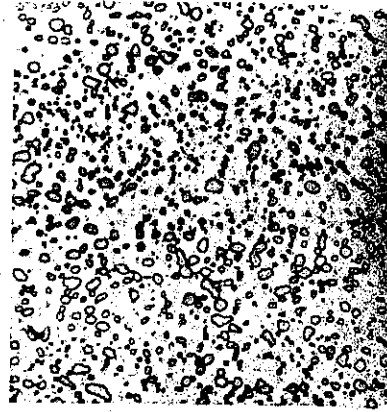
**Karbon Yuvası (kümesi):** Karbon yuvası oluşturulması ge-  
nellikle yüksek karbonlu çeliklerin soğuk şekillendirme ve  
mekanik yeteneklerini artırmak için uygulanmaktadır. Isı iş-  
lemi, gerecin kritik sıcaklığın altında uzun süre tutularak  
yavaş olarak soğutulmasıdır. Bu ısıtma sonucu karbonlar kü-  
melenecek küresel uzantılar oluşturur ve demir kristalleri-  
nin kaymalarına olanak sağlar. Şekil:7-16 da küresel biçim-  
de oluşan karbon yuvaları görülmektedir.

**Normalleştirme:** Gereçlerin normalleştirilmesi için aus-  
tenitik dokuya kadar ısıtılması zorunludur. Austenit dokuda  
tamamen erime olunca, metalin havada soğutulması gerekme-  
tedir. Havada soğutma ile (tam tavlamadaki fırında soğutma-  
ya göre) daha iyi bir kristal yapısı oluşur. Normalleştirme



işlemi, (sağlam ve sert yapı oluşturarak) genellikle makina işlemeden veya sıcak şekillendirmeden sonraki yapısal bozuklukluğa gidermek amacı ile uygulanır.

Şekil:7-16 S A E 3250 Çelikte ısı işlemi ile karbon kürecikleri oluşumu.



#### Çözülme Isı İşlemi

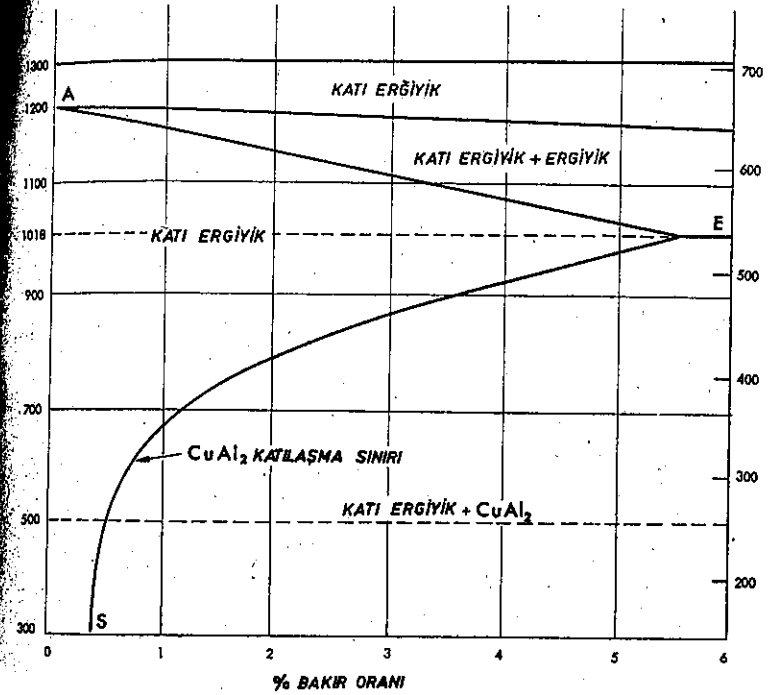
Çözülme ısı işlemleri genellikle çelik olmayan metallerde yapılmaktadır. Özellikle alaşımlarının temel elementleri alüminyum, bakır, magnezyum olan metaller için bu ısı işlemi çok iyi sonuç vermektedir. Bu metaller ısı işlemi sonucu metalürjik olarak çözülerek dayanımlarını ve sertliklerini artırmaktadır. Değişik alaşımlardaki özel sertleşme sıcaklığı bu işlem için geçerlidir. Yeterli emmeden (absorbeden) sonra alaşım metali suda çabuk olarak soğutulmalıdır.

Soğutulduktan hemen sonra gereç ısıtılmadan önceki durumuna göre daha dayanıklı duruma gelmektedir. Alaşım işleyen atelyeler şekillendirme işlemi yapmadan önce çözülme ısı işlemini yapmaktadırlar.

Soğutma operasyonu süresince alaşım konumu devam eder. Eğer katı ergiyik varsa oda metal içinde çözme yapar.

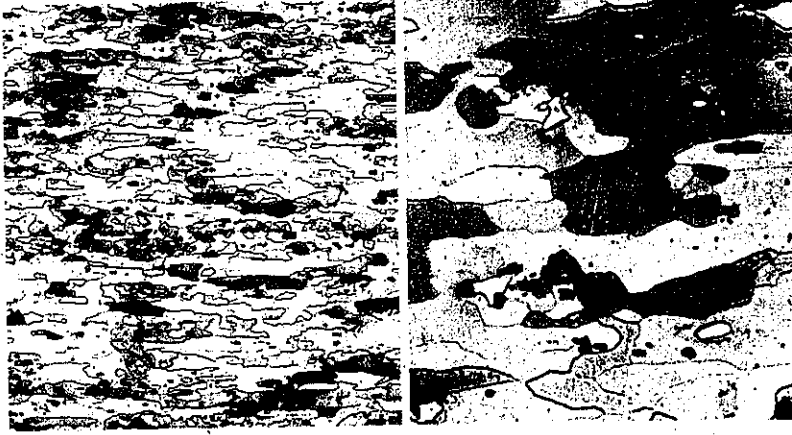
Oranı sıcaklık ve ısıtma süresi ile çok yakından ilişkilidir. Çökme oda sıcaklığında oluyorsa buna yorulma (yaşama) sertliği denir. Şayet dönüşme sıcaklığında oluyorsa doğal yorulma denmektedir. Genellikle oda sıcaklığında yorulma ısıtma ortamındakine göre daha fazla zaman almaktadır. Alaşımların alçak sıcaklıkta çökme yapıları çok ilginç bir ortam oluşturmaktadırlar.

2017 Nolu bakır-alüminyum alaşımının denge diyagramı Şekil:7-17 de görülmektedir. Bu diyagramda, ısı işlemi sırasında katı ergiyik çözülmesi görülmektedir. Bu alaşımın gerçek ısı işlemi erimenin değişimine bağlıdır. Isıtma



Şekil:7-17 Bakır-alüminyum denge diyagramı.

ve soğutma sırasındaki değişmeyen  $Cu Al_2$  S-E eğrisi ile gösterilmektedir. Ancak, bakır- alüminyum alaşımında % 4,5 oranındaki bakır  $510 C^{\circ}$  de 14 saat ısıtılırsa, birçok  $Cu Al_2$  ısıtma ortamında çözülmektedir. Şekil:7-18 de alaşımın yapısı fotoğraf olarak verilmiştir. Eğer ergiyik hızlı



Isıl işleminden sonra ince levha halindeki alüminyumda  $Cu Al_2$  erimiştir. (Mağ 100 X)

Aynı kesitteki erimemiş  $Cu Al_2$  siyah kristaller.

Şekil:7-18 Isıl işleminden sonraki alüminyum alaşımın yapısı.

soğutulursa, bu safhada,  $Cu Al_2$  ergiyikteki alüminyum içerisinde kalır. Çökme olayı bu defa alüminyum ortamında oluşarak alüminyum tane sınırları kristallerin hacimsal büyüklüklerini belirlemektedir.  $Cu Al_2$  Alaşımının bu durumları birçok alaşımlar içinde dayanım, direnç ve sağlamlık bakımından anahtar niteliğindedir.

Yeniden Kristalleşme :

Metallerin soğuk şekillendirilmelerinde yeniden

stalleşme olmaktadır. Herhangi bir soğuk şekillendirme sırasında kristaller oransız biçimde değişmektedir. Kristallerin düzenli bir biçimde dönüşmesi için (uzamanın serbest ve bozulma ortamı bulunmaması yeniden kristalleşme) süreçlerin yeteri kadar yüksek sıcaklığa ısıtılması sonucu yeni kristaller oluşmaktadır. Kristalleşme sıcaklığı metalin türüne ve soğuk çalışma değerlerine bağlı olarak değişmektedir. Yeni kristalleşmede, çekirdekler oluşarak genişlerler. Bu genişleme birbirlerine temas edinceye kadar devam eder. Bunun neticesinde dayanıklılık artarak sertlik artmaktadır.

Yeniden kristalleşme, kabalaşan kristallerin incilmesi bakımından çok önemlidir. Kristallerin birbirine geçişleri soğuk konumdan ısıtma ortamına girdiklerinde olmaktadır. Değişim biçimi ise plastik oluşum niteliğindedir.

Kristal (tane) Büyüklüğü

Bir kristal tanesi ele alındığında geometrik olmayan biçiminde sınırlandığı görülür. Ergiyik ortamında kristaller birçok yönde büyüme göstererek tane şekillerini oluştururlar. Bu ortamda kristal yapı biçimlerinde hiç bir düzgün şekil görülmez. Yapıların belirgin bir biçim almaması atomları da etkilemektedir. Kristallerin bu ortamına, diğer bir deyimle şekilsizlik denmektedir. Bunun nedeni de atomlar arasında oranlı bir ilişkinin bulunmuyarak aksel bir kristal biçimi oluşmamasındadır. Kristallerdeki enerjide en düşük düzeydedir. Kristalleri oluşturan atomların sınırsız olması uzama katsayısının artmasına neden olmaktadır. Bu alan kristalin iç yapısına göre daha sağlam ve dayanıklıdır. Yeniden oluşan bu kristalin hacmi eskilere göre daha küçüktür.

Sınırsal küçülme sonucu direnç artmaktadır. Bunun neticesinde metal daha dayanıklı olmaktadır.

Kristal büyüklüğü, çeliklerin ısı işlemlerinde alımlı kristal dönüşümleri için çok önemlidir. Bu ortamda kristal sınırları, kendisinden daha fazla enerji değerine sahiptirler. Ancak, büyük kristal sınırları fazla sayıda çekirdeğin oluşmasına yardımcı olmaktadır.

Tamamen sert ve iyi dokulu bir çelik kademeli olarak soğutulmalıdır. Aksi halde fazla sayıdaki çekirdekler meydana gelerek yapararak birçok yumuşak merkezler oluştururlar. İnce dokulu bir çelik, kaba dokuluya göre fevkalâde mekanik özelliklere sahiptir. Kaynakçı ve kaynak için en önemli nokta metal kristal dokusunu korumaktır. Eğer kaynak alanı ısınsa, kristal dokularının büyümesine neden olur. Soğutma hızı fazla kaynatılan gereç sertleşir ve kırılabilir bir yapıya dönüşür.

#### METALLERİN KAREKTERİSTİKLERİ

Metal yapımlarındaki belirli karakteristikler veya özelliklerin bilinmesi kaynakçılık için çok önemlidir. Bunlar başlıca, kimyasal etki ve mekaniksel özelliklerdir.

##### *Kimyasal Etkiler*

Kimyasal olarak elementlerin oksijenle yaptıkları bileşiklerdir. Örneğin, alüminyum oksijen ile temas edince kısa sürede alüminyum oksit oluşur. Oluşan bütün metal oksitleri kaynak için bir sorundur. Çünkü oksit kaynak dikine etki ederek dayanımını azaltır.

##### *Paslanma, Aşınma*

Aşınma veya paslanma metalin kimyasal veya elektrokimyasal olarak bozulmasıdır. Metale, çevresinde bulunan

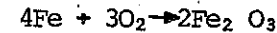
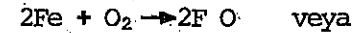
etki ederek oksit, tuz ve diğer bileşikler oluştu-  
r. Metal bu bileşiklerden herhangi birine sahip oldu-  
ğuna dayanıklılığında ve diğer mekaniksel özelliklerinden  
kaybeder. Bozulmanın sonucu olarak gerekli fiziksel statik  
dinamik özelliklerde zayıflar. Bu özellikler, aşınma, me-  
kaniksel renk oksitlenme, paslanma-aşınma, paslanma, yeme,  
paslanma-paslanma, paslanma-yorulma, olarak belirlenir. Bütün  
oluşumlar genellikle korozyon yapıcı maddeler olan;  
(genellikle) hava, su, endüstriyel atmosfer, toprak, asit-  
bazlı yüksek sıcaklıklar ve ergiyik tuzlardır.

İdeal olarak kaynak malı (dikişi) kaynatılan gerece uy-  
gun değildir. Ancak bazı korozyon oluşumları buna direnç göster-  
mez. Ancak, merkezi kaynak ısı ve büyük sıcaklıklar  
neden yapısal değişimine neden olmaktadır.

Korozyon direnci bileşimdeki elementlerin yapısal duru-  
şuna bağlıdır. Alaşıma element verilmesiyle, bazı koşul-  
larda, korozyon direnci artırılmaktadır. Örneğin 18-8 deki paslan-  
maz çeliklerde krom katı ergiyik ortamını korumaktadır. Eğer  
ergiyikten çökme (çökme) olur ve karbon krom ile karbid  
oluşturursa korozyon direncini kaybeder.

Korozyon oluşumuna beş kimyasal reaksiyon neden olmakta-  
dır.

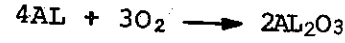
1- Metal ve metal olmayan elementler birbirleriyle bile-  
şik oluşturur. Yüksek sıcaklıklarda demirin oksitlenme-  
si bu tür bileşiklere örnektir. Bileşimin kimyasal olarak reak-  
yonu ise



Açık havada kaynak yapıldığında her zaman bu tür kimya-  
sal reaksiyon oluşur.

2- Metalin rutubette oksijenle olan kimyasal bileşimidir. Alüminyumun, demirin ve diğer aktif metallerin nemli havada oksitlenmeleri en belirgin örneklerdir. Hemen bütün oksitler bu biçimde oluşmaktadır.

Kimyasal olarak ;



Metaller nemli ortamda bulunurlarsa daima yüzeyleri oksitlenir. Kaynaktan önce yüzeydeki oksit tabakasının temizlenmesi zorunludur.

Yukarıda belirtilen iki tür kimyasal oksitlenme kaynağını çok yakından ilgilendirmektedir. Diğer üç korozyon türü ise, asitteki hidrojenin metale etki etmesi, temiz olma durumu, hidrojenin metale yaptığı kimyasal reaksiyonu ve sonuçları ise ergiyük tuzun metale yaptığı etkidir.

#### Mekaniksel Özellikler

Metallerin yük altında gösterdikleri mekaniksel özellikler ölçülmektedir. Bu özellikler, metalin yüklendiğinde gösterdiği direnç türleri olarak belirlenir.

Genel olarak yük türleri; gerilme kuvveti, basılma kuvveti, burulma (bükülme) kuvveti, direkt kayma (dayanım kuvveti) kuvveti, veya bunların bileşimleridir. Değişik kuvvet türlerinin metale iletilmesi standart test (ölçme) araçları ile değerlendirilerek sonuç bulunur. Bu testlerle gerekli, yükün (kuvvetin) etkisi ile gereçteki biçim değişikliği sonucu incelenir.

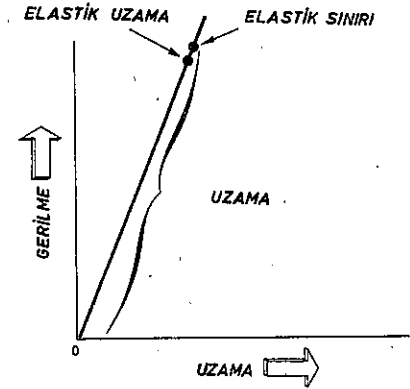
**Gerilme** ; gerilme gerecin iç dokusuna uygulanan kuvvetin birim kesitine göre, direncini ifade etmektedir. Direncin sayısal değeri, uygulanan etki eden kuvvet ile gerecin kesiti arasındaki ilişkidir.

bu ilişki bölüm 14 de detaylı olarak açıklanmaktadır.

Çekme (uzama); Çekme gerecin gerilme sonucu boyunda oluşan uzunluk farkıdır. Bu uzama miktarı ilk gereç boyuna bölünerek uzama oranı hesaplanır.

Çekme ve gerilme genellikle beraberce değerlendirildiğinde gerilme ordinat, çekme apsisi olarak gösterilir. Bu iki özellik metalin her iki özelliğine dikkat edilecek olursa aynı bir hareket birliği vardır. Elastikiyet sınırı ile elastikiyet sınırı arasında çok yakın ilişki olduğu görülür. Şekil 7-19 da her iki mekaniksel özelliğin ilişkisi belirtilmektedir. Dik çizgi üzerinde alınan herhangi bir nokta, gerilme eksenine taşındığında sonucun daima aynı değerde olduğu görülür. Değişmez olan bu sayısal değere elastikiyet modülü denir.

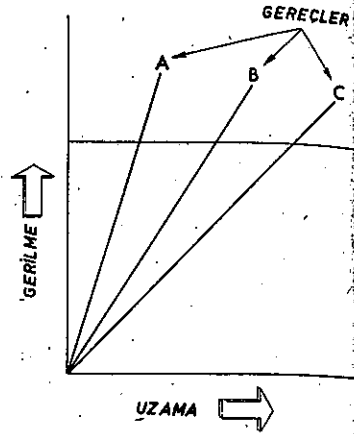
Şekil:7-19 Elastikiyet ve oran sınırı



**Elastikiyet Modülü**; Elastikiyet modülü, gerilmenin, elastikiyet sınırı içersinde, çekmeye oranıdır. Çok az metaller elastikiyet modülünün altında deforma (biçimlenmeler) olurlar. Elastikiyet modülü kontrol edildiğinde (karşılaştırıldığında) esneklik değerleri metalin sertliği

(katılığı) ile ilişkili olduğu görülür. Şekil:7-20 de rı metale ait elastikiyet diyağramı verilmektedir. Gere rin sağlamlık veya katılılığı makina yapımı ile konstrü yon işleri için çok önemlidir.

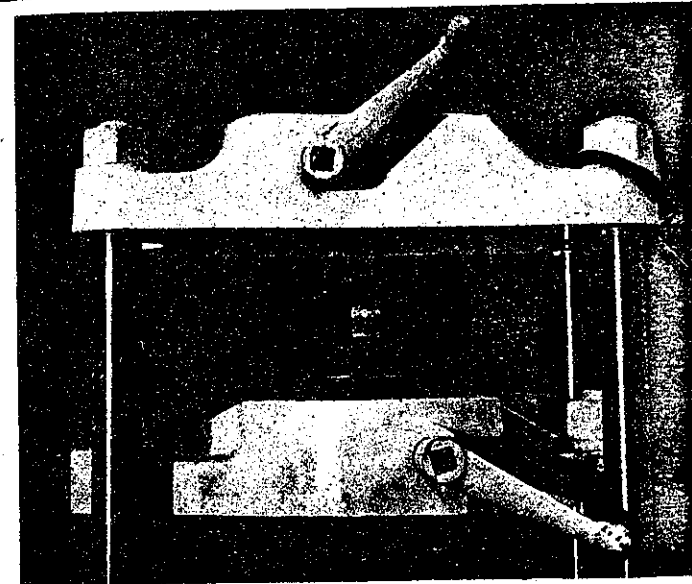
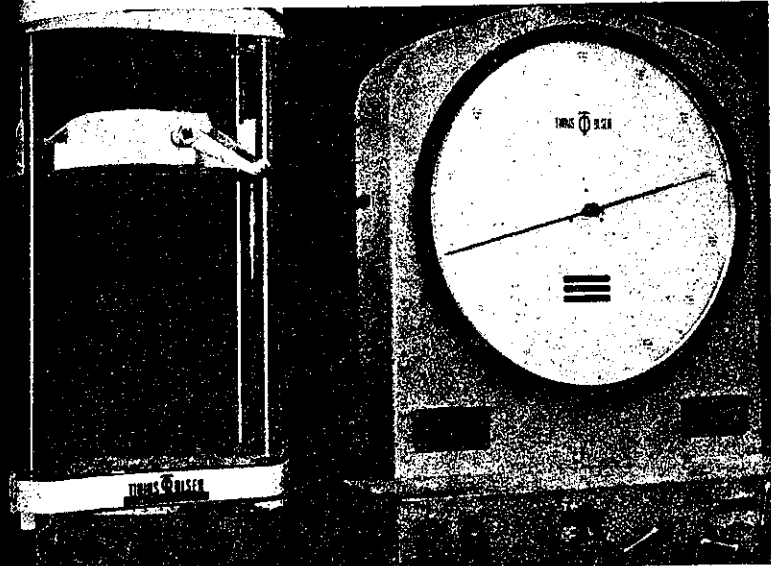
Şekil:7-20 Metallerin Kristal Sıklığı.



**Çekme dayanımı:** Çekme dayanımı metallerin iki yöne çekilerek ayrılma yeteneğidir. Şekil:7-21 de çekme işlemini yapan makineler ve ölçen araçlar görülmektedir.

Çekme deneyinde standart ölçülerde hazırlanmış kaynak parçası çekme makinasının çenelerine bağlanır. Çeneler yardımı ile parçanın iki ucu birbirine zıt yönde, ve aynı eksen doğrultusunda çekilirler. Çekme sırasında uygulanan yükler terge kadranında izlenerek maksimum değeri not edilir. Maksimum yük standart parçanın kopma alanına bölünerek kaynak parçasının çekme dayanımı bulunur. Bu konu bölüm:14 de daha detaylı anlatılmaktadır.

**Basınç Gerilmesi (dayanımı):** Basınç dayanımı gerecin ezilmeye karşı gösterdiği direnç yeteneğidir. Burada çekme gereci; çekme dayanımının tersi yönde kuvvetlerin etkisindedir. Gerecin gösterdiği direnç çekmenin tersidir. Gereçler

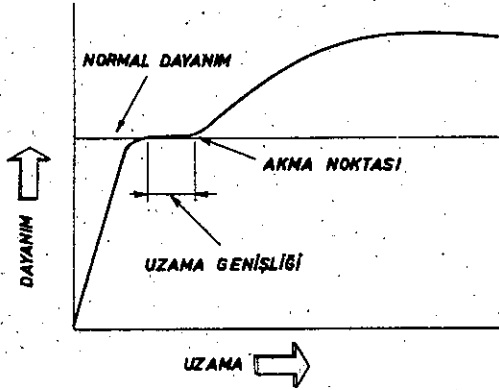


Şekil:7-21 Çekme deneyinin Universal çekme makinasında yapılışı.

gösterdiği tepki metallere uygulanan yüklerin çeşit ve değerine göre değişmektedir. Birçok metaller yüksek çekme dayanımı ile basma dayanımına sahiptir. Ancak, kırılma gerçeği örnekler; döküm gibi yüksek basma dayanımı olduğu halde, çekme dayanımı daha azdır. Çok kırılma metallere basma dayanımları yüksek olmakla beraber, çekme dayanımları çok düşüktür.

**Akma uzaması (noktası):** Akma uzaması sınır değerdeki çekmenin gereç üzerinde oluşturduğu biçimlendirmedir. Bazı metaller, örneğin adi karbonlu çelikler, belirli yüklenmelerde hızlı bir akma uzaması göstermektedirler.

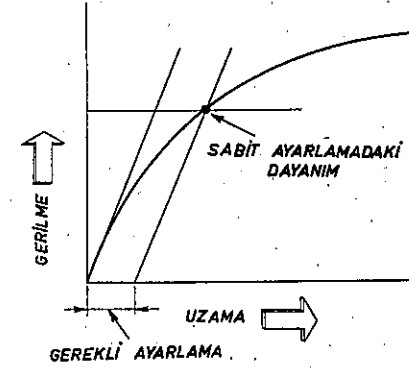
Akma noktası, çekme ve gerilme diyagramında gerilme artmadığı noktadır. Bu yer diyagramda açık olarak işaretlenmiştir. Şekil:7-22 deki çekme ve gerilme diyagramında akma uzaması ve noktası belirlenmektedir.



Şekil:7-22 Gereçlerin çekme durumuna göre dayanımı ve uzaması.

Birçok metaller belirli bir akma noktası göstermemektedirler. Böylece akma uzamasının, çekme uzaması olarak

gerlendirilmesi kesinleştirilir. Bu değer, gerecin gerek kesit dayanımının normal çalışma koşulları altında inelenerek standart olarak bulunmasıdır. Şekil:7-23 bu tür gerilme diyagramını gösterilmektedir.



Şekil:7-23 Akma sınırı olmayan gereçlerin uzama ve dayanımları.

Kesit dayanımı gerekli ayarlama ve düzenleme sonucunda uzama katsayısının değeri % 1 oranında, kırılma metallere uzaması ile % 0,2 arasında değişmektedir.

Kesit (akma) uzamasının ölçülerek belirlenmesi, gerecin çekme makinasına başlanarak yüklenen kuvvetlerin etkisi ile gereçteki oluşumlar otomatik grafik çizerle belirlenir. Dikey eksen üzerinde uygulanan kuvvetler yatay eksen üzerinde çekme dayanımları gösterilmektedir. Eksenlerin kesişme noktası eğrinin başlangıç noktası olarak kabul edilir. Böylece eğri iki eksen arasına alınmış olur. Dikey eksenin belirli bir noktasından apsise paralel bir doğru çizilir. Eğriye başlangıç noktasından bir teğet çizilir. Yatay eksene paralel çizilen doğrunun eğriyi kestiği noktadan önce çizilen teğet doğruya bir paralel çizilerek akma uzaması belirlenmiş olur. Şekil:7-23 deki diyagramda akma uzaması yatay eksen üzerinde okla gösterilmiştir.

**Elâstiklik:** Gereçler yüklemeleri sonucu biçimlenme yeteneklerini kullanarak, yükün kaldırılması ile eski konularına dönerlerse buna elastiklik denir. Şekil:7-19 da gerecin elastiklik yeri görülmektedir.

**Elastik limiti**

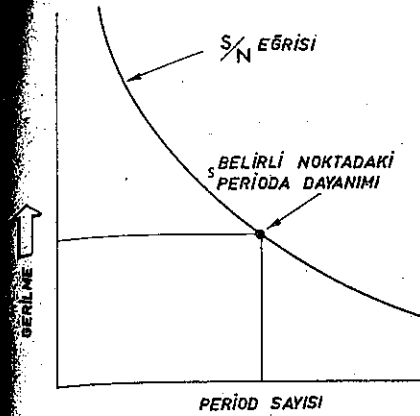
Elastiklik sınırı; Gerecin yüklenmesi sonucunda uzayarak tekrar eski durumunu almasının en son noktasıdır. B noktasının dışına çıkıldığı anda gereç şekil değişikliğine uğrar. Şekil:7-19 da bu sınırlama görülmektedir.

**Oran sınırı:** Oran sınırı gereç içersinde plastik dönüşümün başlama yeridir. Gerilme kuvveti bu noktaya kadar etki ettirildiğinde gereçte herhangi bir uzama görülmemektedir. Elastik sınırı, çekme ve gerilme ile ilişkili olarak düzgün bir çizgi biçiminde görülmektedir. Şekil:7-19 da oran ve elastik sınırının birbirine göre ilişkisi gösterilmektedir.

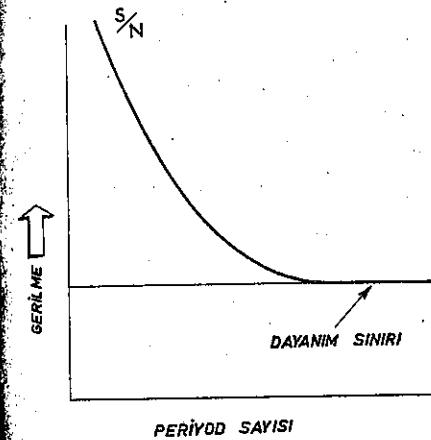
**Yorulma Dayanımı;** Gereçlerin değişik dayanımlar altında direnç göstermesi kendisinin iç dokusal zayıflamasına neden olmaktadır. Buna yorulma dayanımı denir. Gereç içersindeki kristallerin mağnetik bağlarının zayıflaması yorulmanın başlıca nedenidir. Gereçlerdeki dayanım uygulamalarının eğrilerinin benzeri şekil:7-24 de görülmektedir.

Birçok metallerin yorulma eğrileri şekil:7-25 dekine benzemektedir. S-N eğrisi sürekli olarak, maksimum periyodlara göre, düşme göstermektedir. Bu metallere kesin bir yorulma sınırına sahip değildir.

**Yorulma veya Dayanıklılık Sınırı:** Yorulma veya dayanıklılık sınırı, çekme dayanımı altında değişik biçimlerde arka arkaya yüklenmesi sonucu gerecin direnç oranıdır.



Şekil:7-24 Uzama yeteneği olmayan gereçlerin Periyodik diyağramı.



Şekil:7-25 Periyod sayısına göre dayanım sınırı diyağramı.

**Çarpma (vurma) dayanımı:** Vurma dayanımı, gerecin ani yüklenmesi karşısında gösterdiği direnç yeteneğidir. Değeri  $\text{kg/cm}^2$  veya  $\text{kgm}$  olarak ölçülmektedir. Denemenin yapımı ise, normal kaynatılmış kaynak parçası mengeneyle bağlanır,

Parçanın profiline direkt etki edecek bir başlık belirli yükseklikten bırakılır. Kütlesinden dolayı aldığı enerji ile parça üzerine ani olarak vurma yapar. Şekil: 7-26 da parçanın bağlanmış şekli ve vurma başlığının düşme konumu görülmektedir. Yüksek çarpma dayanımı olan gereçlerin kırılması için daha büyük vurma, enerjisi gereklidir.

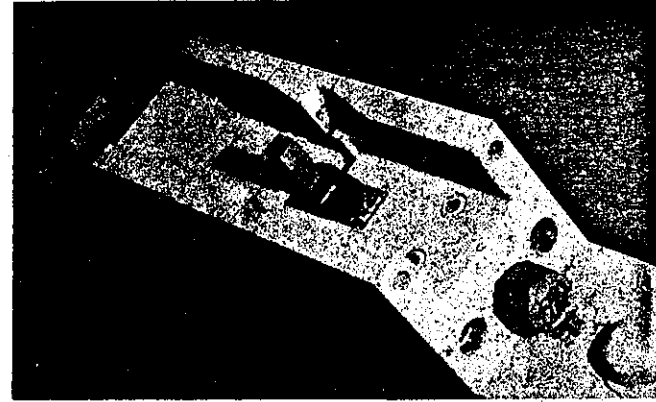
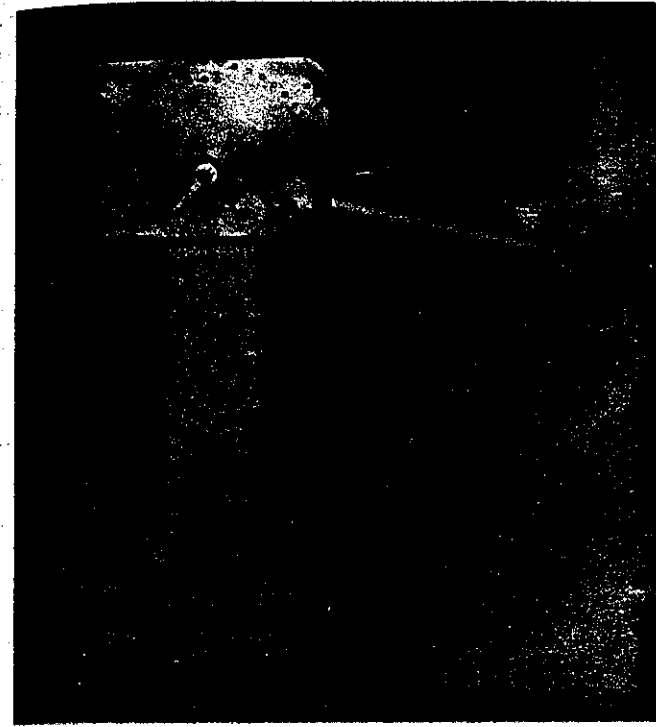
Vurma dayanımı kaynak tekniği için ciddi olarak düşünülecek mekaniksel özelliklerden biridir. Bilhassa konstrüksiyon (köprü, çatı v.s. gibi) birleştirmelerde hassas olarak değerlendirilmelidir.

**Sertlik:** Sertlik, gereçlerden talaş kaldırılması işleme karşı gerecin gösterdiği dirençtir. Sertlik, genellikle gereçlere yapılan çentik (oyuk) yerine uygulanan özel yükleme kuvvetinin yaptığı etki sonucu buradan kırılması ile belirlenir. Sertlik değerinin ölçülmesi başka yöntemlerin uygulanması ile bulunabilir. Sertliğin sayısal değeri kontrol amacı ile endüstriyel üretimlerdeki dayanıklılık, ısıtma ve soğuk işleme operasyonları için çok önemli kullanma alanıdır.

**Uzama (yumuşaklık):** Uzama, gerecin kırılma ve kopma olmaksızın biçimlenme yeteneğidir. Uzama veya yumuşaklık gereçlerin biçimlenmesinde çok önemli olduğundan ayrıca değerlendirilmektedir. Gerecin biçimlenme karakteristiği uzama yeteneğine bağlıdır.

Uzama sayısal olarak iki biçimde değerlendirilir. Buna göre yüzde olarak boyda uzama, veya yüzde olarak kesit daralması gibi ölçülür.

**Dayanıklılık:** Dayanıklılık, çekme dayanımı ile uzama katsayısının beraberce yorumlanması sonucunda belirlenmektedir.



Şekil:7-26 Çarpma Deneyi Makinası.

Sağlam metal, kırılmaksızın kütleli enerjiyi emer (absorbe) eder. Bu da gerecin plastik biçimlenme ile iyi bir uzama

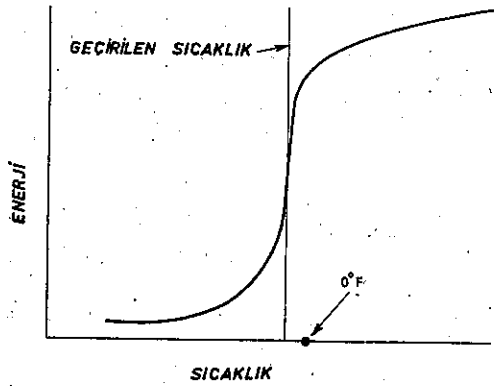


dayanımı olmasından ileri gelmektedir.

#### Donma Kristalleşme Özelliği

Kristalleşme özelliği metalin çok alçak çevre sıcaklıklarında gösterdiği karakteristik ortamdır. Bu alçak sıcaklıklarda kristal yapı değişimleri de çok hassas olmaktadır. Bazı alaşımlarda, (normal oda sıcaklığında) yüksek ve düşük sıcaklığa göre bozulurlar.

Hava-177 C° sıcaklığa kadar sıvılaşmamak için direnç göstermektedir. Sıcaklığın çok ani düşmesi ile metal dayanımı kırılmalığa dönüşecek biçimde gelişir. Sıcaklığın yavaşlıkla alçalma durumuna geçiş denilmektedir. Sıcaklığın geçiş biçimini değerlendirmekte Charpy ve Izod vurma (çentik) deneyleri kullanılır. Bu deney çubuğuna vurma (çarpma) makinelerinde kırılma işlemi uygulanırken bu sıcaklıktan noktalar biçiminde belirlenir. Şekil:7-27 çizilen diyağramın kısmını görülmektedir.



Şekil:7-27 Tam kaynaklı gereçteki ısı geçirgenlik diyağramı.

Metaller donma sıcaklığında denener ancak, kristaller

bi biçimine dönüşmezler. Kaba doku hacmi, gerilme eğri belirgin kırılma element, değişken sıcaklık gerilme yükseltmektedir. Bu durumda daha iyi bir doku biçim sağlamlık ısı işlemlerinin düzgünlüğünden oluşmaktadır. Ayrıca, alaşım elementlerinin dayanıklılığında artırılmaktadır.

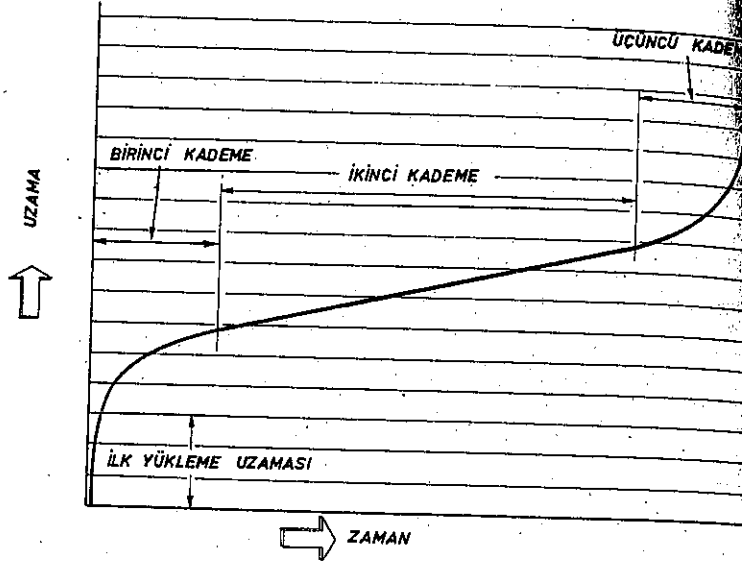
**Yüksek sıcaklık özelliği:** Yüksek sıcaklıklarda metallerin dayanım dirençleri azalır ancak uzama yetenekleri artar. Uzama (uzama) sünme, denir. Bazı metallerin yüksek sıcaklıkta tam bir çekme özelliğini periyodik olarak belirtmesi mümkündür.

Normal oda sıcaklığında birçok metaller ve alaşımları elastik olarak oldukça yüksek dayanıklılık gösterirler. Sıcaklık bu metallerin elastiklik sınırını yükseltirken, ergime noktasını düşürmektedir. Bazı durumlarda bu ana metaller herhangi bir sıcaklıkta (özellikle kendileri için) en uygun maksimum dayanımı göstermektedir. Yüksek sıcaklıklardaki gereken dayanıklılıklar için uygun alaşımlar seçilir. Çünkü, bu günün teknolojisinde jet motorları, buhar türbinleri için bu metal alaşımları çok önemlidir.

Uzama (sünme) deneylerinde, yüksek sıcaklık kullanılarak dayanımın minimum değerinde olup olmadığı kontrol edilir. Gerilme (çekilme) ve sıcaklık belirli değerlerde tutulur. Dayanıklılık zamanla ters orantılı olarak noktalanmış biçimde ölçülmektedir. Şekil:7-28 deki eğri bir deneme sonuçlarında elde edilen diyağramdır.

Diyağramında anlaşılacağı, üzere üç kademeli zaman ile dayanıklılık belirlenir. İlk kademede uzama belirli oranlarda yükselmektedir. İkinci kademede dayanıklılık hemen hemen eşit değerler göstermektedir. Üçüncü kademede dayanımı yükselerek

sonunda kopar. Üçüncü kısım genellikle yapım tekniği ile önlenmektedir. İkinci kademedeki sınırlar arasındaki sıcaklık değerlerinin hesaba katılması olanak dışıdır. Üçüncü kademe için çalışma sıcaklığı seçilerek ikinci kademe sıcaklığından hesaplanarak ve bu sıcaklık ölçüleri içinde değerlendirilir.



Şekil:7-28 Uzamanın üç kademesini gösteren diyağram.

Ayrıca, bazı özel elementlerden nikel, kobalt ve manganez gibi, büzülmeye karşı direnci artırarak alaşımlardaki karbid ergiyik konumuna girerler. Krom, molibden, Wolfram ve vanadyum gibi elementler karbid oluşturan elementler olduğundan çok aktiftirler. Kolombiyum ve tantalum çok az miktarda da olsa büzülme azaltır.

#### KAYNAK ÖZORLARI

Birçok değişik metallerin kaynatılmasında özel

in alınması zorunludur. Böylece kaynak metali sağlam kaynak yerinde oluşacak zayıflık giderilmiş olur. Aşağıda verilen temel hatalara kaynak işlemlerinde her zaman rastlanılmamaktadır.

#### DOKU BÜYÜMESİ

Kaynatılan gereçlerde, kaynak alanı ile esas metalin kenarları arasında farklı değerlerde sıcaklıklar oluşmaktadır. Bu sıcaklık ergiyik merkezinden ısının enaz olduğu alana doğru farklı bir oranda değişmektedir. Böylece ergiyik alandaki hacmi maksimum değerde olup, ısının azalma oranına göre, hacmi küçülmektedir. Sıcaklığın bu değişmesine göre, kaynak yerindeki bazı bölgelerde yeniden biçimlenme olmaktadır. Isı dağılmasının ve yüksek ısıtmayı kontrol ederek doku büyümesindeki oranın minimuma indirilmesi olanağı vardır. Büyük dolgu kaynaklarında bu durumu önlemek için mümkün olduğu kadar dikiş sayısı artırılarak ısı dağılımı ile oluşan doku büyümesi tam olmamakla beraber kısmen önlenmektedir. Bu işlemlerde her paso (dikiş) soğuduktan sonra bir ikincisi çekilerek kritik sıcaklık ortamı geçilir. Yüksek karbonlu ve alaşımlı çelikler doku büyümesi sonucu hızlı soğutulursa gereğince özelliği genellikle zedelenmektedir. Hızlı soğutma sonucu sert ve kırılğan olan martenzit doku oluşmaktadır.

#### Hava kabarcığı (Gaz boşluğu)

Gaz kabarcığı (boşluğu) kaynatılan metalin katılaşması sırasında havanın gereç içersinde kalması sonucu oluşmaktadır. Gaz kabarcığı genellikle elektrodun hareket düzensizliğinden oluşmaktadır. Düzensizlik sonucu ergiyik banyosu yeteri kadar uzayarak içersine gaz, ergiyik curuf ve diğer yabancı maddeler almaktadır. Ergiyik katılaştığında bu maddelerin bulunduğu

hacım boşluk biçiminde belirlenir. Böylece kaynak dikişi içerisindeki gaz boşlukları cüruflla kapanarak gizlenirler.

Gaz kabarcığının önlenmesi için kaynak işlemi sırasında belirli bir ergiyik banyosunu düzenli olarak korumak zorunludur. Buda belirli bir kaynak hızı ile metalin aynı değere katılaşmasından gerçekleşir. Gaz kabarcığından arınmak için arkın aralıklı olarak başlatılıp durdurulması gerekir.

#### *Yabancı Maddelerin Dikişe Gömülmesi*

Kaynak işlemi süresince ergiyik banyosu içersine, istenmeyen yabancı maddeler, zorla itilmektedir. Herhangi bir yabancı madde kaynağa çatlak özelliğinde etki ederek kaynağı zayıflatmaktadır. Bunun en tipik örneği kaynak dikişi içinde cüruf kalmasıdır. Eğer elektrod doğru biçimde kaynak alanına yöneltilmezse, ark tarafından itilen cüruf parçacıkları ergiyik banyosuna üflenir. Katılaşma sırasında da bu cüruf parçacıkları dikiş içersinde bulunmaktadır. Yabancı maddelerin kaynak içersinde kalması en çok tavan kaynağı pozisyonunda olmaktadır. Bu, kaynak süresince ergiyik damlaların dikişin istenilen yerine dökülmesi olanağı tam olmaması nedeni ile araya yabancı maddeler girmektedir.

#### *Ayrılma*

Ayrılma, metallerin ısınma sonucu (bazı bölgelerinden) alaşım elementlerinin eksilmesi ile fakirleşmesidir. Örneğin, metal ergiyik durumdan katılaşmaya başladığında, dokusınırları boyunca küçük kristaller biçimlenir. Bunlar kristal gurupları veya yosunlaşma olarak belirlenerek bileşim elementleri tarafından dışarı çıkarılırlar. Diğer alaşım elementlerin kristalleride bileşim oranları dikkate alınmaksızın zenginleşirler. Ayrışımın giderilmesi için özel ısı

uygulanır veya kaynatılan gereç yavaş soğutulur.

#### *Gözenek*

Kaynak alanının hava ile bileşiminden dolayı iğneli boşlukların oluşmasına gözenek denilmektedir. Bazı metaller eriyik duruma geçince yüksek değerlerde oksijen ve azot emerler. Ergiyik kaynak metali üzerinde koruyucu bir kat (tabaka) yokluğunda havanın içindeki gazlar ergiyik içersine girerek kaynak dikişini zayıflatırlar.

#### *Farklı Dayanım*

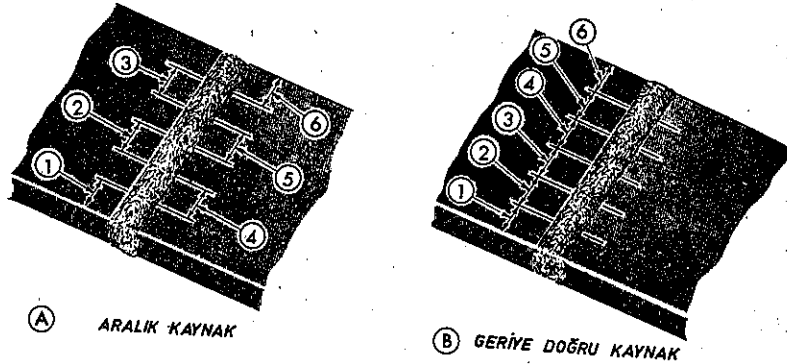
Kaynatılan gereçlerin hızlı ısıtılıp soğutulması gereç içinde termik dayanımın artmasına neden olmaktadır. Buda, kaynaklı birleşme yerinin tamamen zararlı bir biçimde dayanımının azalmasını sağlar. Isıtma kaynak alanı etrafında hızlı bir genişleme yapar. Böylece hızlı soğutmada, hemen hemen, aynı oranda hacim küçülmesi olmaktadır. Eğer büyük bir alan etki dışı kalırsa veya bu alan sıkıca bağlanırsa kaynak yeri soğutulduğunda fazla bir dayanım azalması olmaz. Alınan tedbirler sonucu kaynak alanındaki dayanım azalması ciddi bir durum oluşturmaktadır. Metalin normal yerleşim sonucu dayanımı eski değerine yaklaşık ortamdadır. Ön hazırlıklı olarak yapılan kaynaklarda genişleme ve daralma ciddi sorunlar yaratmaktadır.

Farklı dayanım sonucu kaynatılan gereç ile kaynak dikişi arasında çatlama oluşmaktadır. Dayanım farklılığını azaltmak için kaynakta önce bazı özel ön hazırlıklar yapılmaktadır. Bu ön hazırlıklar aşağıdaki gibidir.

*Özel Kenar Hazarılama ve Birleştirme:* Kaynatılacak gereçlerin birleştirilecek kenarları pah kırılarak kaynak ağız hazırlanmalıdır. Kenarların birbirine yaklaşımı, kaynatmanın

tam verimli olması bakımından, her noktada eşit ve aralıklara göre belirli boşlukta olmalıdır. Bölüm:13 simmum değerinde birleştirme teknikleri anlatılmaktadır. kaynakların yapılmasında enine (çapraz) dikişler çekilmiştir.

**Isının Kontrolü:** Hızlı kaynak yapmakla, gerecin fazla ısınması da (abrorbe etmesi) azalmaktadır. Aralıklı olarak yapılan kaynak tekniği ile de ısı alışıverisi minimum değere düşürülmektedir. Birleştirme kaynaklarında dikiş yerine kısa dikiş yapılmalıdır. Sonra birkaç santimetrelik kaynak, dikiş ekseninde yapılır. Böylece birleşimin bitim yerinde kısa bir uzunluk kalmaktadır. Netice olarak kaynak işlemi sürekli olarak azaltılır. Şekil:7-29 A da aralıklı ve aralıklı olarak yapılan kaynak işlemi görülmektedir.



A) ARALIK KAYNAK

B) GERİYE DOĞRU KAYNAK

Şekil:7-29 Isı kontrolünün yöntemleri.

Şekil:7-29 B de geriye gitme (sağdan sola) yöntemi ile yapılan kaynak kademeli olmaktadır. Böylece ısı etkinliğini (özellikle ilk pasoda) azaltmak amacı ile sürekli pasoya yerine bu yöntem uygulanmalıdır.

**Isıtma:** Birçok parçalar, özellikle alaşümlü çelikler demirde genleşme ve küçülme kuvvetlerini azaltmak için kaynak öncesi ön ısıtma yapılması gereklidir. Etkili ısıtma işlemi kaynak işlemi süresince devamlı korunmalıdır. Kaynak sonunda, gereç yavaş olarak soğutulmalıdır.

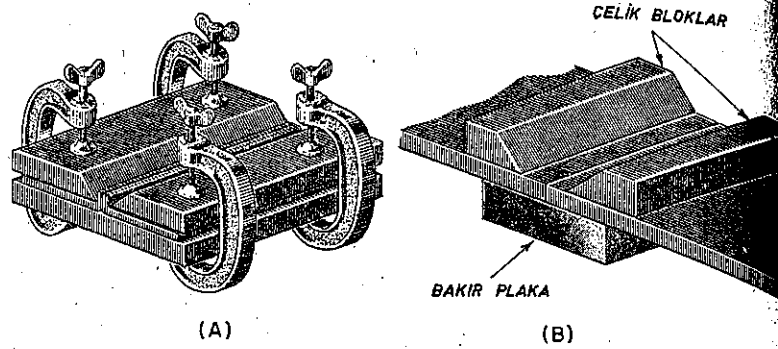
**Çekiçlemek:** Kaynak yerinin soğutulması sırasındaki çekilme (kübüzülme ve küçülme) önlemek amacı ile kaynak dikişleri çekiçlenmelidir. Ancak, dikişe uygulanacak bu işlem dikkatli yapılmalıdır. Fazla çekiçleme sonucu kaynak yeri sertleşebilir ve kırılabilir.

**Isı İşlemi:** Genel olarak farklı iç gerilimler ısı işlemi ile giderilmektedir. Kaynatılan parçalar bir fırın içersine yerleştirilerek uygun sıcaklıkta bekletilir. Kaynatılan gereçler (demlendirme) doku değişime sıcaklığına kadar ısıtılıp bu sıcaklıkta tutulmalıdır. Doğru seçilecek bir ısı miktarı gereçin (gereçeri) gereç içersindeki bozulmayı önler. Örneğin, adi karbonlu çelikler için 600 C° -650 C° sıcaklık yeterli olacaktır. Aynı halde alaşümlü çeliklerin 870 C° ye kadar ısıtılması gereklidir.

Gereç ısıtıldıktan sonra kademeli olarak, atmosfer sıcaklığına kadar, yavaş yavaş soğutulmalıdır.

**Bağlama Sistemi:** Gereçler kaynatılmaları sırasında bağlanarak defermasyon olmaları önlenmektedir. Kaynatılan gereçler önceden bağlanarak kaynak konumuna getirilmektedir. Gereçler bu sıkı bağlama düzeneği ile hareket etme yeteneğini kaybetmekte ve kaynak süresince sabit ortamda kalmaktadırlar. Şekil:7-30 A da parçaların kazancı mensesi ile basit bağlanması görülmektedir. Kaynatılacak gereçler üzerine konan kalın parçalar çarpılmayı önlemekte ve alttaki soğuk

blok parça ile kaynak alanındaki fazla ısı emilmekte. Özel olarak yapılan alt blok bakırdan diğer üst kalın parçalar ısı iletkenliği fazla olan gereçlerden yapılmaktadır. Şekil:7-30 B de ağırlıklar ve alt kalın parçanın konumlandırılmaktadır.



Şekil:7-30 Çekilme ve Çarpılmanın (Deformasyonun) bağlanması için kullanılan ağırlıklar ve alt kalın parçanın konumlandırılması.

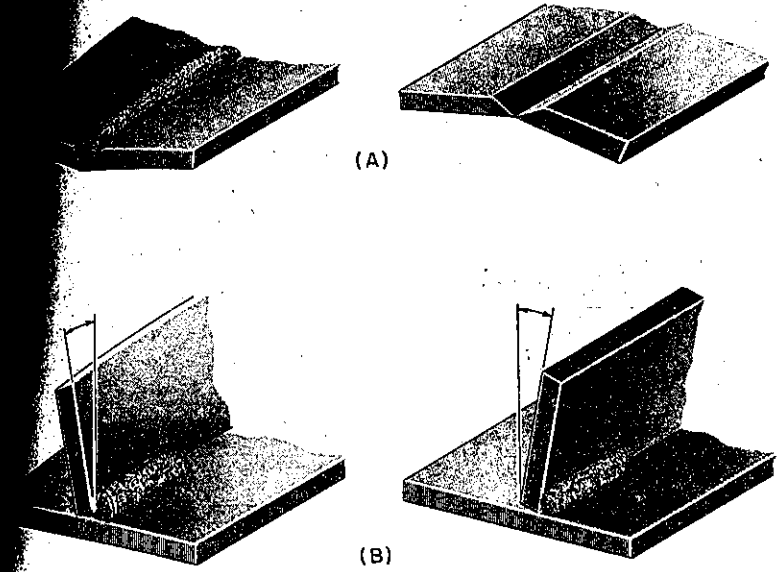
**Dikiş (paso) sayısı:** Kaynatılan gereçlerdeki çarpılmayı azaltmak için en az sayıda pasolar büyük çaplı elektrod kullanılarak iki veya üç paso yapmak yeterlidir. Şekil:7-31 de kaynak alanındaki doğru ve yanlış yapılmış dikiş sayıları görülmektedir.



Şekil:7-31 Az sayıda dikiş çekilerek deformasyon önlenir.

**Konum Dışı Parçalar:** V kaynağı yapıldığında, üst kısımındaki toplam ısı kütlesi kaynağın dip kısmına göre daha fazla olduğundan üstteki ısıl deformasyon da fazladır. Şekil:7-32 A da V kaynağındaki çarpılma ve kaynaktaki bu olayı

temel amacı ile yapılması gereken hazırlık görülmektedir.



Şekil:7-32 Parçaların konumu önceden ayarlanarak çekme ve çarpılma azaltılabilir.

T kaynağındaki çekmeyi önlemek için üst parça kaynaklanmadan önce belirli bir açı ile ters yönde eğik puntalanır. Şekil:7-32 B de parçanın eğim verilmiş konumu görülmektedir. "T" Kaynağında alınan bu tedbir dikiş çekilip soğurken parçayı eski konumuna getirilir ve böylece kaynak işlemi sonrası parçalar arasında oluşacak çekme giderilerek dik açıyi korunmuş olur.

#### ILGI SORULARI

- 1- Element, bileşim ve karışım arasındaki fark nedir ?
- 2- Kafes (çatı) boşluğunun anlamı nedir ?
- 3- Üç tür kafes boşluğunun metal yapısına etkisi nedir ?
- 4- Allotropinin metalurjik oluşum biçimini açıklayınız ?

- 5- Kafes boşluk türleri gereçlerin sağlamlık ve dayanımına nasıl etki ederler ?
- 6- Katı ergiyik ile yer değiştirme kristal şekillerindeki farklar nelerdir ?
- 7- Katı ergiyikte atomik düzgünlüğün etkisi nedir ?
- 8- Otektoid nedir ?
- 9- Metalik bileşim ile mekaniksel karışım arasında ne fark vardır ?
- 10- Demir karbon denge diyagramını açıklayınız ?
- 11- Sementit, perlit, austenit ve martenzitin yapısal durumları nasıldır ?
- 12- Çeliğin sertleşmesini sağlayan üç özel faktör nedir ?
- 13- Bazı metaller niçin ısı işlemleri sonunda tavlama ile sertleşir ?
- 14- Bazı metallerin kapalı yerde sertleşmesine yardımcı olan üç yöntem nedir ?
- 15- Soğuk biçimlendirme nedir ve nasıl yapılır ?
- 16- Tam tavlama ile normalleştirme ve karbon kürecikleştirme arasındaki farkları açıklayınız ?
- 17- Eritme yöntemi ısı işleminin anlamı nedir ?
- 18- Eskiyerek sertleşme ile doğal sertlik arasındaki farkları açıklayınız ?
- 19- Niçin bazı metaller yeniden kristalleşir ?
- 20- Genel korozyon oluşumunu etkileyen nedenler nelerdir ?
- 21- Çekme ile gerilme arasında ne fark vardır ?
- 22- Elastikiyet (esneklik) modülünün metallerdeki önemi nedir ?
- 23- Metallerin çekme ve basılma (basınç) dayanımlarının gerilme çekme değerleri nasıl tesbit edilir ?
- 24- Gereçlerde kesit dayanımı ve akma noktası nasıl belirlenir ?
- 25- Elastik sınırının anlamı nedir ?

- 26- Basılma (kesilme) dayanımı niçin mekaniksel özellik bakımından önemlidir ?
- 27- Çarpma (vurma) dayanımı gerecin hangi özel karakteristiğini belirtmektedir ?
- 28- Gereçlerin donma sıcaklığındaki özellikleri ile metallerin yakın ilişkileri nelerdir ?
- 29- Gereç içersindeki büzülmenin (küçülmenin) metallerin çarpılmasına olan etkileri nelerdir ?
- 30- Kaynatılan gereçteki doku büyümesine ısı etkinliği nasıl etki olmaktadır ?
- 31- Hava kabarcığı, yabancı madde kalıntısı ve ayrılma nedenleri nelerdir ?
- 32- Farklı oluşan dayanımın giderilmesi nasıl kontrol edilmektedir ?

## METALLERİN KAYNATILMA YETENEKLERİ

Bir metalin kaynatılma yeteneğinin bilirmesi ile birleş-  
tirme tekniğinde kolaylık ve kaynak yerinin kalitesinin esas  
metalle karşılaştırılacak kadar sağlam olmasına yardımcı ol-  
maktadır. Metallerin kaynatılmalarındaki bu kolaylıklar ise;

1- *Ergime noktası*: Ergime sıcaklıkları düşük olan, alü-  
minyum gibi, metallerin kaynak işlemi sırasında ergime orta-  
mının kontrol altına alınması çok zordur. Bilhassa bu kont-  
rol, gerecin yarma durumu bakımından çok önemlidir.

2- *Isı Geçirgenliği*: Metallerin yüksek orandaki ısı ge-  
çirgenliklerinden dolayı çok kısa süre içinde gerecin ergi-  
yik ortamına gelmesi çok zordur. Isının kaynak alanından di-  
ğer bölgelere yayılmasından ötürü, parçaların kaynak yeri  
çabuk soğumaktadır.

3- *Isınma Genleşmesi*: Yüksek kaynak sıcaklığındaki gereç-  
te hızlı soğuma sonucu çarpılır ve iç gerginlikler oluşur.

4- *Elektrik Akımına Karşı Direnç*: Metallerin elektrik  
geçirgenliklerinin az olması elektrodun normalin çok üstün-  
de ısınmasına neden olmaktadır.

5- *Yüzeysel Durum*: Kaynatılacak gereçlerin yüzeyleri kay-  
naktan önce boya, toz, ve oksit gibi yabancı maddelerden te-  
mizlenmelidir. Aksi halde normal ergiyik oluşmasına bu mad-  
deler engel olarak dikiş içersinde yabancı madde birikintile-  
ri kaynak boşluklarına neden olur.

Yapılan kaynak birleştirmesinin sağlamlığı ve kalitesi  
aşağıdaki koşulların kontrol edilmesi ile anlaşılır.

1- Çatlaklık: İyi bir geometrik birleşme yapılmamasından dolayı, anormal ısı kontrolü sonucu çatlama olmaktadır.

2- Sertlik: Kaynak işlemi yüksek karbonlu çeliklere uygulandığında, karbonların oluşturduğu bileşikler sertleştirir. Kaynak ısısının az ve elektrodun iyi seçilmemesi sonucu kaynak alanında fazla sert yüzey oluşmasına neden olmaktadır.

3- Oksitlenme: Kaynaklar havanın etkisinden özel olarak korunmayınca, kaynak birleşme alanı oksitlenmeden dolayı zencikli olur ve dayanımında tehlikeli olacak biçimde azalmaktadır.

4- Buharlaştırma: Yüksek kaynak ısı, kaynak yerindeki gaz elementlerin biçim değiştirmesine neden olarak kaynakta gaz içinde büyük hacimde gaz tutulmasına yol açar.

5- Yapı Değişimi: Eğer birleşme alanındaki kaynak sıcaklığı tam olarak kontrol edilmezse gerecin doku büyümesi ile beraber korozyona karşı dayanımında azalmaktadır.

#### Çelikteki Elementlerin Etkileri

Metaller içindeki birçok değişik elementlerin, bu gerecin mekanik özelliklerinin kaynatılma özelliklerine tam etkileri olmaktadır. Çelik içinde bulunan ve kaynak yeteneğine çok fazla etkisi olan elementler şunlardır.

1- Karbon: Çelik içersindeki sertleşme oranı bakımından çok önemli bir elementtir. Karbon yüzdesi arttıkça, bununla doğru orantılı olarak, çeliğin sertliğide artmaktadır. Çelik içersindeki karbon yüzdesi % 0,30 un üstünde ise, kaynatıldıktan sonra aynı sıcaklık altında hızlı soğutma sonucu, kaynak alanı kırılğan olmaktadır. Eğer bunun üzerine, kaynak

ından ilave karbon alınırca, kaynak dikişi çok sert ve kırılğan biçimlenerek çatlama olmaktadır. Genel olarak, çelik içersindeki karbon yüzdesi azaldıkça gerecin kaynatılma yeteneği artmaktadır. Böylece çeliklerin çok iyi kaynatılmaları için karbon oranı olabildiği kadar az olmalıdır.

2- Manganez: Çelik içindeki manganez, gerecin sertliği ve çekme dayanımı artırmaktadır. Ancak, çelik içersindeki manganez yüzdesi % 0,60 dan fazla olursa, özellikle yüksek karbonlu çeliklerdeki karbon ile bileşik oluşturarak, gerecin kaynatılma özelliğini büyük ölçüde azaltmaktadır. Bu koşullarda çeliklerin çatlama oranı artmaktadır. Eğer, manganez yüzdesi çok düşük olursa kaynak dikişinde boşluk ve çatlama olmaktadır. En iyi kaynak sonuçları içinde % 0,40~% 0,60 manganez bulunan çeliklerde alınır.

3- Silisyum: Çelik içersine silisyum elementi katılmaması gerecin sağlamlığı, kalitesi ve çekme dayanımı yükseltilmektedir. Silis oranının çok fazla olması, çelik içersindeki karbonla bileşik yaparak, kaynak sonucu aşırı çatlama yaratan bir etken olmaktadır.

4- Kükürt: Çelik içersindeki kükürt gerecin mekanik özelliklerini ve makine işçiliğine elverişliliğini artırmaz. Ancak, çelik içersindeki kükürtün yüzdesi düşük (0,35 ile maksimum 0,50) olmalıdır. Kükürt arttığında çatlama değeri de aşırı olarak artmaktadır. Yüksek kükürtlü çelikler normal olarak hiçbir zorlukla karşılaşmaksızın az hidrojenli (bazik) elektrodlarla kaynatılabilirler.

5- Fosfor: Fosfor çeliğin dokusunun bozulmasına neden olmaktadır. Böylece çelik içersinde ne kadar az fosfor bulunursa o kadar iyidir. Çelikteki fosfor yüzdesi % 0,04



üzerinde olduğunda kaynak alanı kırılğan olur.

6- Diğer Elementler. (Nikel, Krom, Vanadyum v.b.) Bu elementler kaynatılma yeteneğine değişik biçimlerde etki etmektedirler. Elementlerin çelikle yaptıkları alaşımların kaynatılma sırasında özel bir yöntem uygulanmaktadır. Genel olarak kaynak alanının, ön ısıtma ve fazla ısıtma ile, sertliği, kırılğanlığı giderilmektedir.

#### ÇELİK (KOD) NUMARALARINI SIRALAMA SİSTEMLERİ

Amerikan çelik sisteminin numaralanmasında iki temel sistem uygulanmaktadır. 1-S.A.E (society of Automotive Engineers Otomobil Mühendisleri Cemiyet. 2-A.I.S.I (American Iron and Steel Institute) Amerikan Demir ve Çelik Enstitüsü.

S.A.E sistemi kimyasal analiz üzerinde kodlanmaktadır. Çeliklerdeki kod numaraları ise aşağıdaki gibi değerlendirilmektedir. 1- Karbonlu çelikler, 2- nikel-krom v.b. Alaşımlı çeliklerdeki ikinci sayı, yaklaşık olarak alaşım elementinin üstünlüğünü belirler. Son iki veya üçüncü rakamlar % 1 olarak karbon oranını göstermektedirler. Örneğin, 2335 S.A.E çelik, nikelli olup, yaklaşık % 3 nikel ve % 0,35 oranında karbon vardır.

A. I. S. I kod sıralaması S. A. E ye göre daha detaylı ve hassastır. Bu kod sıralamasında harf ve rakamların karışımından yararlanılmaktadır. Rakamların önüne konan büyük harflerin anlamı, çeliğin temel yapım tekniğini belirlemektedir. Bu harflerin anlamları ise ;

- A- Simens Martin alaşımlı çeliği.
- B- Asidli Bessemer karbon çeliği.
- C- Temel Simens-Martin Karbon çeliği.
- D- Asidli Siemens Martin karbon çeliği.
- E- Elektrik fırınlarında elde edilen alaşımlı ve karbonlu çelik.

Aşağıda S. A. E ye göre sınıflandırılmış çelik türleri görülmektedir.

<u>Çeliğin Türü</u>	<u>Numarası</u>
<u>Karbonlu Çelikler</u>	1 XXX
Adi Karbonlu	10 XXX
Kısa talaşlı çelik (vida türü)	11 XX
Kısa talaşlı manganlı	X13 XX
Yüksek manganlı	T13 XX
<u>Nikelli Çelikler</u>	2 XXX
Nikel % 0,50	20 XX
" % 1,5	21 XX
" % 3,5	23 XX
" % 5	25 XX
<u>Krom Nikelli Çelikler</u>	3 XXX
Nikel % 1,25, Krom % 0,60	31 XX
" % 1,75, " % 1	32 XX
" % 3,5, " % 1,5	33 XX
" % 3, " % 80	34 XX
<u>Korozyon ve ısıya dayanıklı Çelikler</u>	30 XXX
<u>Molibdenli Çelikler</u>	4 XXX
Krom	41 XX
Krom nikel	43 XX
Nikel	46 XX ve 48 XX
<u>Kromlu çelikler</u>	5 XXX
Alçak kromlu	51 XX
Orta "	52 XXX
Korozyona ve ısıya dayanıklı	51 XXX
<u>Krom vanadyumlu çelikler</u>	6 XXX
<u>Wolframli (tungsten) Çelikler</u>	7 XXX ve 7 XXXX
<u>Silis Manganezli Çelikler</u>	9 XXX

Kullanılan numaraların sıralanmasında çeliğin türü, çelik elementleri ve karbon yüzdesi (oranı) gösterilmektedir. İlk rakam çeliğin türünü, ikinci sıra numarası ise alaşımın hangi üstün elementi belirlemektedir. Son iki veya üç rakam çelikteki yaklaşık olarak istenilen ve olması gereken karbon oranını göstermektedir.

Aşağıda temel numara sistemlerinin karşılığı verilmiştir.

<u>Çeliğin Türü</u>	<u>Numarası (k)</u>
Temel ve Asitli Simens-Martin ve Asitli Bessemer karbonlu çelikler. Kükürtsüz ve fosforsuz.	10 XX
Temel Simens Martin ve Asitli Bessemer karbonlu çelikleri, kükürtlü fakat fosforsuz.	11 XX
Fosforlu temel Simens Martin Karbonlu çelikler	12 XX
Manganez % 1,60 - % 1,90	13 XX
Nikel % 3,5	23 XX
" % 5,00	25 XX
" % 1,25, Krom % 0,60	31 XX
Nikel % 1,75, Krom % 1	32 XX
" % 3,50, " % 1,50	33 XX
Molibden	40 XX
Krom-Molibden	41 XX
Nikel-Krom-Molibden	43 XX
Nikel % 1,65, Molibden % 0,25	46 XX
" % 3,25, " % 0,25	48 XX
Düşük Kromlu	50 XX
Orta "	51 XX

Çelik Kodlarına ait örnekleme;

C 1078-Temel Simens Martin karbon çeliği, karbon %0,72-50100-%0,85 Elektrik fırınlarında elde edilen kromlu çelik krom % 0,40 % 0,60. karbon % 0,95 % 1,10.

### Ön Isıtma ve Direkt Isıtma

Yüksek karbonlu ve alaşımli çeliklerin kaynatılması da tehlikelidir. Kaynak dikişinin yeri ve kaynak alanı ısı etkinliği ile martenzit olarak bilinen sert ve kırılğan hale dönüşmektedir. Bu etkiler sonucu metal dayanıklılığın kaybederek soğuma sırasında da çatlamalar görülür. Krisallerin martenzitten eski durumlarına geçmeleri için kaynak alanına (özellikle) ön ısıtma veya direkt ısıtma işlemi uygulanmaktadır. Ön ısıtma ve direkt ısıtma fırınlarla veya gaz üfleçleri ile yapılmaktadır.

**Ön Isıtma:** Ön ısıtma ile yükseltile metalin sıcaklığı, kaynak çevresindeki metal ile kaynak dikişindeki farklılığı ortadan kaldırmaktadır. Bu farklılık, sıcaklığı belirli bir değerde tutmakla, minimumuna indirilmektedir. Az karbonlu çelikler nereden ön ısıtma yapılır. Çeliğin sertlik derecesi, karbon oranı ve alaşım elementleri ile direkt ilişkilidir. Böylece ön ısıtma sıcaklıkları da değişmektedir.

**Genel olarak ön ısıtma işlemi ve sıcaklıkları:**

<u>Genel olarak karbon oranı</u>	<u>Ön ısıtma sıcaklığı</u>
0,45 e kadar	İstenirse ön ısıtma yapılır.
0,45 - % 0,60	94 C° - 200 C°
0,60 in üstünde	200 C° - 370 C°

**Direkt ısıtma:** Direkt ısıtmanın amacı ön ısıtma ile tam olarak aynıdır. Gerçekten direkt ısıtma ön ısıtma ile birlikte kullanılmaktadır. Kaynak işlemi sona erer ermez gereçlerin birleşme alanları ısıtılmaktadır. Isıtma sıcaklığı uygun bir değerde yükseltilerek, kaynak alanı yavaş olarak soğutulmalıdır. Ön ısıtma işlemi direkt ısıtma ile birlikte uygulanırsa kaynatılan gerecin dayanımı çok artmaktadır.

Direkt ısıtma sıcaklığının değeri ile ısıtma zamanı arasındaki ilişki, malzeme natılan gereçlerin türüne ve kalınlığına bağlıdır. Bu tür ısıtma sıcaklığı 10 mm türü çelikler için 320° C ile 430° C arasında değişmektedir. 43 mm çeliklerin direkt ısıtılması ise 5 dakika ile birkaç saat arasında değişmektedir.

### KARBONLU ÇELİKLER

İçersinde karbon, demir, mangenez ve silisyum elementleri bulunan çeliklere karbonlu çelikler denir. Bu çeliklerin sınıflandırılması ise içersindeki karbon yüzdesine göre yapılmaktadır. Karbonlu çelikler; az (adi) karbonlu çelikler, orta karbonlu çelikler ve yüksek karbonlu çelikler olarak anılırlar.

Saf karbonlu çelikler üç biçimde yapılmaktadır. Kenarları söndürülmüş çelikler, yarı söndürülmüş çelikler ve kenarları düzgün işlenmiş çeliklerdir. Söndürülmüş çeliklerin oksitlenmesini önlemek için (kepçe veya şablonla) fırın içine silis veya alüminyum katılarak temizlenir (söndürülür). Oksiti giderilen ergitme yavaşça, gazları dışarı atılarak, katılaştırılır. Oksitlenmiş çelikler homojen bir biçimde, düzgün yüzeyli ve içersinde hiçbir hava boşluğu bulunmamaktadır. Yarı söndürülmüş çeliklerin sadece parçalı olarak oksitleri temizlenir. Kenarları işlenmiş çeliklere hiçbir oksit alınma işlemi uygulanmamaktadır. Oksijeni tamamen alınmış (söndürülmüş) çeliklerin düşük sıcaklıklardaki dayanımı çok büyüktür. Kenarları işlenmiş çeliklerin çekme ve sıcak şekillendirme yetenekleri oldukça iyidir.

#### Özellikleri

**Az-karbonlu çelikler:** Bu tür çeliklerdeki karbon oranı % 0,05 ile % 0,30 arasında değişmektedir. Bunlar bazan adi

bu çelik olarak bilinirler. Büyük hacimli ticari çeliklerde hadde yapısı ve profilli çeliklerin üretiminde çok kullanılmaktadır. Az karbonlu çelikler sağlam, çekmeye elverişli ve kolaylıkla işlenir ve biçimlenirler. Kural olarak az karbonlu çeliklere ısı işlemi uygulanmaz, ancak yüzey (karbon ve manganez) sertleştirilmesi yapılmaktadır.

**Orta karbonlu çelikler:** İçersinde % 0,30 ~ % 0,60 karbon bulunan çeliklere orta karbonlu çelikler denir. İçersindeki yüksek karbondan ötürü, bu çeliklere ısı işlemi uygulanmaz. Bu kategorideki çelikler dayanıklı, sert fakat az karbonlu çelikler kadar çekme dayanımı fazla değildir.

**Yüksek karbonlu çelikler:** İçersinde % 0,60 ile % 1,7 oranında karbon bulunan çeliklere yüksek karbonlu çelikler denir. Bu tür karbon oranı % 0,75 ile % 1,7 arasında ise bunlara çok yüksek karbonlu çelikler denmektedir.

Her iki grup çeliklerde, herhangi bir ısı işleminin uygulanması olumlu sonuç vermektedir. Karbonlu çeliklerin bazı temel özellikleri çizelge:I de görülmektedir.

Çizelge:I Karbonlu çeliklerin özellikleri

Isı No	Karbon Oranı	Çekme Dayanımı Kg/Cm <sup>2</sup>	Akma Uzaması kg/Cm <sup>2</sup>	% Uzaması l m. de
© 1010	0,08 - 0,13	4428	3233	76
© 1015	0,13 - 0,18	4288	3163	78
© 1020	0,18 - 0,23	4569.5	3023	72
© 1025	0,22 - 0,28	4710	3163	72
© 1030	0,28 - 0,34	5272.5	3233	60
© 1040	0,37 - 0,44	6538	4077.4	54
© 1050	0,48 - 0,55	6950	4218	48
© 1060	0,55 - 0,65	6678.5	4147.7	50
© 1070	0,65 - 0,75	7030	4218	44
© 1080	0,75 - 0,88	7240.9	4358.6	44
© 1090	0,85 - 0,98	7458	4218	46
© 1120	0,18 - 0,23	4850.7	2530.8	62
© 1132	0,27 - 0,34	6327	3937	44

### Kaynatılma olasılığı

Hemen hemen bütün karbonlu çelikler standart kaynak türleri ile kaynatılabilirler. Bu kaynak türleri, oksijen-koruyucu metal-ark, gaz tungsten-ark (TIG), gaz metal-ark (MIG), tozaltı ve değişik direnç kaynaklarıdır.

**Az karbonlu çelikler:** Özellikle az karbonlu çeliklerin kaynatılmasında herhangi bir zorlukla karşılaşılmaz. Bu çeliklerin en yüksek orandaki karbonlu türleri kaynatılma hızı hızlı soğutulmaları sonucu martenzit doku pek ender olarak oluşmaktadır. Az karbonlu çeliklere kaynatılmalarından sonra ne ön ısıtma ve ne de direkt ısıtma işlemleri yapılmaz. Kalın kesitli (25 mm nin üstündeki) çelik türlerinin kaynağında bazı ön hazırlıklar zorunludur. Bu gibi gereklilikleri kaynatmada, alınan çarelerle birleşme yerlerinde veya ısıtma alanındaki çatlamlar önlenmektedir.

**Orta karbonlu çelikler:** Bu çelikler ısıtma işlemiyle kaynatılabilir, fakat çok dikkatli tedbirler almak zorunludur. Genellikle çelikler kaynak sıcaklığına kadar ısıtılıp hızlı soğutulursa sert ve kırılabilir olurlar. Kırılabilirlik, kaynak yerinin, 200 C° ile 260 C° arasında ön ısıtma ile minimum değere indirilebilir. Az karbonlu ve orta karbonlu çeliklerin kaynağı E 60 xx, E 70 xx numaralı elektrodlarla yapılabilir. Bu elektrodlarla kaynak yaparken pek az güçlük karşılaşılar. Bununla beraber, az hidrojenli elektrodlarla kaynak yapmakla ön ısıtma ve direkt ısıtma işlemlerine gerek kalmaz.

Gaz tungsten-ark (TIG) ve gaz metal-ark (MIG) her iki tür kaynak çeliğin kaynatılmasında geniş olarak kullanılırlar. Bu kaynaklarla, birleştirme alanı atmosferin etkisinden çok iyi korunduğu için kaynak işlemi rahat yapılmaktadır. Ekonomik nedenlerden dolayı kalınlıkları 6 mm den az

çeliklere gaz tungsten-ark kaynağı uygulanmaktadır. Az karbonlu çelikler gaz tungsten ark ile ek teli kullanılarak kaynatılırsa birleşme yerinde gözenek meydana gelmez. Bu gaz boşlukları (gözenekler) hafif bir fırça ile temizlenir. Üzerine alüminyum tozu ve metil alkol dökülerek fırçalanarak giderilmektedir. Ek telleri, örtülü elektrodlar, gaz metal-ark (MIG) kaynağında çıplak teller kullanılırsa gözenekler olarak oksitlenmeyi önlediği gibi, gözenek oluşmasını engel olmaktadır.

Az karbonlu çeliklerin kaynatılmasında CO<sub>2</sub> (karbondioksit) kullanılması çok ekonomiktir. Bununla beraber argon ve argon-hidrojen karışımı da kullanılır. Genellikle otomatik tozaltı kaynak türleri az ve orta karbonlu çeliklerin kaynağında kullanılır. Direnç kaynak türlerinin az karbonlu çeliklerin birleştirilmesinde geniş kullanma alanları vardır. Bu kaynak türleri nokta, dikiş alın, baskı ve özel nokta kaynaklarıdır.

**Yüksek karbonlu çelikler:** Bu çelikler kaynatılabilir. Fakat ön ısıtma, özel kaynak teknikleri ve direkt kaynak da alınmalıdır. Çeliklerin çarelerini önceden hazırlamak zorunludur. Yüksek karbonlu çeliklerin dokuları çok hızlı büyümektedir. Eğer özel çareler alınmazsa kaynak alanı dayanıklılığı, yumuşaklığını ve bütünlüğünü kaybeder. Kaynak sonrası yapılan ısıtma işlemleri çeliklerdeki yeterli incelmeyi yaparak eski durumuna dönüştürmez. Buda fabrikasyon üretimde ekonomik sorunlara sebep olmaktadır.

Birçok yüksek karbonlu çelikler ender olarak kaynatılmaktadır. Çünkü kaynak için zorunlu sıcaklık, gerecin mekanik özelliklerini azaltmaktadır. Genel olarak kırılan parçaların birleştirilmesi gereklidir. Bu durumda da metalurjik yapıyı değiştirmeyecek olan sert lehim türü kaynak kullanılmaktadır.

## ALAŞIMLI ÇELİKLER

Alaşımli çelikler, içersinde bir veya daha fazla element bulunan çeliklerdir. Alaşım elementleri ise, nikel, krom, manganez, molibden, titanyum, kobalt, tungsten ve vanadyumdur. Herbirinin çelik içersine eklenmesi ile gere daha büyük sertlik, sağlamlık, aşınmaya karşı direnç ve korozyona karşı direnç kazanmaktadır.

Alaşımli çelikler genellikle içersindeki etkili elementin ismi ile anılmaktadır.

*Krom (Cr):* Çelik içersindeki krom oranının yüksekliği gerecin yüksek sertlik değeri kazanması ile aşınmaya karşı dayanımını artırmaktadır. Bu özellikleri kazanırken çelik kırılgan duruma gelmektedir. Krom çeliğin doku yapısını iyileştiriltilerak sertliğini artırmaktadır. Krom çelik içersine yalnız veya birkaç element ile birlikte katılmaktadır. Beraber olduğu elementler genellikle, nikel, vanadyum molibden veya volfram dir.

*Manganez (Mg):* Manganez çeliğin doku incelmelerini artırarak daha büyük sertlik ve kristal dayanıklılığı oluşturmaktadır.

*Molibden (Mo):* Molibden çeliğe, karbon dışında, en büyük sertliği kazandıran elementtir. Sertlik özelliğini verirken kristal (doku) genişlemesini de azaltmaktadır. Netice olarak sağlam ve dayanıklı çelik oluşmasına yardımcı olmaktadır. Bununla beraber Molibden yalnızca kullanıldığı gibi, diğer elementler nikel ve krom ile alaşım yapılmaktadır, veya Molibden bu her iki elementle beraberce alaşım içinde kullanılmaktadır.

*Nikel (Ni):* Çelik içersine nikelin yalnızca katılması

ile gerecin sertlik ve kristalin dayanımı azaltmaksızın dayanımını artırmaktadır. Büyük oranda (% 25 -35) nikelin çelik içersine katılması sonucu gereç sadece sertleşmemekte, aynı zamanda da korozyon ve çarpınaya karşı büyük bir direnç kazanmaktadır.

*Vanadyum (V):* Çeliğin kiritik sıcaklığı üzerinde ısıtılması sırasında doku kabalaşmasına engel olmaktadır. Vanadyum çeliğin sertlik ve dayanımını da artırmaktadır.

*Tungsten (Wolfram):* Bu element genellikle kesme takımlarında kullanılan çeliklere katılmaktadır. Tungsten çeliği çok sertleştirerek aşınmaya karşı direncini de büyük ölçüde artırmaktadır.

*Kobalt (Co):* Kobaltın en büyük özelliği ferritin sağlamlığını belirli ölçüde artırmasıdır. Tungstenle beraber kullanıldığında gerecin kırmızı renge gelmesine rağmen sertliğini korunmasıdır. Böylece kesme takımları kızardığı halde sertlikleri kaybolmamaktadır.

Hemen birçok alaşımli çelikler aşğıdaki gibi isimlendirilirler. Hafif alaşımli çelikler, yüksek dayanıklı hafif alaşımli çelikler ve paslanmaz çeliklerdir.

Hafif alaşımli çelikler, yüksek alaşımli çeliklere göre uzama katsayısı daha fazla ve biçimlenmeye daha uygundur. Birçok hafif alaşımli çelikler 20 xx serisi (nikel), 30 xx serisi (nikel-krom) ve 40 xx serisi (molibden) gibi elementlerden oluşmaktadır.

*Nikelli çelikler:* İçersinde % 3-5 oranında nikel bulunan çelikler adi karbonlu çeliklere göre elastik özellikleri yanında daha dayanıklıdır. Örneğin, içersinde % 2,7 nikel bulunan % 0,24 karbonlu çeliklerin çekme dayanımı yaklaşık

olarak 5975,5 kg/cm<sup>2</sup> dir. Alaşımız çeliklerde bu elde etmek için çelik içersinde % 0,45 oranında karbonunması zorunlu görülmektedir. Çelik içersindeki yüksek karbon yüzdesi gerecin sağlamlığını (çekme dayanımını) azaltmaktadır. Çizelge: II

Çizelge: II Nikelli Çeliklerin Özellikleri

AISI Numarası	Karbon Oranı	Çekme Dayanımı kg/Cm <sup>2</sup>	Akma Dayanımı kg/Cm <sup>2</sup>	% Uzama (1)
2317	0,15-0,20	5975.5	3937	58
2515	0,12-0,17	6467.6	485	54

⊗ Normal sıcak çekme.

**Nikel-Kromlu Çelikler:** Nikelli çeliklere göre % karbon oranı itibari ile bu tür çeliklere daha fazla ısı işleme gerektirmektedir. Krom dayanıklı bir element olduğundan çeliğin sertlik yeteneğini artırmaktadır. Çizelge: III bu tür çeliklerin özellikleri belirtilmektedir.

Çizelge: III Krom-Nikelli Çeliklerin Özellikleri

AISI Numarası	Karbon Oranı	Çekme Dayanımı kg/Cm <sup>2</sup>	Akma Dayanımı kg/Cm <sup>2</sup>	% Uzama (1)
3120	0,17-0,22	5275.5	4218	60
3130	0,28-0,33	7030	5061.6	48
3140	0,38-0,43	10334 (xx)	8647	36

⊗ Normal sıcak çekme

xx Yağda soğutulmuş ve çekilmiş

**Molibdenli Çelikler.** Bu tür çelikler üç kategoride

bulunmaktadır. Bunlar 1- Karbon-Molibden, 2- Krom-Molibdenli çelikler, 3- Nikel-Molibden türü çeliklerdir.

Molibdenli çelikler, yüksek sıcaklıklarda, yüksek dayanım gerektiren yerlerde kullanılmaktadır. Buna ilave olarak molibden sadece çeliğin dayanımını artırmamakta, temper kırılmalarını da azaltmaktadır. Az karbonlu molibdenli çeliklere termal işlem yapılmayarak yüzey sertleşmesi uygulanmaktadır. Molibdenli çelikler yüksek dayanım gerektiren parçalar için tercih edilmiş olarak kullanılmaktadır.

Çizelge: IV de temel olarak molibdenli çeliklerin özelliklerini gösteren değerler verilmektedir.

Çizelge: IV Molibdenli Çeliklerin Özellikleri

Karbon Oranı	Nikel Oranı	Krom Oranı	Molibden Oranı	Çekme Dayanımı kg/Cm <sup>2</sup>	Akma Dayanımı kg/Cm <sup>2</sup>	% Uzama (1)
0.20-0.35	-	-	0.20-0.30	-	-	-
0.25-0.30	-	-	0.20-0.30	4780	3866.5	80
0.30-0.30	-	-	0.20-0.30	-	-	-
0.35-0.40	-	-	0.20-0.30	-	-	-
0.40-0.45	-	-	0.20-0.30	-	-	-
0.18-0.23	-	0.40-0.60	0.08-0.15	6397	3655.6	56
0.28-0.33	-	0.80-1.1	0.15-0.15	6258	4218	64
0.38-0.43	-	0.80-1.1	0.15-0.15	6327	4430	54
0.48-0.53	-	0.80-1.1	0.15-0.25	7381.5	4991	42
0.17-0.22	1.65-2.0	0.40-0.60	0.20-0.30	6116	4148	60
0.13-0.18	1.65-2.0	-	0.20-0.30	5765	3866	60
0.38-0.43	1.65-2.0	-	0.20-0.30	7030	6116	42
0.13-0.18	3.25-3.75	-	0.20-0.30	7381	5132	48
0.17-0.22	-	0.70-0.90	-	6132	4148	64
0.48-0.53	-	0.70-0.90	-	7241	4780	44

⊗ Normal Sıcak Çekilmiş.

**Kaynatılma Yeteneği**

Az alaşımli çelikler normal kaynak yöntemleri ile kolaylıkla kaynatılabilirler. Çelik içersinde % 0.18 den az karbon bulunursa kaynak işleminde çok iyi sonuç alınmaktadır.

Koruyucu metal-ark kaynağında normal rutil E 60 xx serisi ile rahatlıkla kullanılmaktadır. Yüksek dayanım istenilen yerlerde ise E 70 xx bazik elektrod serisinin kullanılması uygun olur. Yüksek dayanım ve dikiş altında çatlama oluşturan yerlerde E 80 xx ve E 100 xx serisi özel elektrodlarla kaynatılması zorunlu olmaktadır. Kaynakta belirlenen çatlaklık az hidrojenli (bazik) elektrod kullanılmaktadır.

Çelik içersinde % 0.18 den fazla karbon bulunursa elektrod kullanılması istenmektedir. Kaynaktan sonra esnekliğe uyum yapılması nedeni ile ısıtma işlemi uygulanmalıdır. Hafif alaşımli çeliklerde yüksek karbon bulunduğunda çatlama veya direkt ısıtma ile çatlama minimum olabilir.

Gaz metal-ark kaynağı (MIG) ile kaynatılan az karbonlu çelikler için birçok kaynak teli türleri vardır. Bu kaynak telleri özel yapım teknikleri ile kaynak biçimlenmesinde oluşacak sorunların, çözümünü yapmaktadır. Telin kimyasal bileşimi, kaynak dikişinin mekaniksel özelliklerinin esas gereç kadar veya ona yakın değerde olmasına yardım etmektedir.

#### Yüksek Dayanımlı Düşük Alaşımli Çeliklerin Özellikleri

Yüksek dayanımlı hafif alaşımli çelikler, temel olarak mekaniksel özellikleri bakımından sınıflandırılır. Bunların kesit dayanımları karbonlu çeliklerle karşılaştırılmaktadır. Ağırlığın sorun olduğu yerlerdeki kullanıma tercihi bu çeliklerden yapılır. Çünkü, düşük alaşımli çeliklerin büyük dayanımı ve sürekliliği vardır. Örneğin, belirli bir kalınlıktaki hafif alaşımli, yüksek dayanımlı, çeliklerin normal kesit dayanımları 3163,5 kğ/Cm<sup>2</sup> ile 4569,5 kğ/Cm<sup>2</sup> olup, inşaat çelikleri, 2370 kğ/Cm<sup>2</sup> ile 2531 kğ/Cm<sup>2</sup> arasındadır. Çeliğin

mekaniksel özellikleri bileşimde bulunan çeşitli metal elementlerin katılaşmasından olmaktadır.

Elementlerin karışımı sonucu çeliğin, iç sağlamlığını koruma karşı direncini, yüksek dayanım yeteneğini, iyi bir dayanımını ve kaynatılmasını artırmaktadırlar. Birçok dayanımlı düşük alaşımli çelikler ticari numaralar ile anılmaktadır. Bu ticari sıralama numaraları Çizelge:V de görülmektedir.

#### Çizelge:V Yüksek Dayanımlı Az Alaşımli Çeliklerin Bileşim Elementleri

Çelik Türü	Kimyasal Bileşimi (Yüzde olarak)								
	C	Mn	P	S (max.)	Si	Cu	Ni	Cr	Diğer
E 60	0.12 max.	0.20-0.50	0.07-0.15	0.05	0.25-0.75	0.25-0.55	0.05 max.	0.30-1.25	—
E 70	0.10-0.19	0.90-1.25	0.04 max.	0.05	0.15-0.30	0.25-0.40	—	0.40-0.65	V: 0.02-0.10
E 80	0.22 max.	1.25 max.	0.04 max.	0.05	0.30 max.	0.20 min.	—	—	V: 0.02 min.
E 100	0.28 max.	1.10-1.00	0.04 max.	0.05	0.30 max.	0.20 min.	—	—	—
E 60**	0.22 max.	1.25 max.	0.04 max.	0.05	—	—	—	—	Cb or V: 0.01 min.
E 60-W	0.20 max.	1.00 max.	0.04 max.	0.05	0.10 max.	—	—	—	Cb: 0.20 min.
E 70-W	0.15 max.	0.60-1.00	0.05-0.10	0.05	0.30 max.	0.30-0.60	0.40-0.70	—	Mo: 0.05-0.15
E 80-W	0.12 max.	0.50-1.00	0.12 max.	0.05	0.20-0.60	0.50 max.	1.00 max.	0.40-1.00	Zr: 0.10 max.
E 100-W	0.18 max.	0.50-0.90	0.04 max.	0.05	0.60-0.90	—	—	0.40-0.70	Mo: 0.20 max.
E 60-HSX	0.18 max.	0.90 max.	0.08 max.	0.05	—	0.20-0.60	0.40-1.00	0.20-0.35	Zr: 0.05-0.13
E 70-HSX	0.15 max.	1.30 max.	0.04 max.	0.05	0.10 max.	0.30 min.	—	—	V: 0.035-0.065
E 80-HSX	0.10 max.	0.60 max.	0.05 max.	0.05	—	0.25-0.60	0.60 max.	0.35 max.	—

25 mm ve daha az kalınlıktaki gereçler.

25 mm den kalın gereçler.

#### Kaynatılma Yeteneği

Yüksek dayanımlı düşük alaşımli çelikler koruyucu metal-ark, gaz metal-ark (MIG) ve elektrik direnç kaynak işlemleri ile kaynatılabilmektedirler.

Normal E 60 ve E 70 serisi örtülü elektrodlarla kaynaklanmada olumlu sonuçlar alınmaktadır. Yüksek karbonlu veya mangalı çeliklerin kaynatılmasında, genellikle düşük hidrojenli (bazik) elektrodlar kullanılması gereklidir. Yüksek

## KROM - NİKEL TÜRÜ

Austenitik magnetik olmayan - Isı ile sertleştirilmeyen

AISI numarası	Karbon %	Man-ganez Max. %	Fosfor Max. %	Kükürt Max. %	Silisyum Max. %	Krom %	Nikel %
301	fazla0.08 0.15	2.00	0.04	0.03	1.00	16.0-18.0	4.0-8.0
302	fazla0.08 0.15	2.00	0.04	0.03	1.00	17.0-19.0	8.0-10.0
302B	fazla0.08 0.15	2.00	0.04	0.03	2.0-3.0	17.0-19.0	8.0-10.0
303	0.15 max.	2.00	X	X	1.00	17.0-19.0	8.0-10.0
304	0.08 max.	2.00	0.04	0.03	1.00	18.0-20.0	8.0-11.0
304L	0.03 max.	2.00	0.04	0.03	1.00	18.0-20.0	8.0-11.0
305	0.12 max.	2.00	0.04	0.03	1.00	17.0-19.0	10.0-13.0
308	0.08 max.	2.00	0.04	0.03	1.00	19.0-21.0	10.0-12.0
309	0.20 max.	2.00	0.04	0.03	1.00	22.0-24.0	12.0-15.0
309S	0.08 max.	2.00	0.04	0.03	1.00	22.0-24.0	12.0-15.0
310	0.25 max.	2.00	0.04	0.03	1.50	24.0-26.0	19.0-22.0
310S	0.08 max.	2.00	0.04	0.03	1.50	24.0-26.0	19.0-22.0
314	0.25 max.	2.00	0.04	0.03	1.5-3.0	23.0-26.0	19.0-22.0
316	0.10 max.	2.00	0.04	0.03	1.00	16.0-18.0	10.0-14.0
316L	0.03 max.	2.00	0.04	0.03	1.00	16.0-18.0	10.0-14.0
317	0.10 max.	2.00	0.04	0.03	1.00	18.0-20.0	11.0-14.0
317L	0.03 max.	2.00	0.04	0.03	1.00	18.0-20.0	11.0-14.0
330	0.25 max.	2.00	0.04	0.04	1.00	14.0-16.0	33.0-36.0
321	0.08 max.	2.00	0.04	0.03	1.00	17.0-19.0	8.0-11.0
347	0.08 max.	2.00	0.04	0.03	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0
347F	0.08 max.	2.00	X	X	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0

## KROM TÜRÜ

Martenzitik Magnetik, ısı ile sertleştirilir.

AISI numarası	Karbon %	Man-ganez Max. %	Fosfor Max. %	Kükürt Max. %	Silisyum Max. %	Krom %	Nikel %
403	0.15 max.	1.00	0.04	0.03	0.50	11.5-13.0	
410	0.15 max.	1.00	0.04	0.03	1.00	11.5-13.5	
414	0.15 max.	1.00	0.04	0.03	1.00	11.5-13.5	1.25-2.50
416	0.15 max.	1.25	X	X	1.00	12.0-14.0	
420	fazla0.15	1.00	0.04	0.03	1.00	12.0-14.0	X
420F	fazla0.15	1.00	X	X	1.00	12.0-14.0	X
431	0.20 max.	1.00	0.04	0.03	1.00	12.0-14.0	X
440A	0.60-0.75	1.00	0.04	0.03	1.00	15.0-17.0	1.25-2.50
440B	0.75-0.95	1.00	0.04	0.03	1.00	16.0-18.0	Mo-0.75 max.
440C	0.95-1.20	1.00	0.04	0.03	1.00	16.0-18.0	Mo-0.75 max.
440F	0.95-1.20	1.00	X	X	1.00	16.0-18.0	Mo-0.75 max.

## KROM TÜRÜ

Ferritik Magnetik, ısı işlemi ile sertleştirilmez

AISI numarası	Karbon %	Man-ganez Max. %	Fosfor Max. %	Kükürt Max. %	Silisyum Max. %	Krom %	Nikel %
405	0.08 max.	1.00	0.04	0.03	1.00	11.5-13.5	Al-0.10-0.30
430	0.12 max.	1.00	0.04	0.03	1.00	14.0-18.0	
430Ti	0.12 max.	1.00	0.04	0.03	1.00	14.0-18.0	Ti-0.03 max.
430F	0.12 max.	1.25	X	X	1.00	14.0-18.0	X
442	0.20 max.	1.00	0.04	0.03	1.00	18.0-23.0	
446	0.35 max.	1.50	0.04	0.03	1.00	23.0-27.0	

X Paslanmaz Çelik Serbestçe, işlenir Fosfor, Kükürt veya Selen % 0,07 min, Zr veya Mo % 0,60 Mak.

ulu çeliklerde ön ısıtma yapılması tavsiye edilebilir. minimum dayanım ve sağlamlık istenen yerlerin kaynatılma- na genellikle E-80xx ve E-100xx serisi elektrodların kul- lanılması zorunludur.

### Paslanmaz Çeliklerin Özellikleri

Paslanmaz çelikler A. I. S. I<sup>(1)</sup> ye göre iki gurub olan 400 serisi olarak sınıflandırılmışlardır. Çizelge:VI bu seriler geniş açıklamalı biçimde verilmektedir. Her gruptaki farklı çelik türlerinin özellikleri de tamamen farklıdır. Çizelge:VII de bazı paslanmaz çeliklerin özellikleri verilmektedir.

### Çizelge: VII

GI	Çekme Dayanımı Kğ/Cm <sup>2</sup>	Akma Dayanımı Kğ/Cm <sup>2</sup>	% Uzama (1)
AUSTENİTİK			
302,303,304	5272,5-6678.5	2109-316.5	56
316	5624-6678.5	2109-3163.5	56
321	5727.5-6678.5	2109-3163.5	56
347	5624-7030	2460.5-3515	56
309	5624-7030	2460.5-3515	58
310	6327-7381.5	2812-4218	58
FERRİTİK			
405	4218-5975.5	2460.5-3163.5	58
430	4921-6327	2460.5-3866.5	58
446	5272,5-7381.5	3163.5-4218	58
MARTENZİTİK			
403,410,416	5272.5-5975.5	2460.5-3163.5	58

X Isıtılmış Özelliklerde

400 serisi: 400 serisi kristal yapılarına göre iki gurubu ayrılır. Birinci gurub "ferrit" diğeri ise martenzit olarak tanımlanmaktadır. Ferrit türü çeliklerde % 12 ile 27

1- American Iron and steel Institute



oranında krom ve % 0,08 % 0,35 oranında karbon bulunur. Ferritte krom değerine göre iki türde belirlenmektedir. Orta kromlu ve yüksek karbon ile yüksek kromlu ferritik çeliklerdir. Ferrit türü paslanmaz çelikler adi karbon çeliklere göre % 50 kadar daha fazla dayanıklıdır. Austenitik çeliklerle ferritik çelikler ısıl işlemleri yapılabilmektedir. Sertleştirilmeleri olanak dışıdır. Ferritik paslanmaz çelikler mikroyapı bakımından da austenitik çeliklerden farklıdır. Genel olarak, çelikler dayanım bakımından karşılaştırılırsa ferritik türleri yüksek karbon yüzdesi ile yüksek krom bulunmakta fakat nikelsizdirler. Ferritik çelikler yüksek korosyon (estetik görümlü) işlerde, yüksek basınç ve sıcaklıkta çalışan elamanların yapımında kullanılmaktadır.

Martenzitik paslanmaz çelikler genellikle ısıl işlemlerle sertleştirilmektedirler. Bileşimlerindeki karbon yüzdesi % 0,15 ile % 1,2 olup, krom ise % 12 - % 18 arasında bulunur. Martenzitik paslanmaz çelikler, çekmenin genellikle kırıldığı makina parçalarının yapımında sağlamlık istenen, yüksek korosyon dirençli kısımlarda ve sağlamlık gerektiren işlerde kullanılmaktadır.

**300 serisi:** Bu seri austenitik paslanmaz çelikler olarak tanımlanıp dayanıklılıkları ısıl işlemleri ile azalmaktadır. Ancak, soğuk işlemekle yüzey sertlikleri artmaktadır. Austenitik karbonlu çeliklerde, karbon yüzdesi % 0,05 ile % 0,25 olup, krom oranı % 16 ile % 22 oranında bulunur. Bu elementlerin birleşimi ile bütün paslanmaz çelikler için yüksek çekme dayanımı, özellikle (kristalleşme sağlamlık ve) yüksek korosyona karşı direnç özellikleri sağlanmaktadır. 302 veya 304 serileri paslanmaz çelikler en önde gelenleri 18-8 numaraları olanlarıdır. Bunlar içerisinde % 18 oranında krom ile % 8 oranında nikel bulunan çeliklerdir. 18-8 in tanımı % 18 krom ve % 8 nikel olarak yapılır.

#### Kaynatılma yetenekleri

300 serisi paslanmaz çeliklerin 400 serisine göre daha kolay kaynatılma yetenekleri vardır. Ancak, bunun anlamı 400 serisi paslanmaz çeliklerin kaynatılamayan biçiminde değildir. Çeliğin genel karakteristiklerine göre yeterli tedbirler alınarak çekme ve defarmasyonlar önlenebilmektedir. Paslanmaz çelikler 430 C° ile 870 C° arasındaki sıcaklıkta ısıtılıp veya yavaş olarak soğutulursa karbon, doku bozulmalarında, katı ergiyik biçiminde kümelenir. (krom karbür oluşur) Bunun sonucu olarak çeliğin korosyona karşı direnci azalmaktadır. Normal olarak korosyon direncinin düşmesi austenitik ve ferritik çeliklerde kritik biçimde değildir. Özellikle bu çeliklerde karbon yüzdesi düşük olsa dahi ne kadar da fazla bir etkisi olmamaktadır. Ancak, metalin içinde karbon karbid ortamı sonradan çürütücü olarak belirlenmekte veya doku kenarında hafif olarak oluşarak çalışmasına pek etkisi olmamaktadır. Karbon birikmesinin tehlikeli etkisi yüksek karbonlu martenzitik çeliklerde oluşmaktadır. Karbon birikmesinin minimum oranında tutmak için özel kolombiyumlu elektrot kullanmak gereklidir.

Normal olarak, çeliklerin başarılı kaynatılması için kaynak alanının atmosferik bileşimlerden korunması zorunludur. Bazı alaşımların özel koruyucu yöntem uygulanmaksızın kaynatılmalarından oksitlenirler. Bunun sonucu olarak da kaynak alanının korosyona karşı olan direnci azalmaktadır. Her şeyden hamen bütün kaynak türleri (oksi-asetilen, koruyucu metal-ark, gaz metal-ark, gaz tungsten-ark, toz altı kaynağı ve elektrik direnç) paslanmaz çeliklerin kaynatılmasında kullanılmaktadır. En başarılı kaynak türleri ise, tam bir koruma altında yapılan gaz tungsten-ark (TIG) ve gaz metal-

ark (MIG) olmak üzere iki çeşittir.

**Oksi-Asetilen Kaynağı:** Oksi, asetilen kaynağı ile yapılan birleştirme işlemindeki alevi oluşturan meme adı verilen bonlu çeliklerde kullanılandan bir veya iki numara küçük malıdır. Çünkü, normal çeliklere göre paslanmaz çeliklerin ısı iletkenliği % 40-50 oranından daha azdır. Bununla beraber normal alevle kaynatılması gereklidir. Bazı hallerde pek az asetilen fazlası da kullanılabilir. Çünkü, normal oksi-asetilen alevi, gaz değişimi nedeni ile, her zaman korumak olasılığı yoktur. Fazla hacimdeki asetilen ise kaynak alanında karbürleşme meydana getirerek birleşme yerinde kaynağın sert kırılğan ve korozyon direncinin azalmasına neden olmaktadır. Oksijen fazlası alev kaynak yerinde oksitlenme ve gözenekler oluşmasına neden olmaktadır. Pasta kullanılması suretiyle etkisini derinlemesine götüren oksitlemeyi önlenerek düzgün bir dikiş biçimlenmesi elde etmektedir. Kaynak tekniğinde birkaç tür paslanmaz çelik kaynak pastası bulunur. Bu pasta bir fırça ile kaynak alanına ve ek teline sürülür.

Özel ısı işlemi görmüş kolombiyumlu 18-8 ek telleri genellikle austenitlik ve ferritik paslanmaz çeliklerde kullanılması gereklidir. Kalın ek tellerinin kullanılması halinde, teldeki krom yüzdesi 1 ile 1,1/2 kadar, kaynatılan gereçten fazla olması zorunludur. Genel olarak martenzitik paslanmaz çelikler oksi-asetilen ile kaynatılması tavsiye edilmez.

**Koruyucu Metal-Ark Kaynağı:** Metal-ark kaynağı paslanmaz çeliklerin kaynağında doğru akım negatif kutup kullanılması gereklidir. Dalgalı akım kullanıldığında iyi sonuç özel elektrod kullanmak suretiyle alınır. Paslanmaz çeliklerin

ısı iletkenliği sonucu kaynak alanı çevresinde çok az ısınma olur. Negatif kutup kullanarak iyi bir biçimde dikiş işlemesi elde edilmektedir.

Metal-ark kaynaklarında 1 mm ve daha kalın parçaların kaynatılması başarılı olmaktadır. Çeşitli paslanmaz çeliklerin kaynağında özel örtülü E 308-16, E 309,15,16, E 316,15,16 ve E 347-15,16 elektrod türleri kullanılmaktadır.

Austenitik paslanmaz çeliklerin, kaynatılması, ferritik çeliklere göre daha çok dikkat istemektedir. Kaynak ergiyik gözenek oluşmasına neden olmaktadır. Ancak, ferritik çeliklerin kaynak sıcaklığında kaba kristal dokusu oluşmaktadır. Böylece kaynak alanındaki ısı etkisi altında kalan esas metal dayanıklılığında kaybeder. Gereç kaynatıldıktan sonra kırmızı renge kadar ısıtılıp soğutulursa kırılğanlığı azalır.

Martenzitik çeliklerin kaynatılmasındaki araştırıcı yöntemde austenitik paslanmaz çeliklerin aynı olduğunu göstermektedir. Elektrodlardaki krom oranı kaynatılan gerece göre daha fazladır. Tehlikeli çatlama, çeliklerin 150 C° -260 C° sıcaklıkta ön ısıtma veya kaynak sonrası hemen ısıtılması ile azaltılabilir.

**Koruyucu Gaz-Ark Kaynağı:** Bütün paslanmaz çelik türleri TIG (gaz tungsten-ark) ve MIG (gaz metal-ark) gibi iki kaynakla çok rahat olarak kaynatılabilir. Pasta dekapan ve toz kullanılması gereksizdir. Çünkü kullanılan gaz kaynak alanını atmosferin bütün etkilerinden bir blok (zarf) gibi tamamen korumaktadır. Gönderilen duman (gaz) sıçrama ve örtü kaynağın düzgün, iyi bir kaynak işlemesi ile metal içersindeki gözenek (gaz kabarcıklarını) minimum değere indirmektedir.

Tungsten-ark kaynağı ile kaynatılan paslanmaz çeliklerin kaynak alanında hiçbir karbon alınması (eksilmesi) olmaz. Krom ve nikel azalması ise ihmal edilecek değerdedir. Eğer kaynak alanı için ek teli gerekli ise kaynatılan çelik aynı bileşiminde ek teli kullanılması zorunludur. Paslanmaz çeliklerin kaynatılmasında doğru akım negatif kutup veya yüksek frekanslı alternatif akım kullanılabilir. Tungsten-ark (TIG) kaynağı genellikle ince paslanmaz çeliklerin kaynatılmasında daha yararlı sonuç vermektedir.

Gaz Metal-ark kaynağı (MIG) ince ve kalın paslanmaz çeliklerin kaynatılmasında kullanılmaktadır. Kısa çevrimli akım ile helyum ve argon karışımı koruyucu gazın, ince parçaların birleştirilmelerinde çok iyi, sonuç alınmaktadır. Paslanmaz çeliklerin bütün türlerinin kaynatılmasında özellikle kalın parçaların kaynatılmasında özel olarak yapılmış kaynak telleri kullanılır. Birçok paslanmaz çeliklerde doğru akım negatif kutup ile % 1-2 oranında, karışım koruyucu gaz kullanılması gereklidir. 6,5 mm ve daha kalın parçaların kaynatılmasında pens ileri geri veya sağa sola hareket ettirilerek işlem tamamlanmalıdır. İnce parçalar da ise birleşme boyunca sadece ileri geri hareket ederek kaynak yapılmalıdır.

**Elektrik Direnç Kaynağı:** Bütün elektrik direnç kaynak türleri austenitik paslanmaz çeliklerin kaynatılması için çok uygundur. Bu çeliklerin elektriksiz dirençleri adi karbonlu çeliklerin altı (6) katı kadardır. Ancak, austenitik çeliklerde kaynak alanı akım verildiği anda şiddetli ısınarak küçük bir kısımda kaynak oluşur. Böylece kaynak alanında çelik biçim değişikliği (deformasyon) minimuma indirilir. Kısa devre ısıtılması süresince karbon değişimi olmamakta kaynak yeri sağlam ve katı kalmaktadır. Ferritik paslanmaz çeliklerle

elektrik direnç kaynağı ile kaynatılabilirler. Ancak, yüksek sıcaklığında kaba kristal oluşumu önlenememektedir. Bu tür çelikler austenitik çelikler kadar sağlam ve dayanıklı değildir.

Martenitik paslanmaz çelikler de elektrik direnç kaynağı ile kaynatılmaktadır. Fakat, bu çeliklerin kaynak alanında, sıcaklıktan dolayı birleşme yeteri sert ve kırılmaya gelir. Hernekadar ısıtma olsa da kaynak alanının soğutma dışında tutulması olanağı yoktur. Böylece martenitik paslanmaz çeliklerin elektrik direnç kaynağı ile birleştirilmesi tavsiye edilmemektedir.

## ALÜMİNYUM

### Özellikleri

Alüminyum birçok karakteristikleri olan hafif ve çelikten olmuyan metaldir. Çeliğin ağırlığının 1/3 (üçte biri) kadardır. Fakat ağırlığına oranla dayanıklılığı çok fazladır. Alüminyumun çok iyi korozyon dayanıklılığı, elektrik ve ısı iletkenliği ve yüksek değerde ısı ve ışık yansıtması vardır. Alüminyumun bu özelliklerine ek olarak üretim bakımından, dökülebilir, eğilip bükülebilir, çekilir, hadde- lenir, kesilir, sıvama yapılır, makinada işlenir ve kalıplarda rahatlıkla şekillenebilir.

Ticari bakımından alüminyum üç gruba ayrılmaktadır: 1- Saf alüminyum, 2- Çekme alüminyum, 3- Dökme alüminyum. Ticari olarak üretilen saf alüminyumun saflık değeri % 99 a kadar yükselmektedir. Ancak alaşım dışındaki saf alüminyum çekme dayanımı yüksek değildir. En büyük özelliklerinden birisi uzama katsayısının yüksekliğidir. Böylece çekme ve diğer biçimlendirme operasyonlarına çok uygun bir metaldir.

Çekme veya dövme üretilmiş alüminyumda birden fazla

element bulunmaktadır. Bu elementler bakır, manganez, nezyum, silis, krom, çinko ve nikeldir. Çekme veya dövme alüminyumuna ısı işlemleri uygulanır veya uygulanmayabilir. Isı işlemleri görmemiş alüminyum türleri herhangi bir ısı işlemleri ile sertleştirilmeleri mümkün olamaz. Sertlik değişkenlik soğuk biçimlendirmenin kontrolü ile belirlenmektedir. Isı işlemleri alaşımlı alüminyumlar ısı işlemleri uygulanmak suretiyle sertliği ve dayanıklılığı artırılmaktadır.

Döküm alaşımlar alüminyumun döküm yöntemi ile elde edilmesinde kullanılırlar. Ergiyik metal kum işlerinin veya metal kalıplar içersine dökülür. Birçok döküm alüminyumları kullanılabilir. Fakat, ısı işlemleri alüminyumların genel karakteristiklerinin azalmaması için gereken ön tedbirlerin alınması zorunludur. Çünkü kaynak ısı ısı işlemin verdiği özellikleri değiştirmektedir.

#### Alüminyum Türleri

Saf alüminyum ve dövme alüminyum alaşımları dört sayı sistemli guruba ayrılırlar. Çizelge: VIII incelendiğinde guruplar belirlenmektedir. İlk rakam alüminyum guruplarını belirtmektedir. Böylece 1 xxx serisi alaşımında % 99 oranında alüminyum bulunduğunu gösterir. 2xxx serisindeki alüminyum alaşımında bakır temel alaşım elementidir. 3xxx seri numaralı alüminyum alaşımındaki temel elementlerin en önemlisi manganezdır.

*Saf Alüminyum Gurubu (serisi):* 1 xxx gurubtaki alüminyum yüzdesi 99.00 oranındadır. Dört rakamlı serinin son iki rakamı alaşım içersindeki yüzde olarak alüminyum saflığını göstermektedir.

İkinci rakam saflık oranındaki değişme değerini göstermektedir. Eğer ikinci rakam sıfır ise işlem sırasında yabancı

elementlerin giderilmesi için özel bir kontrol istenmektedir.

#### Çizelge: VIII Alüminyum Türleri

Alüminyum - % 99.00 minimum	AA Numarası
veya büyük	
Temel Alaşım Elementleri	
Bakır	2 xxx
Manganez	3 xxx
Silisyum	4 xxx
Alüminyum Alaşımlarının temel elementlerine göre guruplanması	5 xxx
Mağnezyum ve Silisyum	6 xxx
Çinko	7 xxx
Diğer elementler	8 xxx

Eğer ikinci rakam 1 ile 9 arasında değişiyorsa, özellikle değiştiren yabancı maddelerin oluşmaması için özel kontrol yöntemlerinin uygulanması zorunludur. Örneğin, 1030 nolu bir alaşımında % 99.30 oranında alüminyum için herhangi bir özel kontrol gereksizdir. Ancak, 1130, 1230, 1330 ve diğerlerinde özel işlemler uygulanmadığı takdirde istenilen verim alınmaz. Bunun gibi, 1075, 1175 nolu gereçlerde % 99,75 oranında alüminyum ve 1097, 1197 nolu gereçlerde % 99.97 oranında alüminyum saflığını göstermektedirler.

*Alüminyum Alaşım Gurupları:* 2 xxx alaşımlarda ise sonunda ki veya sondan evvelki dört rakam özel bir işareti belirlemekle beraber alaşım guruplarının tanınmasına yardımcı olmaktadır. Genel olarak alaşım türleri gelişmeden önce de, bu rakam yöntemi kullanılmaktaydı.

Çizelge: IX dan da anlaşılacağı üzere 2014-14 S, 3003-35, 7075-755 olarak sembolize edilmektedir.

Çizelge: IX Alüminyum Alaşımlarının Çevrimi

Eski	Yeni	Eski	Yeni	Eski	Yeni
Ticari Sembol	AA Numarası	Ticari Sembol	AA Numarası	Ticari Sembol	AA Numarası
99.6, CD1S	1160	17S	2017	56S	505
99.7S	1175	A17S	2117	XC56S	X535
99.87, EB1S	1187	18S	2018	C57S, K157	5357
EC	EC	B18S	2218	61S	6061
		F18S, RR58	2618	62S	6062
AA1S	1095	24S	2024	63S	6063
BA1S	1099	25S	2025	66S	6066
CA1S	1197	B25S	2225	70S	7070
AB1S	1085	32S	4032	72S	7072
EB1S, 99.87	1187	43S, K145	4043	75S	7075
FB1S	1090	C43S, 44S, K143	4343	B77S	7277
AC1S	1070	XE43S	X4543	XA78S	X7178
BC1S	1080	44S, C43S, K143	4343	XB80S	X8280
CC1S, R998, 99.8	1180	45S	4045	K112	8112
JC1S	1075	50S	5050	K143, C43S, 44S	4343
AD1S	1050	A50S, K155, R305	5005	K145, 43S	4043
BD1S	1060	XD50S	X5405	K155, A50S, R305	5005
CD1S, 99.6	1160	A51S	6151	K157, C57S	5357
ED1S	1150	XB51S	X6251	K160, J51S	6951
AE1S	1030	J51S, K160	6951	X162, R306(4)	6003
BE1S	1145	52S	5052	IK183	5083
2S	1100	F52S	5652	K186	5086
3S	3003	53S	6053	R301 Bobin 145	2014
4S	3004	B53S	6253	R305, K155, A50S	5005
XA5S	X3005	XD53S	X6453	R306, K162	6003
11S	2011	E53S	6553	R308	1130
14S, R301 Bobin	2014	A54S	5154	R399	8099
XB14S	X2214	B54S	5254	R995, 99.35	1235
XC16S	X2316	X55S	X5055	R998, CC1S	1180

Sistemdeki ikinci rakam ise alaşım elementini belirlemektedir. Eğer ikinci rakam 0 (sıfır) ise alaşım orijinal biçimdedir. 1 ile 9 arasında ise birbirini niteleyen elementleri belirtmektedir. Daha önceki sistemlerde harf yöntemi uygulanmakta idi. Bu harflerin başlangıcı ilk sıra başlaması nedeni ile "A" harfidir. Böylece, tablo IX da

ğü gibi, 175-2017, A 175-2117, 185-2018 ve B 18 S ise olarak görülmektedir.

aylamanın Seçilmesi: Harflerin bir virgülle ayrılması ana biçimini göstermektedir. Ondan sonraki rakam ısıtmanın şartlarını belirtmektedir.

Alaşımların soğuk biçimlenmesi sonucu sertleşmesi hakkında "H" harfi ile gösterirler. Alaşımların ısıtma işlemi soğuk veya ısıtma işlemi ile beraber soğuk biçimlendirmeden yapılmaları halinde sertleşirse "T" harfi ile gösterilirler. Diğer işlemler ve harfleri aşağıdaki gibidir.

F. Fabrikasyon: Şekillendirme sırasında bazı ısıtma işlemleri gereklidir. Fakat işlem sonrası ısıtma işlemleri ve çekme sertliği verilmemelidir.

O, Normalleştime, yeniden doku laştırma:

Bu üretim süreçlerinde yumuşatma ısıtma işlemleri uygulanması gereklidir.

H, Çekme Sertliği:

Çekme sırasındaki sertliği veya sertlik artışı ise kısmen ısıtılmak suretiyle bir miktar yumuşaklık göstermektedir.

(H) Daima iki veya daha fazla rakamla beraber gösterilmektedir. İki rakam temel ısıtma operasyonunu verir.

H1x Yalnız çekme ile sertleştime,  
H2x Çekme sertliği, parçalı ısıtma.  
H3x Çekme sertliğini denkleştirme

Bundan sonraki rakam veya sayılar sertlik derecelerini göstermektedir. 8 sayısı ısıtılmak suretiyle tam sert-

leşme sınırını tesbit eder. 4. sayısı ise yarı ortama sertliği belirlemektedir. Daha önceki sistemlerde ısı işlemleri 1/4 H. 1/2 H. 3/4 H ve H olarak gösterilmeydi. Özel yöntemlerle uygulanan (9) ısı işlemleri 8'e biraz daha sert olarak olmaktadır.

T Isıl işlemi, Çekme sertliği öncesi veya sonrası uygulanır. F, -H, -0 dan ısı işlemleridir. "T" daima bir veya iki rakamla daha belirli ve bir veya iki rakamdan fazla olarak temel ısı işlemlerini göstermektedir.

- T<sub>3</sub> Ergiyik ısı işlemleri ve sonradan soğuk biçimlendirme.
- T<sub>4</sub> Ergiyik ısı işlemleri ve doğal olarak katılaştırma.
- T<sub>5</sub> Suni olarak yapıma,
- T<sub>6</sub> Ergiyik konuma gelmek ve sonra işlem yapmak.
- T<sub>7</sub> Ergiyik oluşturduktan sonra suni işlem yapmak.
- T<sub>8</sub> Ergiyik yaptıktan sonra, soğuk biçimlendirme.
- T<sub>9</sub> Ergiyik yaptıktan sonra, soğuk çekme.
- T<sub>10</sub> Normal işlem yaptıktan sonra soğuk biçimlendirme.

Döküm Alaşımaları: Alüminyum döküm alaşımaları harflerle veya harfleri takip eden rakamlarla sembolize edilirler. Ancak, bu sınıflandırma sistemi özel gurublandırılmalarda her zaman geçerli değildir.

Aşağıda gösterilen sıralamada harfler temel olarak uygulanan ısı işlemlerini gösterir. Isıl işlemli döküm alaşımaları bir veya iki rakamlı "T" harfi ile gösterilmektedir.

Temel ısı işlemli dökümler:

- T<sub>2</sub> Normalleştirme,
- T<sub>4</sub> Ergitme ısı işlemli,
- T<sub>5</sub> Suni işlem yapmak,
- T<sub>6</sub> Ergitme ısı işlemli,
- T<sub>7</sub> Ergitme ısı işlemi ve normalleştirme.

Kaynatma Teknikleri: 1000,3000 ve 5000 serisi döküm alüminyum alaşımlar herhangi bir ısı işlemi görmeksizin kaynatılmaktadırlar. Isıtılan bazı metaller soğuk biçimlendirme sırasında aldıkları sertliği kaybederler. Fakat bu sertlik işlemi, hiçbir zaman tam olarak ısıtıldığı zaman, aşağı düşmektedir. Bununla beraber kaynak, alanının az ısıtılması ile korunmalıdır.

Isıl işlemli, 2000,6000 ve 7000 serisi döküm alaşımlar, 2000 ve 7000 serisi oksijen-gazla olmamak üzere) olarak kaynatılırlar. Çizelge X Alüminyumun kaynatma türleri:

Çizelge: X Alüminyumun Kaynatılması

TÜRÜ	KAYNAK İŞLEMLERİ			
	GAZ	METAL-ARK	KORUYUCU GAZ	DİRENÇ
1060	A	A	A	B
1100	A	A	A	A
3003	A	A	A	A
3004	A	A	A	A
5005	A	A	A	A
5050	A	A	A	A
5052	A	A	A	A
2014	X	C	C	A
2017	X	C	C	A
2024	X	C	C	A
6061	A	A	A	A
6063	A	A	A	A
6070	C	B	A	A
6071	A	A	A	A
7070	X	X	A	A
7072	X	X	A	A
7075	X	X	C	A

- A- Kaynağı iyi yapılıdır.
- B- Genellikle kaynatılır, ancak özel kaynak tekniği uygulanmalıdır.
- C- Sınırlı olarak kaynatılır.
- X- Kaynatılmaz.

yüksek kaynak hızı ve sıcaklığı bu alışımlarda, iyi bir dikiş işlemesi oluşturur. Ancak oksî-gaz kaynağı ile bu işlemler mümkündür. Birçok durumlarda, dayanıklılık için direnç kaynağı tercih edilebilir.

Koruyucu metal-ark kaynağında ise özel olarak yapılmış kalın örtülü alüminyum elektrodlar kullanılır. Bunda en önemli faktör ise elektrodun kaynak çatlamasını minimuma indirmesidir. Kaynak alanının çatlamasının nedeni ise, kullanılan malzeme üzerindeki alışımların elementlerinin kaynatılan gerece göre fazla olmasıdır. Fazla orandaki alışımların elementleri ise kaynağın sağlamlığını dayanıklılığını artırmaktadır. Herhangi bir kaynak konumuna göre yapılan kaynağın dayanımı, yatay kaynak biçimine göre daha azdır. Metalik-ark kaynağında genellikle pozitif kutup elektrodur. Kaynatılan gerecin kalınlığı 3 mm'den aşağı olursa bakır altlıklar kullanılması faydalıdır. Birçok durumlarda, (örneğin adi karbonlu çeliklerde olduğu gibi) elektrod hareketi yapmaksızın kaynak yapılmalıdır.

Oksî-asetilen alevi ile kaynatılırken oksitlenme işleminden korunulması için dekapan veya pasta kullanılması zorunludur. Kaynak sonrası dekapan veya pasta artıkları fırça bezlerle temizlenmelidir. Aksi halde korozyon oluşmasına neden olmaktadır. Alüminyumun yüksek ısı iletkenliğinden dolayı, kaynatılan aynı kalınlıktaki çeliğe göre, daha büyük ısı yalıtım leğ memesi kullanılmalıdır. Düşük basınçta gaz ile normal alevin kullanılması doğaldır.

Oksî-asetilen ile alüminyumun kaynatılmasında yüksek yetenekte kaynak becerisi gereklidir. Çünkü alüminyumun erginme derecesi çok düşüktür. Kaynak sırasındaki sıcak alüminyum çok çabuk kırılğan ve zayıf olmaktadır. Açık renkli olduğundan ergime noktasını tam olarak görerek belirlemek mümkün

gildir. Bu nedenle bazı kaynak alanlarında çökme olmaktadır. İlk alüminyum kaynağı yapanların renkli kalem ve tekerlekli kaynak makinesi kullanmaları gerekir.

En iyi biçimde alüminyum kaynağı gaz-tungsten ark (TIG) gaz metal-ark (alternatif yüksek frekans akım) ile kaynak alanının atmosferin etkilerinden gazın korunması sonucu yapılmaktadır. Koruyucu gaz olarak argon kullanılması arkın titrekliliği ve metal alış verişi bakımından çok faydalıdır. Kalın alüminyum gereçlerin (25- 50 mm kalınlığındaki) kaynakları MIG ile yapılarak argon, helyum karışımı gaz kullanılmasıdır. Böylece, helyum ile yüksek orandaki ısının kaynak alanına yöneltilmesi mümkün olmaktadır.

Değişik elektrik direnç kaynak türleri ısıl işlemlerle veya işlemsiz alüminyumlarda kullanılmaktadır. Direnç kaynakları özellikle ısıl işlemler, yüksek dayanıklı alüminyum alaşımlarının diğer kaynak türleri ile ergitme kaynağı yapılmayan yerlerde kullanılırlar.

#### MAĞNEZYUM

*Özellikleri:* Mağnezyum gümüş beyazı renkte çok hafif bir metaldir. Ağırlığı yaklaşık olarak çeliğin 1/4 ü, alüminyum 3/4 ü kadardır. Özgül ağırlığı 1,7 kg/dm<sup>3</sup> dür. Katı halde ergime sıcaklığı 650 C° olup, 1200 C° de kaynamaktadır. Korozyona karşı dayanıklılığı, normal atmosferde, alüminyum alaşımları gibidir.

Saf mağnezyum herhangi bir dokulu metal gibi dayanıklılığı yoktur. Diğer elementler mağnezyumla alışımlar yaparak dayanımını artırırlar. Genel olarak mağnezyum ile bileşik yapan elementler, alüminyum, manganez, çinko ve zinkoryum (ham elmas) tır.

İki gurup mağnezyum, ince saç, plaka ve hadde yapıkları

olarak elde edilmektedir. Magnezyum alaşımları oda sıcaklığına veya yükseltilmiş sıcaklıklara göre sınıflandırılırlar. Magnezyum alaşımlarındaki elementler bir veya iki harfle gösterilir. Devamundaki rakamlar ile harf alaşım oranlarını verir. Örneğin AZ 61 A serisinde % 6 alüminyum, % 1 çinko değerini verir.

Harflerin sembolize ettiği metal elementleri ise;

A- Alüminyum K- Zinkoryum (Ham elmas)  
C- Bakır M- Manganez  
E- Çok az toprak Z- Çinko  
H- Toriyum

Magnezyumun ısıl gelişim gösterilmeside alüminyumun kullanılmasına benzerdir. Çekme (dövme) ısıtılmayan alaşım türleri ( A 231 B, A 210, A 251, M1A, v.b) çok kullanılmaktadır. Çünkü alaşım elementleri gerecin dayanıklılığını, çekme niteliği ve biçimlendirme yeteneğini artırmaktadır. Magnezyum alaşımlarının bazı mekaniksel özellikleri çizelge: XI de görülmektedir.

**Kaynatılma yeteneği:** Magnezyumun kaynatılması bazı değerler bakımından alüminyumla karşılaştırılır. Her ikisinde yüksek ısı iletkenliği düşük ergime sıcaklığı, yüksek ısı yaymakla ve hızlı oksitlenmektedir.

Bununla beraber magnezyum alaşımları oksii-asetilen alevi ve koruyucu metal-ark ile kaynatılabilmektedir. Magnezyum alaşımlarının kaynatılmasında en çok gaz tungsten ark (TIG) kaynağı değişik akım türleride kullanılmaktadır.

Doğru akım pozitif kutup ile helyum gazı kullanılarak geniş kaynak dikişi, yüksek sıcaklık geniş ısıtma alanı ve bölgesel kaynak işlemesi elde edilmektedir. Alternatif akım (yüksek frekanslı) ile helyum, argon veya bunların karışımı

ullanılarak 5 mm den 6.35 mm ye kadar olan gereçler veya daha kalınlıkları kaynatılmaktadır. Her iki doğru akım pozitif kutup ile alternatif akım yüksek frekanslı akım etkisi sonucu temiz bir kaynak birleşmesi ve yüzeyi oluşmaktadır. Doğru akım pozitif kutup ile helyum kullanılırsa derin kaynak işlemesi olur, ancak yüzey temizliği iyi değildir. Bu teknikte 6,5 mm kalınlığındaki gereçlerin kaynak ağızı açılması için birleştirilmesi mümkün olmaktadır.

Çizelge: XI Ticari Magnezyumun Alaşımları

ASTM Östergesi	% Normal Bileşim (Mg-İçerisinde)						21 °C deki mekaniksel özellikleri			
	Al	Zn	Mn	RE*	Zr	Diğerleri	Değerleri Çekme Dayanımı (X 10 PSI)	Kesit dayanımı basınçlı	% uzama 0,5 m de	
<b>Saç ve Plaka</b>										
AZ31B-O	3.0	1.0	0.5	...	...	...	37	22	16	21
AZ31B-H24	3.0	1.0	0.5	...	...	...	42	32	26	15
L4141A-T7	1.3	...	...	...	...	14 Lj	22	15	22	18
M1A-O	...	...	1.5	...	...	...	34	18	...	18
M1A-H24	...	...	1.5	...	...	...	39	29	...	10
ZE10A-O	...	1.2	...	0.17	...	...	33	20	16	23
ZE10A-H24	...	1.2	...	0.17	...	...	38	28	26	12
<b>Profil Kesitler</b>										
AZ10A-F	1.2	0.4	0.5	...	...	...	35	22	11	10
AZ31B-F	3.0	1.0	0.5	...	...	...	38	29	14	16
AZ31A-F	8.5	1.0	0.2	...	...	...	45	33	19	16
AZ30A-F	8.5	0.5	0.2	...	...	...	49	36	22	11
AZ30A-T5	8.5	0.5	0.2	...	...	...	55	40	35	7
M1A-F	...	...	1.5	...	...	...	37	26	12	11
ZK21A-F	...	...	...	0.8	...	...	40	25	25	10
ZK30A-F	...	8.5	...	...	0.8	...	46	37	26	14
ZK60A-T5	...	5.7	...	...	0.8	...	52	41	34	9
<b>Soğuk ve Sıcak Döküm</b>										
AM100A-T6	10.0	...	0.2	...	...	...	40	22	...	1
AZ30A-F	6.0	3.0	0.2	...	...	...	39	14	...	6
AZ30A-T4	6.0	3.0	0.2	...	...	...	40	19	...	12
AZ30A-T5	6.0	3.0	0.2	...	...	...	40	19	...	5
AZ31A-T4	7.6	0.7	0.2	...	...	...	40	12	...	15
AZ31C-F	8.7	0.7	0.2	...	...	...	34	14	...	2
AZ31C-T4	8.7	0.7	0.2	...	...	...	40	12	...	14
AZ31C-T5	8.7	0.7	0.2	...	...	...	40	19	...	5
AZ32A-F	9.0	2.0	0.2	...	...	...	34	14	...	2
AZ32A-T4	9.0	2.0	0.2	...	...	...	40	14	...	9
AZ32A-T5	9.0	2.0	0.2	...	...	...	40	21	...	2
K1A-F	...	...	...	1.2	0.5	...	35	7	...	19
ZB41A-T5	...	4.2	...	1.2	0.7	...	30	29	...	4
ZB41A-T5	...	5.7	...	...	0.7	1.8 Th	40	25	...	6
ZK31A-T5	...	4.5	...	...	0.7	...	40	24	...	8
ZK61A-T5	...	6.0	...	...	0.8	...	45	28	...	10

Not:PSI = 0,0703 kg/cm<sup>2</sup> dir.



Gaz metal-ark kaynağı (MIG) ile sürekli yüksek kaynak hızı ve yüksek akım, hızlı metal transferi yapılmaktadır.

Mekaniksel sistemli direnç kaynağı ile magnezyum alaşımları fabrikasyon direnç kaynak türleri ise, nokta, dikey ve alın kaynaklarıdır. Direnç nokta kaynağı genellikle en çok kullanılanıdır. Özellikle alçak dayanımlı birleştirmeler için nokta kaynağı tercih edilmektedir. Nokta kaynağı kalınlığı 4,5 mm ye kadar olan ince sacların ve hadde elemanlarının birleştirilmesinde yararlı olmaktadır. Genel olarak bu alaşımlar 2 Z 31 B, AZ 61 A, HM 21 A, HM 31 A ve ZE 31 A'dır.

### BAKIR VE BAKIR ALAŞIMLARI

**Özellikleri:** Saf bakırın ergime sıcaklığı yaklaşık olarak 1083 C° dir. Sıcaklığın yayılması ise çeliğin 1/2'si olup ısı iletkenliği çelikten on kat daha fazladır. Bakır yumuşak, sağlam ve çekmeye elverişli bir metaldir. Isı işleme uygulanmaz, ancak soğuk biçimlendirme sonucu sertleşmektedir. Ticari olarak bakır oksijenli ve oksijensiz olarak bakır guruba ayrılmaktadır.

**Oksijenli bakır:** Bu elektrolit bakır % 99.9 saflığına sahip olup ısı ve elektrik iletkenliği çok iyidir. İçersinde bulunan çok az miktardaki oksijen bakır oksit oluşturarak bakırın dayanıklılığına pek zararlı etkisi olmamaktadır. Eğer bakır 915 C° nin üstünde ısıtılırsa bakır oksitin oluşması dokuların sınırlarına etki ederek gerecin sağlamlığını ve dayanıklılığını azaltmaktadır. Bu sıcaklığın üstünde ısıtılırsa, bakır karbonmonoksit ve hidrojen emer, (absorbe ederek) bunun sonucu olarak bakır oksit oluşarak karbondioksit veya su buharı çıkarmaktadır. Bu gazlar bakır içersinde emilerek doku sınırında basınç oluşturarak gereç içi

çatlama ve kırılmalara neden olur.

**Oksijensiz Bakır:** Bu gurub bakırlar çok az miktarda fosfor veya diğer oksit gidericileri, gerecin oksitsiz olmasını sağlarlar. Böylece bakır oksit oluşması olmamaktadır. Gereçin bakır oksitin olmaması gerecin sağlamlığını, kalitesini, formunu, soğuk biçimlendirme yeteneğini oksijenli bakıra göre daha fazla artırmaktadır.

**Kaynatılma yeteneği:** İç kırılmalık veya çatlakların oluşması nedeni ile oksijenli bakırlar gaz kaynakları ile birleştirilmemelidir. Bazı hallerde koruyucu metal-ark kaynağı, çok büyük dayanımlar için, kullanılmaktadır. Bu takdirde de yüksek kaynak akımı ile hızı kullanılması gereklidir. Yüksek kaynak akımı ve hızı fazla sıcaklık oluşturduğundan, gereç içi çatlaklıkların artmasını önlemektedir.

Oksitsiz bakır daha çok fabrikasyon biçimde kaynatılmaktadır. Kaynatılma işlemi, dayanım 2109 kg/Cm<sup>2</sup> civarında olan bakırlara uygulanmaktadır. Bu bakır türü genellikle standart kaynaklarla kaynatılmaktadır. Bu kaynaklar, oksit-asetilen, koruyucu metal-ark, gaz tungsten-ark (TIG), gaz metal-ark ve direnç kaynağıdır. Bakır çok yüksek ısı yayılmasına sahip olduğundan, kaynatılan gerecin soğuması sırasında biçim değiştirmeyecek konumda sıkıca bağlanmalıdır. Deformasyon (biçim değişikliği) bakırın soğuma sıcaklığı sırasında çatlaklara neden olmaktadır.

### Bakır Alaşımları

Birçok türde bakır alaşımları bulunmaktadır. Genel olarak kullanılan alaşımlar, bakır-kurşun ve bakır-çinko (pirinç), bakır-kalay (bronz), bakır-alüminyum, bakır-silisyum, bakır-nikel ve bakır-berilyum alaşımlarıdır. Bakır-çinko

alaşımaları (pirinç). Bu alaşımlar üç gurubta sınıflandırılmaktadır. Yüksek oranlı pirinçler, alçak pirinçler ve alaşımsız pirinçlerdir. Az alaşımsız pirinçlerde % 80-90 oranında bakır ve % 10-20 oranında çinko bulunmaktadır. Çinko gerecin dayanıklılığını, sertliğini ve dayanımını artırmaktadır. Bunların renkleri kırmızıdan altın sarısına ve yeşil-sarı olmaktadır. Düşük pirinçler ticari amaçla soğuk biçimlendirme (çekme, bükme ve haddeleme gibi) niteliklerine sahiptirler.

Yüksek değerli pirinçlerde % 55-80 arasında bakır ve % 20-45 oranında çinko bulunmaktadır. Genel olarak bu pirinçlerin dayanımları az oranlı pirinçlere göre daha azdır.

Alaşımsız pirinçlerin içersindeki diğer elementler, kalsiyum, manganez, alüminyum, fosfor antimon ve demirdir. Bu elementlerin alaşımlara katılması sonucu, gerecin çekme dayanımını, sağlamlığını, sertliğini ve korozyona karşı direncini yükseltmektedir. Bazan bu alaşıma kurşun katılmak suretiyle makinada işleme yeteneği artırılmaktadır.

**Bakır-Kalay Alaşımlar (bronz):** Alaşımlarda çok az miktarda, fosfor bulunduğundan bu gereçlere fosforlu pirinç denmektedir. Fosfor oksitlenmenin önlenmesi için alaşımda bulunmaktadır. Bronz içersindeki kalay oranı % 1,5 -10 arasında değişmektedir. Çekme (dövme) bronz çok dayanıklı sert ve yüksek doku dayanıklılığına sahiptir. Bunların yüksek korozyon direnci, özellikle su ve asitlere karşı, bakırdan az da olsa fazladır.

**Bakır-Silisyum Alaşımları:** Bu alaşıma genellikle silisli bronz denmektedir. Silisli bronzların yüksek dayanım ve korozyon direnci bulunmaktadır. Bu alaşımlar kolaylıkla haddelenir, çekilir ve basınçla işlenir.

**Bakır-Nikel Alaşımları:** Bu alaşımlardaki nikel oranı % 5 ile 30 arasında değişmektedir. Nikel dışında, alaşımdaki elementler çok az miktarda demir, manganez ve çinkodur. Bu elementlerin katılması ile alaşımda dayanıklılığı, çok ince kalınlığa kadar çekilmesi ve preslerde işleme yeteneklerini artırmaktadır.

**Bakır-Alüminyum Alaşımları:** Bakır-alüminyum alaşımları alüminyumlu bronz da denmektedir. Alüminyum bronzlar yüksek çekme dayanımına, gerecin iç dayanımına, sağlamlık ve sertliğe sahiptirler. Alüminyum bronzların fiziki özelliklerinden dolayı yüksek sıcaklıklarda oksitlenirler. Bütün alüminyum bronzları yüksek korozyon direncine sahiptirler.

**Bakır-Berilyum Alaşımları:** Bu gurup alaşımlarda % 1,5-2,5 berilyum ile beraber çok az değerinde demir, nikel ve gümüş bulunmaktadır. Böylece alaşımda dayanımını da artırmaktadır. Birçok bakır alaşımları kaynatılabilir ve bazıları kolayca sert lehimlenirler. Bununla beraber bakır-kurşun alaşımları kaynatılma özellikleri yetersizdir. Kurşunun ergime sıcaklığı çok düşük olduğundan bakırdan önce eriyerek oksitlenir veya buharlaşır. Bunun sonucu kaynak alanı zayıf ve kırılğan olur. Bakır-Çinko alaşımları kaynak sırasında çinko buharı oluşturarak anormal bir kaynak biçimi görüntüsü verir. En iyi kaynatılma yeteneği gaz tungsten-ark (TIG) ve gaz metal-ark (MIG) ile olmaktadır.

#### NIKEL ALAŞIMLARI

**Özellikleri:** Nikelin temel element olduğu alaşımlarda, yüksek çekme dayanımı ve korozyon direnci bulunmaktadır. Bu alaşımlar genellikle ticari anlamda monel veya monel olmayan olarak anılırlar. Alaşımlar içersinde yüksek nikel

oranı dışında değişik yüzde değerlerde bakır, demir, manganez ve karbon bulunmaktadır. Genel olarak dayanıklılıkları bakır, pirinç ve alüminyum kadar olmamakla beraber korozyona karşı dirençleri ise paslanmaz çelikler gibidir. Isısal genişleme pratik olarak çelikler gibidir.

*Kaynatılma yetenekleri:* Nikel alaşımlarının kaynatılma teknikleri çeliklerde olduğu gibidir. Bu alaşımlar oksitlenmeye karşı çok hassas olduklarından kaynak alanının atmosferin etkilerinden korunması zorunludur. Koruyucu metal ark kaynağı ile koruyucu gaz arkı nikel alaşımlarının kaynatılmasında çok etkilidir. Monel ve monel olmayan gereçlerin kaynatılmasında özel elektrodlar kullanılır. Herhangi bir kaynak işleminde yüzeyde oluşan veya oluşacak oksit tabakası kaynak alanından temizlenmelidir.

#### TİTANYUM

*Özellikleri:* Titanyum gümüş renginde, uçak sanayinde ve mermi endüstrisinde kullanılmaktadır. 1800 C° de ergiyen titanyumun dayanımı çeliğin veya paslanmaz çeliğin % 60 ı olup alüminyumun 1 1/2 katı kadardır. Diğer özellikleri ise, korozyona karşı direnci, tuzda karıncalanma veya asit içerisinde oksitlenmesine karşı dayanıklılığıdır. Alüminyum ve magnezyum gibi titanyum yüzeyinde oluşan ince bir oksit tabakası (film) sayesinde gereç özelliği hava korozyonundan korunmaktadır.

Titanyum saf veya alaşım halinde bulunmaktadır. Saf titanyum saflık derecesi % 99,5 oranında olmaktadır. Diğer % 0,5 oranındaki elementler demir, oksijen, azot, karbon ve tungstendir. Titanyumun bu saflık durumu ısısal işlemi yapılmaksızın da dayanıklıdır. Titan içine katılan elementlerle

oluşan alaşımların özellikleri çekme dayanımını ve doku sağlamlığını yükseltmekle beraber dayanıklılığını azaltmaktadır. En çok kullanılan alaşım elementleri; alüminyum, kalay, molibden, kolumbiyum, vanadyum, tantalyum, manganez, bakır, demir ve kromdur. Titanyumun alaşım yapması ısı işlemleri ile çok yakından ilişkilidir. Çizelge: XII de belirtilen gibi titanyum alaşımları alüminyum, paslanmaz çelik ve nikel alaşımlarına göre daha yüksek çekme ve iç dayanımına sahiptir.

Çizelge: XII Titanyum Özellikleri

ÖZELLİKLER	TİCARİ SAF TİTANYUM Ø	ALAŞIMLI TİTANYUM
Çekme Dayanımı kg/Cm <sup>2</sup>	5624-8436	10193,5-14060
İç Dayanımı kg/Cm <sup>2</sup>	4921-7063	9842-13005
% Uzama	20-15	15-5

Ø Soğuk Şekillendirilmiş.

*Kaynatılma Yeteneği:* Titanyumun sınırlandırılması zorunlu olan durumu ise ergiyik halde olduğu zaman azot, oksijen, karbon ve hidrojen emmesidir. Böylece titanyumun başarılı kaynatılması ise kaynak alanının atmosferin etkisinden korunması ile yapılmaktadır. Bunun sonucu olarak koruyucu gaz ile yapılan kaynak türleri en idealdir. Titanyumun yalnızca kaynatılırken kaynak alanlarının havadan korunması yeterli olmamakta, soğurken de aynı ortamın oluşması zorunlu olmaktadır. Kaynak yapılışı sırasında koruyucu gazın basıncı

artırılarak kaynağın dip kenarına kadar etkisi oluşturulur. Koruyucu gaz olarak argon, helyum veya bu iki gazın karışımı kullanılır. Karbondioksit ve azot kullanılmamalıdır. Oksijenle asetlen ve koruyucu metal-ark kaynaklarının her ikisinde titanyumun kaynağına uygun değildir.

Titanyumun kaynağı sırasında oluşan problemlerden bir tanesi dikişin gözenekli olmasıdır. Gereç çok hafif ısıtılmadıkça la yüzeydeki nem (rutubet) ve diğer artıklar temizlenerek gözenek azalmasında yardımcı olmaktadır. Temizlenmiş bir kaynak alanına ergiyik sırasında taşan artıklar, kesme çapakları ve diğer toz, kir gibi yabancı maddeler dikiş içersine karışmaktadır. Soğutma tekniğinde dikişte gözenek oluşmasına neden olmaktadır. Yavaş soğutulan bir titanyum kaynağında minimum değerde (gaz boşluğu) gözenek görülmektedir.

Kural olarak saf titanyumun alaşım türüne göre kaynatılması daha çok kolaydır. Bazı alaşımların kaynağı özel tedbirler almak suretiyle yapılabilir. Diğer tür alaşımların kaynatılmasında çok ciddi problemler vardır.

Özel yöntemlerle kaynakta hazırlanmış kutular kullanılmak suretiyle kaynatılacak gerecin her iki tarafı ısıtılırken veya soğutulurken korunmaktadır.

## ZİRKON

**Özellikleri:** Zirkonun atomik yapısı titanyuma çok benzemektedir. Sertliği alüminyum alaşımlarından yüksek olup az alaşımli çeliklerden daha düşüktür. Zirkon, titanyum gibi yaklaşık 860 C° fiziksel özelliğini değiştirmektedir. Normal atmosfer (oda) sıcaklığındaki kristal alfa, kapalı şekil, altıgen biçindedir. 860 C° nin üstündeki kristal yapısı ise gövde merkezli kübik kristaldirki buna beta zirkon denir. Altıgen prizma biçimdeki kısa kenarlı kapalı

kristaller genellikle metalin iç dayanımını azaltmaktadır. Çünkü bu kristaller birbiri üzerinden kayarak ayrılmaktadır. Argonla beraber zirkonyum oda sıcaklığında titanyum gibi rahatlıkla işlenmektedir.

Zirkonun çekme dayanımı 5342.8 kğ/Cm<sup>2</sup> ile 7944 kğ/Cm<sup>2</sup> arasında değişmekte olup sertliği 175-275 brineldir. Bu sertlik alüminyum ve alaşımlarından fazla olmakla beraber çelikten daha azdır. Eğer gereç 315 C° ile 370 C° arasında ısıtılırsa dayanımı % 50 oranında azalır.

Zirkon saf veya alaşım olarak ince levha, boru, tel ve çerit halinde yapılmaları mümkündür. Saf zirkonyum soğuk biçimlendirilmek suretiyle sertleştirilebilir. Zirkon alaşımları soğuk biçimlendirme ve ısı işlemleri ile sertleştirilmektedir. Zirkonun en önemli kullanma alanı nükleer araçlar yapımı ve feza endüstrisidir.

## Kaynatma Tekniği

Zirkon titanyum ve berilyum gibi oksijen, hidrojen ve azotla çok kolay bileşik oluşturarak kırılğan veya gevrek duruma gelmektedir. Böylece başarılı bir zirkonyum kaynağı yapılması için birleşim alanının havanın ve diğer gazların etkisinden korunması zorunludur. Kaynak alanının en iyi biçimde korunması koruyucu gaz ile mümkün olmaktadır. Koruyucu gaz kaynak alanını ve gerecin alt tarafını iyice sararak havanın, gerecin ısınan yüzeyleri ile temasını yok etmektedir.

En başarılı zirkon kaynağı argon koruyuculuğunda gaz tungsten-ark (TIG) kaynak türü ile yapılmaktadır. Eğer zirkon kaynağı çok kuru bir ortamda yapılırsa, koruyucu gaz olan argon normal atmosfer basıncında havanın içinde aynı basınçta gönderilir. Genellikle bu tür kaynatma işlemi

randıman bakımından bir kapalı bölme içersinde yapılır. Ark üfleci ve altlıkları belli bir konumda bu bölmeye yerleştirilir.

Özellik, pensin kaynak yapma tekniğine uygun olarak yapılması zorunludur. Örneğin 5 nolu torç fincanı kullanıldığında  $\varnothing$  1 mm tungsten elektrod,  $\varnothing$  3 mm ile  $\varnothing$  4,5 mm lik tungsten elektroda göre daha fazla başarılıdır. Tungsten elektrodun çok temiz ve düzgün olması gerekir. Bu şartlar altında yapılan kaynağın dayanıklılığı kaynatılan gerece çok yakındır. Dayanıklılıkta olduğu görülmektedir.

Kaynak alanında oluşan ergiyik kütlesi havadan iyi korunursa direnç kaynağı da yapılır. Nokta ve dikiş direnç kaynağı türlerinde kullanılmaktadır. Zirkonyumun nokta kaynağı paslanmaz çeliklerin kaynağı kadar başarılı yapılmaktadır.

#### BERİLYUM

**Özellikleri:** Berilyum yoğunluğuna göre diğer metallere kıyaslanırsa en fazla çekme dayanımına sahiptir. Kristal yapısına göre sıkılığı yaklaşık olarak mağnezium gibi olup yüksek elastiklik modülüne sahiptir. Ergime noktası  $1215\text{ C}^{\circ}$  olup, yoğunluğu  $1,85\text{ kğ/dm}^3$  dir. Böylece ergime sıcaklığı alüminyum ve mağneziumdan çok yüksektir. Korozyona karşı direncide de yüksektir.

Çizelge: XIII, XIV ve XV de berilyumun çeşitli özellikleri belirlenmektedir.

Berilyum saf olarak veya alaşımları halinde bulunmaktadır. Saf berilyum genellikle X- ışın tüplerinde, atom enerjisi santrallerinde ve nötron reflektörlerinde kullanılmaktadır. En büyük kullanma alanı ise bakır alaşımlarıdır. Bütün ticari bakır-berilyum alaşımları sertleşme yeteneğine sahiptirler. Alaşımı sağlam olup biçimlendirilmesi de o değerdedir.

Alaşımların mağnetik özellikleri yoktur. Normal sıcaklıklarda korozyon direnci yüksek, aşınması az ve iç dayanımı yüksektir. Yapım tekniği dövme veya döküm biçimindedir. Dövme, çekme olarak yapılan berilyum, tel, ince sac ve boru biçimindedir. Bütün bu üretimler ısıtma ortamında yapılır ve sertlik değişkenlikleri de bu ortamın sıcaklığına göre farklıdır.

Çizelge: XIII Tipik olarak Isıtılmış Berilyum.

	25	165	10	50	20C	275C
Bakır Alaşımının Özgül Ağırlığı	8.26 0.298	8.26 0.298	8.75 0.316	8.75 0.316	8.09 0.292	8.09 0.292
Ergime Derecesi F	X 1600-1800	X 1600-1800	X 1885-1955	X 1850-1930	X 1600-1800	X 1570-1660
Elastik modülü (PSI)	19,000,000	18,500,000	18,000,000	18,000,000	18,500,000	19,000,000
Genleşme Değeri						
100 C	0.0000167	0.0000167	—	—	0.0000166	0.0000166
200 C	0.0000170	0.0000170	0.0000176	0.0000176	0.0000170	0.0000170
300 C	0.0000178	0.0000178	—	—	0.0000176	0.0000176
68-212 F	0.0000093	0.0000093	—	—	0.0000092	0.0000092
68-392 F	0.0000094	0.0000094	0.0000098	0.0000098	0.0000094	0.0000094
68-572 F	0.0000099	0.0000099	—	—	0.0000098	0.0000098

- Mağnetik değil

$$F = \text{Fahrenheit} \quad C = \frac{F - 32}{9} \times 5$$

Berilyum-bakır alaşımları yüksek dayanıklı gereç gurublarından olup ısı iletkenliği de çok büyüktür. Alaşımdaki berilyum oranı % 1 in üstünde ise gereç maksimum sertlik ve dayanıklıktadır. Elektrik ve ısı iletkenliğinin çok önemli olduğu yerlerde dayanıklılık değeri pek geçerli olmaz. Bu nedenle alaşımda % 1 den az berilyum kullanılır.

Yüksek dayanıklı bakır berilyum alaşımlarının geniş bir kullanma alanı vardır. Fabrikasyon üretim türlerinde ise yaylar, diyaframlar, yataklar, kamlar, uçak motor parçaları, dişliler, burç ve kovan gibi eşyaların yapımlarıdır. Yüksek elektrik iletim araçları olan kaynak iletken parçaları,

anahtarları, devre kesiciler ve diğer elektrik iletim elemanları bakır berilyum alaşımlarından yapılmaktadır.

Çizelge: XIV Berilyumlu Bakırın Mekaniksel Özellikleri

Alaşım No	Isıtma ve Şartları	Çekme Dayanımı Kğ/Cm <sup>2</sup>	Uzunluk Katkı Yıllık
25	Isıtılmış durumda 1/4 değerli sertlikte 1/2 " " " Tam sert	4218 - 5642 5132 - 6186 5624 - 7030 6678.5-8436	70- 20- 10- 4-
	Isıtıldıktan sonraki işlemi Isıtıldıktan sonra 1/4 Sertlik " " 1/2 " Isıtıldıktan sonra Tam sert	11599-12654 12302-13357 13005-14060 13357-14411	10- 7- 4- 2-
165	Çok az ısıtılmış 1/4 Değerli sertlik 1/2 " " " Tam sert	4218 - 5624 5118 - 6186 5624 - 7030 6678.5-8436	10- 20- 10- 4-
	Normalleştirmeden sonraki işlem " Sonra 1/2 Sertlik " tam sert	10545-11599 11951-13005 12654-13708,5	10-10 4- 2-
	Normalleştirildikten sonraki Mil sertliği	7030 - 7733	42-60
	Normalleştirildikten sonraki 1/4 mil sertliği	7733 - 8436	38-50
	Normalleştirdikten sonraki 1/2 mil sertliği	8436 - 9490	26-38
	Isıtıldıktan sonraki tam sertlik	9490 -10193	18-24
10	Isıtılmış durumda Sert	2812 -3866.5 4921 - 5975	50-40 10-20
	Isıtıldıktan sonraki işlem " " Sertlik	7030 - 7733 7381 - 9139	16-24 10-20

Çizelge: XV Dövme ve Çekme Berilyumun Özellikleri.

	Normalleştirilmiş ve ısıtım işlemli	Sert ve ısıtım işlemli
	25	
Çekme Dayanımı Kğ/Cm <sup>2</sup>	11599-12654	13005-14763
Elastik Limiti Kğ/Cm <sup>2</sup>	5272 - 5975	7030 - 9490
Kesit Dayanımı Kğ/Cm <sup>2</sup>	5975 - 6785	8436 -10545
	165	
Çekme Dayanımı Kğ/Cm <sup>2</sup>	10545-12302	11951-13708
Elastik Limiti Kğ/Cm <sup>2</sup>	4569 - 5624	6327 - 8084
Kesit Dayanımı Kğ/Cm <sup>2</sup>	5272 - 5975	7733 - 9842
	10	
Çekme Dayanımı Kğ/Cm <sup>2</sup>	7030 - 8436	7733 - 9842
Elastik Limiti Kğ/Cm <sup>2</sup>	3866 - 4569	4569 - 5975
Kesit Dayanımı Kğ/Cm <sup>2</sup>	4218 - 4921	5272 - 6327

**Kaynatma Yeteneği:**

Berilyumun kaynatılma yeteneği titanyum ve zirkonyumun hemen hemen aynı biçindedir. Sert lehim en geçerli birleştirme tekniği olarak görülmektedir. Ergitme yöntemi ile birleştirmede ise kaynak alanın % 100 korunması şarttır. En iyi ergitme kaynağı elektron ışın yöntemi ile yapılmaktadır. Böylece kaynatılan gereç atmosferden tam olarak korunmaktadır.

Berilyum çok zehirleyici gaz ürettiğinden, kaynak alanındaki duman ve artıklar en kısa zamanda dışarı atılmalıdır.

## DÖKME DEMİR

**Özellikleri:** Dökme demir, temel elaman olarak demir elementinin içersinde yüksek oranda (% 1,7 -4,5 oranında) karbon bulunan bileşiktir. Dökme demirin dört türü vardır. Bunlar gri, beyaz, yumuşak ve dövme dökme demirdir.

**Gri Dökme Demir:** Eğer bileşimdeki silisyum oranı yüksek olup yavaşça soğutulursa bu gri dökme demirdir. Ayrışmış durumundaki karbon gereci kırılğan yapmaktadır. Gri dökme demir birçok makina parçalarının dökümünde kullanılmaktadır. Gerecin yüzeyindeki koyu gri renginden rahatlıkla tanınmaktadır. Gereç kırıldıktan sonra kesitine bakıldığında gaz boşlukları görülmektedir. Genel olarak bütün gri dökme demir gereçlerinin çekme dayanımları yaklaşık olarak 2109 -2812 kg/Cm<sup>2</sup> dir. Bazı gri dökme demirlerin korozyon direnci ile çekme dayanımını artırmak amacı ile bileşime nikel, bakır ve krom gibi elementler katılmaktadır.

**Beyaz Dökme Demir:** Bileşimde az silisyum bulunan ve karbon elementinin serbest olmuyarak demir elementi ile tam birleşik oluşturan dökme demir denir. Bu konumdaki ergiyik döküm hızla soğutulursa metal çok sert ve kırılğan olur. Aslında beyaz dökme demir işlenemeyecek kadar sert olup ancak özel kesme makina aletleri ve taşla işlenmektedir. Beyaz dökme demir genellikle yüzey aşınması olan parçaların yapımında kullanılmaktadır. Beyaz dökme demirin dokusu iyice büyük, gümüş parlaklığında ipek görünümlü bir kristaldir.

**Yumuşak Dökme Demir:** Gerçek olarak beyaz dökme demirin uzunca bir süre normalleştirme sıcaklığında tutulması sonucu bu tür gereç oluşmaktadır. Isıl işlemin bu period süresince gerecin kırılğanlığı azalarak iç doku sağlamlığı ile dayanıklılığı artmaktadır. Yumuşak dökme demirin kristal

ısındaki görünümü ise beyaz sınırlar içersinde siyah merdendir. Yumuşak dökme demirin çekme dayanımı 2812 kg/Cm<sup>2</sup> ile 436 kg/Cm<sup>2</sup> arasında değişmektedir.

**Dövme Demir:** Dövme demirin dayanımı yumuşak dökme demire benzer. Korozyon direnci beyaz dökme demir gibi olup çekme dayanımı beyaz dökme demirden çok fazladır. Çekme dayanımı, gerecin içersindeki demirin türüne göre, 4218 kg/Cm<sup>2</sup> ile 436 kg/Cm<sup>2</sup> arasında değişmektedir. Bu özel karakteristikerin dövme demire kazandırılması ise, gerecin ergiyik durumunda olduğu sırada içersine az miktarda magnezyum katılarak özel ısı işlemine tabi tutulmasıdır. Katılan magnezyum gerecin kontrollü soğuması sırasında grafit kristallerin incelemesi için kontrol edilerek çizgisel doku biçimine gelmesi ile olur. Kristallerin belirli haciminde olarak birikimleri ise yuvarlak top gibi veya dövülmüş doku görünümündedir.

**Kaynatılma Yeteneği:** Dökme demirin kaynatılmasında en önemli faktör ergiyik etkisini minimum olarak tutulması ile metal içersinde iletim sonucu istemiyen kristal biçiminin oluşmasını önlemektir. Örneğin, uzun kaynak işlemi sırasında fazla değerinde ısı üretilirse, ve bu işlem sonucu hızlı soğutulursa yumuşak dökme demir beyaz dökme demire dönüşür. Aynı zaman birimi içersinde özel olarak ön ısıtma ve soğutma tekniği uygulanmazsa gereç çatlamaktadır. Ön ısıtma yaklaşık olarak 480 C<sup>o</sup> -650 C<sup>o</sup> arasında tutulmalıdır. Kristal dokusunu değiştiren kritik sıcaklık ise 790 C<sup>o</sup> civarında oluşmaktadır. Böylece ön ısıtma hiçbir şekilde bu sıcaklığa kadar yükseltilmemelidir. Ön ısıtma ve soğuma dönüşümü normal atmosfer (oda) sıcaklığına gelinceye kadar kademeli olarak kontrol edilmelidir.

Kaynatılacak dökme demirin yüzeyindeki artıklar

temizlenmelidir. Yüzeydeki artıklar incelendiğinde kaynak kalitesine etki eden yabancı maddeler bulunmaktadır. Eğer yüzeydeki yabancı artıklar temizlenmezse kaynak sırasında ergiyik içersine karışarak dayanımını azaltırlar.

Dökme demir oksii-asetilen veya koruyucu metal-ark kaynağı ile kaynatılabilir. Çizelge: XVI kaynatma biçimi göstermektedir. Koruyucu gazla döküm kaynağı yapılabilir. Ancak oksii-asetilen veya elektrod kadar ekonomik değildir. Ekonomik yöntem, kaynak işleminin zaman ve ergiyik kütlesi bakımından koruyucu metal-ark kaynağı ile yapılmasıdır.

Oksii-asetilen ile yapılan kaynakta içersinde belli oranda silisyum bulunan, kaynak telleri gereklidir. Kaynak işlemi sırasında silisyum bir miktar ısı ile yakılarak uzaklaştırılır. Böylece ek telindeki silisyum miktarı kaynak alanındaki ısıya etki ederek kaynak işleminin tamamlanmasına yardımcı olur. Kaynak tozu, ergiyik akışkanlığının sağlanması için, kullanılması zorunludur. Aksi halde erimiyen artıklar (kabuklar) demir oksitle karışarak ergiyik içersinde, boşlukları ve gözenekleri oluşturur. Yöntem olarak, gaz boşluklarının oluşması nedeni ile dövme dökme demirin oksii-asetilen ile kaynatılmasıdır. Gaz gözenekleri magnezyumun buharlaşması sonucu oluşur. Çünkü magnezyumun ergime derecesi dökme demirden daha düşüktür.

Kırılğan döküm parçalar genel olarak alçak sıcaklıkta yapılan kaynak ile tamir edilmelidir. Bölüm: IX da sert lehim incelenmektedir. Sert lehimin avantajı gerecin ergiyik ortamına kadar ısıtılmamasıdır. Böylece gerecin ısıtılmadan dolayı eksilen dayanımı ile beraber diğer karakteristیکleride artmaktadır. Sert lehim gerecin deformasyon sonucu biçim farklılıklarını da azaltmaktadır. Dökümün sert lehim

Çizelge: XVI Dökme Demirin Kaynatılma Özeti.

Dökme Demir Türü	Kaynatılma şekli	Isıl işlemi	Özellikleri.
Dökme Demir	Dökme demir ile kaynatılır	Ön ısıtmalı ve yavaş soğumalı	Gerecin kendi orijinalı gibidir.
Dökme Demir	Sert lehim	Ön ısıtmalı yavaş soğumalı	Isı etkinliğindeki alan çok iyi kaynatılır.
Dökme Demir	Sert lehim	Ön ısıtmasız	İyi kaynatılır gereç sertleşir.
Dökme Demir	Çelik ile kaynatılma	Mümkünse tamamı ısıtılır	İyi kaynatılır. Gereç belki işlemeyecek kadar sertleşir. Eğer ön ısıtma olmazsa gereç hemen çatlar.
Dökme Demir	Nikel ile kaynatılma	Ön ısıtma yapılabilir	Birleşme gereç kadar sağlam olur. İnce bir sert olan, işlenebilir.
Dökme Demir	Pasta ile çelik kullanarak kaynatma	Ön ısıtmasız	Birleşme öz gereç kadar sağlam olur.
Yumuşak Dökme Demir	Döküm çubuk ile Kaynatma	Ön ve yüksek ısıtma ile normalleştirme uygulanır.	İyi bir kaynak fakat pahalı ve yavaş yapılır.
Beyaz Dökme Demir	Kaynağı tavsiye edilmez		
Yumuşak Dökme Demir	Bronz kaynağı	Ön ısıtmalı	Birleşme sağlam ancak diğer ısı alanları orijinali kadar dayanıklı değildir.
Dövme dökme Demir	Nikel ile kaynatılır.	Ön ısıtma ve kaynak sonrası ısıtma gereklidir	Birleşme sağlam ve dayanıklık özelliği aranır, işlenebilir.

yapılması sonucu kullanıldığı yer ısı ortamı içersinde alınmalıdır. Eğer ısı ortamı zorunlu ise, kullanılma alanındaki sıcaklık 260 C° ye kadar olmalıdır. Bu derece veya daha üstünde sert lehim dayanıklılığı kaybolmaktadır.

Döküm kaynağının yapılmasında, işlenir ve işlenmez biçimde, iki elektrod türü kullanılmaktadır. İşlenemez



adi çelikler olup örtüleri özel olarak yapılmaktadır. Kaynak sırasında çok sert dikiş oluşturdıklarından kaynak sonrası herhangi bir nedenle dikişin işlenmemesi gerekmektedir. Bu elektrod kaynaklarının kullanıldığı yerler motor bloklarının mirinde, su gömlekleri (silindirlerinde), transmisyon kutularında, kompresör bloklarında, kasnak ve benzeri konstrüksiyonların kaynatılmasında kullanılır.

İşlenebilir elektrodla, ise bakır-nikel veya nikel örtülü olanlardır. Bu elektrodlarla yapılan kaynaklar bütün kırılan dökümlerin birleştirilmesinde, makina parçalarının hatalarının giderilmesinde boşlukların doldurulmasında, dökümün çelikle birleştirilmesinde kullanılmaktadır. Kaynak kütlesi yeteri yumuşaklıkta olduğundan rahatlıkla işlenebilmektedir.

#### *GALVENİZLİ GEREÇLERİN KAYNATILMASI*

Galvanizli metallerin kaynatılmasında en önemli problem galvaniz örtüsünün yanarak ayrılmasıdır. Galvanizin görevi gerecin dış yüzeyini korozyondan korumaktır. Kaynak alanındaki yanma sonucu meydana gelen galvaniz eksilmesini koruması için bazı özel pasta ve dekapan kullanılmaktadır.

Galvaniz kaynağının yapımı ise çinko bileşimli telin kaynak yapacak biçimde kullanılmasıdır. Galvaniz kaynağındaki çinko alaşımlı çubuklar özel örtü veya pastaya sahiptir. Birleşme yeri kaynak sonrası ilk önce çelik fırça ile fırçalanır. Küçük bir miktar alaşımlı tel, gaz veya kaynak ülecinden uygun bir sıcaklık verilerek, kaynak üzerinde ergitilmektedir. Galvaniz kaynak ortamı oluşunca fırça ile ısıtılan kaynak alanının bütün yüzeyine sürülür. Alaşımlı tel kendi içersindeki kimyasal reaksiyonla yaklaşık olarak

230-235 C° de erimekte-dir. Eğer yüzey yeterli sıcaklıkta değilse çinkonun yayılması istenilen biçimde olamaz. Yüzeyin fazla ısıtılması halinde ise çinko gazlaşarak uzaklaşır. Galvaniz metalin yüzeye sürülmesi pirinç fırçalarla yapılmamalıdır. Bunda amaç çinkonun ergiyik ile birleşik yapmasını önlemektir.

#### *BİLGİ SORULARI*

- 1- Metalin ısı iletkenliği kaynatılmasına nasıl etki eder ?
- 2- Kaynak ısısının belirli biçimde kontrol edilmesi sonucu birleşme neticesi nedir ?
- 3- Çeliklerin kaynatılma yeteneğine karbonun etkisi nedir ?
- 4- Çeliklerin sınıflandırılmasında dört temel kodlama (numaralama) sistemleri nelerdir ?
- 5- Çeliklerin çekme dayanımına neyin etkisi vardır ?
- 6- Koruyucu metal-ark ile az ve orta karbonlu çeliklerin kaynatılmasında hangi tür elektrodlar kullanılır ?
- 7- Yüksek karbonlu çeliklerin kaynatılması niçin pek tavsiye edilmez ?
- 8- Alaşımlı çeliklerin yapımında kullanılan elementler nelerdir ?
- 9- En çok kullanılan veya tanınan alaşımlı çelikler hangileridir ?
- 10- Alaşımlı çeliklerde çatlama ve kırılmayı nasıl azaltabiliriz ?
- 11- Az alaşımlı çelik ile yüksek alaşımlı çelik arasındaki farklar nelerdir ?
- 12- Martenzitik paslanmaz çelik ile ferritik paslanmaz çelik arasındaki fark nedir ?
- 13- Austenitik ve ferritik paslanmaz çeliklerin ayrımı nasıldır ?

- 14- Hangi paslanmaz çeliklerin kaynağı iyi yapılır ? Niçin ?
- 15- Paslanmaz çeliklerin kaynağında koruyucu gaz kaynakları kullanılması ile niçin iyi sonuç alınır ?
- 16- Alüminyumun belirli özellikleri nelerdir ?
- 17- Alüminyumun sınıflandırılmasındaki ilk tanıtıcı değer nedir ?
- 18- Sınıflandırmada saf alüminyum gösterilmesi nasıldır ?
- 19- Alüminyumun türlerinde uygulanan ısıtma yöntemleri nelerdir ?
- 20- Oksi-asetilen ile alüminyumun kaynağında niçin pasta ya dekapan kullanılması zorunludur ?
- 21- TIG ve MIG kaynak türleri alüminyum kaynağında neden tercih edilmektedir ?
- 22- Mağnezyumun alüminyumdan sağlamlık, ağırlık ve kaynatılma bakımından farklılığı nedir ?
- 23- Oksitli bakır ile oksitsiz bakır arasındaki farklar nelerdir ?
- 24- Kaynatılma tekniğinde niçin oksitsiz bakır daha çok kullanılmaktadır ?
- 25- Pirincin bronzdan farkı nedir ?
- 26- Nikelli alaşımlar hangi ticari isimleri ile tanınırlar ?
- 27- Titanyumun belirli mekaniksel özellikleri nelerdir ?
- 28- Zirkonyumun, berilyumun özellikleri bakımından titanyum ve berilyum ile nasıl karşılaştırılır ?
- 29- Berilyum, titanyum ve zirkonyumun kaynatılması neden tehlikelidir ?
- 30- Gri, beyaz, yumuşak ve dövülen dökme demirlerin arasındaki farklar nelerdir ?

## BÜLÖM 9

### SERT ve YUMUŞAK LEHİM

Metallerin birleştirilmesinde genellikle ergitme istemli kaynak türü kullanılmaktadır. Bu ergitmede kaynatılan gercin ergime ortamına gelmemesi büyük avantajlar sağlar. Ergitme yöntemli birleştirme ise genel olarak sert lehim ve yumuşak lehim olmak üzere iki türdür. Bu işlem türleri geniş kapsamlı olarak ticari metallerde kullanılmaktadır. Özellikle kaynatılması pratik ve ekonomik olmayan işlere uygulanmaktadır.

#### SERT LEHİM

Amerikan kaynak cemiyetine göre sert lehim kaynakçılığın bir türüdür. Çelik olmayan birleştirme teli 400 C° nin üstünde ısıtılır. Esas metali ergitilmeksizin ekteli ergitilerek birleştirilme yerine verilmesi ile sert lehim yapılmaktadır. Çünkü ek telinin ergime derecesi birleştirilecek gereçlerden daima düşüktür. Ek teli iyi alıştırılmış parçaların arasına verilmektedir. Birçok ticari metaller sert lehimlenmektedir. Sert lehim yüksek dayanıklılık sağlamakla beraber temel gercin sağlamlığı kadar olmamaktadır. Bu nedenle fazla dayanım istenen yerlerde lehim kullanılmaz. Sert lehimin en önemli karakteristiği kaynak sırasında ısı etkinliği ile eksilen mekaniksel özelliklerin aynı veya minimum değerinde kalmasına yardımcı olmasıdır. Sert lehim genellikle benzer yapıda olmayan metallerin birleştirilmesinde kullanılmaktadır.

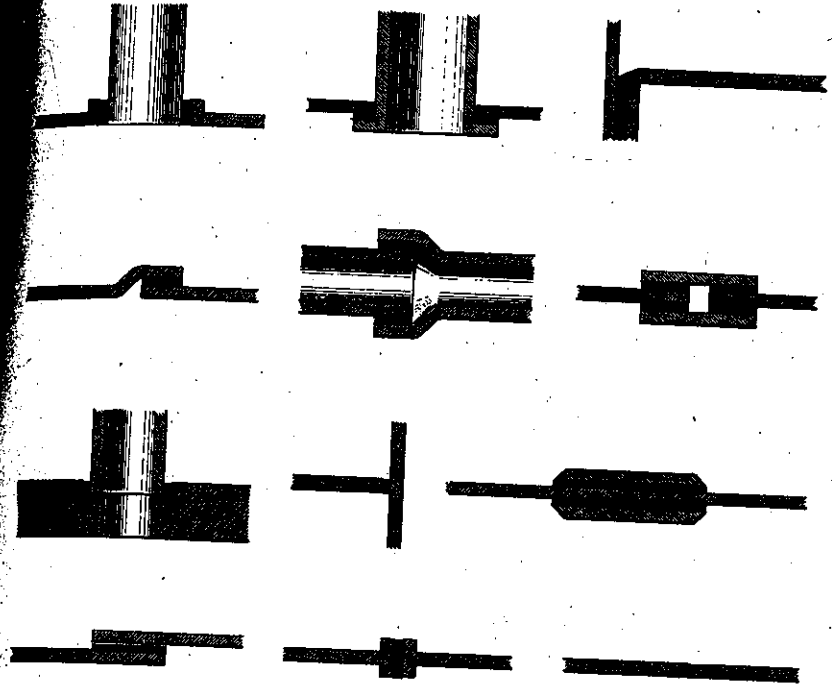
#### Sert lehimin Kullanılması

Başarılı bir sertlehim işlemi birleşme yerinin düzgün,

iyi alışmış ve yüzeylerin oksit veya diğer yabancı artıklarından tamamen temizlenmiş olmasına bağlıdır. Yüzeylerin kaynak esnasında temizlenme işlemi ise genellikle pasta (veya tozla) kaplanarak ısıtılması sonucu yabancı maddenin çözülmesi ile oluşmaktadır. Bu işlem ön temizlemeden sonra olur. Önce yüzeyler eşit biçimde (pasta veya) tozla kaplanarak ek teli birleşme boyunca aynı alana verilmelidir. Ek telinin ergitmesi ile birleşen yüzeyler arasındaki sıvı ergiyik tabakası olmaktadır. Normal atmosfer (oda) sıcaklığına kadar soğutulma sırasında sert lehim gereği birleşen yüzeylerde katılaşarak birleştirme işlemini yapmaktadır. Isıtma ve soğutma sırasında yüzeylerdeki biçim değişikliğini azaltacak faktörleri önceden belirlenmelidir. Birçok üretim tekniğinde (bazı birleştirmelerde düzgünlüğü sağlamak amacı ile sert lehim sırasında) özel araçlar kullanılmaktadır.

**Sertlehim Birleşme Türleri:** Sertlehim işlemlerinde bindirme, alın olmak üzere iki şekilde birleştirmeler uygulanmaktadır. ("T" köşe birleştirilmeleri küt birleştirilmesi olarak düşünülmektedir). Şekil:9-1 de Birleştirmelerle ilgili birçok örnekler görülmektedir. Bindirme birleştirmeler maksimum sağlamlıktadırlar. Bindirme işlemlerinde bindiren genişlik en ince kalınlığın en az üç katı kadar olmalıdır. Birleşme yerinin kesit alanının ince olan birleşme metalinin kesit alanı kadar olması olanak dışıdır. Bu tür birleştirmelerde küt konum uygulandığında birleşmenin dayanıklılığını artırmak için birleşme yerine altlık konmaktadır. Ancak birleşme yerine konan parçanın ekseninde tutularak kaynatılması zor olduğundan, özel bir dikkat gerek-

ir. Küt birleştirmelerdeki kesit dayanımını artırmak amacıyla birleşme alanı, şekil:9-1 de görüldüğü gibi, desteklenmelidir. Bunun için gerekirse birleşme yerinin üzerine altlık geçirilir.



Şekil:9-1 Sert lehimde birleştirme türleri.

Sertlehim birleştirmelerde parçalar arasındaki açıklık çok önemlidir. Birleşme yerindeki yüzeylerin yüklenmesi, çarpma (vurma) ve statik yüklenmesi dikkate alınmalıdır. Çok sıkı alıştırmada oluşturulan ergiyik sıvısı araya girme olanağı bulamıyarak yüzeylere kimyasal yayılmayı yapamaz. Aralığın fazla açık olması halinde ise ergiyik metal iç birleşme yüzeylerine etki edemiyerek akmaktadır. Bu nedenle birleşme yeri uygun bir eşitlikte olmalıdır.

Bu açıklığın 0,03-0,3 mm arasında olması gerekmektedir.

**Sertlehim Ek Telleri:** Sertlehim ek maddeleri şu özellikleri taşımalıdır.

- 1- Metallerin yüzeylerine iyi bir akışkanlıkla eşit dağılım yapabilmelidir.
- 2- İyi bir ergime oluşturarak metalurjik yüzey birleştirmesi yapılmalıdır.
- 3- Ergime sıcaklığı, birleşme yeri ve birleştirilen metallerle uygun olmalıdır.

Sertlehim telleri yedi grupta toplanmaktadır. 1- Gümüş 2- Alüminyum-Silisyum, 3- Bakır-fosfor, 4- Altın, 5- Bakır ve bakır-çinko, 6- Mağnezyum 7- Nikeldir. Çizelge:I de birleştirilecek metallerde kullanılan ek tellerinin türü belirtilmektedir.

**Dekapanlar:** Yüzeyde bulunan herhangi bir oksit sertlehim metalinin biçimlenerek yayılmasına engel olmaktadır. Bazı tür dekapan kullanılarak oksitlerin çözülmesi veya temizlenmesi mümkündür. Genel olarak kullanılan bu temizleyiciler ticari amaca uygun olarak, toz, pasta, sıvı veya reçine kıvamında satılmaktadır. Tozlar veya pastaların hazırlanmasında kendi öz katık sıvıları kullanılır. Örneğin boraksın hazırlanmasında borik asit, sıvılaştırıcı, ergiyük gibidir. Bütün sertlehimleme işlemleri için yalnız bir tür pasta kullanılmaz. Çizelge:I de sertlehim işlemlerinde kullanılan pastalar görülmektedir. Fazla sayıdaki üretimlerde kullanılan pastaların da vazifesi iyi bir bileşim sağlamaktır. Sonuç olarak, sertlehim işlemi sırasında oksitlenmeyi önlemek ve mevcut oksitin de çözülerek kaynak alanından çıkarılması dekapan tarafından yapılmaktadır. Kaynak alanındaki

Çizelge: I Ticari olarak bulunan Sertlehim Maddeleri

A W S Sertlehim Türü No:	Metal Bileşimlerine göre ek teli seçimi		Sertlehim Maddelerinin Ergimeleri C	Akışkanlığı Sağlayan Sıvılar	Kullanılan Pasta Biçimi	Kullanılma Yöntemi
	Birleştirilen Metal veya Metaller	Ekteli				
1	Alüminyum ve Alüminyum alaşımı	BAISI	370 - 650	Kloridli ve Klorlu	Toz	1.2.3.4.
2	Mağnezyum alaşımları	B M G	540 - 651	Kloridli ve Klorlu	Toz	3.4.
3 A	Bakır ve bakırın temel olduğu (Alüminyum hariç) alaşımlar, Demirin temel elemanı olduğu alaşımlar, çinko, demir, karbon ve alaşımı Çelik Nikel ve alaşımları, paslanmaz Çelik değerli Metaller (Altın-Gümüş) v. s.	B Cu P B A g	560 - 870	Borik Asit Borak Suyu Islatıcı elamanları	Toz Pasta Sıvı	1.2.3.
3 B	Bakır ve bakırın temel olduğu alaşımlar (Alüminyum hariç), Nikel ve alaşımları, paslanmaz çelikler karbon ve alaşımları, çinko demir, çelik ve alaşımları, kıymetli Metaller (Altın ve Gümüş hariç)	B Cu B CuP B Ag B Av B Ni B CuZn	730 - 1150	Borik asit Boraksılar Akışkanlar Islatıcı Sıvılar	Toz Pasta Sıvı	1.2.3.
4	Alüminyum-Bronz, Alüminyum, Piritinç	B Ag, B Cu Zn B CuP	560 - 870	Boraks Suları Florlu ve Klorlu sıvılar	Toz-Pasta	1.2.3.
5	Bakır ve bakırın temel olduğu alaşımlar (Alüminyum hariç), Nikel ve alaşımları, paslanmaz Çelikler karbon ve alaşımı Çelikler, Çelik ve alaşımları, kıymetli Metaller (Altın-Gümüş hariç)	B Cu, B CuP B Ag (8-19) B Av B Cu Zn B Ni	760 - 1200	Boraks Borik asit Borikler	Toz Pasta Sıvı	1.2.3.

A W S- Amerikan Kaynak Cemiyeti

Bu çizelgede en çok kullanılan Sertlehim ergitici maddeleri verilmiştir.

1- Birleşme yerine toz serpilir, 2- Çok ısıtılan ek teli toz veya pasta ile kullanılır.

oksitlerin temizlenmesini kontrol etmek, (özellikle titanyum, zirkonyum gibi metallerde) zorunludur. Atmosferin etkilerinden gazla kaynak alanının kontrolü ise fırın sistemi ile üretilen gazların sirkülasyonu sonucu olmaktadır. Çıkarılan gazın basıncı az da olsa atmosfer basıncından daha büyüktür. Pastadan üretilen gazın bileşiminde hidrojen, karbon dioksit, karbon monoksit, azot, argon amonyak veya banyon gazları vardır.

**Isıtma Yöntemleri:** Sertlehimleme işlemlerinde kullanılacak (birleştirilecek) gereçlere göre değişmektedir. Birleştirilecek gereçlerin sayıları, türleri, kütlesi ve kalınlıklarında ısıtmaya etki eden faktörlerdir. Aşağıdaki ısıtma teknikleri sertlehimleme işlemlerinde kullanılmaktadır.

**Üfleçle Isıtma:** Üfleçle ısıtma yöntemi çok genel bir kullanma biçimidir. Şekil:9-2 de üfleçle yapılan sertlehim işlemi görülmektedir. Kullanılan gazlar, oksijen-asetilen, hava-gazı, gaz-oksijen (likid gaz-oksijen) veya oksijen-hidrojen



Şekil:9-2 Sertlehimde genellikle üfleç ısıtması kullanılır.

gazının türü veya miktarı birleştirilecek gereçlerin ısıtma hızı, kalınlığı ve kütlesine bağlıdır. Oksijen-asetilen üfleçleri ısıtma kontrolünün çok iyi yapılması nedeniyle ile çok geniş kullanma alanlarına sahiptir. Hava-gazı azaltılmış alevlerin kullanılması gereklidir. Alevdeki hidrojenin birleştirilen gereçlere temas etmesini önlemek için sertlehim yapılmalıdır. Alevi çok yaklaştırarak sertlehim işlemi yapılması halinde birleştirilen metallere oksijen ortamına gelmesine, sertlehim telinin de ergiyik koyağından ayrılarak gazlaşmasına neden olmaktadır.

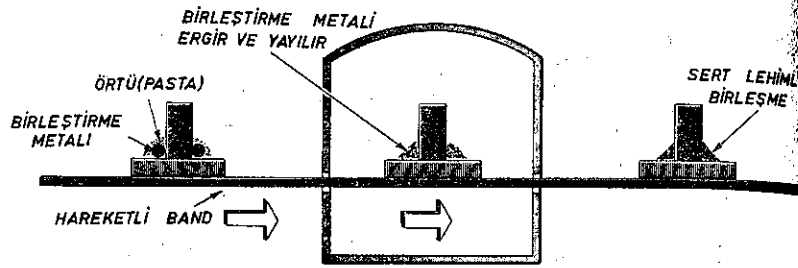
Hava-gazı üfleçleri çok düşük ısı ürettiğinden ince parçaların sertlehim yapılmasında çok kullanılmaktadır. Bu üfleçlerde, hava gaz karışımı, normal basıncıdaki hava ile sertlehim gazının veya hava ile asetilen gazı kullanılır.

Gaz-oksijen, oksijenin hava gazı, tüp gazları, propan veya bütan gazları ile birlikte kullanılmasıdır. Bu karışımın alevi yüksek ısı ürettiğinden kalın parçaların sertlehimlenmesinde kullanılır.

Oksijen-hidrojen alevi, alüminyum ve diğer çelik olmayan gereçler için düşük sıcaklık gerektiğinden, bu metallere sertlehimlenmesinde kullanılır. Çünkü oksijen-hidrojen alev sıcaklığı çok düşüktür. Düşük sıcaklık metallere kiritik ortama kadar ısıtılmamasını sağlar. Hidrojen işlem sırasında temizleme görevi yaparak, sertlehim alanını atmosferden korumaktadır.

**Fırında Isıtma:** Fırında ısıtmada sertlehimlenecek parçalar bir sac levha üzerine konulmaktadır. Bir plâka veya tabakaya üzerine konan parçalar elle veya otomatik olarak fırının içine gönderilir. Bazı otomatik sertlehimlemede hareketli bant sistemi kullanılmaktadır. Genellikle fazla üretimli parçaların sertlehimlenmesinde bantla belirli bir hız verilir.

Şekil:9-3 de band sistemi ile yapılan fırın ısıtmalı sertlehim işlemi görülmektedir. Sertlehim ek teli birleşme alanına parçası, bobin, toz veya pasta ile karışık olarak konulmaktadır. Birleşme yerine pasta ile karışım halinde konulan ek teli gereci fırının ısısı ile ergimekte ve sertleşmektedir. Eğer ısıtma işlemi atmosferden korunmayarak yapılıyorsa dekapan kullanılmaktadır.



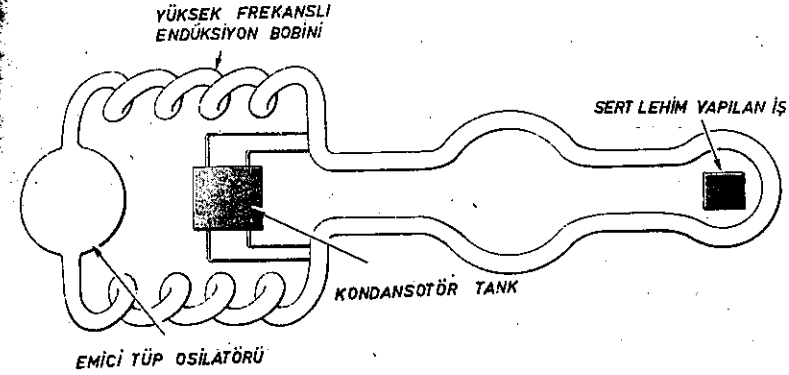
Şekil:9-3 Seri Üretimde sertlehim işlemi fırınlarda yapılır.

Birçok yüksek üretimli sertlehim fırınlarının atmosferden korunması amacı ile fırın içersinde koruyucu gaz olarak hidrojen, ısı emici veya karışık gazlar kullanılmaktadır. Etkisiz saf gazlar olan helyum veya argon da fırının atmosferden korunması için kullanılabilir.

Bazı fırınlara bacinçlı gaz gönderilerek atmosferin oksitlenmesinden gereçleri korumaktadır. Basınçlı gazın verilmesi ile beraber ısınan gazlarında çekilmesi yapılmaktadır. Gazların hızları ile titreşimlerinin kazandırdıkları özellikleri sayesinde kaynak alanına hava etki edememektedir. Gaz çekme (emme) tekniği ile yapılan sertlehim feza ve nükleer endüstride geniş kullanma alanına sahiptir. Çünkü feza ve nükleer endüstride kullanılan metaller aktif

veyan gereçlerdir. Bu işlemlerde sertlehim dekapanları kullanılabilir.

Endüksiyon ile ısıtma: Bu tür ısıtma sonucu yapılan işlemlerde ısıtıcı birleştirilen gereçlerle temas etmemektedir. Şekil:9-4 de sertlehim işleminin yapılış tekniği görülmektedir.



Şekil:9-4 Endüksiyonla ısıtma bobini.

Elektrik güç kaynağı 60 (50) frekanslık akımı çok yüksek frekansa çevirerek düşük voltaj elde edilir. Akım endüksiyon bobinden geçerek, sertlehim yapacak ısı alanını meydana getirir. Elektrik iletkenliği olduğundan mağnetik alanın oluşumu da vardır. Elektrik etki kuvveti metali, iletkenliği sonucu ısıtmaktadır. Isının oluşması da gereçlerin elektrik iletkenliğine karşı gösterdiği dirençtendir. Isının oluşma alanı gerecin yüzeyleridir. İçteki ısınma ise yüzeydeki ısının gerecin iç kısımlarına iletilmesidir.

Enerji kaynağı olarak yüksek frekans üreten elamanlar motor-jenaratör veya çekme (emme) tüblü ünitelerdir. Motor jenaratörlerin sınıflandırılmasında, düşük frekans ünitesi (10.000 frekansa kadar), (buji sistemli ünite ise) orta

frekanslı (20.000 ile 30.000 arasında frekans) ve yüksek frekans da çekme borulu titreşimli tüb ile (200.000 ile 5000.000 frekans) üretilmektedir. Enerji kaynağının hacmi, birleştirilecek parçaların üretim oranına bağlıdır. Düşük frekanslı güç üniteleri ile yapılan sertlehimin birleşme derinliği fazladır. Çünkü bu frekansla derinliği daha fazla olan ısıtma alanı oluşmaktadır. Böylece düşük frekanslı akımlar kalın gereçlerin sertlehimlenmesinde kullanılmaktadır. Yüksek frekans ise yüzeysel bir ısı alanı oluşturarak birleşme derinliğini azaltmaktadır.

İş parçaları veya endüksiyon bobin bakır bloklar halinde düzenlenir. Bu sistemin soğutulması tekniğinde, içersinden su geçirilmesi düşünülmez. Çünkü çalışma sistemi çevresinde su donanımı yapılarak soğuk tutulması sağlanır. Donanımın büyüklüğü, bakır blokların kalınlığı, ısıtılacak alan ile yakından ilişkilidir. Birleştirilecek gereçlerin sayıları ve kalınlıkları arttıkça ısının kısa zamanda ve geniş alanda oluşmasında artmaktadır.

Sertlehim yapılacak parçalar ile endüksiyon bobini arasındaki değişken boşluk durumuna göre iş üzerine verilen ısı da ayarlanmaktadır. İş parçasını tutucu elemanlar ısı oluşturan endüksiyon sisteme çok yaklaştırılmaz. Bağlama veya yaklaştırma elamanları çelikten yapılabilir. Çelik bağlayıcı veya tutucular endüksiyon ısıtmadan yüksek değerde etkilenerek kısa zamanda kiritik sıcaklığın üzerinde tavlânır. Çok fazla ısınan bu bağlama elamanlarının ısısı sertlehimlenecek alana etki etmektedir. Bu işlerde kullanılacak en uygun bağlama veya tutma elamanları seramik veya manyetik olmayan metallerdir. Endüksiyon sistemi ile sertlehimlemede birleştirilen iş parçaları belirli bir eksenle tutularak

kısa zaman birimi içersinde ısıtılması zorunlu görülmektedir. Bu yöntemle sertlehimleme, sayısal üretim bakımından çok ekonomik ve pratiktir.

*Fazla Sert lehim:* İki şekilde fazla sertlehim vardır. 1- Ergiyik metal banyosu, 2- Ergiyik dekapan banyosu.

*Ergiyik Metal Banyosu:* Bu teknikle birleştirilecek metal parçalar ergiyik banyosu biçimindeki sertlehim içersine daldırılır. Ek teli ile pasta bir pota içersinde sertlehim gereci olarak ergitilmektedir. Birleştirilecek parçalar önce iyice temizlenerek birleşme yerlerine pasta ve benzeri koruyucu maddeler sürülerek banyoya daldırılır. Bu yöntemle çok küçük parçaların (tel, yay ve buna benzer) kaplanması yapılmaktadır.

*Ergiyik dekapan Banyosu:* Kimyasal tuz olan pasta ve tozlar bir kutu içersinde eritilir. Bu eritme gaz alevi veya elektrik resistansı ile olmaktadır. Ençok kullanılan yöntem ise banyo içersinden elektrik akımının geçirilmesidir. Resistans ısıtması sonucu ilk reaksiyonla ergimeye başlayan pasta elementleri diğer tür ısıtıcılara göre daha eşit biçimde oluşmaktadır. Banyo içersinden geçirilen elektrik akımı ergiyik kütlesi belirli bir sıcaklıkta tutulmaktadır. Bir pirometre banyo içersine daldırılarak ergiyik sıcaklığını kontrol ederek sertlehim sıcaklığına kadar ısının yükselmesini göstermektedir.

Sertlehimle birleştirilecek parçalar çok iyi temizlenerek uygun elamanlarla komple ek yerine konacak ek teli halka, rondela veya pasta biçiminde hazırlanarak birleşme profiline yerleştirilir. Ergiyik tuz banyosunda parçaların sertlehimlenmesi için belirli bir bağlayıcı sisteme (kaplara) konulmaktadır. Parçaların tutucu elamanları sertlehim

maddelerinin ergime sıcaklığına kadar fırınlarda ön-  
sı yapılmalıdır. Bu durumda parçalar banyo içersine  
rılır. Birleşme yerindeki ek teli ergiyecek kadar  
lıkta olan banyodan ısıyı absorbe eder. Çünkü banyo  
sertlehim gerecini ergitecek sıcaklıktadır. Ergiyik  
banyosu ile derin sertlehimle işlemi genellikle fabri-  
yon radyatörlerin veya diğer soğutucu ünitelerin sert-  
lenmesinde kullanılmaktadır.

**Bronz Kaynağı:** Bronz kaynağı normal sertlehimleme-  
çok az farklıdır. Birleştirilecek gereçler biribiri üz-  
bir miktar binmektedir. Bronz kaynağında birleştirilen  
taller ergimeksizin yapılmaktadır. Sertlehim kaynağı ye-  
cak gereçler kalaylanma sıcaklığına kadar ısıtıldıktan-  
ra ek yerindeki birleşme dikişi ek teli ile oluşturulma-  
dır. Bununla beraber birleştirme elamanları gerçekten er-  
me ortamına getirilmemektedir. Sertlehim metalinin birleş-  
yerine tam olarak yayılması ergitme kaynak tekniğine ben-  
mektedir.

Bronz kaynağı ise bir sertlehim kaynak türüne çok ben-  
mektedir. Bu kaynak tekniği genellikle birleştirme ve tam-  
işlerinde kullanılmaktadır. Bronz kaynağı, dökme demir, ç-  
me bakır, piring ve değişik benzer olmıyan metallerin kay-  
ğında kullanılmaktadır. Şekil:9-5 de bu tür kaynağın yapı-  
şı görülmektedir. Bronz ek tellerinin bileşimindeki gereç-  
ler, bakır çinko ile birlikte bir miktar kalay, demir, man-  
ganez ve silisyumdur.

Kaynatılacak olan gereçler iyice temizlendikten sonra, pa-  
lı tel kullanılarak mevcut olan oksit çıkarılmaktadır. Kullan-  
temizleyici telin birleşme yerine maksimum yayılma yapacak  
dar ısıtılarak temizleyici toz ile lehimlenmelidir.

temizleyici su ile karıştırılarak dikiş alanına sürül-  
r.



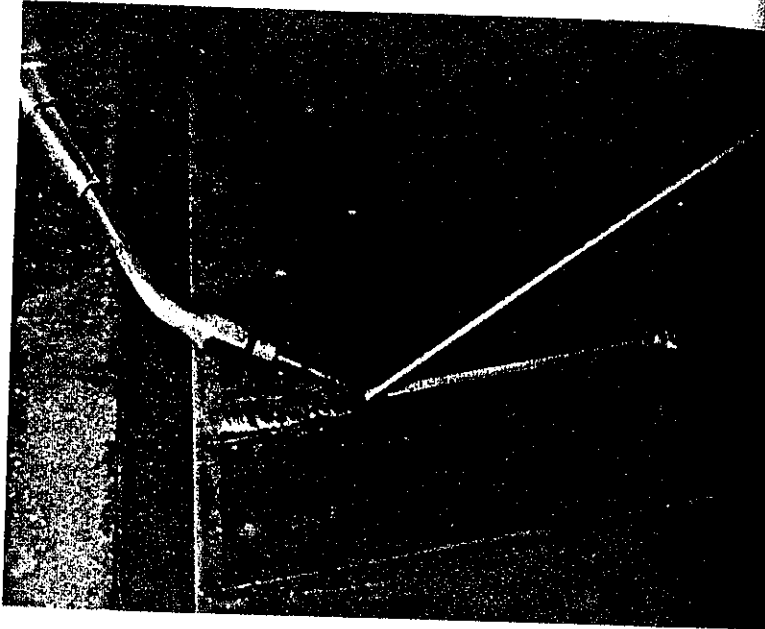
Şekil:9-5 Bronz kaynağı ile kırılan dişin onarılması.

Herhangi bir birleştirme türü bronz kaynağı ile yapıla-  
dır. Kalın parçalardaki kenarların birleştirilmesi için  
lik kaynak ağzı açılmalıdır. İş parçaları birleştirilme-  
nümünde hazırlanarak, kaynak bu eksen üzerinde ileriye  
ğru yapılır. Şekil:9-6 da V kaynak ağzı açılmış bir par-  
anın kaynatılması görülmektedir. Bu konuda ergiyik bronz  
el önüne, (alan ısıtılmadığı takdirde) kenarların fazla dış  
asımlarına, yayılmaktadır.

Genel olarak, bronz kaynağı oksii-asetilen üfleci kulla-  
ılarak az oksitli alev ile yapılmaktadır. Alev kaynağın



başlama noktasına yöneltilerek koyu kırmızı alıncaya kadar bekletilir. Küçük bir hacimde bronz telin ergitilerek, birleşme kalaylama biçiminde ince bir film oluşturulmalıdır. Ancak birleşme alanı kalaylama ortamına girmemişse bronz kaynağı başarılı olamaz. Eğer kaynatılacak yüzey belirli bir sıcaklıkta ısıtılırsa, ergiyik bronz telin alana yayılmalıdır. Eğer yüzey çok sıcak olursa, sıcak soba üzerinde küreleşmesi gibi, bronz ergiyikteki gibi sel biçimde oluşarak gazlaşır. Bronz-telin ergiyerek kürecikler halinde birleşmesi ise kaynatılan gerecin sonucunu belirlemektedir.

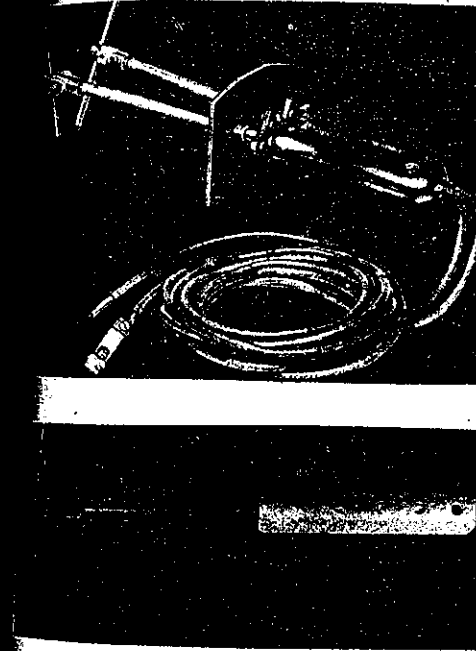


Şekil:9-6 Bronz kaynağı aşağıdan yukarıya doğru eğimle olarak yapılırsa iyi sonuç alınır.

Önce kaynatılacak olan gereçler kalaylanır duruma getirilir. Üflece küçük dairesel hareketler yaptırılarak ergiyik

tel birleşme yerinde dikiş oluşturulur. Ek teli kaynağı sırasında ergiyik içersine tam olarak daldırılmalıdır.

**Karbon Elektrod ile Sertlehim:** Bazı sertlehim işlemlerinde karbon elektrodlar ile yapılmaktadır. İşlem metalik ark yerine çok benzenekle beraber elektrod ergimez veya dolgu teli olarak kullanılmaz. Karbon elektrod sadece ortak elektrodlerde ark oluşturmaktadır. Karbon elektrod ya saf grafit veya bakır kaplı olarak özel tutucu penslerle kullanılmaktadır. Şekil:9-7 de karbon elektrod penslerinin bir tanesi görülmektedir. Normal metalik ark pensleri karbon elektrodlar için, fazla ısınma nedeni ile, uygun değildir.

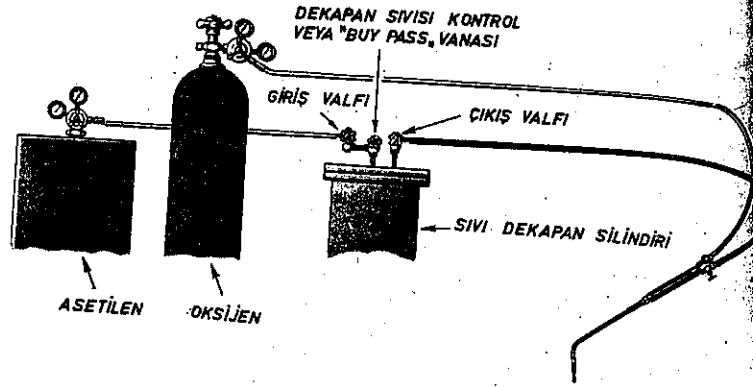


Şekil:9-7 Karbon ark pensleri.

Isıdan koruyucu olan plaka tutamağın önüne yerleştirilmiştir. Tutamak çevresinde hava sirkülasyonu olacak biçimde, soğutulma tekniğini içerecek yapılmıştır. Eğer sürekli karbon arki kullanılırsa, tutamak su ile soğutulur.

Sertlehimleme elektrodun uç kısmı taşlanarak uzunca bir biçimde sivriltilmektedir. Şekil:9-8 de

geçen oranını ayarlar. Çıkış valfida ergiyik gaz karışımının üflece gönderilmesine yardımcı olmaktadır. Şekil 9-9 da sertlehim elemanı ve araçları görülmektedir.



Şekil:9-9 Dekapan sıvısı ile yapılan sertlehim

Ergiyik temizleyici ile piring, bronz, bakır, dökme alüminyum, dökme ve dövme demir, nikel ve çeliklerin sertlehim işlemleri yapılmaktadır.

## LEHİMLEME

Lehimleme, çelik olmıyan dolgu teli kullanarak iki gerecin birleştirilmesidir. Lehimleme derecesi lehimlenen parçaların ergime derecesinden çok düşüktür. Yaklaşık olarak lehimleme sıcaklığı  $427^{\circ}\text{C}$  veya daha azdır. Dolgu maddesine lehim çubuğu denir. Bu çubuk ek yerine ısıtılarak ince bir kat halinde yüzeyi kaplanmaktadır.

Esnek dayanım istenen yerlerde lehimleme türü birleştirmeler kullanılmaz. Çünkü lehimli birleştirmenin çekme dayanımı azdır. Lehimleme birleştirme sıcaklığı lehimlenen metalin ergime sıcaklığı veya buna yakın ısı ile çalıştırılarda kullanılmazlar. Lehimleme aşağıda belirtilen şekilde yapılmaktadır.

1- Birleştirilecek metallere göre uygun lehim çubuğu ve lehimleme tozları seçilmelidir.

2- Birleştirilen yerler arasında  $0,1\text{ mm}$  olacak biçimde boşluk oluşturulmalıdır.

3- Parçaların birleşme alanları tam olarak temiz olmalıdır.

4- Parçalar lehimlendikten sonra, lehim katılaşımına kadar sıkı biçimde tutulmalıdır.

5- Lehimleme alanında kullanılacak ısı kütlesi normal değerinde bulunmalıdır.

Birçok ticari metaller lehimlenebilmektedir. Çizelge:II'de bu metallerin lehimlenme karakteristikleri gösterilmektedir.

**Lehim Çubukları:** Birçok lehim çubukları kurşun ve kalay alaşımından yapılmaktadır. Bu teller alaşım metallerinin birleşim oranları ergime noktaları ile diğer karakteristiklere bağlıdır. Bileşimde % 70 kalay ve % 30 kurşun bulunan lehimlerin ergime noktası  $188^{\circ}\text{C}$  dir. Eğer bileşiminde % 95 kurşun ve % 5 kalay bulunursa ergime derecesi  $310^{\circ}\text{C}$  dir. Ençok kullanılan lehim çubuğu alaşım elementleri % 50, % 50 oranındadır. Yani % 50 kurşun ve % 50 kalaydır. Ergime derecesi ise  $245^{\circ}\text{C}$  dir. Birçok değişik alaşımdaki lehim çubukları lehimleme işlemlerinde kullanılmaktadır. Çizelge:III'de lehim

Çizelge: II Metallerin Lehimlenmesi

Metaller ve alaşınlar	Ergime Ortamı			Lehimleme tavsiye edilmez
	Düzenli	Aşındırıcı	Özel Ergime maddesi veya lehim	
Alüminyum			X	
Alüminyum-Broz			X	
Berilyum				X
Berilyum-Bakır		X		
Pirinç	X	X		
Kadminyum	X	X		
Döküm			X	
Krom				X
Bakır	X	X		
Bakır-Krom		X		
Bakır-Nikel		X		
Bakır-Silisyum		X		
Altın	X			
Kurşun	X	X		
Magnezyum			X	
Magnezyum-Bronz				X
Monel		X		
Nikel		X		
Krom-Nikel			X	
Platin	X			
Paslanmaz-Çelik			X	
Gümüş	X	X		
Çelik		X		
Kalay	X	X		
Kalaylı-Bronz	X	X		
Kalaylı-Kurşun	X	X		
Kalaylı-Nikel	X	X		
Kalaylı-Çinko	X	X		
Çinko-Döküm			X	
Çinko				X
Titanyum	X			

gunda bulunan bileşim elementlerinin yüzde değerleriilmektedir. Genel olarak bileşimde bulunan az orandaki kalay ergime derecesini artırmaktadır. Aynı zamanda bileşimde fazla kalay istenilen kadar da yüzeysel yayılma

Çizelge:III ASTM Lehimlerinin Bileşimleri

ASTM Numarası	% Bileşim oran				Ergime Derecesi °C
	Kalay	Kurşun	Antimuan	Bakır	
5 A	5	94.8	0,12 max	0,08	149-155
5 B	5	94.42	0,5 max	0,08	149-155
10 B	10	84.42	0,5 max	0,08	132-149
20 B	20	79.42	0,5 max	0,08	85-138
20 C	20	72,2-78	1,2	0,08	85-138
30 A	30	68,95	0,25	0,08	84-116
30 B	30	68,7	0,5	0,08	84-116
40 A	40	59.8	0,12	0,08	84-110
50 A	50	49.9	0,12	0,08	84-104
60 A	60	39.8	0,12	0,08	84- 88
63 A	63	37	0,12	0,08	84

Yapılamamaktadır. Az kalay alaşımlı lehimler ekonomik olduğundan büyük hacimdeki lehimleme işlemleri yapılmaktadır. Kalay yüzdesinin fazlalığı ile daha iyi bir ergiyik yapılmakta ve lehimlemede çatlama azalmaktadır. Yüksek oranlı kalaylı lehim çubukları elektrik elamanlarında kullanılır. İçerisinde % 60 veya daha fazla kalay bulunan lehimler en iyi kalite olarak sınıflandırılmaktadır. Bu tür lehimler kiritik sıcaklığın söz konusu olduğu yerlerde kullanılır.

Belirli amaçlar için özel yapılmış lehim çubukları bulunmaktadır. Kalay antimuan çubukları yiyecek maddelerini

koruyan metallerin lehimlenmesinde kullanılmaktadır. Bu lehimlerde zehirli olması nedeni ile kurşun kullanılmaktadır. Kalay-çinko lehim çubukları ile alüminyum lehimlenmektedir. Kurşun-gümüş alaşımı çubukları ise ısı ve dayanıklılığın gerektirdiği yerlerde kullanılır.

Lehimler, yuvarlak çubuk, ince plaka, dolu tel, pasta, örtülü tel, çember ve pasta biçiminde yapılarak piyasada ticari olarak satılmaktadır. Kendiliğinden pastalı (pastalı) telin içersinde asid veya reçine bulunur. Bu tür lehimler için ikinci bir temizleme pastası gerekmez.

**Temizleyiciler:** Havada bırakılan birçok metallerin yüzeylerinde oksit veya toz gibi artıklar bulunur. Eğer yüzeyde bu tür artıklar varsa lehim gerece istenilen biçimde yayılmaz. Pasta kullanmak suretiyle oksitler temizlenerek lehimleme işlemi sırasında, yeniden oksit oluşması önlenir. Pastalar yüzeylerde temizlik yaparak lehimin serbest olmasını rahatça yayılmasını sağlar.

Temizleyici elemanlar pasta, sıvı, toz ve ince plakalar halinde bulunurlar. Birçok metaller için kullanılan genel temizleyici maddeler vardır. Diğerleri metallere göre özel yapılmıştır. Örneğin, alüminyum lehimlenmesi için alüminyum lehim pastası vardır.

Bütün temizleyiciler yüzeylerde kimyasal reaksiyon yapılarak veya yapmayarak temizlemeyi oluştururlar. Reaksiyon türü temizleyiciler çok efektif olduklarından lehimlemeden sonra yüzeyler yıkanmalıdır. Bu temizleme işlemleri elektrik veya elektronik araç ve iletkenlerin lehimlenmesi için kullanılmamalıdır. Reçineler reaksiyonsuz olarak en çok kullanılan temizleyicilerdir. Çinko klorür ise kimyasal reaksiyon yapıcı olarak en çok kullanılan temizleyicidir.

**Araçları:** Herhangi bir lehimleme işleminde birleştirecek her iki metal lehimini ergitecek kadar ısıtılmış olmalıdır. Sağlam bir birleştirme ergiyik lehimin her iki yüzeye eşit olarak yayılması sonucunda meydana gelir. Isıtma için birkaç tür ısıtma araçları vardır. Kullanılacak aracın türü lehimlenecek parçaların hacmine ve birleşim şekline göre seçilir.

**Isıtma Aracı Havyalar:** Bakır havyalar ağaç tokmaklarla veya çelik çubuklarla dövülerek bir ucundan sapa yumuşak çelik ile bağlanabilir. Bu havyalar birçok değişik biçimde ve hacimlerde yapılmıştır. Şekil:9-10 da lehimlemede kullanılan değişik biçimlerdeki ısıtıcılar görülmektedir. Genel olarak, ince kalınlıkta parçaların lehimlenmesinde hafif bakır havyalar, kalın parçalar için ise ağır bakır havyalar kullanılmalıdır. Küçük olan bakır havyalarla kalın metallerin lehimlenmesinde, ısının tam yüzeyde lehim ergime sıcaklığı oluşturamaması nedeni ile, mümkün olmaz. Böylece birleşme yerinde lehimli eşit bir yayılma göstermiyerek tam lehimlenme olmaz. Büyük parçaların lehimlenmesinde ısıtıcı fırın veya üfleçler kullanılmaktadır.

**Elektrikli Havyalar:** Bu ısıtıcılar bakır havyalara göre, kalem biçiminde sürekli ısı oluşturdıklarından, daha çok lehimleme işlemine uygundur. Şekil:9-10 da normal havya kalem şeklinde ve tabanca sistemli elektrikli ısıtıcılar görülmektedir. Bu elektrikli ısıtıcıların elektriksel güçleri 25 W - 250 W arasında değişmektedir. Hafif ve düşük voltlu, kalem biçimindeki, ısıtıcılar (havyalar) elektrik ve elektronik lehimleme işlemleri için tercih edilir. Elektrikli tabancada ise, tetik çekilince, uc kısımdaki çok küçük bir yerde ısınma olmaktadır. Birçok tabancalarda havya kısmı yeterli



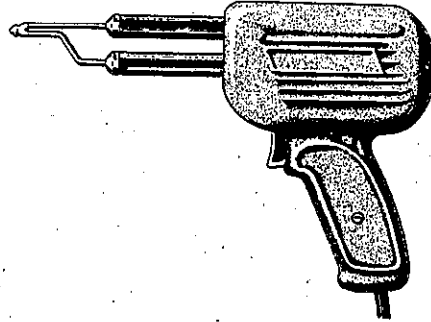
NORMAL BAKIR HAVYA



ELEKTRİKLİ HAVYA



KALEM BİCİMLİ HAVYA

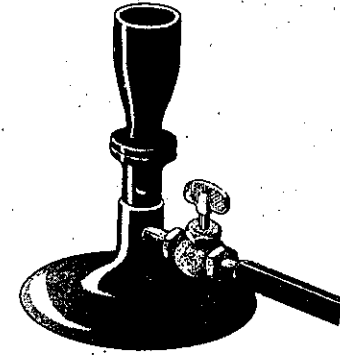


TABANCA HAVYA

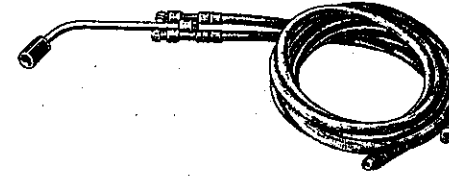
Şekil:9-10 Lehimlemede Kullanılan Havyalar

kalınlığına gelince yanar sinyal lambaları vardır. Bu nedenle, elektronik endüstrisinde lehimleme aracı olarak ısıtıcı tabancaların çok geniş kullanıma alanları vardır.

**Alevli ısıtıcılar:** Bazı lehimleme işlemlerinin de elektrikli çelik havyalarla yapılması mümkün olmaz. Bu tür lehimlemeli birleştirmeler alevli ısıtıcılarla yapılmaktadır. Şekil: 9-11 de lehimlemede kullanılan bunzen, gaz-hava ve tüp-gaz üfleçleri görülmektedir. Birleştirilecek parçaların



BUNZEN BEKİ



GAZ-HAVA ÜFLECI



TÜP-GAZ ÜFLECI

Şekil:9-11 Lehimlemede kullanılan ısıtıcılar.

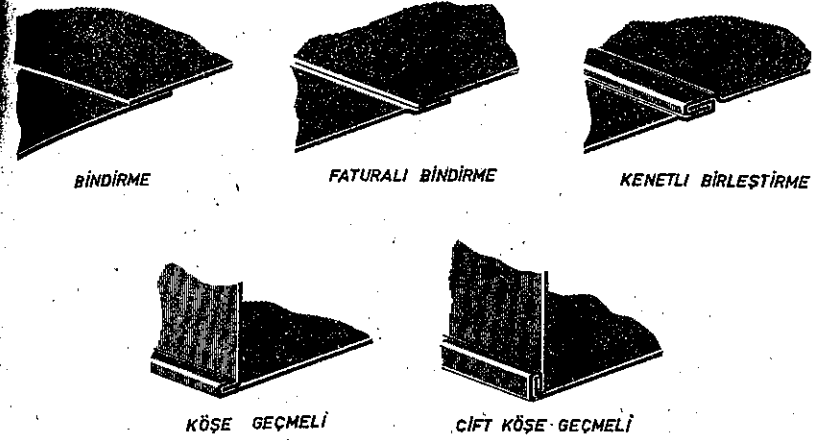
kalınlığına ve kütlelerine göre ya Bunzen veya gaz-hava üfleçleri kullanılır. En uygun olarak şehir gazı ve basınçlı havadan oluşan alev kullanılmasıdır. Bu üfleçler hem ekonomik,

hemde güvenlik bakımından çok elverişlidir. Kullanılacak alev türüne göre üfleç ucunda bulunan memeler değiştirilebilir. Gaz-hava üfleçlerinde iki kontrol valfli vardır. Bunlardan birisi gazın basıncını düzenler, diğeri ise havanın basıncını düzenlemektedir. Çok hafif olan bu üfleçlerde gazı giden içneli musluk yavaşça açılarak gaz çıkışı yapılır. Gazın kan gaz tutuşturulduktan sonra oksijen valfi, alev mavi renge alıncaya kadar, yavaşça açılır. Alevin boyu gaz ve havanın miktarı ile kontrol edilmektedir. Tüp gaz üfleçleri genellikle le bütan gazının bulunduğu yerlerde lehimleme işlemleri için kullanılır. Tüp gazların kullanılmasında, üreten firmanın önerileri dikkate alınmalıdır. Aksi halde tüp gazların kullanılması hayatı tehlikeye yaratır.

*Lehimlemenin yapılma tekniği:* Lehimlenecek parçalar birbirine çok iyi alıştırmalıdır. Böylece lehim iki yüzey arasında rahatlıkla akışkanlık yapabilir. Eğer birleşme kenarları arasında boşluk kalırsa lehim bu boşluktan, yüzeye yapışmadan, akar. Lehimlenecek yerler hertürlü artıktan temizlenmiş olmalıdır. Çünkü, lehim kirli, yağlı ve oksitli yüzeylere yapışmaz. Kirler ve gres türü artıklar temizleme sıvılarıyla giderilmelidir. İnce çelik fırçalar veya polisaj bezleriyle yüzeydeki ince oksit tabakaları rahatlıkla temizlenir. Isıtma ve lehimleme sırasındaki oksitlemeyi önceden, birleşme yerlerine, sürülen lehim pastası önlemektedir.

Lehimlenecek parçalar sıkıca tutturulmalıdır. İşlem sırasında hareket etmemelidir. Lehimleme anında herhangi bir hareket, eksenel farklılığı, çok az yüzey lehim kalınlığı ve katılaşma anında kristalize olmasını sağlar. Neticede birleşme yerinin dayanımı çok zayıf olur. Lehimlenecek gereçler en uygun birleştirme konumunda hazırlanmalıdır. Bu hazırlamada gerecin yük altında çalışması dikkate alınmalıdır. Birleşmenin

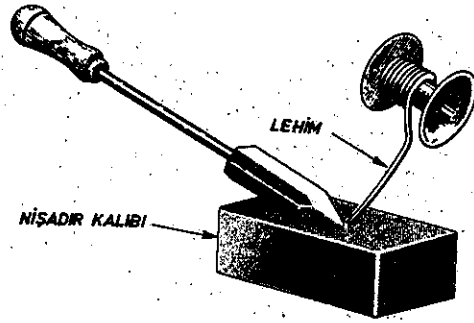
dayanımı gereçlerin lehimlenen yüzeyleri ile yakından ilgilidir. Çünkü bazı birleştirmeler kesilmeye çalışılmaktadır. Normal olarak lehimlenen yerin çekme dayanımı 17-18 kg/Cm<sup>2</sup> dir. Daha büyük dayanım istenen lehimlemeler için, işlem öncesi, mekaniksel olarak kenar hazırlığı yapılmalıdır. Değişik biçimlerdeki lehimli birleştirmeler şekil:9-12 de gösterilmektedir.



Şekil:9-12 Lehimlemede kullanılan birleştirme (kenetli) türleri.

*Bakırın kalaylanması:* Bakırın lehimlenmesinde seçilecek yöntem lehimlenecek yerin işlem öncesi kalaylanmasıdır. Böylece yüzeyde yayılacak lehim eşit kalınlık ve düzgünlükte olur. Kalaylama ile bakır yüzeyi tamamen düzgün bir biçimde kaplandıktan sonra lehimin ergime sıcaklığına kadar ısıtılır. Lehimin ergimesi sırasında (çok az lehim kullanarak) bir blok halinde amonyak tuzu ile lehim birleşme alanına sürülür. Kalaylama, temizlemede (lehimlemede) kullanılan pasta veya tozlar ile de yapılabilir. Şekil:9-13 de amonyak tuzu ile lehimin birleştirilmesi gösterilmektedir. Tuz yüzeyine yayılan

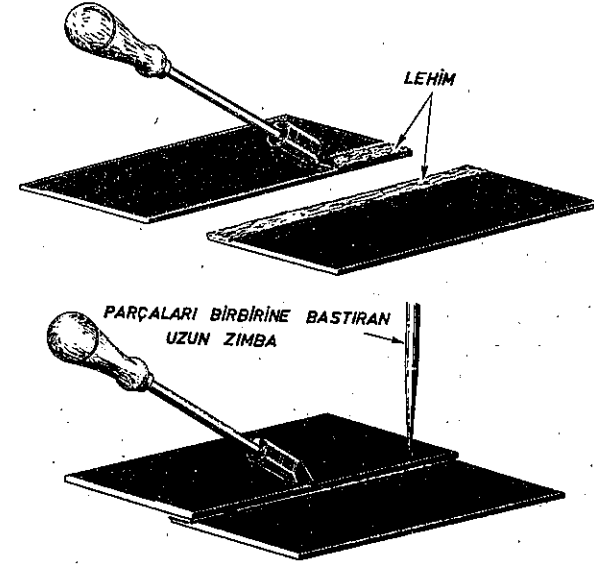
lehim ısıtılan bakırın yüzeyine hafif olarak sürülürse bakırın lehimlenmesi daha kolay olur.



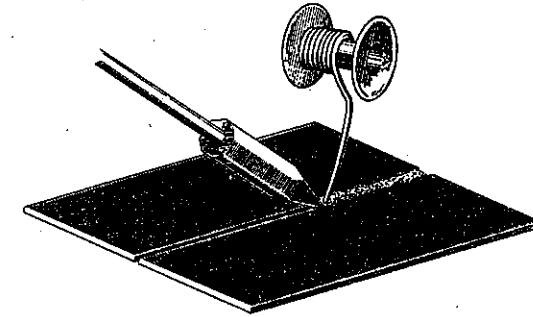
Şekil:9-13 Nişadır üzerinde bakır havya ucunun kalaylanması.

**Dolaylı lehimleme:** Birleştirilecek yüzeyler alıştırılmadan uygun bir genişlikte lehimlenirler. Böylece birleştirilme yapılmadan (birbiri üstüne gelecek) yüzeyler lehim ile kaplanmış olur. Lehimlerin katılaşması ile yüzeyler üst üste olarak ısıtılmış bakır veya havya yüzeylerin lehimsiz kısmına ısı vermeye başlar. Şekil:9-14 de dolaylı lehimin yapılış tekniği görülmektedir. Yüzeylerde, lehimin ergimesi için yeterli ısı oluşunca, parçalar birbiri üstünde kayarak iyice alışır ve fazla lehim dışarı çıkar. Lehimlenen yüzeylerde ısı ve işlemden dolayı çok az bir sularma olur. Sularma, oluşup lehim ergiyince parçalar üzerine baskı yapılarak, birleşme alanındaki lehim fazlalığı dışarı çıkarılır. Bakır havya bu ergimeye uygun olarak hareket ettirilir. Birleşme alanındaki ergiyik lehim katılaşınca kadar parçalar üzerindeki baskı elemanları kaldırılmamalıdır.

**Kenetlerin lehimlenmesi:** Kenet lehimlenmesi, lehimin birleşme kenarı boyunca yapılmasıdır. Şekil:9-15 de basit bir



Şekil:9-14 Terletme ile yapılan lehimleme.



Şekil:9-15 Dikiş türü lehimleme.

kenet lehimlenme yöntemi gösterilmektedir. Önce birleştirilecek kenarlar birbiri içersine tam olarak geçirilerek alıştırılır. Alıştırma sıkıştırıldıktan sonra bazı noktalarında lehim yapılır. Böylece kenet tüm olarak hareket etmeyecek

biçimde) lehimlenmeye hazır duruma getirilir. Bakır hatırıncu birleşme noktasından başlayarak bütün kenet boyunca lehimlemeyi yapar.

**Alevle Lehimleme:** Birçok lehimleme işlemlerinin bakır hatırıncu havya veya elektrikli ısıtıcılarla yapılması çok zordur. Bu gibi durumlarda alevle lehimleme çok pratik olduğu gibi lehimleme hızı olarak yapılmaktadır. Alev istenilen biçimde lehimlenerek her iki yüzeyinde ergiyen lehim tam bir yayılma hızına kadar alev hareket ettirilmez. Alevin hareketi lehimleme hızına kadar alev hareket ettirilmez. Alevin hareketi ergiyik lehimde, ısınan yüzeylerde, yayılma yapmalıdır.

**Endüksiyon ile lehimleme:** Çok sayıda lehimlenecek parçaların aksel olarak hazırlanır. Hazırlık sonunda birleşme yerlerinin hareket etmemesi için parçalar bazı elamanlarla sıkıca bağlanır. Endüksiyon akımı motor-jenaratör, buji sistemi, dinamo, titreşimli elektrik sistemi ile üretilmektedir. İşlemlenilecek gereçlerin birleştirme yerleri endüksiyon bobini ile etki alanına alınarak yeterli ergime ısısı oluşturulur. Böylece ergiyen lehim birleşme yüzeylerine akararak (yayılarak) lehimlemeyi oluşturur. Birleşme yerlerinin lehim öncesi iyice temizlenmesi ve pasta veya gerekli lehim temizleyicisi ile gerekli işlemlerin yapılması zorunludur.

**Endüksiyon akımı ile ısıtmada lehimleme:** Eşit ergiyik lehimleme yayılma (akma) sonucu çok iyi birleşme ortamına kavuşmaktadır. Endüksiyon sisteminde lehim ile temizleyici maddelerin beraberce kullanılması daha pratik ve ekonomiktir.

**Direnç ile lehimleme:** Elektrik direnci ile ısıtılan metallerde lehim için yeterli sıcaklık yapılabilir. Lehimlenecek parçaların birleşme yerleri iki kutup arasına yerleştirilir. Toprak hattı sabit olarak bağlanarak (pens) elektrod (pozitif) kutup birleşecek yerlerde hareket ettirilerek lehimin ergimesi sağlanır. Birleşme yerleri yeterli sıcaklıkta

lehim direkt olarak sürülür.

**Isıtma ile lehimleme:** Bu işlemle ergiyik lehim içersihimlenmektedir. Ergiyik banyosu, lehimlenecek yeri ısıtmaya lehimli sürekli sıvı halde tutmak gibi iki önemli görevdir. Bu lehimleme tekniği çok ekonomik olup birleşme yerlerinde eşit kalınlıkta lehim yapılmaktadır. Herhangi bir lehimleme yöntemi lehimleme bağlama elamanlarının birleştirilmesinde daha çok kullanılmaktadır. Ancak lehimleme bağlama ve birleştirme elamanları lehimin katılma hızına kadar sabit tutulmalıdır. İyi bir lehimleme işleminde parçaların işlem süresince hareketsiz tutulması gereklidir.

**Sobada Lehimleme:** Gaz ve elektrik sobaları lehimleme işleminde kullanılmaktadır. Bu yöntem ile lehimlenecek parçaların iç kısımlarının ısıtılması ile herhangi bir deformasyon olayına rastlanmaz. Ancak işlem sırasında lehimlenen kısımlar sıkı bağlama elamanları ile tutularak, katılacak birleşiminde hareket ettirilerek diğer kısımların lehimlenmesine olanak sağlamaktadır. Özel bağlama ve tutma elamanları kullanılmazsa birleşme yerlerindeki istenmeyen hareketler nedeniyle lehimleme istenilen karakteristikte olmaz. Bunun sonucu olarak katılma sırasında lehim kristalleşmesi katılma sıcaklığında oluşarak birleşme yeri zayıflar.

#### BİLGİ SORULARI

- 1- Sertlehim işleminin normal ergime kaynağından farkı nedir ?
- 2- Bazı durumlarda sertlehim niçin ergitme kaynağına tercih edilir ?
- 3- Sertlehimlemede birleştirme biçimleri niçin çok önemli faktördür?
- 4- Sertlehimlenecek metallerin seçiminde hangi faktörler



- dikkate alınır ?
- 5- Sertlehimlemede niçin temizleme maddeleri kullanılır ?
  - 6- Sertlehimleme de kullanılan ısıtma araç ve elemanları nelerdir ?
  - 7- Sertlehim işleminde normal ergitme pastalı ergiyik dırma banyolu sistem arasındaki farklar nelerdir ?
  - 8- Karbon arkı ile lehimlemede karbon elektrodun doğru ve dalgalı akımda kullanılmasının farklarını belirleyiniz ?
  - 9- Doğru akım ile lehimlemede niçin pozitif kutup kullanılmaktadır ?
  - 10- Özel temizleyici ergiyik banyosu niçin bir kazan tabanından yanıcı gaz içersine verilir ?
  - 11- Endüksiyon akımı ile sertlehim yapmada temel felsefe nedir ?
  - 12- Sertlehim ile sertlehim kaynağı arasındaki farkı açıklayınız ?
  - 13- Hangi metallerin birleştirilmesinde lehimleme tavsiye edilmez ?
  - 14- Yumuşak lehimdeki katık elemanları nelerdir ?
  - 15- Lehimin akışkan olmasında (yayılmada) kalayın fonksiyonu nedir ?
  - 16- Lehimlemede kaç çeşit temizleme makinası kullanılır ?
  - 17- Elektrik havyalarının bakır havyalara göre avantajları nelerdir ?
  - 18- Bakır ve çelik türlerinin lehimlenmesinde alevli ısıtıcılar ne zaman kullanılır ?
  - 19- Lehimin efektif olarak kullanılmasında zorunlu olan faktörler nelerdir ?
  - 20- Bakırın kalaylanması amacı nedir ?

- Kenet lehimlenmesinin normal lehimlemeden farkı nedir ?
- Lehimli birleştirmenin dayanımı nasıl artırılır ?
- Daldırma yöntemi ile lehimleme nedir ?
- Sobada veya daldırma yöntemi ile yapılan lehimlemede parça niçin sıkıca bağlanmaktadır ?

## DOLGU KAYNAĞI

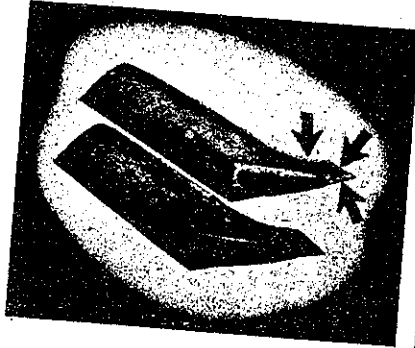
Bazı makina parçaları, takımları ve takım-  
ların aşınan yerlerini doldurmak veya belirli mekaniksel  
özelliklerini artırmak amacı ile dolgu kaynağı yapılır. Bu  
kaynak aşınmış millerin doldurulmasında makina parçalarının  
işli ve benzeri gibi kullanma sürelerinin artmasında kes-  
me takımlarının aşınmaya karşı direncinin artırılmasında  
veya aşınmaya, yıpranmaya, korozyona karşı çalışan kısım-  
ların direncinin artırılmasında kullanılır. Şekil:10-1 de  
yüzey kaynağı ile doldurulmuş parçalar görülmektedir. Dol-  
durma kaynağı çok ekonomik olup, takımların makina parça-  
larının ve konstrüksiyon elamanlarının uzun süre kullanılma-  
sını sağlar.

*Doldurma; Yüzey sertleştirme ve metalleştirme olmak üzere  
iki guruba ayrılmaktadır. Yüzey sertleştirme ergitme tekniği  
ile doldurulan yerin (işlem sırasında veya sonrasında) sert-  
leşmesidir. Böylece parça yüzeyinde aşınmaya, yıpranmaya,  
korozyona ve ani darbeye karşı yeterli direnç sağlanır. Metal-  
leştirme ise aşınan veya yıpranan yerlere metal püskürtme ile  
doldurulmasıdır.*

Metal püskürtmenin uygun olması, o yer için gerekli olan  
işlemlerin yapılması demektir.

## SERT. YÜZEY YAPMA.

Dolgu sertleştirilmesi özel tellerle, ergitme, sonucu kendi-  
liğinden parça yüzeyinin sertlik kazanmasıdır. Sertleştirme  
elamanları, çubuk, tel veya elektrod olup, doldurulan gereçle



Şekil:10-1 Yüzeyleri dolgu kaynağı ile onarılmış parçalardan örnekler.

Bir bileşim oluşturmaktır. Başarılı bir sert yüzey yap-  
ma doğru dolgu metalinin seçimi önemli faktördür. Bununla  
beraber işlemin yapılması sırasındaki alınan bazı tedbirler-  
geçerlilik kazandırmaktadır. Genel olarak sertdolgu ile sert-  
leştirilecek parçaların doldurulması için parça üç temel iş-  
letim yeteneğini kaybetmiş olmalıdır. 1- Aşınma, 2- yıpranma  
(ani yüklenme ile kopma, ayrılma gibi), 3- Korozyon.

**Aşınma.** Yüzeylerin, sürekli olarak taş, zımpara, sürtür-  
me veya oluklu, yivli biçimde çalışması sonucu oluşmaktadır.  
Zamanla, az dayanım nedeni ile aşınma veya yüzeyinin kalın-  
lık kaybetmesidir. Buda kum ve benzeri maddelerin yüzeyde  
hareket etmesi sonucu meydana gelir. Dayanıklılık azalması  
veya aşınma taş ve benzeri maddelerin yüzeylerde kaymasından,  
yivli (çentikli) aşınma dişli türü elemanların karşılıklı  
(yatakları) ve çalışma konumlarında ani darbeler sonucu oluş-  
maktadır.

**Yıpranma.** Yıpranma, gerecin aldığı kinetik enerjinin elas-  
tiklik olayında serbest bırakılmasıdır. Bu olay sonucu metal-  
de meydana gelen çatlama talaş kopması, ezilme veya biçim  
değişikliği gerecin hacim küçülmesine ve deforma olmasına ne-  
den olmaktadır. Yıpranma yolu ile yüzeydeki kalınlık farklı-  
lığı bütün kesitlerde paralel ve eşit olmayacak niteliktedir.

**Korozyon.** Korozyon yüzeyin atmosferik bileşimin etkisi  
ile kimyasal reaksiyon sonucu oksitlenmesidir. Bu oksitlenme  
nemlilik ve nem ile yakından ilişkilidir. Tamir edilecek  
parçaların çalışma koşulları dikkate alınmaksızın yapılan  
yüzey dolguları amaca hizmet etmemektedir. Böylece yüzeyde  
istenilen nitelikte sertlik olmamaktadır.

Birçok durumlarda sert yüzey dolguları için tek bileşim-  
li elemanlar kullanılmaktadır. Bununla beraber iki alaşım

elamanların kullanılması ile daha iyi sonuç alınır. Örneğin, tamamen aşınmış bir yüzeyin doldurulmasında ilk kaplama daha uygun olan birleştirme metalleri kullanılır. Bunun normal karbonlu veya benzeri çelik elektrodlar, ilk bileşim ortamında oluşacak direnci yenmesi bakımından çok elverişlidir. Diğer taraftan çalışma koşulları bakımından ani yüklemeleri gerektiriyorsa veya yüksek sıcaklıkta kullanılma durumu var ise karbonlu çelikler pek uygun değildir. Dolgu için en kullanışlı alaşım metalleridir.

#### *Sert yüzey dolgusu yapılacak parçaların özellikleri*

Sert dolgu yapılacak yüzeylerin kaynatılmadan önce alaşımının bilinmesinde yarar vardır. Bununla beraber çalışma koşullarının da bilinmesi gerekmektedir. Geniş olarak değerlendirilen bu metaller iki gurubta toplanmaktadır. Birinci gurub; metalin fiziksel özellikleri belirli olarak değişmektedir. Yani sertleştirilen yüzeye ısıtılıp soğutulma gibi işlemler yapılırsa çatlama olmaktadır. Bu metaller içersinde, düşük oranlı ve orta değerli karbonlu çelikler, düşük alaşımli çelikler ve paslanmaz çelikler bulunmaktadır. İkinci gurub metallerde fiziksel karakteristikler değişerek, kaynatılan dolgu alanı sert çelik niteliğindedir. Bu tür metaller genellikle bazı ısı işlemleri sonucunda sertleştirilmektedir. Isı gerecin sertliğini artırmaya yardımcı olmakla beraber sıcaklığın belirli bir ortamda tutulmaması durumunda ise çatlamalara neden olur.

Bu gurubtaki metal türleri yüksek karbon değişkeni olan orta karbonlu çelikler, yüksek karbonlu çelikler, dökme demir ve diğer alaşımli çeliklerdir.

Birinci gurubtaki metallerde, kaynak ile dolgu yapılan

da tehlikeli çatlama olmadığı takdirde, özel tedbirler gerekmez. İkinci gurubta bulunan metaller için özel tedbir alınarak ısı etkisini minimum değerde tutarak belirli bir alanda toplamalıdır. Bu işlem sertliği azaltan normalleştirme veya meneviş sıcaklığı ile yapılmaktadır. Ayrıca kaliteli olarak ön ısıtma veya işlem sonrası tavlama da yapılabilir. Ön ısıtma 150 °C -300 °C arasında değişmektedir. Bu sıcaklık ile orta karbonlu çeliklerin kaynak sertliği giderilmektedir. Yüksek karbonlu çeliklerde aşınma direncindeki alaşımli çelikler içinde aynı ön ısıtma sıcaklığı kullanılır. Yüzey dolgu kaynağından sonra parçalar 430 °C -710 °C arasında tavlanaarak yavaş olarak soğutulmalıdır.

*Sert yüzey Gereçleri.* Birçok türde sert yüzey gereçleri bulunmaktadır. Birçok metallerde temel element demir olmak üzere, nikel, bakır ve kobalttır. Yardımcı elementler, karbon, krom, molibden, tungsten, silisyum, manganez, azot, vanadyum ve titan olabilir.

Alaşım elementleri metallere matris özelliğinde sertlik (sert karbür)vermektedirler. Yüksek orandaki krom ve tungsten ile yüksek karbonun oluşturduğu doku karbür kiristali olup kromdan daha serttir. Gereçler içersinde bulunan yüksek orandaki krom metalin oksitlenmesine ve çok küçük kırılğan olarak dökülmesine karşı yüksek direnç gösterir. Nikel, kobalt ve krom özellikle gerecin korozyona karşı direncini artırmaktadır.

Matris (alt kalıp) biçimindeki (karakteristiğindeki)metallerin dokuları, martenzitik, perlitik veya austenitik kiristallerdir. Perlit doku oldukça sık ve serttir. Austenit ise, yumuşak, sağlam sık ve darbesel çalışmalara karşı çok kullanışlıdır.

Sert dolgu metalleri, oksii-asetilen kaynak çubukları elektrik ark kaynağında kullanılan örtülü elektrod, otomatik kaynaklar için tel biçiminde bulunurlar. Bazı sert dolgu genleri özlü elektrod, (boru) biçiminde olup içersine metal leri karışımı doldurulmuştur. Karışım metal tozunun bileşim genellikle demir alaşımları ve koruyucu tozlardır. Bazı metaller karbon arki ile toz veya küçük parçacıklar haline dönüşmektedir.

Çizelge : I de verilen bazı genel sert yüzey alaşımlarının özellikleri ve metal türlerine göre kullanılma durumlarını göstermektedir.

Bununla beraber sert yüzey metalleri yapan firmalar kendi ticari markalarını vererek piyasada satmaktadırlar. Metaller üzerinde bulunan isim ve numaralar beynelmînel standartlar içersinde değerlendirilmektedir. Amerika Birleşik Devletlerinde AWS-ASTM kodları geçerlik kazanmaktadır. AWS-ASTM cemiyetlerine göre sert yüzey metalleri (gereçleri) şu işlemlerde belirlenirler. Yüksek hızlı çelikler (Fe 5), austenitik manganlı çelikler (Fe Mn), austenitik yüksek kromlu demir (Fe Cr), kobaltın temel elemanı olan bileşiği (Co Cr-A ve Co Cr -C), bakırın temel elemanı olduğu alaşım metali (Cu zn, Cu si, ve Cu AL) ve nikel krom bileşimi olan bor metal türü (Ni Cr) . Kodlama sisteminde sert yüzey oluşturmada çok önemli olan metaller gösterilmektedir. Genellikle (R) harfi kaynak çubuğunu, (E) ise elektrodu göstermektedir. Bu harfler sonuna eklenen tanıtıcılar ise gurublardaki standartlarını belirtmektedir. Belirli metallerde bu değerlendirmeler rakamsal olarak bazı ifadeleri kapsamaktadır.

Oksii-Asetilen ile Sert yüzey oluşturma. Oksii asetilen

Temel Türlerin Sıralanması	Özellikler	Başarılı Kullanım Yerleri
Tungsten karbit dikiği. İnce veya sıkıya kristalli Kaba kristalli boru telleri İyi kristalli boru telleri Yüksek kromlu demirler Birikme metalle alaşım türü Martenzitik türü Austenitik türü Martenzitik demir alaşımları Krom-tungsten türü Krom-molibden türü Nikel-krom türü Austenitik demir alaşımları Krom-molibden türü Nikel-krom türü Krom-kobalt-Wolfram türü alaşım	Makinenin aşınmaya karşı dirençli. Aşınma yüzeyi siki kristalli olur. Gaz kaynağında iyi sonuçlanır. Erozyona karşı yüksek direnç gösterir. 800-1200 F° derecelerde serttir. Yumuşatılır ve tekrar sertleştirilir. Oksitlenmeye karşı dayanıklı. Darbe aşınmasına karşı çok dayanıklı. Yüksek bacağı dayanımlı. Hafif darbeye karşı dayanıklı. Çalışmalara karşı çok direnç gösterir.	Petrol kuyu millerinde ve takımların birleştirilmesinde geniş olarak az aşınma istenen yerlerde.  Sıcak çalışan takımlarda Rafinerilerdeki değitiricilerde Hafif darbe gören yerlerde Makinalardaki hareketli parçaların sürtünen kasımları
Yüksek karbon (% 2,5) türü Orta karbonlu (% 1,4) türü Az karbonlu (% 1) türü Nüklein temel element olduğu alaşımlar Nikel-krom-Bor türü Nikel-krom-molibden-Wolfram türü Nikel-krom-molibden türü Nikel-krom türü	Sıcak dayanıklılık ve küçülme karşı dayanıklı Parlak ve aşınmaya dayanıklı Oksitlenmeye karşı sağlam ve dirençlidir. Erozyona karşı dirençli ve sıcak aşınmaya karşı dayanıklıdır. Erozyona karşı dayanıklı. Ekzos gazının erozyonuna dayanıklıdır. Oksitlenmeye karşı dirençlidir.	Genel olarak hafif darbe ve erozyona çalışan yerlerde  650 C° ye kadar olan sıcak aşınma ve yapışmaya çalışan yerlerde Gaz motorlarının valflerinde buhar tütinlerinin valf sistemlerinde Petrol kuyu pompalarında Araba ve uçak ekzos valflerinde.

ile yüzey sertleştirme tekniği küçük parçalarda (motor ve leri, pulluk tırnakları, takımlar ve benzeri parçalar için çok kullanışlıdır. Oksi-asetilen alevi ile küçük alanlara dar ve ince biçimde dolgu yapılmaktadır. Kırılğan olacak yüzeylerde ön ısıtma yavaş, soğutma belirli olarak kontrol edilerek çatlama minimum olarak saptanır. Oksi-asetilen alevi ile yapılan yüzey dolgularındaki temel prensip yavaş kaynak hızıdır.

Oksi-asetilen ile kullanılan kaynak telleri yüksek karbonlu çelikler olup ergime dereceleri düşüktür. Örneğin yüksek kromlu veya Cr, Co W alaşımli tellerdir. Kaynatmada temel felsefe, alevi oranlı olarak küçültülerek yüzeydeki dolguya karbon eklenmesidir. Sert yüzey kaynağına, yüzeyi sıvılaştırmaya yararlı olacak ön ısıtma yapılarak başlanır. Ön ısıtma periodunda ek teli sert yüzeyi oluşturacak alevin alanında tutulur. Sıvılaşma olduğu sırada tel alev merkezine alınarak ergitilir. Normal kaynatma tekniği ise sağdan sola (tel önde alev arkada), tele helisel hareket yaptırılarak, yapılan işlemdir.

*Elektrod ile yapılan sert yüzey dolgu.* Elektrodla yapılan sert dolgu kaynakları, daha fazla dolgu hacmi oluşturduklarından, hemen hemen çok fazla kullanılmaktadırlar. Oksi-asetilen alevi ile olan zaman kaybını önlemek, kalın ve geniş parçaların dolgularını yapmak bakımından elektrod daha geniş kullanılma şansına sahiptir. Bu yöntemle manganezli ve alaşımli çeliklerin (ısının büyük etkisi olduğu için) kaynatılması daha uygundur. Doğru ve dalgalı kaynak akımları elektrod türüne göre kullanılmaktadır. Bu elektrodlar örtülü veya özlü olarak da yüzey dolgular için elverişlidir.

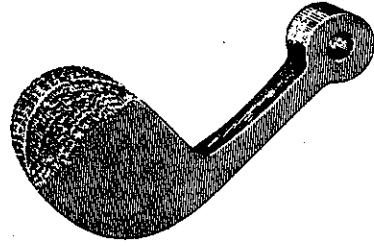
Sert yüzey dolgu elektrodları normal olarak beş sınıfta

lanmaktadır. 1- Darbesel etkilere dirençli, 2- Aşınmaya dayanıklı, 3- Yüksek sıcaklıklarda korozyona ve aşınmaya dayanıklı, 4- Orta darbeli aşınmaya dayanıklı, 5- Yüksek darbeye ve aşınmaya dayanıklı elektrodlardır.

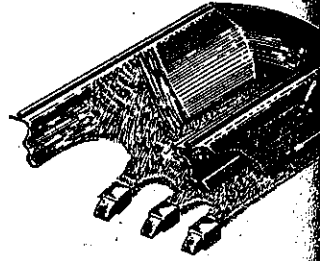
*1- Darbeli çalışmalarda dayanıklı elektrodlar:* Bu elektrodlar birçok yerlerde darbeli çalışan manganezli çeliklerin emirlerinde kullanılırlar. Elektrodlar, alaşım elementlerini taşıyan tel biçiminde veya bütün alaşım elementlerin kompozisyonunu taşıyan örtülü elektrod türleridir. Bu elektrodların kaynak dikişleri çok sert olmamakla beraber sağlamdır. Bunlar genellikle yüzeye kendi yapılarında bulunan sertlikleri vermektedir. Bu sertlik yüzeyde (hava teması nedeni ile) daha fazla iç dokularda azdır. Böylece dikiş altı yumuşak ve özlüdür. Tipik olarak bu şekilde kaynatılan parçalar, kırma makina elemanları, kepçe önleri, dövme çekiçleri, hadde milleri, dingil bilezikleri, dişli kenarları, ekskavator parçaları, kazma makina elemanları ile buna benzer endüstriyel ve inşaat makina aksamalarıdır. Şekil: 10-2 de bu parçaların kaynatılan kısımları gösterilmektedir.

Paslanmaz çelik elektrodlar genellikle darbeli çalışan sert yüzeylerin kaynağında, çatlama olmaksızın kaynatılmaktadır. Bu elektrodlar aşınmaya karşı (kaynak dikişli olarak) az direnç göstermektedir. Ancak, dolgu çalıştığı sırada sertleşmektedir. İlk pasalarda genellikle az hidrojenli veya manganezli çelik elektrodlar kullanılır. Bunların üzerinde sert yüzey dolgu elektrodları kullanılmaktadır.

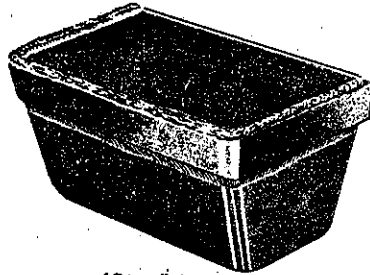
*2- Aşınmaya dayanıklı elektrodlar.* Bu gurubtaki elektrodların bileşimleri tungsten karbid ve krom karbür türleridir. Bu elektrodların dikişleri aşınmaya karşı çok fazla direnç gösterirler. Ancak, darbesel veya ani yüklemelerde çalışan



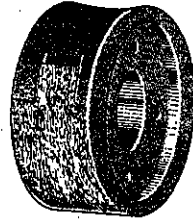
KIRMA MAKİNASI ÇEKİCİ



KAZICI KEPÇE



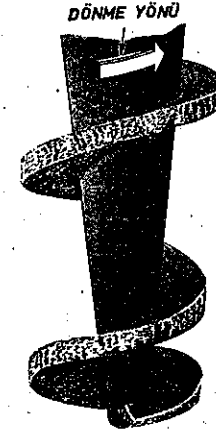
ASANSÖR KOVALARI



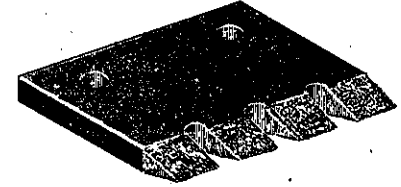
KIRMA MAKİNASI SİLİNDİRİ

Şekil:10-2 Tipik parçaların ve darbeye çalışan kısımlarının sert dolgu kaynağı yapılarak onarılmasından örnekler.

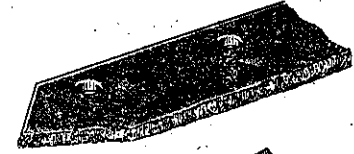
parçalar için pek uygun değildir. Bu metalleri yontmak ve çatlama gibi fiziksel olaylara uygun değildir. Tungsten elektrodlar çok küçük tungsten kristallerin çeliklerle alaşımlardan oluşmaktadır. Bunlarla yüzeyler kaynatıldığında çelik dolgu alanını kapatarak tungsten karbid de, sertlik olacaktır biçimde belirlenir. Ancak tungsten karbidin çok sert olması kaynak kenarlarında kendi öz keskinliği de meydana gelir. Bu özelliklerinden ötürü bu tür elektrodlar, toprak kazma makinelerinde, kesici takımlarda, pulluklarda, kazıcı bıçaklarda, kayıcı taşıyıcılarda veya benzeri makina türlerinde kullanılmaktadır. Şekil: 10-3 de bu elektrodlarla



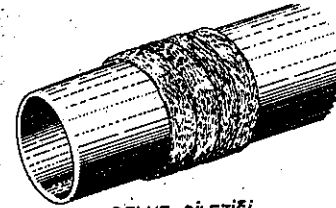
SALYANGOZ MİL



KEPÇE KAZMA DİŞLERİ



MUCUR BIÇAĞI



DELME BİLEZİĞİ

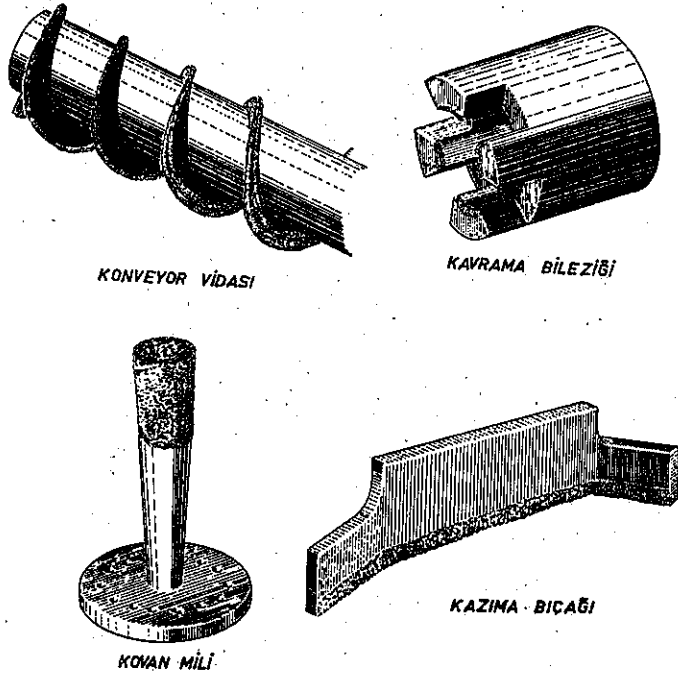
Şekil: 10-3 Sürtünme ile aşınan yüzeylerin Sert yüzey dolgu kaynağı ile onarılması

kaynatılan bazı makina parçaları görülmektedir.

Diğer tür tungsten karbür elektrodların dikişleri düzgün kesici kenar yüzeyleri oluşturmaktadır. Bu elektrodlar kesici çelik takımların tamirlerinde çok geçerlilik kazanır.

Krom karbür elektrodlar, tungsten elektrodlara göre daha az sertlikte olup dayanıklılıkları fazladır. Birçokları ısıtma işlemleri için çok geçerli olmayıp, talaş kaldırmaya (makina da işlemeye) karşı çok sert değildir. Bununla beraber sert krom karbür elektrodlar yüzeyleri korozyona karşı korunmaktadır.

3- Yüksek sıcaklıklarda Korozyon ve Aşınmaya dayanıklı elektrodlar. Özellikle, metalin, metale teması sonucu oluşan yüksek sıcaklıklarda kullanılması çok idealdir. Sıcaklığın oluşturduğu sıcaklıkların tehlikesini azaltmak amacıyla kobaltın temel elaman olduğu, alaşımli elektrodlar yüksek sıcaklıklar için çok yararlıdır. Bu elektrodlar 650 °C ve üzeri sıcaklıklar için yeterli dayanıklılığa sahiptir. Kobalt alaşımli elektrodlar, valflerin, valf yatak yüzeylerinin, tera koruyucu millerinin, pompa şaftlarının, kilitleme kolunu ile izleme yataklarının doldurulması için çok elverişlidir. Şekil: 10-4 de bu elektrodlarla doldurulan makina parçaları görülmektedir.



Şekil:10-4 Yüksek sıcaklıklarda aşınmaya ve korozyona dayanıklı parça yüzeylerinin sert yüzey dolgu kaynağı.

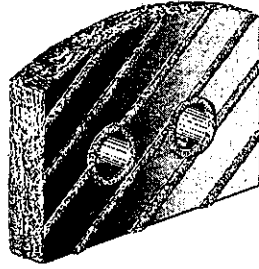
Nikelin temel elaman olduğu alaşımlarda doldurulan yüzeyler yüksek sıcaklıklarda korozyon ve oksitlenmeye karşı dayanıklıdır. Normal sıcaklıklarda korozyon dayanımı bakırın temel elamanı olduğu alaşımların kullanılması tavsiye edilmemektedir. Bakırın temel olduğu dolgu metal-leri genellikle asit, süt, alkollü ve tuzlu su, ile temas eden parçaların kaynatılmasında kullanılır.

4- Orta darbeli aşınmaya dayanıklı elektrodlar. Endüstriyel taşıma ve konstrüksiyon elemanları sık sık aşınmaya uğruşmaktadır. Bunlarda aşınma ve darbe bazı halde beraber olmaktadır. Bu tür alaşımlarda karbon-krom alaşım türü alaşımların kullanılması geçerlidir. Dolgu alaşımındaki sertlik ise 54-65 Rokwell C kadardır. Aşınmaya karşı dayanıklı ise ikinci derecede olan tungsten karbür alaşımları kullanılır. Krom-karbon alaşımı sert yüzey dolgu metallerinde düzgün bir yüzey oluşturarak, hareket elemanlarında, kesme aksamalarında, toprak ve kum kazma kepeçlerinde, çimento veya toz taşıyıcılarında kullanılmaktadır. Şekil: 10-5 de orta darbeli ve aşınmaya karşı kaynatılan makina parçaları görülmektedir.

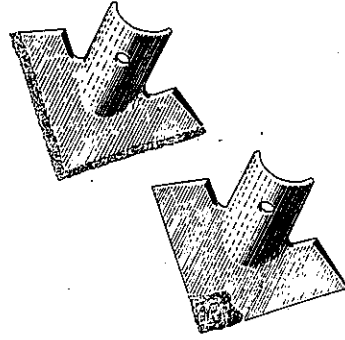
5- Yüksek darbeli ve aşınmaya dayanıklı elektrodlar. Genel olarak endüstriyel makina elemanları olan, kablo taşıyıcı ve bağlayıcıları, sıvı pompaları ve yatakları, kepçelerin kesici kısımları, sondaj aletlerinin aşınan yüzeyleri ile darbeye karşı çalışan kısımlardır. Bu yüzeyler alaşımli dolgularla kaplandıktan sonra ısıtılarak uygulanarak kesici yüzeyleri birçok kenarı gibi keskince bilenir. Şekil: 10-6 da yüksek darbeye ve aşınmaya çalışan parçaların doldurulmuş kısımları görülmektedir.

Sert yüzey yapma tekniği, sert yüzey oluşturulacak alanın,

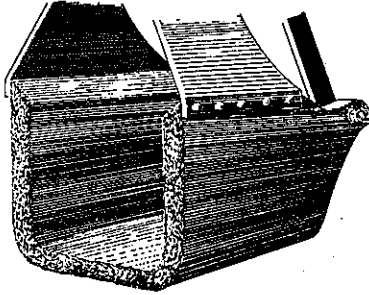




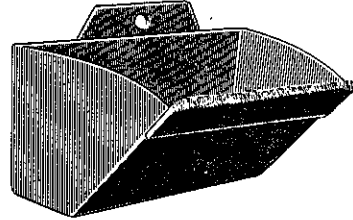
ASFALT KIRICI PLAKA



KAZ AYAĞI



TOPRAK TAŞIMA KEPÇESİ

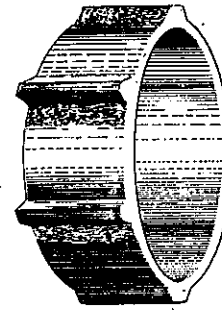


TOPRAK KAZMA KEPÇESİ

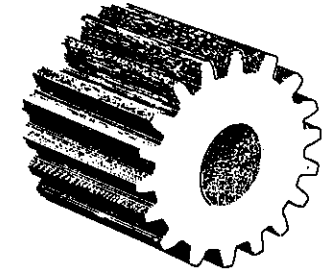
Şekil: 10-5 Aşınmaya ve darbeye çalışan yüzeylerin sert yüzey dolgu kaynağı.

pisliklerden, tozlardan, artıklardan ve diğer yabancı maddelerden temizlenmesi gerekir. Ark kaynağında istenilen biçimde ark oluşturması için gerekli amper ayarlanmaktadır. Amperin ayarlanması, kaynatılan gereçteki sulandırmayı önlemek bakımından, çok önemlidir. Kaynağın çok iyi biçimde sonuçlanması için iş parçası yatay (düz) konumda ayarlanmalıdır. Şekil : 10-7 de kaynağın yapım biçimi görülmektedir.

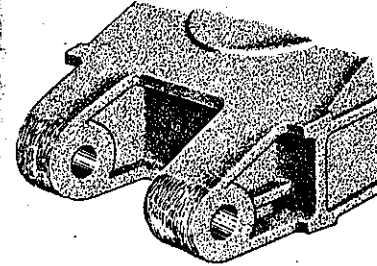
Orta uzunlukta bir ark boyu istenmektedir. Pens kaynak



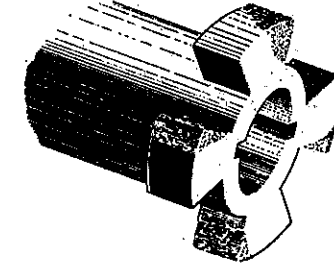
ZİNCİR DİSLİSİ



MİL HAREKET DİSLİSİ

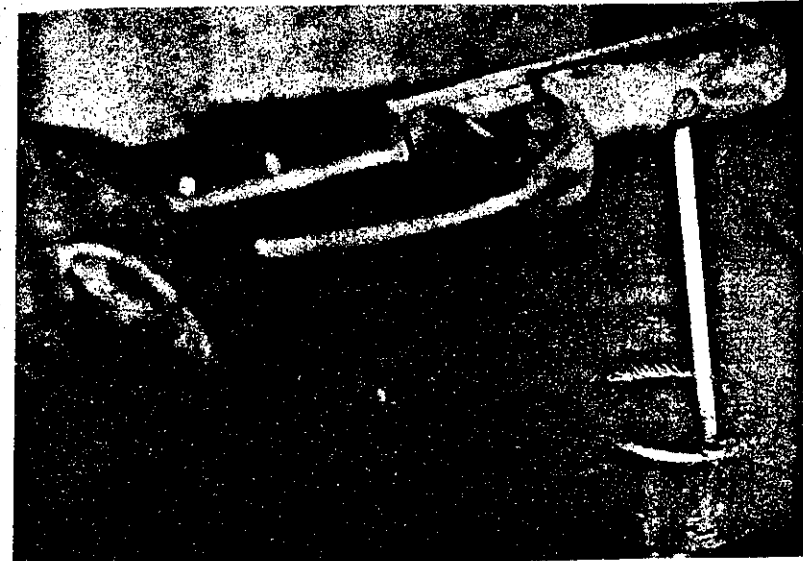


HAREKET KOLU



KAVRAMA DİSLİSİ

Şekil:10-6 Sert aşınmaya ve ani yüklenmeye çalışan yüzeylerin, sert yüzey dolgu kaynağı.



Şekil:10-7 Yatay konumda örtülü elektrod ile sert yüzey dolgu kaynağı başarılı olur.

sırasında doğrusal ilerlerken genişliğine salınım hareketleri yapılmalıdır. Eğer birkaç dikişin üst üste yapılması gerekiyorsa bir önceki dikişler tamamen temizlenmelidir. Bu temizlenme ve soğuma oluştuktan sonra diğer sıra dikişleri yapılmalıdır. Elektrod hareketinin eklenen dikişleri birbirine tam olarak birleştirilmesi için, dikkatlice seçilmelidir. Bu işlem elektrodun dikiş üzerinde tutularak, işi kontrol edip, yeni bir kaynak sırası yapılmasıdır. Böylece dikiş altında herhangi bir yanma önlenmiş olur. Dar kenarların kaynatılmasında küçük zikzak elektrod hareketleri kullanılmalıdır. Ark, kalın parça üzerine yönlendirilerek, ince parça üzerinden kaydırılarak hareket etmelidir. Bunun sonucu olarak ince parçalarda, yüksek ısının etkisi ile, yanmalar önlenmiş olmaktadır. Koruyucu gaz ile sert yüzeyin yapılması Gaz tungsten-ark (TIG) ve gaz metal-ark (MIG) kaynaklarının her ikisinde ideal bir sert yüzey oluşturulmasında kullanılmaktadır. Birçok durumlarda, koruyucu gaz kaynağı ile kaynak dikişlerinin yapılması daha kolaydır. Sert yüzey yapma metallerin kaynakları düzgün, çok az içbükey ve oksitlerden arınmış olarak yapılırlar.

TIG kaynağı ile yapılan kaynakların yapım süresi MIG kaynak tekniğine göre daha yavaş fakat kalite bakımından daha yüksektir. Kobaltın temel olduğu alaşımlarda TIG kaynağı özellikle efektiftir. Bu işlemle, normal olarak çok az ön ısıtma oluşur. Kaynatılan gereçteki minimum orandaki ısıtmanın fiziksel değişikliğini de minimum değerde tutmaktadır.

Gaz metal-ark (MIG) kaynağı TIG kaynağına göre sürekli ve hızlı kaynak yapılarak çok iyi dikiş oluşturulmaktadır. Alüminyum bronz türü dolgu kaynaklarda TIG ve MIG

kaynaklarının koruyucu gazları özellikler kazandırır. Koruyucu gazlar kaynağın oksitlenmesini önleyerek alaşım elementlerinin de azalmasına engel olmaktadır. Sert dolgu işlemlerinin her türü için değişik alaşımda özel teller vardır. TIG ve MIG kaynağı yapılırken sert dolgu oluşturan metalin fazla sıvılaştırılmasına özen gösterilmelidir. Genel olarak yüksek ark voltu için saf argon yerine helyum veya helyum argon karışımı koruyucu gaz kullanılması daha olumlu sonuç verir. Böylece oluşan ısı ile daha büyük ergime durumu görülmektedir. Ancak, sert kaynaklarında koruyucu gaz olarak argon, argon karışımı oksijen, kullanılması tavsiye edilmektedir.

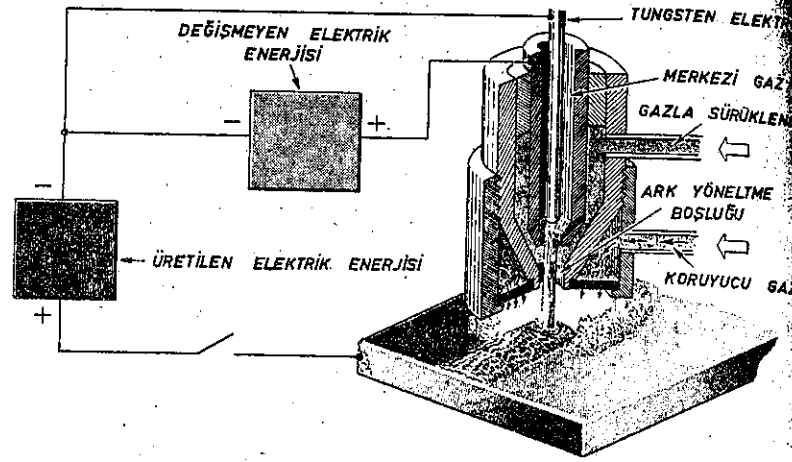
Tozaltı kaynağı ile sert dolgunun yapımı yüzeylerde kalın ve geniş biçimde dolgu yapılması gerektiren yerlerde tozaltı kaynağı çok ekonomiktir. Böylece, tozaltı kaynağı için gerekli yüksek kaynak akımı sonucu dikiş kütlesi çok büyük ve kalitesi de o oranda fazladır. Makinayı çalıştıran kimseye (operatörde) kaynak becerisi olmaksızın düzgün kaynak yapılması olanak içersindedir. Ancak operatörün yeterli teknik bilgiye sahip olması gereklidir.

Yüzeyin birleşme kompozisyonuna göre yüksek dayanıklılık sağlayacak biçimde kaynak teli dolu veya özlü olarak kullanılır. Toz altı kaynağı ile derin işleme yapılması sonucu, dikiş üzerinde kullanılan tozun da alt kısmında ısınmada kaynak alanından kütleli olarak etkisi görülür. Bundan dolayı, ön ısıtma ve işlem sonrası ısıtma için büyük dikkat gösterilmelidir.

Yüzeyde tam bir dayanıklılık oluşturmak için genellikle iki veya daha fazla sıra dikiş çekilmelidir. İlk sıra kaynaklar parça yüzeyi ile sıvılaştırıldığından sonraki

sıralar gerekli olan sertlik ve sağlamlığı verecek biçimde olmalıdır.

**Plasma Arkı ile sert yüzey kaynağı.** Plasma ark mekanik olarak tungsten kaynağına (TIG) temel olarak benzerdir. Yüzey kaynağında kullanılan dolgu maddesi ise metal tozudur. Metal tozu bir depodan boru ile argon gazı akışının içinde ark önüne gönderilir. Şekil: 10-8 de plasma ark kaynağının yapılış kesiti görülmektedir. Pensten metal tozu



Şekil: 10-8 Plasma Kaynağı ile sert yüzey doldurulması

hüzmeleri içerisinde hareket ederek ergitilir ve kaynatılan gereç yüzeyine etki eder. Yüzey dolgu işlemi gerçek anlamda kaynak olup bir metal püskürtme değildir. Kaynak gereç ve avadamlıkları satan müesseselerde plasma ark metal tozu olarak, çok çeşitli, kobalt, nikel, demirin temel elemanı olduğu toz türleri bulunmaktadır. Toz halindeki metaller ergin sonucunu yüzeye tam etki ederek homojen bir kompozisyon,

dururlar. Bunlarında bir çok türleri vardır. Yüksek alaşımlı metaller, darbesel dayanım değerini, aşınma dayanımını ve korozyona karşı direncini artırırılar. Kullanılmadan önce doldurulacak gerecin bileşimi ve kullanılması bilindikten sonra kaynak tozunun türü seçilmelidir. Çizelge: II de kaynatılacak gereçlere göre seçilecek metal tozu ile birlikte değişik özelliklerde verilmektedir.

Çizelge: II Sert Yüzey Tozları

Temel Element	KULLANILDIĞI YERLER	ROCKWELL SERTLİĞİ	İşleme Türü
Nikel	Silisli Gereçler	13 - 17	Makinada işlenir
Nikel	Bronz türü alaşımlar	28 - 32	Makinada işlenir
Nikel	Dökme demir, çelik ve darbeye çalışan yerlerde korozyona karşı direnç istenen yerlerde	38 - 42	Makinada işlenir
Nikel	Aşınmaya, korozyona karşı çalışan yüksek karbonlu ve kromlu çeliklerde	48 - 52	Sert maden ucu kullanılmalı
Nikel	Metal aşınması olan, ısıya ve korozyona çalışan yerlerde	60 - 62	Taşlanır
Kobalt	Dayanıklık, aşınma, çok iyi korozyon direnci istenen yerlerde	46 - 51	Sert maden ucu kullanılmalı
Nikel ve Tungsten Karbür	Birleşimde tungsten olan, nikel sağlamlığı istenen, aşınması güç olan yerlerde	60 - 86	Makinada işlenmez
Fosfor ve Bakır	Bakırın bileşim olduğu yerlerde		Taşlanır ve Makinada işlenir

Akım kaynağı normal olarak doğru akım üreten biçimde olmalıdır. Kaynak kutbu olarak pozitif kutup kullanılmalıdır. Doğru akım üretkeni ile elektrod arasına ikinci bir akım düzenleyicisi konulmalıdır. Bu ikinci sistemin, arkı daha

sürekli ve uzun olarak gelişimine büyük katkısı bulunur.

Argon gazı plasma olup koruyucu gaz olarak da kullanılmaktadır. İkinci akım kaynağının bir diğer görevi ise kın ısısının istenilen değer ve doğrultuda iletilmesine yardımcı olmaktır.

Plasma ark kaynağı ile doldurulan yüzeyin metalurjik özellikleri, toz altı kaynağı, gaz tungsten ark ve gaz metal ark kaynağı gibidir. Çizelge: III de sert yüzey dolgu kaynağı türlerinin yapıma ve dikiş kalınlıkları çeşitli yönleri gösterilmektedir. Plasma arkı ile doldurulan yüzeyler da

Çizelge: III Yüzey İşlemlerin Karşılaştırılması

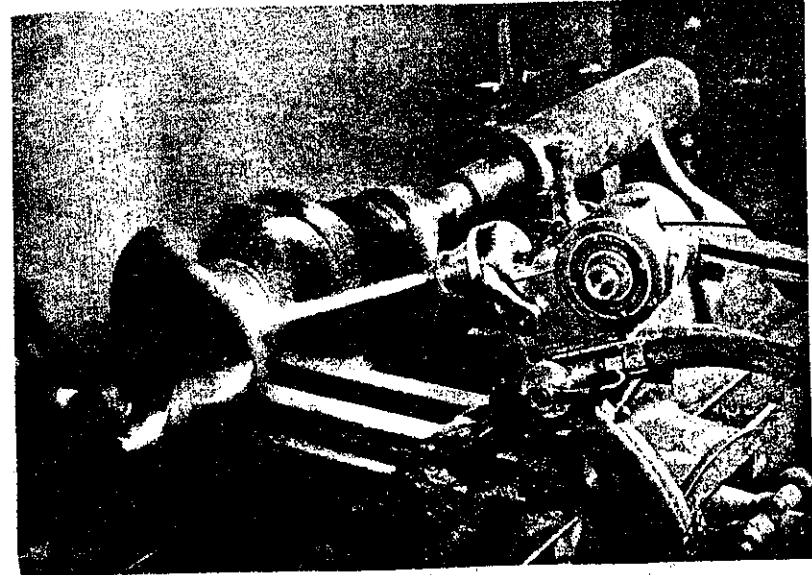
İŞLEMLER	Normal Kaynaklı kğ/st	Minimum Sulanma %	Minimum kaynak malı kalınlığı (mm)	Yüzey metal gereci	Kaynatma Türü
Plasma Kaynağı	3	5	0,254	Toz	Otomatik
Oxy-Asetilen	1,7	1	0,8	Tel	Elde veya yarı otomatik
TIG	2,1	10	2,4	Tel	Elde veya yarı otomatik
Tek Tellî Toz Altı	6,33	20	3,2	Tel	Yarı otomatik veya otomatik
Çok Tellî Toz alta	12,7	15	4,8	Tel	Otomatik
Tek Tellî MIG	5	30	3,2	Tel	Otomatik veya yarı otomatik
Özelli Elektrod	10,55	20	4,8	Tel	Otomatik

homojen ve metalurjik olarak kaynatılan gereçle çok iyi uyum sağlanmaktadır. Aynı zamanda yüzeyde yüksek dayanıklılık ve istenilen incelikte dikiş yapılmaya elverişlidir.

#### METAL PÜSKÖRTME

Bir gerecin metalleştirilmesi metal püskürtme ile

apılmaktadır. Metalleştirme işlemi, çok iyi şekilde küçük parçacıklara ayrılmış yarı ergiyik metalin veya toz metalin örtü elemanın yüzeye püskürtülmesidir. Toz veya küçük metal parçacıkları yeterli ısı ile sürüklenerek yüzeye çarptırılır ve yüzeyde tutunarak ince bir metalik tabaka oluştururlar. Toz veya tel çubuk oksijen gazı içerisine gönderilir ve yarı ergiyik küçük damlalar yüksek basınçlı hava ile sürüklenerek karşısındaki yüzeye çarptırılır. Küçük damlaların bir dakikada yüzeye çarpma hızları, püskürtme tabancasının yapım tekniğine göre, 75-150 m/Sn arasında değişmektedir. Kaplama mekaniksel itme veya çok küçük metal parçacıklarının püskürtülerek itilmesi sonucunda oluşur. Ancak bu parçaların hareketi sırasında çok ince oksit tabakası ile kaplanmaktadır. Şekil: 10-9 da yüzey metalleştirme işleminin yapılaş biçimi gösterilmektedir.



Şekil: 10-9 Metal kaplama, çok ince metal parçaların püskürtülerek yüzeyin yeniden kalınlığının artırılmasıdır.

Metalleştirme işleminin geniş kullanma alanı, makine alanlarında aşınan yüzeylerin orjinal ölçüsüne gelinceye kadar doldurulmasıdır. Fakat dolgu yerinin dayanımı düşük gözenekli biçimdedir. Metal kaplama, kaynak ve sertleştirme pratik olmadığı yerler için çok iyi vazife gören, bir işlemdir. Metalleştirme kaynak işlemleri ile metalurjik uyum olmayan gereçler içinde çok uygun bir dolgu türüdür. Metal püskürtme ile kaplamada herhangi bir limit sınırı olmayan, yalnızca bir işlem biçimidir. Yüzeyle eklenen bu metal-lerle uyum sağlanması amacı ile ön ısıtma veya işlem sonrası ısıtma yapılmamaktadır. Hiçbir şekilde deformasyon veya hacim değişikliği olmadığı için dolgu yapımından sonra herhangi bir yan işlem gerekmemektedir.

*Metal püskürtme Tekniğinin yapımı.* Başarılı olarak bir yüzeyin metal kaplanması için o alan çok iyi temizlenmiş ve belirli olarak girintili çıkıntılı (pürüzlü) olmalıdır. Bütün yabancı artıklar, yağlar, kirler, çapaklar, tozlar ve diğer maddeler yüzeyden tamamen giderilmelidir. Yüzeyin pürüzlü duruma getirilmesi mekaniksel talaş kaldırmak suretiyle veya yüzeye metal kürecikler çarptırılarak yapılır. Pürüzlü yüzeyin oluşturulmasında en genel yöntem kum veya çakıl türü ile tahrip edilerek iz yapılmasıdır. Tahrip işlemi karpit ile yapılmaktadır. Bazı hallerde de küçük parçalar biçiminde molibden püskürtülerek izleme oluşturulabilir. Bu işlemler yüzeye püskürtülen parçacıkların daha iyi yapışmasına olanak sağlar. Yüzeyin pürüzlü olmasını yapmak için uygulanan diğer bir yöntem ise mekaniksel aletlerle (kesici takımlarla) yüzeyin kazılmasıdır. Kazılma sonucu yüzey yivli ve tırtıllı (dişli) duruma gelmektedir.

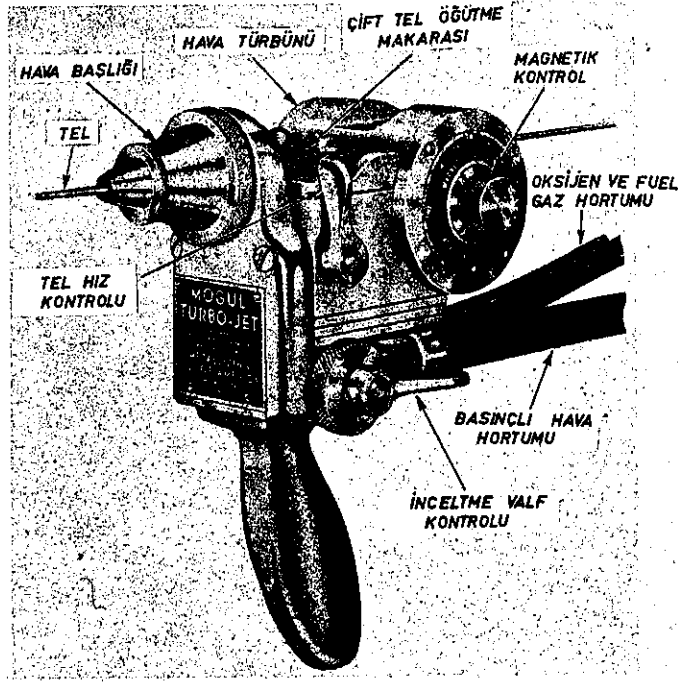
Metal püskürtme ile kaplanan dolgunun iç dokusunda boşluklar bulunur. Ancak, içersinde koruyucu yağ tutma bakımından bu özellik makina parçaları için bir avantajdır. Doku içersindeki gözenekler pek az olarak kiritik durumlarda gereci aşındırıcı özellik kazandırır.

Bazı konumlarda, doku içersinde gözeneklerin kütlesi az ve hava basıncının ayarlanması ile püskürtme tabancasının işe olan uzaklığının düzenlenmesi sonucu azalmaktadır. Ancak, gaz gözeneklerinin çok azaltılması ise dolgu yüzeyinin sert, kırılğan ve yüksek oksit tabakası oluşmasına neden olmaktadır.

Oksitlenme normal olarak, metal parçacıkların ergitme alevi içersinde metal yüzeyine hareketleri sırasında, meydana gelir. Oksitlenmenin çok az olması için yöntem, metal parçalarını ergiten alevin oksitli olmamasıdır. Oksitlenmenin çok fazla olmasının nedenleri ise, örtünün (dolgunun) fazla ısınması, alevde oksijen fazlası olması, iş parçasına çok uzaktan püskürtme yapılmasıdır.

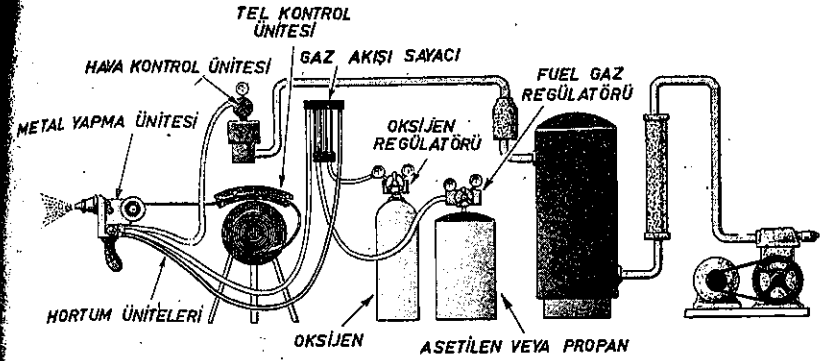
*Tel püskürtme Tabancası (pensi).* Metal püskürtme işlemini yapan tabanca özel olarak yapılmaktadır. Ağırlıkları 1,5 kg arasında olup kullanılan tel çapları ise 0,8-3,2 mm dir. Genellikle bu tabancalar saatte 2-6 kg arasında yüzeye metal püskürtmektedirler. Büyük hacimdeki püskürtme işlemleri için kütlesi daha büyük olan tabancalar tercih edilmeli veya püskürtme memeleri değiştirilmelidir.

Pens veya tabanca iki esas kısımdan meydana gelmektedir. Bunlar, güç kaynağı ve gaz başlığıdır. Şekil : 10-10 da metal püskürtme tabancasının komple elemanları ile birlikte görülmektedir.



Şekil: 10-10 Metal püskürtme tabancası.

Enerji ünitesi ile püskürtme teli tabanca memesine itilmektedir. Gaz başlığı ise; oksijen basıncını, yanıcı gazın kütlesini ve basınçlı havayı düzenlemektedir. Tabanca memesi telin beslendiği merkezi bir silindirik kanala sahiptir. Bu deliğin çevresinden (tel boşluğunda) gaz üflenerek alev oluşturularak yüksek hızda hava hüzmesi (ısıdan dolayı) hareket etmektedir. Tel tabanca memesine geldiğinde alevle ergitilir ve kaçak parçalar ayrılır. Çok ince olan bu metal parçalar hızı fazla olan hava kütlesi ile (yanıcı) gaz asetilenle Asetilenle oluşan alevin sıcaklığı  $3100^{\circ}\text{C}$ 'nin üstündedir. Ergime derecesi düşük olan metaller için, bazen hidrojen ve propan gazları kullanılmaktadır. Şekil : 10-11 de metal püskürtme ünitesinin bütün elemanları şematik olarak görülmektedir.

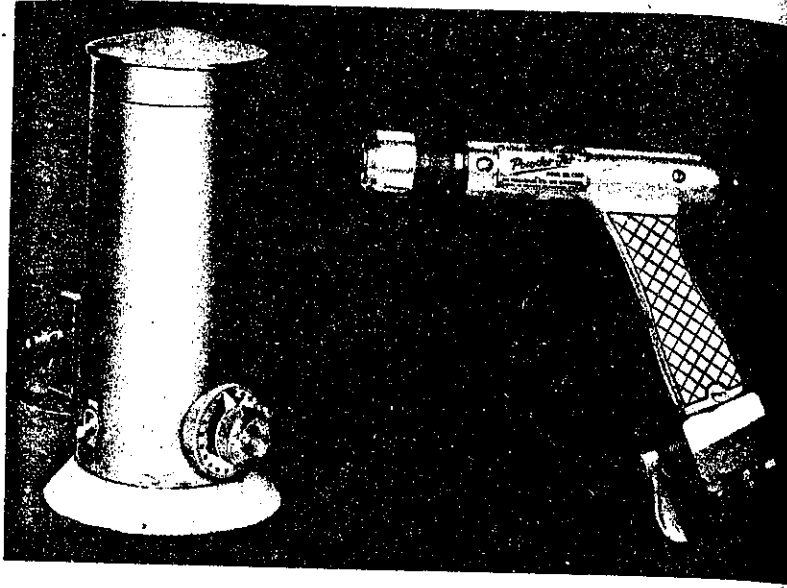


Şekil : 10-11 Metal Püskürtme Ünitesinin Şeması.

Toz püskürtme Tabancası. Toz püskürtme tabancası tel püskürtme tabancasına çok benzemektedir. Ancak bu sistemde enerji (elektrik akım) kaynağı bulunmamaktadır. Toz metal bir depodan basınçlı hava ile alınarak tabancanın püskürtme memesinin merkezine itilir. Memeden çıkan gaz alevinde metal tozlar ergiyerek küçük parçacıklar haline dönüşür. Ergiyik metal parçalar, tel püskürtme tabancasında olduğu gibi, basınçlı hava ile iş parçası üzerine hızlı olarak taşınır. Şekil 10-12 de toz püskürtme tabancası görülmektedir.

Püskürtme Operasyonu (işlemi). Herhangibir metal püskürtme işlemi çok iyi havalandırma ortamında yapılmalıdır. Toz, duman ve alev artıklarının çalışanlara zarar vermesi için havalandırmanın yeterli değerinde olması zorunludur. Eğer bu havalandırma tam olarak yapılmazsa çalışanların maske giymeleri gereklidir.

Metal kaplama dolgu işlemi için, tel ilerleme hızı, püskürtme hacmi, yanıcı gaz ve oksijen basıncı istenilen biçimde üniteye ayarlandıktan sonra işlem yapılmaktadır. Genel



Şekil: 10-12 Metal kaplama, özel toz püskürtme tabancaları ile de yapılır.

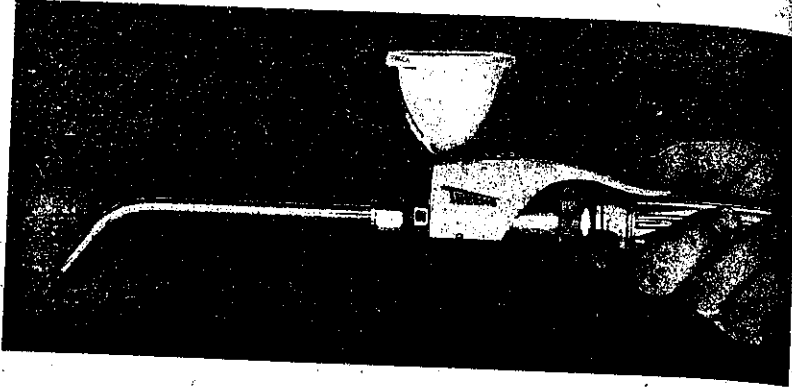
olarak tabancaya gönderilen hava basıncı  $4-4,2 \text{ kg/cm}^2$  arasında olmalıdır. Gaz düşürücüsü kullanılarak gerekli olan gaz basıncı düzenlenmelidir. Hava basıncı çok ise ince ve düzgün bir dolgu yapmaktadır. Hava basıncı artırılırsa yüzey kaplama kaba ve düzgün olmaz. Ergiyen telin uç kısmı arka tarafından gelen hava ile korunmalıdır. Koruma arka kısmında bulunan bir şapka biçimindeki yansıtıcı ile yapılmaktadır. Kalın tel kullanılmadıkça tavsiye edilen hızla kaplama yapılmalıdır. Ancak, ilk başlarken tel normalden fazla hızla verilerek, işlem normale dönüşünce tel geliş hızı yavaş yavaş azaltılmalıdır. Böylece ilk yöneltme alanı yeterli dolgu elemanlarını almaktadır.

Her kaplama mümkün olduğu kadar ince olmalıdır. Dolgu kalınlığı  $0,76-0,127 \text{ mm}$ . arasında yapılmalıdır. Fazla

lin dolgu düzgün olmayan (kaba) bir yüzey görünümü meydana getirir. Tabancanın hareketi boya yapma tabancalarına çok benzerdir. Meme kaplanacak yüzeyden yaklaşık olarak  $100-150 \text{ mm}$  uzakta tutulmalıdır. Bu uzaklık devamlı korunarak belirli bir hareket düzeyi uygulanmalıdır. Eğer tabanca iş parçasına çok yakın tutulursa, yüzeyde oluşan yığılma örtünün katılaşmasına neden olmaktadır. Çok uzak tutulması durumunda ise yumuşak sünger gibi yüzey görünümü yapar ve düşük fiziksel özellikler oluşturulur. Tabancanın hareket yeteneği çok önemlidir. Eğer hareket çok hızlı olursa örtü üzerinde yüksek oranda oksit tabakası bulunur.

Yatay konumdaki yüzeye tabanca ile püskürtme yapıldığında, düzgün bir kaplama oluşturacak biçimde tabanca ileri geri gitmelidir. Yüzeyin hemen yan kenarında metal püskürtülerek, yüzey üzerine taşınır ve aynı hareket düzeni içerisinde diğer kenar dışına kadar kaplama oluşuncaya kadar işleme devam edilir. İlk kaplama (dolgu) yapılırken iş parçası veya tabanca  $90^\circ$  hareket ettirilir. Bu teknik yeterli kalınlık elde edilinceye kadar tekrarlanır. Silindirik parçaların dolurulmasında parça torna aynasına bağlanarak, dönme hareketi verilir. Bu konumda püskürtme tabancasında kalem tışyıcısına bağlanmalıdır.

*Üfleç ile püskürtme.* Küçük hacimdeki metal parçaların püskürtülmesi için Şekil : 10-13 de görülen üfleç türleri kullanılmaktadır. Bu sistemde küçük bir metal toz hunisi ile püskürtme kontrol mekanizmasının oksit-asetilen üfleci- ne adapte edilmesidir. Huni içersine konan metal tozu, alevin yakılması ile ergitilerek, alevin hızı ile sürüklenerek üflecin yönelttiği yüzey alanına yapıştırılmaktadır. Toz alev içersine pulverize toz halinde yayılarak hemen ergiyik biçime dönüşür.



Şekil : 10-13 Metal püskürtme üfleci.

#### BİLGİ SORULARI

- 1- Sert yüzey yapmakla metal kaplama arasındaki farklar nelerdir?
- 2- Sert yüzey dolgusuna neden olan üç temel özellik nelerdir?
- 3- Bütün yüzey dolguları için neden bir tür metalin kullanılması olarak dışıdır?
- 4- Sert yüzey dolgu kaynağındaki şüpheli çatlamalara neden olan faktörler nasıl giderilir?
- 5- Sert yüzey yapılan metal esas olduğuna göre nasıl bir alaşım meydana gelir?
- 6- Fe Mn, Fe Cr, Co Cr, Ni Cr, Cu Zn, Cu Si, Cu ve Al sembollerinin elementleri nelerdir?
- 7- Koruyucu metal-ark kaynağı niçin oksii-asetilen alevinden daha geçerlidir?
- 8- Dolgu yerinde oluşturulan sertliği yapan alaşımlı teller nelerdir?
- 9- Yüzeyde korozyon dayanımı oluşturan tellerin türleri nelerdir?

Sert yüzey dolgu yapımında toz altı kaynağı ne zaman kullanılır?

Sert dolgu kaynağında kullanılan plazma arkı ile normal örtülü elektrod kaynağı arasındaki farklar nelerdir?

Metalleştirme işleminde küçük parçaların yüzeyde kalınlık yapması nasıl olur?

Yüzey metalle kaplanmadan önce nasıl hazırlanır?

Metal püskürtme ile oluşan gaz gözenekleri nasıl kontrol edilir?

5- Metal püskürtme ile toz püskürtme arasındaki fark nedir?



## ALEV ve ARK İLE KESME

Metallerin kesilmesi, küçük metal parçalarının gereğinden ark veya alev yolu ile ayrılmasıdır. Bu ayrılma ile metal iki parçaya bölünmektedir. Metallerin kesilmesinde en çok yaygın olarak kullanılan oksijen, ark ve plazmadır. Kesme işlemi elle veya mekaniksel hareket elemanları ile yapılmaktadır. Elle kesme işleminde operatör kesme üflecini kesilecek alan üzerinde hareket ettirerek yapar. Otomatik makina ile kesmede kesici üfleç otomatik kontrol sisteminden yararlanılarak yapılır. Şekil 11-1 de mekaniksel otomatik kesme görülmektedir.



Şekil:11-1 Endüstride daha çok makina ile kesme uygulanır.

Daha çok endüstride kesme işleminin geniş bir kullanma alanı vardır. Kesme, saçların veya boruların istenilen şekle ve biçimde, döküm artıkları (fazlalıklarının) temizlenmesi, de, konstrüksiyon bozukluklarının giderilmesinde kullanılmaktadır. Kesme için kullanılan, oksijen, ark veya plazma kesme işleminin biçimine, metalin türüne, ekonomik değerine, özellikle operasyonun kolaylığına göre değişmektedir.

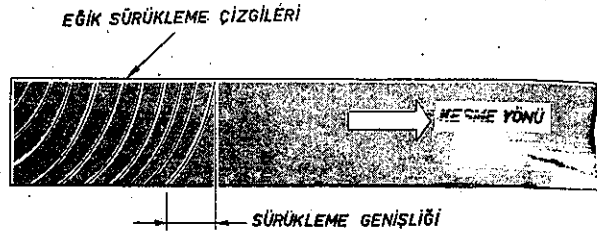
#### OKSİJENLE KESME

Sert metallerin metalik oksitlenme reaksiyonundan yararlanarak oksijen ile kesilmesi mümkündür. Örneğin, çelik ve demir ne zaman değişik atmosfer etkisi altında kalırsa kimyasal reaksiyon sonucu paslanır. Bu paslanma, havadaki oksijenin metal yüzeyinde çözülerek bileşik oluşturması sonucu meydana gelmektedir. Normal olarak bu kimyasal olay çok yavaş oluşmaktadır. Fakat metal ısıtıldıktan sonra soğumaya bırakılırsa yüzeyde kalın oksit tabakaları oluşur. Oksitlenme zamanı da çok kısadır. Eğer bir çelik parçası kırmızı renkte tavlanıp oksijen içersine bırakılırsa hemen yanma olayı meydana gelir. Metallerin hızlı kesilmesi için, kesilecek olan yer yeterli sıcaklığa kadar ısıtılarak, basınçlı oksijen, ısıtılan alana üflenir. Böylece ısınan yerde şiddetli bir yanma olarak gereçten küçük kıvılcımlar hızla ayrılır. Kesme üfleci elle veya otomatik mekaniksel sistemlerle kumanda edilir. Oksijenle kesme, az karbonlu çeliklerde, düşük alaşımlı çeliklerde, manganezli çeliklerde ve düşük oranlı kromlu, çeliklerde kullanılmaktadır. Çelik olmayan metallerin, paslanmaz çeliklerin, yüksek kromlu çeliklerin, tungstenli çeliklerin ve ateş tuğlası türü gereçlerin kesilmesinde oksijen kullanılmaz.

**Oksijenle Kesme İşlemi:** Özellikle kalın parçaların kullanılmasında oksijenle kesme gittikçe gelişmektedir. Kesme yapılacak yerin ısıtılarak sıvılaştırılma ortamına gelmesi gerekir. Çelik yüzeyinde oluşan sıvılaştırılma alanına basınçlı oksijen gönderilir. Yanma sonucu ısı yükselir, sıvı kesme kenarından gereç içine doğru yükselerek ilerler. Yanma yönünde yanma olmaktadır. Kesme oksijeni açılarak alemler için gönderilen oksijen ergiyik metali ve gazın basıncı ile metal boşluğa dökülür. Dökülmenin hızlı olması oksijenin üflemesi ve basıncından ötürüdür. Aynı kesme işleminde metalin tüm kalınlığı giderilinceye kadar devam ettirilir. Kesme sırasında dökülen artıklar cüruf biçiminde olacaktır. Cüruf ise, demir oksit ( $Fe_3 O_4$ ), demirdeki bileşim elementleri veya bazı durumlarda saf demirin kendisi olabilir. Bu cüruf lar oksijen hızı ve basıncının etkisi ile kesme alanının dışına atılmaktadır. Geçerli bir kesme işlemi, üfleçte bulunan mendeden gönderilen oksijenin kütlesine bağlıdır. Öncelikle metalin ergimesi için kullanılan yanıcı gazların kesmeye hiçbir etkileri olmamaktadır. Görevleri kesme alanını yeterli sıcaklığa getirmektir.

Kesme için kullanılacak toplam oksijen kütlesi, ergitilerek sürüklenen cüruf halindeki metal parçaları ile yakından ilişkilidir. Cüruf haline dönüşen kesme oksit parçaları gerecin üst yüzeyinde oksijenin yaptığı kimyasal reaksiyon (şiddetli oksitlenme) sürekli ve hızla ilerleyerek parçanın altına geçer. Şekil:11-2 de kesme cüruf larının (artıklarının) gereç kalınlığından ayrılma biçimi görülmektedir. En iyi kesme işlemi cüruf un sıfır olup, artık oksitlerin kıvılcım halinde gereçten ayrılarak alt kısma akmasıdır. Böylece gerecin üst kesme aralığı ile alt kısımdaki genişliği arasında hiçbir

farklılık olmamaktadır. Ancak bu tür kesmeler büyük

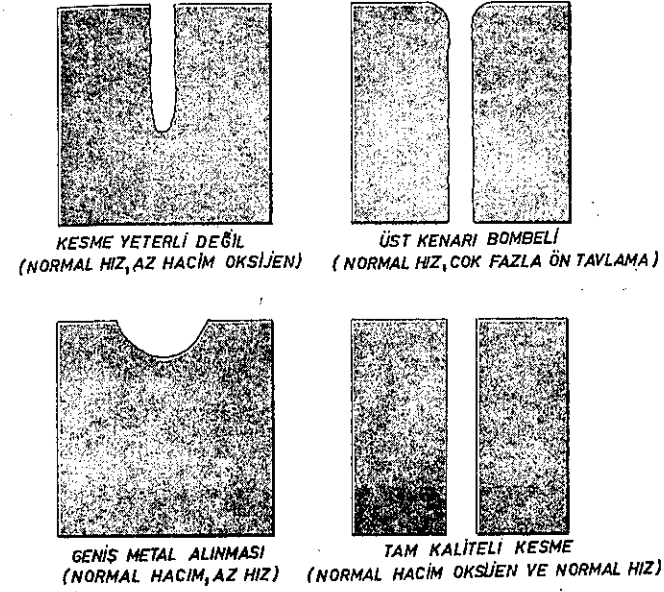


Şekil:11-2 İyi bir kesmede daima kesilen yüzeyde eğik sürüklenme çizgileri oluşur.

oksijen gerektirdiğinden fazla ekonomik değildir. Diğer taraftan kesme oksijeni yeterli hacimde olmazsa daha fazla cüruf oluşmasına neden olmaktadır. Çok uzun cüruf kütükleri köşelerin kavisli olarak biçimlenmesine yol açtığı gibi anormal bir kesme kanalı gerecin altına kadar ilerler. Oksijen hacminin çok olması halinde ise üst yüzeyde oluşan kesme kenarları kavisli olarak fazla oksitlenmeden dolaylı olarak yanar. Kesilen kanal ise yine yanma olayının sonucu olarak pürüzlü oluşur. Şekil:11-3 te çeşitli basınçtaki oksijenle kesilen parçaların durumları incelenmektedir. Birçok atelyelerde oksijenle kesme genel olarak az cürüflü işleme ve ekonomik bakımdan tercih edilmektedir. Bu tür kesmelerdeki cüruf (standart) olarak nitelendirilir. Kesmenin tam ölçüsünde olması için gereç altında herhangi bir alt kesme bozukluğunun bulunmaması gerekir.

Doğru ve uygun bir kesme memesi kullanmak çok önemlidir. Çünkü meme kesmenin, kalitesine, hızına, ve ekonomik faktörlere etkisi çok fazladır. Memenin çok küçük olması halinde kesme alanında yeterli ısıyı oluşturmayarak kesme işleminin derinliğine ilerlemesine engel olmaktadır. Meme çok büyük

sa gereğinden fazla oksijen sarfı olmaktadır.



Şekil:11-3 Etkili bir kesme oksijenin kütlesine bağlıdır.

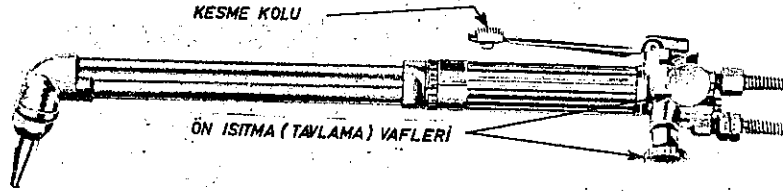
**Yanıcı Gazlar:** Yanıcı gazların kesmedeki fonksiyonu kesme alanının yeterli sıcaklığa kadar ısıtarak kesmenin başlamasını ve devamını sağlamaktadır. Birçok yanıcı gazlar bu amaç için kullanılmaktadır. En fazla kullanılan gazlar ise, bütan, asetilen, propan gazlarıdır. Yanıcı gazların türünün seçiminde, fiyatı, taşınması ve tüplerin doldurulması, alevde oluşturduğu sıcaklık, kesilecek metalin biçimi ve çeşidi, kesilecek gereç kalınlığı dikkate alınmaktadır. Çizelge I de kesme için kullanılan gazların alev sıcaklıkları gösterilmektedir. Her gaz türü için özel kesme üflecinin kullanılması gerekir.

Çizelge I Kesmede kullanılan gazların alev sıcaklıkları

YANICI GAZ	ALEV SICAKLIĞI
Asetilen	2994 C°
Propan	2866 C°
Hidrojen	2538 C°
Bitan	2927 C°
Doğal gaz	2760 C°

#### ELLE KESME

Araçları (elemanları): Kesme üflecindeki özel bir manivela kolu ile oksijen kontrol edilerek, kesme memesinde bulunan merkezi (büyük) delikten ısıtılan alana gönderilir. Çevredeki küçük deliklerden veya kanaldan ısıtıcı alev olarak oksijen ve yanıcı gaz karışımı gelmektedir. Şekil:11-4 de kesme üflecinin tüm elemanları ile memenin biçimi görülmektedir.



Şekil:11-4 Oksi-Asetilen kesme üfleci ve memesi.



Manivela kolunun kumanda ettiği iğneli valf açıldığı zaman orta delikten basınçlı olarak yalnızca oksijen üflenir. Üfleç memesi kesilecek metalin kalınlığına göre değişmektedir. Çizelge:II de değişik kalınlıktaki gereçler için kullanılan meme numaraları ile gerekli asetilen ve oksijen basınçları verilmektedir.

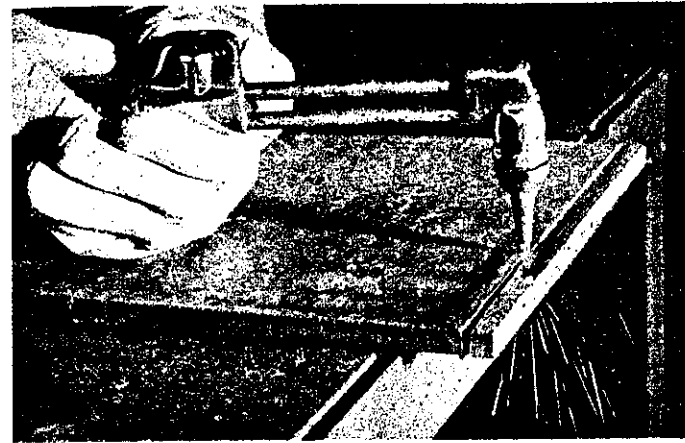
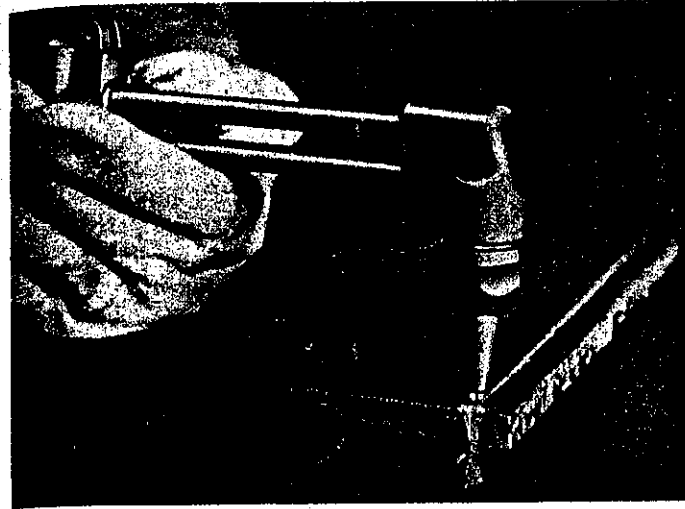
Tablo:II Kesmede kullanılan Meme, Gereç kalınlığı ve Gaz Basınçları

Meme Numarası	Metal Kalınlığı mm	Asetilen Basıncı Kğ/Cm <sup>2</sup>	Oksijen Basıncı Kğ/Cm <sup>2</sup>
0	6.5	0,219	2,2
1	10	0,219	2,2
1	13	0,219	2,9
2	19	0,219	2,9
2	25	:219	3,6
3	35	0,219	3,26
4	50	0,219	3,6
5	100	0,29	3,26
6	125	0,36	4,50
6	150	0,36	4,0
7	200	0,435	4,5
7	250	0,435	5,0

Kesme işlemi: Oksi-asetilen üflecinde olduğu gibi yanıcı ve yakıcı gazın valfi çevirilerek gaz geçişine yol verir. Memeden çıkan gaz ateşlenerek yakılır. Alevin oksitleyici biçime dönüşmesi için oksijen valfi açılarak oksijen gazının gidişi ayarlanır. Genellikle ön ısıtma için normal alev kullanılır. Ancak, birçok durumlarda oksijen fazlası (oksitli) alev daha etkili olmaktadır. Oksitli alevlerde

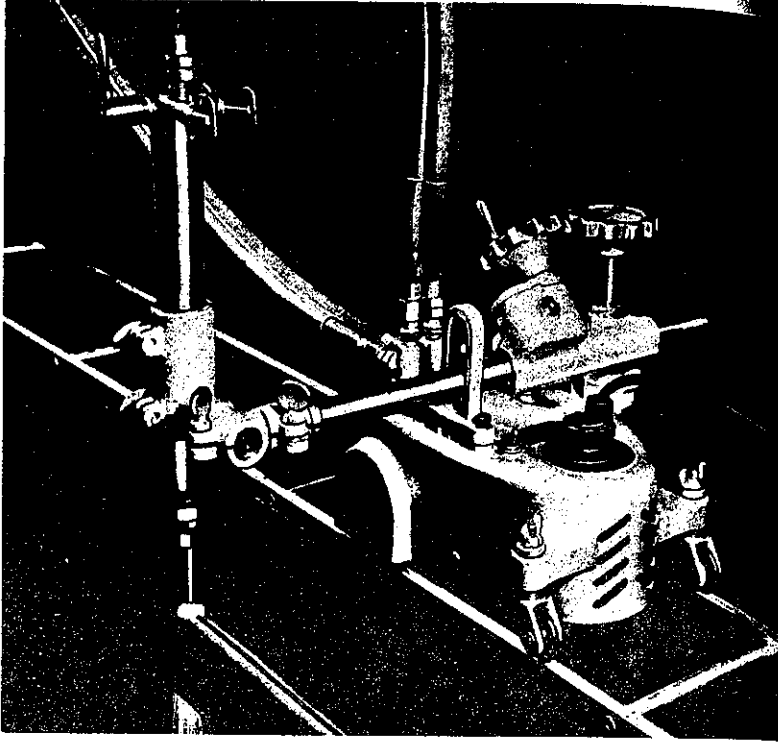
en fazla sıcaklığa sahip olan gazların oranı 1,5 hacim oksijen ve 1 (bir) hacim asetilendir. Oksijen fazlası kullanılması sonucu ekonomik olarak iş zamanından kazanılmaktadır. Alet oluşturulmuş kesme üfleci memesi gereç yüzeyine dik olarak beyaz koninin ucu, 2,5-3 mm gereçten uzak tutulmalıdır. Gerecin ısıtılması sonucu, kesme alanı parlak kırmızı renge dönüşünce, basınçlı oksijen açılarak şiddetli oksitleme işlemi ilk kesme yapılarak üfleç ileriye doğru hareket ettirilir. Eğer kesme doğru biçimde yapılırsa, küçük artıklar alev yarımurugibi gereç altına dökülür. Şekil:11-5 de elle kesme yapılan kesme işlemleri görülmektedir. Kesme üfleci, herhangi bir genişliğine hareket yapmaksızın, belirli bir hızla ilerlemeye doğru yürütülür. Çok hızlı ilerleme sonucu kesme alanındaki ani cüruf birikmesi olur. Kesme çizgisi eğrisel biçimde olacaktır. Kesme gerecin tam altına, işlemini önlemektedir. Böylece kesme işlemi gerecin bütün kalınlığını kapsamaktadır. İşlem sırasında, herhangi bir nedenle, kesmenin durması halinde kesme başlangıcında olduğu gibi ön ısıtma yeniden yapılır. Üfleçle kesme çok yavaş olduğu takdirde kesilen kenarların köşe kısımları ergiyerek keskinlik biçimi kaybolur.

*Makine ile kesme:* Makine ile kesme doğrusal veya eğrisel olarak yapılmaktadır. Makinanın yapım tekniğinde kesme hızı ve basınçlı oksijen üfleme önceden ayarlanmaktadır. Şekil:11-6 da tek üfleçle çalışan kesme makinası görülmektedir. Düzgün geometrik şekiller dışındaki kesmelerde şablon kullanılarak kesilmektedir. Kesme işlemi şablon kenarından yararlanılarak gereç üzerine aynı oranda veya değişik oranda yan ısıtılmaktadır. İzleme rehberi bir tekerlek sistemine sahip olarak kesme üfleci model veya resim örnek olarak simetrik bir parçanın kesilmesini sağlar. İzleme elamanları elle



Şekil:11-5 Oksi-asetilen üfleci ile kesme.

kontrol edilebilir. Ancak birçok endüstriyel işlemlerde izleme işlemi otomatik rehberlerle yapılmaktadır. Otomatik izleme tekniğinde, rehber operasyonu manyetik alandan yararlanılarak yapılır. İzleme mili, tablo üzerine yerleştirilen çelik modelin kenarına yapışarak dönme hareketi ile

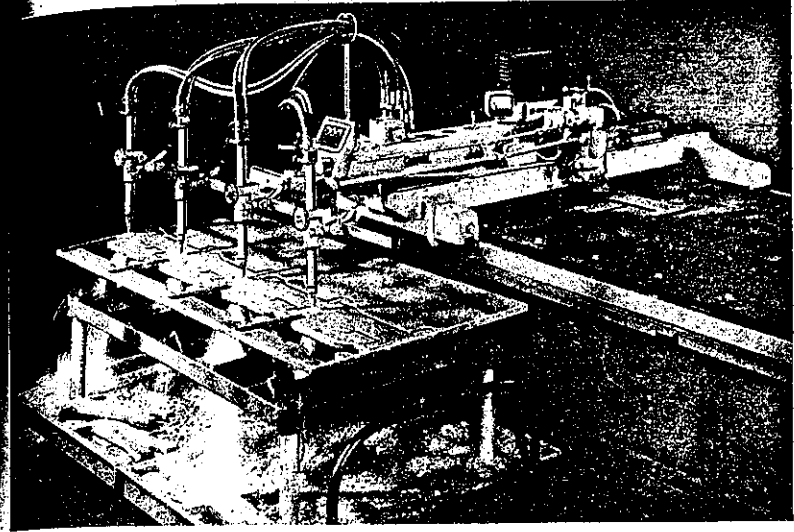


Şekil:11-6 Tipik bir Oksijen kesme makinası.

ilerlemektedir. Şekil:11-7 de dörtlü otomatik izleme ile yapılan kesme görülmektedir. Diğer bir otomatik izleme tekniği ise elektronik fotoselle donatılmış ışıklı sistemdir. Fotoresimsel resmin dış çizgisini takip ederek, kesme üflecine etkileden tekerlekleri döndürülür. Daha fazla akım kullanarak otomatik kontrollü şeritten yararlanarak profilli kesme yapılır. Bu şerit (band) kontrolü ile şekilli kesmelerde kesme makinasının motoru etkilendirilerek çalıştırılır.

**Oksijenle Kesme İşleminde Yardımcı İşlemler:** Oksijenle kesme genellikle, delik açmada, blok çeliklerin kesilmesinde

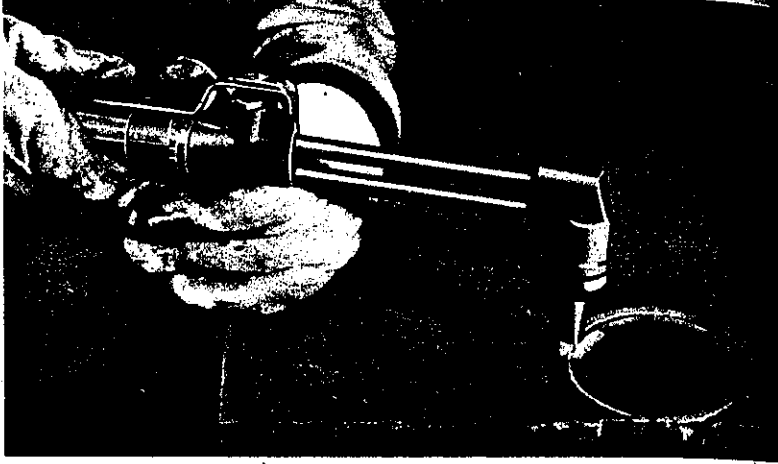
temizlemede, ince kanal yapmada, yüzey düzeltmede, açmada ve güçlü kesme işlemlerinde kullanılmaktadır.



Şekil:11-7 Otomatik kesme makinası.

**Delik açmak:** Delik açma işlemi gereçlerde belirli çapta delik açılmasını sağlamaktır. Küçük delikler için kesme üflecini noktanın üstünde tutulur. Kesmede delik istenilen biçimde oluşuncaya kadar küçük bir alanın ısıtılmasına devam edilmektedir. Üfleç ısıtmayı deliğin çevresini hedef alacak konumda yapmalıdır. Isıtma tam niteliğine eriştiğinde oksijen koluna basılarak, memede çok yavaş olarak yukarı kaldırılır. Böylece metal üzerine küçük bir delik açılarak biçimlenir. Daha büyük delik açılması gerektiğinde, deliğin çevresi kesme öncesi tebeşir ile işaretlenmelidir. Eğer delik açılması kenardan uzak ise, önce küçük bir delik açılarak kesmeye bu noktadan başlanır. Kesmenin ilerlemesi tebeşir çizgisini rehber olarak yavaş ve düzgün bir hızla yapılmalıdır.

Kenardan başlıyan dairesel (veya eğrisel) kesmeler için kenardan yararlanılır. Şekil:11-8 de kenardan başlıyarak yapılan dairesel kesme görülmektedir.

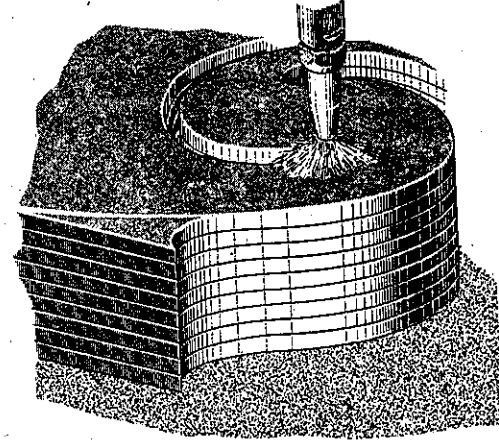


Şekil:11-8 Dairesel kesme.

**Blok (veya kütük) kesme :** Blok kesme ise birçok saç plakaların üst üste konarak kesilmesidir. Şekil:11-9 da üst üste düzgünce konmuş plakalar ve kesme işleminin yapılışı görülmektedir. Bu biçimde kesme üretim bakımından daha ekonomik olmaktadır. İşlem sonunda gereçte az dayanıklı kenarları düzgün saç yüzeyleri, kenar bozuklukları az ve cüruf kütlede olduğu görülür ve blok kesmelerin gerekliliği düzgün saç plakalardan küçük parçalara olan ihtiyaçtır. Saçlar arasındaki havanın çıkması için, kesilecek parçalar sıkıca, sıkıştırılarak bağlanmalıdır.

**Yüzey Temizleme:** Çelik üretimde kullanılan kütüklerin, işlenmemiş gereçlerin, hadde bloklarının, yuvarlak veya profilli kalın çeliklerin yüzeyindeki temizlemeler için kullanılır. Bu operasyon ile yüzeyde bulunan kabuklar, çatlaklar

kısımlar ve karbürlü yüzey artıkları giderilmektedir. temizleme elle idare edilerek veya bir kaç üfleçli makullanılarak yapılmaktadır.



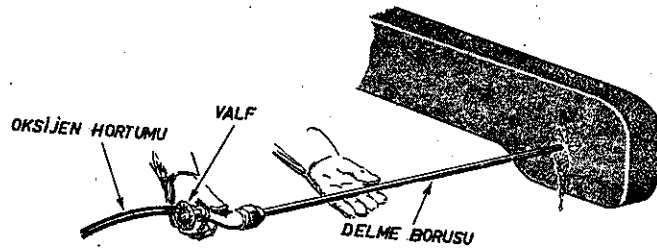
Şekil:11-9 Tipik bir örnekte üst üste konmuş parçaların kesilmesi görülmektedir.

Yüzey temizlemede üfleç memesini iş parçasına göre açılı 75° olup, meme kesilen alana temas etmekte veya çok yakışmaktadır. Temizlenecek alan ön ısıtma ile yeterli sıcaklıkta (kırmızı renge) geldiğinde üflecin açısı küçültülerek belirli oksijen valfı açılır ve üfleç belirli bir hızla ilerletilerek doğru hareket ettirilir. Yüzeydeki artık ve bozukluklar giderilinceye kadar işlemler tekrarlanır. Şekil:11-10 da işlemin yapılış tekniği fotoğraf olarak görülmektedir.

**İnce Kanal Açma:** Kanal açma, kalın gereçler içersine uzun veya derin delik yapılacak biçimde metalin kesilmesidir. Delik açmada 1/8" -3/4" borunun üflece adapte edilerek oksijen valfı konulmuş kesiciler kullanılır. Şekil:11-11 de üflecin yapılış biçimi ve kesme işleminin yapılış tekniği görülmektedir. Delik



Şekil:11-10 Yüzeydeki artıkların kesilerek temizlenmesi



Şekil:11-11 Kalın Parçalara delik açılması.

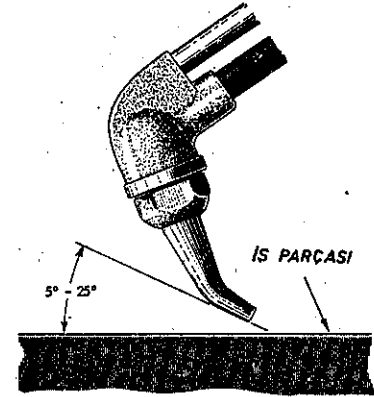
alanının ön ısıtılması kaynak ve kesme üfleci veya diğer ısıtıcı elamanlarla yapılmaktadır. Ön ısıtma işlemi tamamlanır tamamlanmaz kanal üfleci ısınan alanın karşısına yaklaştırılır. Açılacak deliğe boruyu merkezliyerek oksijen

arılır. Üfleç borusu hafifçe hareket ettirilerek iler-  
ve kendi çapından daha büyük delik açılır. Yanmadan  
yi oluşan artıklar delikten dışarı (oksijenin hızı ile)  
enir.

**Yüzey Düzeltme:** Oksijenle yüzey düzeltme çelik döküm  
malardaki, yüksekli, artıklar, kanatlar (federler) ve  
er artık türlerinin temizlenmesidir. Bu işlem daha çok  
zey temizleme olarak tanınmaktadır.

**Oluk Açma:** Oluk açma, diğer bir deyimle yüzeysel te-  
zleme ile, kanal açmadır. Üfleç, belirli bir ön ısıtma  
uncaya kadar, hareket ettirilir. Ön ısıtma, yeterince  
olusunca, kesme memesi alçaltılarak, kesme oksijeni açı-  
arak üfleç ileriye doğru hareket ettirilir. Şekil:11-12  
e iş parçasına göre üfleç memesinin konumu görülmektedir.

Şekil:11-12 Oksi asetilen  
(Kanal rende-  
si), Oluk aç-  
mada kullanı-  
lır.

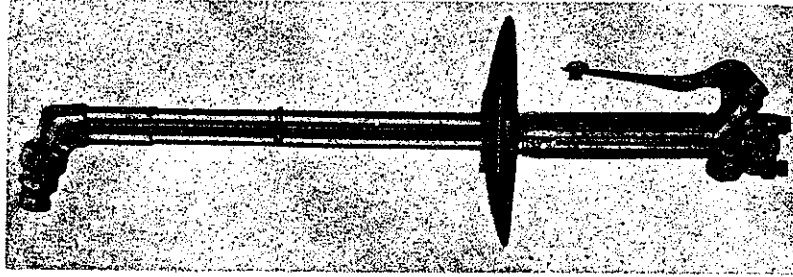


**Güçlü Kesme:** Normal oksijen ile kesme işlemi ile ergi-  
miyen, oksitlenmiyen metaller için (alüminyum, bronz ve  
yüksek nikel oranlı alaşımli metallerde) hiçte başarılı  
değildir. Bu metallerin kesilmesinde oksijen ile birlikte  
demir tozu da gönderilmektedir. Alüminyum ve demir



tozlarının karışımları bazan, pirinç, bakır veya yüksek niçel kelli aşalıkların, kesilmesinde kullanılmasında, daha fazla ısı bırakmaktadır. Demir tozları aynı zamanda, paslanmaz çeliklerdeki kesme işlemlerini hızlandırmaktadır. Bu işlem, dökme demirin düzgün kesilmesi için de çok başarılıdır.

Toz yöntemi ile kesme özel yapılmış kesme üfleçleri tarafından yapılmaktadır. Şekil:11-13 de özel yapılmış kesme üfleçleri görülmektedir. Bu tür üfleçler, toz borusu, meme ve toz valfini içeren biçimde yapılmıştır. Tozlar bir kutu içinde depolanarak bir valftan basınçlı hava veya azot yardımı ile alev içersine sürüklenir. Kesme işlemi sırasında önce toz valfi sonrada oksijen valfi açılarak kesme yapılmaktadır.



Şekil:11-13 Tozla kesme üfleci.

#### ARK İLE KESME

Bazan kesme işleminde rutil örtülü adi karbonlu elektrodlar kullanılmaktadır. Özel kesme elektrodları da ayrıca kesme için kullanılır. Kesme de kullanılan elektrodun çapı kesilecek gerecin kalınlığına ve makinanın akım kapasitesine bağlıdır. Genel olarak 3,5 mm ye kadar olan metallerin kesilmesinde  $\varnothing$  3,25 elektrodlar, 6,5 mm ve daha fazla kalınlıktaki metallerin kesilmesinde  $\varnothing$  4~5 elektrodlar kullanılmaktadır.

Ark ile kesmede işlemin oluşması için gerekli yüksek

elektrik ark tarafından kesme alanında oluşturulmaktadır. Çelikle kesme için çelik 1450 C° dolaylarında eridiği halde, arkın sıcaklık 3594 C° arasındadır.

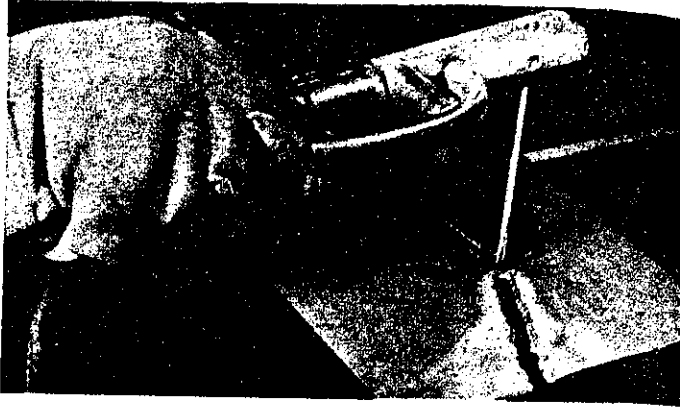
Arkla kesmenin sınırlandırılmasının nedeni çok pürüzlü kesme yüzeyi ile düzgün kenar biçimi olmamasındadır. Bununla beraber dökme demir ve çeliğin sertleşme ortamına gelecek biçimde belirlenmesi halinde metalik arkla kesme geçerli bir işlemdir. Çizelge III arkla kesmede metal kalınlığına ve elektrod çapına göre ayarlanan amperi göstermektedir.

Çizelge: III Kesme için tavsiye edilen amper ayarı

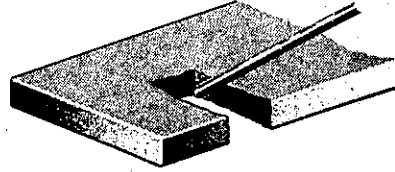
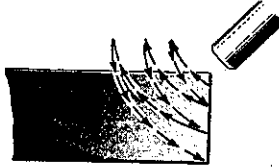
Metal Kalınlığı mm	Elektrod çap mm	Amper Değeri A
3,2 mm ye kadar	2,5	75 - 100
3,2 - 6,5 mm ye kadar	3,25	125 - 180
6,5 mm den fazla	4,00	140 - 180

Ark ile kesmede kesilecek gereç yatay konumda hazırlanarak, kesmeye parçanın alt kenarından başlanır. Elektrodun çapı kesilecek parçanın kalınlığından büyük olduğunda, parçanın kesilmesi, elektrodun düzgün (doğrusal) hareket ettirilmesi ile yapılır. Şekil:11-14 A da ince parçaların kesme biçimi gösterilmektedir. Kesilecek parçanın kalınlığı elektrod çapından büyük olduğunda, kesme işleminde elektrod hareketi uygulanır. Bu hareketle elektrod hızlıca yukarı alınarak, aşağıya doğru (gereç içersine) itilir. Şekil:11-14 B de hareketin yapılışı görülmektedir. Yatay konumda kesilecek parçalar 3,2 mm den kalın olanlardır. Bunlar dik olarak kesilmelidir. Profil parçaların kesilmesinde, dik konumda,

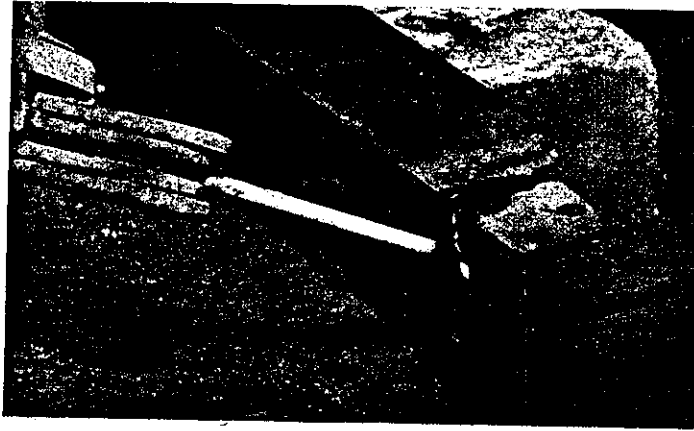
yukarıdan, aşağıya yapılmalıdır. Şekil:11-14 C de bu menin biçimi verilmektedir.



(A)



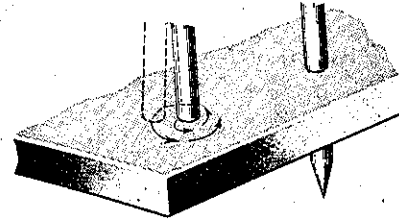
(B)



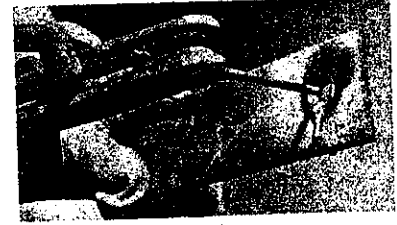
(C)

Şekil:11-14 Metalik arkla kesme.

Ark ile delik açmada ise ark gereç üzerinde, delinecek sıvılaşıncaya kadar, bir noktada tutulur. Daha sonra elektrod ergiyük banyosu içine yaklaştırılarak dairesel hareketler yaptırılır. Şekil:11-15 A da bu hareketin yapıliş elektrodun konumu görülmektedir. Delik açmada, gereçle- 6,5 mm den fazla olmaları iyi sonuç alınmasını sağlar. Delik açılacak parçalar dik konumda tutulmalıdır. Böylece delik biçiminin bir yüzeyden diğerine geçiş kolaylığı sağlanmış olur. Şekil:11-15 B de kesilen gerece göre elektro- nun konumu ve kesme biçimi gösterilmektedir.



(A)



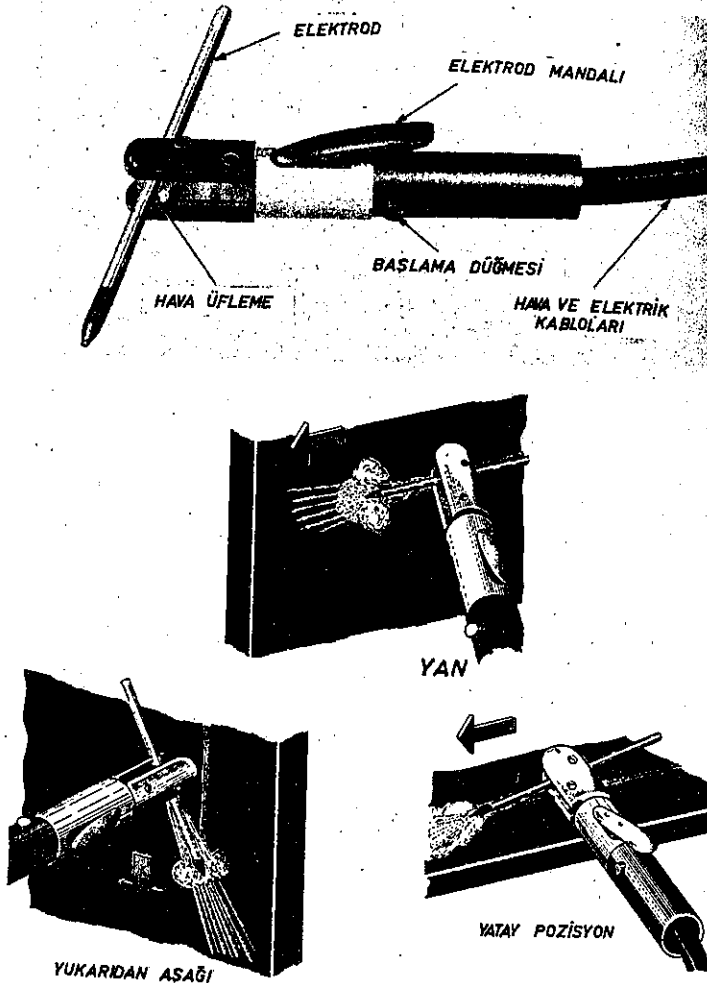
(B)

Şekil:11-15 Metalik ark ile delik açma.

#### KARBON ARKI İLE KESME

Karbon arki ile kesmede normal alternatif akımlı ve doğru akımlı kaynak makinaları ile birlikte basınçlı hava kullanılır. Bu nedenle, bu tür kesmelere hava-ark kesme işlemi de denilebilir. Karbon (grafit) elektrod özel penslerle tutularak kesme yapılır. Şekil:11-16 da üstte karbon penci ve elemanları görülmektedir. Karbonun oluşturduğu ark metali ergitmektedir. Metalin ergime ortamına gelmesi ile basınçlı hava verilerek ark üflenir ve ergiyük metal hızla, kesme alanından, dışarı atılır. Basınçlı hava hortumu direkt olarak pense bağlanmıştır. Havanın kesme alanına üflenmesi pens üzerinde

bulunan bir anahtar (düğme) veya valf ile düzenlenmektedir.



Şekil:11-16 Ark-Hava ile kesme işlemleri ve pensi.

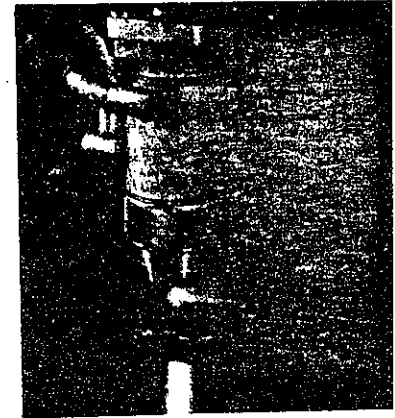
Hava normal kompresörlerden elde edilmektedir. Genel olarak kullanılan hava basıncı 5,6 kğ/Cm<sup>2</sup> ile 7 kğ/Cm<sup>2</sup> arasındadır. İnce parçaların kesilmesi için 4-4,2 kğ/Cm<sup>2</sup> basıncında hava kullanılması çok uygun olmaktadır. Karbon

elektrodlar bakır kaplı veya düz (kaplanmış) olarak kullanılırlar. Kaplanmamış elektrodlar daha ucuzdur. Ancak, bakır kaplı elektrodlar daha uzun, yüksek akım taşımakta ve daha uzun kesmeye olanak sağlamaktadır.

**Elektrodlarla Kesme İşlemi:** Elektrod, kesme işlemi arkada olacak biçimde, 20°-45° lik bir açı ile tutulur. Havanın akması elektrodun arka tarafından ön kısmına doğru yapılır. Şekil:11-16 da çeşitli konumlarda karbon arki ile kesme görülmektedir. Ark mümkün olan minimum kısalıkta tutulmalıdır, ergiyük metali kesme alanından uzaklaştırılacak biçimde, hızla hareket ettirilir. Kesme derinliği, elektrod açısı ve ilerleme hızı ile kontrol edilmektedir. Dar ve derin kesmeler için elektrod açısı büyütülerek ilerleme hızı yavaşlatılır. Elektrod açısını yataya yaklaştırarak ve ilerleme hızını artırarak yüzeysel biçimde kesme yapılmaktadır.

#### PLASMA ARKI İLE KESME

Plasma arki ile kesme çelik olmayan gereçlerin ve paslanmaz çelikler için kullanılan en geçerli bir işlemdir. Şekil:11-17 plasma arki ile kesme görülmektedir. Kesme çok



Şekil:11-17 Plasma arki ile kesme

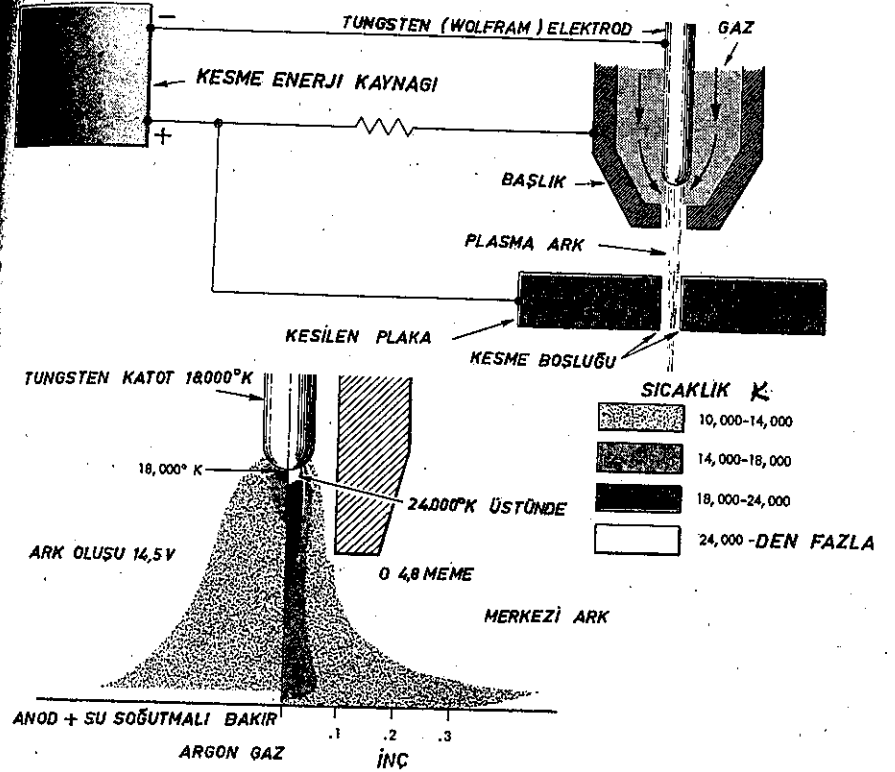
hızlı olarak yapılmaktadır. Bu hızı, karbonlu çeliklerin kesilmesinde oksijenle karşılaştırılırsa, oksijenin on kat kadar fazladır. Yine oksijenle kesmeye göre çok ekonomiktir. Kesme kalitesi daha iyidir. Örneğin 13 mm kalınlığındaki bir gerecin oksijenle maksimum kesme hızı dakikada 625 mm olarak elde edilmişken, aynı malde yüksek kaliteli olarak plazma üfleci ile dakikada 5080 mm lik bir hızla kesilmektedir.

Plazma arki ile kesmenin, oksijenle kesmeye göre diğer nitelikleri ise, alüminyum, bakır, pirinç, dökme demir, karbonlu çelikler, nikel, paslanmaz çelikler, ergimiyen metaller, titanyum, zirkon, diğer çelik ve çelik olmayan bütün metal türlerinin kesilmesi olasılığıdır. Çizelge IV de plazma arki ile oksijenle kesme niteliklerinin karşılaştırılması gösterilmektedir.

Çizelge: IV Maksimum plazma Ark kesme hızı, ile maksimum oksijenle kesme hızının karşılaştırılması

Gereç Kalınlığı mm	PLAZMA ARK PENSİ			OKSİ-ASETİLEN ÜFLECI		
	Kesme mm/dk.	Kw	Gaz Üflemesi Lt/st.	Kesme Hızı mm/dk.	Oksijen Üflemesi Lt/st.	Asetilen Üflemesi Lt/st.
6,5	13335	115	6792	660	1981	326
13	5058	130	8490	559	2830	509
20	2540	130	6509	500	3396	509
25	2032	130	6509	457.2	5679	509
40	1270	150	6509	406.4	4811	708
50	1016	150	7075	330	6509	708
57	508	210	7075		7641	906

Plazma Arki ile Kesme Yöntemi: Plazma arki oluşturup kesmeyi sağlayan elektrod, pensin ucundaki meme içersine yerleştirilir. Meme ucundaki, arkın meydana getirdiği kanal oldukça küçüktür. Arkın plazma sıcaklığına kadar oluştuğu ana yüksek basınçlı gaz gönderilir. Gaz herhangi bir genişleme ortamı bulmadan, memedeki yöneltici kanaldan (boşluktan), kesimden daha sıcak olarak, supersonik ses hızıyla püskürtülür. Memedeki sıcaklık karşısındaki herhangi bir metali ergiten ve kesme hızı ile ergiyik metali sürükliyerek gereci keser. Ergiyik cürufu ince kum tanaları biçiminde gereç altına akar. Şekil:11-18 de kesmeyi yapan enerjinin oluşumu ve plazma gazındaki ısı tüpleri görülmektedir.



Şekil:11-18 Plazma-arki ile kesmede, her bir alevden daha sıcak olan, supersonik jet hızındaki plazma gaz kullanılır.

Gazdaki ısının iş parçasına geçişi plasma ark pensinde oluşan ark tarafından yapılmaktadır. Bu durumda kesilen parçanın da, elektrik çevrimine yardımcı olan elektrod durumundadır.

Kesilen parçadaki ergiyük, ark ve plasma ısısı tarafından hızla oluşturulmaktadır. Kesmede doğru akım negatif kutup kullanılmaktadır.

Plasmanın oluşumu rahatlıkla görülebilir. Meydana gelen ışıkla akım, volt, gazın türü, gaz hızı ve miktarı rahatlıkla kontrol edilerek düzenlenir.

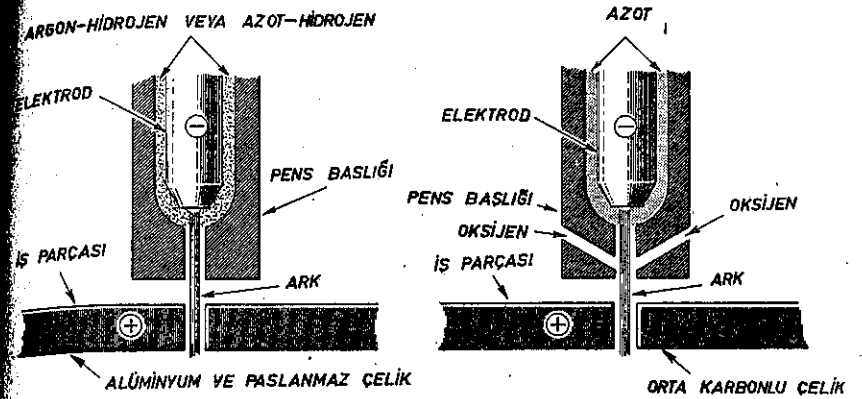
**Plasma Kesme Elemanları:** Elektrik akım kaynağı 100 volt kadar açık devreli özel bir redresörle donatılmıştır. İki redresör veya iki jenaratör birbiri ile bağlanarak gerekli volt elde edilmektedir. Ünitenin otomatik kontrolü ile, arkın oluşum niteliği, gazın üflenmesi ve üflecin veya işin hareketi yapılmaktadır.

Kesme üfleçleri el tutamaklı olarak yapılır, parçanın hareketi ise kontrollu otomatik veya yarı otomatik yapılmaktadır. Standart toryumlu tungsten elektrod bir bilezik tarafından sıkılarak tutulmaktadır.

**Kesme Gazları:** Alüminyum ve paslanmaz çeliklerin kesilmesinde en iyi sonuç, argon-hidrojen, azot-hidrojen gazlarının karışımları kullanılmaktadır. Karbonlu çeliklerin kesilmesinde, oksitlenme ile beraber ısı önemli olduğundan, kesme yerinde demir-oksijen kimyasal reaksiyonun oluşumu gereklidir. Karbonlu çeliklerin kesilmesinde oksijen veya azot kullanılmaktadır. Şekil:11-19 da alüminyum ile paslanmaz çeliklerin kesilme biçimleri gösterilmektedir.

**Soğutma Suyunun Sağlanması:** 200 kw akımda 32, C° (90° F) sıcaklıkta pensin soğutulması için su donanımı sağlanmalıdır.

Yun basıncı yaklaşık olarak 5,5 kg/Cm<sup>2</sup> olmalıdır.



Şekil:11-19 Plasma kesme başlıkları diğer koruyucu gaz kaynak başlıklarından farklıdır.

**Kesme İşlemi:** Plasma arkı ile kesmede ilk işlem kesme akımını ayarlayarak yaklaşık gaz basıncını düzenlemektir. Çizelge V de kesilecek gereç miktarının karşılıkları görülmektedir. Operatör çalıştırma düğmesine basınca ünitedeki etkilenme hemen harekete geçerek tam bir ısıtılma başlar. Bu sırada soğutma suyu çalıştırılarak ünite içersinde yeterli soğutma dolaşımı sağlanır.

Mekaniksel bir kesme yapmak için operatör, üfleç merkezini işten 6,5 mm yukarı yerleştirmelidir. Bu uzaklık ayarlandıktan sonra makinanın çalıştırma (kesme ünitesinin hareketini yapan) düğmesine basılır. Akım, yüksek frekans üreten bir jenaratör tarafından gönderilerek ilk ark elektrodla iş parçası (-) kutup (meme) arasında, oluşturulmaktadır.

İlk oluşan ark elektrod ucundaki gazı iyonlaştırarak kesme arkı biçimine dönüştürür. Kesme arkı gereç üzerine etki

ettirilmez. Yüksek frekans kesilerek, üfleci taşıyan ark (başlık) hareket ettirilmeye başlar. Kesme işlemi parçaya gelmez, elektrik devresi kapandığından, ark otomatik olarak kesilmektedir. Böylece ana kontrol tablosuna rekete geçerek tablanın hareketini, gaz üflemesini ve arkı durdurmaktadır.

Çizelge:V Plasma Ark Kesme Şartları

	Gereç Kalınlığı mm	Hız mm/dk	KANAL BOŞLUĞU		Akım (kw)	Gaz Üfleme Lt/dk.	
			KESİT	ÇAP mm			
Paslanmaz çelik	13	630	4x4	3,2	45	3679	N <sub>2</sub>
	13	1770	4x8	3,2	60	3679	N <sub>2</sub>
	40	630	5x10	4	85	3679	N <sub>2</sub>
	65	457	8x16	6,5	150	425	H <sub>2</sub>
	100	200	8x16	6,5	160	4953	N <sub>2</sub>
	13	680	4x8	3,2	50	425	H <sub>2</sub>
Alüminyum	13	5000	4x8	3,2	55	2830	①
	40	750	5x10	4,2.4	75	2830	①
	65	500	5x10	4	80	4245	①
	100	405	6x12	5	90	5660	①
Karbonlu çelikler	6,5	5000	4x12 M ②	3,2	55	7075	
	25	1270	5x14 M ②	4	70	8490	
	40	889	6x16 M ②	5	100	9905	
	50	625	6x16 M ②	5	100	9905	

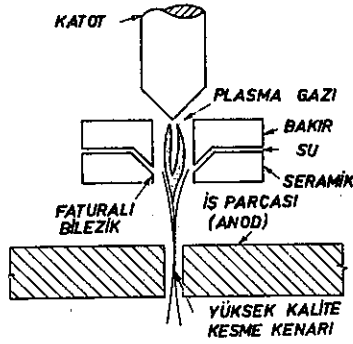
① % 65 argon, % 35 hidrojen karışımı gaz

② Çok aralıklı kanal (delik)

Su-PLAZMA Arkı ile Kesme: Endüstride su plasma arkı ile kesme çeşitli biçimde, elektriksel kontak sisteminden yararlanılarak metallerin kesilmesinde kullanılmaktadır. Bu işlem ile çelikler plasma arkı tarafından oksijenle kesme kalite ve düzgünlüğünde ve plasma ark kesme hızında kesilmektedir.

Kesme operasyonunda, yüksek frekanslı akım arkından, azot yüksek bir hız kazanarak geçmektedir. Plasmanın oluşmasına yardımcı olan yüksek sıcaklığın biçimlenmesini sağlayan doğru akım arkı elektrod ile iş parçası arasında olmaktadır. Filtreden geçirilmiş temiz su kendi yüksek hızı ile parça yüzeyine çarptırılır. Plasmada bulunan yüksek ısının etkisi ile suyun hızı daha da artırılmaktadır. Su-plasma ark çok iyi biçimde toplanarak düzgün ve ince ark sutunu oluşturmaktadır. Bunun neticesinde gereç tam köşeli ve dar bir kanalla kesilmektedir. Diğer plasma ark ile kesmelerdeki çok az köşe kavisleri, suyun iş parçası üzerine püskürtülmesi ile giderilmektedir.

Çok hızlı basınçlı su kullanarak, arkı belirli bir incelikte toplar ve pensten iş parçasına sürükler. Böylece iş üzerinde toplanan yüksek ark enerjisi ile çok temiz ve dar alanda kesme olur. Temiz su seramik bilezik ile bakır meme arasında iş parçasına yöneltilir. Su püskürtülmesi fazla ısıyı meme kenarlarına zarar vermeksizin araya alarak üfleç ömrünü uzatır. Dıştaki seramik bilezik meme çift ark oluşmasını önliyerek suyun püskürtülmesini kontrol eder. Şekil:11-20 de su-plasma ark ile kesme görülmektedir.



Şekil:11-20 Plasma ark-Su ile kesme işleminin şeması.

### BİLGİ SORULARI

- 1- Oksijenle kesmede, gerçek anlamda kesmeyi oluşturan reaksiyon nedir ?
- 2- Çeliklerin kesilmesinde oksijen verilmesinin kesme işlemine etkisi nedir ?
- 3- Cürufun anlamı (tanımı) nedir ?
- 4- Kesme işlemine cürufun etkisi hangi yönde olmaktadır ?
- 5- Kesme işleminde en çok kullanılan gazlar nelerdir? Niçin ?
- 6- Eğer kesme düzgün ve kaliteli ise nasıl yorumlanır ?
- 7- Eğer çok fazla kesme hızı kullanılırsa işteki oluşum neye benzermektedir ?
- 8- Makina ile kesmede , üflece kılavuzluk eden elamanlar nelerdir, modele göre kesme nasıl yapılır ?
- 9- Blok kesme nasıldır ve amacı nedir ?
- 10- Yüzeysel temizlemede temel felsefe nedir ?
- 11- İnce kanal açma işlemi nerelerde kullanılır ?
- 12- Yüzeysel düzeltme ile oluk açma arasındaki farklar nelerdir ?
- 13- Demir tozu ile kesmenin amacı nedir ?
- 14- Metalik arkla kesme felsefesinde sınırlandırılma nasıldır ?

- 15- Normal metal ark ile hava prensipli karbon arkı ile kesme arasında ne fark vardır ?
- 16- Normal olarak oksijenle kesilmeyen ve plasma arkı ile kesilmesi mümkün olan metal türleri nelerdir ?
- 17- Plasma arkı ile kesmede hangi gazlar kullanılır ?
- 18- Plasma arkı ile kesmede hangi tür akım kaynağı kullanılır ?

## METALLERİN DAYANIMI

Metallerin dayanımı mekaniğin bir dalı olup, kuvvet ve güç iletimi veya karşılaması sonucu konstrüksiyon elamanlarında etkisi fazlaca görülmektedir. Üretim ve yapım planlamasında, metallerin kütlesi (hacmi) ile dayanımları zorunlu olarak ön planda tutulmaktadır. Seri üretimlerde doğru gereç seçimi için metalin hacmi ve dayanımı çok önemlidir. Birleştirme ve konstrüksiyon elamanları çalışacak yer veya taşıyacakları yüke göre seçilmektedir. Eğer gereç değişik yüklere karşı dayanıklı ise, özellikle belirli hacim ve dayanıklılık niteliklerine sahip olmalıdır. Buna benzer olarak, kaynak işlemi değişik taşınan veya karşılanan yüklere göre değerlendirilmektedir. Bununla beraber, fabrikasyon üretimlerde, kaynak dayanımının gerecin öz dayanımına yakın tutulması veya eşit olacak biçimde yapılması çok önemlidir. (Bölüm 13 de konu geniş biçimde incelenmektedir). Değişen yüklerin veya kuvvetlerin bilinmesi üretimin planlanması ile ilişkili olarak çözümlenmelidir.

Bir çok konstrüksiyon ve kaynak elamanları bir veya birçok güçlerle karşılaşmaktadır. Bu kuvvetler basit veya karmaşık olarak sınıflandırılır. Basit temel sınıflandırmaya, çekme, basma ve kesilme kuvvetleridir. Bölüm 13 de bu özellikler detaylı olarak anlatılmaktadır. Çok fazla sayıdaki karmaşık kuvvetler eğme ve burulma olarak sınıflandırılır.

*Temel Gerilme (Dayanma):*

Düzgün bir yuvarlak milde iç dayanma vardır. Bu dayanma belirli bir kesit alanında merkezi olarak görülmektedir. Ancak ünitenin dayanımı her ünite alanının merkezi yüklenme



olarak değerlendirilmesi sonucu ortalaması ile bulunmaktadır. Eğer çekme ve basma dayanımlarının şiddetleri, etki alanında, eşit olarak düşünülürse şu eşitlik oluşur.

$$P = \sigma S \quad \text{Eşitlik: 1}$$

ki burada

P = Toplam yük (kğ)

$\sigma$  = Ortalama dayanım (Latince Sigma)

S = Dayanım alanı (Cm<sup>2</sup>)

Kesme dayanımı bakımından eşitlik ise: Eşitlik: 2

$$P = \tau S$$

ki burada

P = Ortalama yük (kuvvet), (kğ)

$\tau$  = Ortalama kesme dayanımı, (Cm<sup>2</sup>), (Latince Tav)

S = Kesilme alanı (Cm<sup>2</sup>)

Bir ve iki numaralı eşitlikler yük ve kesit alanına göre değerlendirildiğinde; verilen dayanım ve alandaki kuvvet belirlenir. Böylece gerecin kesit alanına göre gerekli kuvvet ve dayanım bulunabilir. Örneğin, 5 cm çapında bir milin çekme dayanımı için yük 4540 kğ ise, normal dayanım  $\sigma = 4540 / \pi \times 2,5^2 = 4540 : 19.625 = 231.3$  kğ/Cm<sup>2</sup> normal dayanım. Bir ünitenin yapım konstrüksiyonunda güvenli olarak kullanılan dayanımlara normal dayanım denir. Bu dayanım metallere uygulanacak maksimum yük dikkate alınarak düşünülmelidir. Bu hesaplamalar otoritelerce yapılmalıdır. Çizelge I de en çok kullanılan metaller için normal dayanımlar belirlenmektedir. Ortalama değerlerin gösterildiği bu rakamlar ani yüklemelerde dikkatle tutulmalıdır.

Herhangi bir tamamlayıcı parçanın esas parçaya eklenmesinde, konstrüksiyonun tümü ele alınarak en elverişli biçimde dayanım tekniği analiz edilmelidir. Böylece, bu işlemlerin temel mühendislik bilimlerini kapsadığı ve makina veya konstrüksiyon yapımlarında en zayıf temel elamandan kaynaklanan kısım sağlam değildir. Bir imalatın düzenlenmesinde gerekli dayanım değerinde parça yüklendiğinde, kenarlar bile, hiçbir fiziksel değişikliğe uğramamalıdır.

Tablo: I Normal Dayanım Değerleri

Gereç	Burulma Cm <sup>2</sup>	Basılma Cm <sup>2</sup>	Kesilme Cm <sup>2</sup>
Konstrüksiyon Çeliği	1453 kğ.	1453 kğ.	872 kğ.
Dökme Demir	218 "	1097 "	218 "
Alüminyum Alaşım	1097 "	1097 "	726 "
Pirinç	872 "	872 "	581 "

Güvenlik Faktörü: Bölüm IV de gösterildiği gibi, dayanım elastiklik sınırından fazla olduğunda metalde kalıcı deformasyon (biçimlenme) olmaktadır. Sürekli dayanımın artırılmasında genellikle gereçte bir zayıflama olmaktadır. Daha fazla yüklemelerde oluşacak zayıflığı önlemek amacı ile güvenlik sınırı uygulanır. Güvenlik sınırı (Güvenlik Faktörü) (G F) olarak belirlenir. Bu faktör gereç için uygun son dayanımı ifade etmektedir. Parçalardaki belirli güvenlik faktörünün yorumlanmasında ise;

1- Metallerin yeknasaklığı (bütünlüğü). Metallerdeki muhtemel (olması gereken) gaz gözenekleri, korozyon hesaba katılarak (G F) güvenlik faktörü daha büyük olmaktadır.

2- Doğal yaşantı için tehlikelidir. İnsan incirmesinde

(yaralanmasındaki) ihtimaller G F büyük tutmaktadır.

3- Yükn türü, tahminlerin üstünde yükün gelme ihtimali G F ünü büyütme'dir.

4- Devamlı tasarım, üretimde parçaların birleştirilmesi yük taşıma gücü nedeni ile güvenlik faktörünün (G F) büyük tutulmasını gerektirmektedir.

Çizelge:II de liste olarak genel gereçlerde gösterilen (G F) güvenlik faktörü çok sert olmamaları halinde kullanılır.

Tablo: II Güvenlik Faktörleri

Gereçler	Sabit Dayanım	Tekrarlama Dayanım
Konstrüksiyon Çelik	4	10
Sert Çeliklerde	6	12
Dökme Demir	6	18
Kereste	10	15

Çekme Dayanımı: Hacmin değişmesindeki dayanımı gereç içersinde oluşması sonucu deformasyon veya çekmedir. Deformasyon neticesinde tüm boşdaki değişme değeri 8 ile gösterilmektedir. Ünitelerdeki uzunluk çekme işlemi sonundaki artma değerini "C" denir. Böylece, eşitliğin ilişkin değerlerine göre deformasyonun çekme sonucu oluşması, ise

$$e = \frac{\delta}{L} \quad \text{Eşitlik: 3}$$

Burada

e = Çekme (cm, her cm de)

$\delta$  = Deformasyon (cm)

L = Uzunluk (cm)

Örnekleme: eğer 25.4 cm uzunluğundaki bir milin toplam uzunluğunun değişmesi ( $\delta$ ) 0,19 cm ise, yük tatbik edildiğinde, uzama miktarı ( e ) = 0,19 : 25.4 = 0,0075 cm deki uzama cm sidir. L = 0,0075 cm

Dayanım ile çekme arasındaki bağıntının sonucu, çekme dayanım diyağramı olarak bölüm VII de görülmektedir.

Çekme-dayanım diyağramındaki tepeler o gerecin limit oranlarını belirten "elastikiyet modülü" dir. Aşağıdaki formül bununla ilgili yakın bağıntıyı belirtmektedir.

$$e = \frac{\delta}{E} \quad \text{Eşitlik: 4}$$

Burada

E = Elastikiyet modülü (her cm<sup>2</sup> de)

$\delta$  = Dayanım (her cm<sup>2</sup> de)

e = Çekme (cm, her cm de), (Latince epsilon)

Çizelge: III Elastikiyet Modülleri

Gereçler	Elastikiyet Modülleri (her cm <sup>2</sup> de)
Çelikler	2,179.200
Dökme Demir	1,089.600
Pirinç, bronz	1,016.960
Alüminyum	726.400
Magnezyum	472.160

1,3 ve 4 nolu eşitliklerden yararlanılarak ve birbirleriyle olan ilişkiyi de dikkate alarak:

$$\delta = \frac{P L}{A E} \quad \text{Eşitlik: 5}$$

Burada

$\delta$  = Deformasyon (cm) (delta)

P = Yük (kğ)

L = Uzunluk (cm)

A = Dayanım (kesit) alanı (cm<sup>2</sup>)

E = Elastikiyet modülü (her cm<sup>2</sup> de)

Örnek olarak;

Silindirik bir çubuğun (milin) boyu 25.4 cm, taşıdığı yük 3632 kğ dir. dayanıma göre gerekli kesit 116100 her cm<sup>2</sup> için ve uzama değeri 0,0125 cm dir.

Bu problemde iki kısım vardır. Her ikisi içinde son çap uygun değerde bulunmalıdır. (Not : Çizelge III den çelik için E = 2179200 cm<sup>2</sup> dir.)

Birinci eşitlikten (1)

$$A = \frac{P}{\sigma} = \frac{3632}{116.400} = 0,0312 \text{ Cm}^2$$

İkinci eşitlikten (2)

$$A = \frac{PL}{\delta E} = \frac{3632 \times 25.4}{0,0125 \times 2179200} = \frac{92252.8}{272200}$$

$$A = 0,339 \text{ Cm}^2$$

İki alan arasındaki en büyük çap alınarak kullanılacağından

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad D^2 = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,339}{3,14}}$$

$$D = \sqrt{0,431} = 0,65 \text{ Cm}$$

Böylece, 0,65 cm çapında bir milin uzama katsayısı olan 0,0125 cm dayanıma göre en fazla taşıyacağı yük 116100 kğ olmalıdır.

Isısal Genleşme: Eğer bir elaman sıcaklıkta değişirse,

ısı arttıkça genişler, ısı azaldıkça hacim küçülmesi olacaktır. Her ünitedeki uzunluk her derece sıcaklık için değişimi denemeler sonunda ölçülür. Bu değişime "ısısal genleşme katsayısı" denmektedir. Çizelge IV de en çok kullanılan metaller için ısısal genleşme katsayıları verilmektedir.

Çizelge IV Isısal Genleşme Katsayıları

Gereçler	Katsayı (Her C <sup>0</sup> ) cm
Çelik	0,000017
Dökme Demir	0,0000142
Pirinç, Bronz	0,0000259
Alüminyum	0,0000325
Magnezyum	0,0000369

Bir elamandaki tüm boy değişiminin hesaplanması ise:

$$\delta = \alpha (\Delta T) (L) \quad \text{Eşitlik: 6}$$

Burada

$\delta$  = Toplam deformasyon (cm)

$\alpha$  = Isısal genleşme katsayısı ( C<sup>0</sup>/cm) (alfa)

$\Delta T$  = Isısal değişim (C<sup>0</sup>) (Delta)

L = Elamanın boyu (cm)

Örnek olarak.

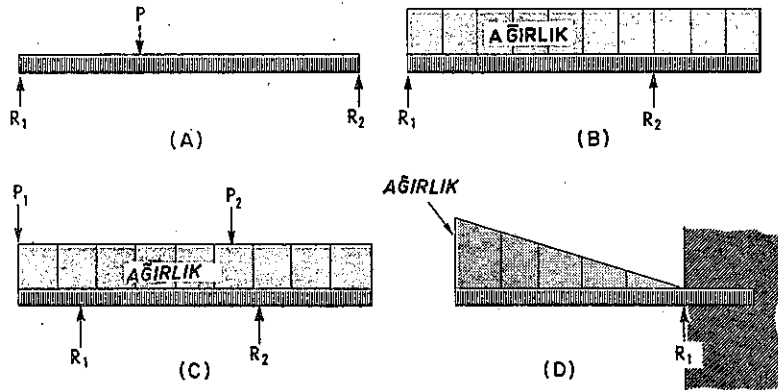
Bir çelik rayın boyu 914,4 cm olup normal zamanda 10 C<sup>0</sup> ve yaz aylarında ise 37,7 C<sup>0</sup> lik ısı etkisi altında kalmaktadır. Bu rayın toplam ısısal genleşmesi ne kadardır ? Çizelge IV den çelikler için uzama katsayısı  $\alpha = 0,000017$  cm/cm dir.

Çözüm.

6 Nolu eşitliği kullanarak;  $\delta = \alpha (\Delta T) L = 0,000017 \cdot (37,7 - 10) \cdot 914,4 = 0,430$  Cm dir. Kirişler konstrüksiyon-

yon elamanları olup, taşıyacakları yükler eksenlerine iletilecek biçimde etki etmektedir. Birçok değişik türde kirişler kullanılmaktadır. Kiriş üzerine gelen yükler ise; 1- Toplam yükler, 2- Dağılan yükler, veya 3- Her ikisinin bileşimleri. Toplam yük alanının bir noktasına gelecek biçimde kabul edilmektedir. Dağılan yüklerin değerlendirilmesi ise geniş bir alanda düşünülerek hesaplanmaktadır.

Kirişler dayanım durumlarına göre sınıflandırılırlar. Şekil:12-1 A da basit biçimde yüklenmiş (toplam kuvvetin bir noktaya etki ettiği) bir kiriş görülmektedir. Şekil:12-1 B kiriş üzerine konan yükün bütün yüzeye dağılım biçimi görülmektedir. Şekil:12-1 C de ise yüzeye dağılan ve bir noktaya etki eden yükler görülmektedir. Bu kiriş çift yük bileşimlerinin etkisi altındadır. Şekil:12-1 D de destekli bir kirişin iki kuvvet türünün etkisi altında kalışı gösterilmektedir. Etkenlerin hesaplanmasında,  $R_1$  ve  $R_2$  değerleri şekil:12-1 statik denge diyagramı kuvvetleri olarak problem kapsamına girmektedir. Elamanların denge durumları hareket olmaksızın belirlenmektedir. Denge durumunun oluşmasına şu



Şekil:12-1 Kirişlerin türleri:

eşitlikten yararlanılır.

$$\sum P_x = 0, \sum P_y = 0, \sum M_o = 0 \quad \text{Eşitlik: 7}$$

Burada

$\Sigma =$  Toplam

$P_x =$  X Yönlündeki kuvvetler (kğ)

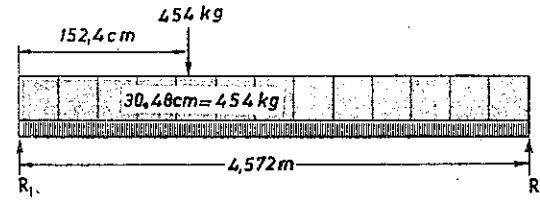
$P_y =$  Y yönündeki kuvvetler (kğ)

$M_o =$  Momentler (0 noktasında kğm)

Moment, kuvvetlerin bir noktaya göre dik olarak, belirli uzaklıklarda, kiriş üzerine etki etmeleridir. Böylece  $M_o$  nun anlamı 0 noktasındaki momentdir.

Problem No.1

4.572 m boyunda basit bir kirişin dayanımı, normal yüklemelere göre (kendi ağırlığı dahil) her 30,48 cm için 454 kğ yüklenmektedir. Toplam (birleşik) olarak 454 kğ lık bir kuvvet kirişinin sol ucundan 152.4 cm uzaklıkta kirişe etki etmektedir. Şekil:12-2 de kuvvetlerin etkileri (kirişin yüklenmesi) görülmektedir.



Şekil:12-2 Basit Kiriş.

Çözüm:

1- Kirişin boyu 4,572 m, toplam ağırlığı ise 457.2 cm  $X(45.4:30.48) \cdot 1.4896 = 681$  kğ. buradan kirişin kendi ağırlığına göre eğilme yeri orta eksenidir. Bu uzaklık kenarlarından 2.286 m dir.

$$2- \sum M_1 = 0$$

$$4.572 R_2 - 681 \times 2,286 - 454 \times 1,524 = 0$$

$$R_2 = \frac{681 \times 2286 + 454 \times 1,524}{4.572} = \frac{1556.766 + 691.896}{4.572} = 492 \text{ kg}$$

$$3- \sum MR_2 = 0$$

$$4.572 R_2 - 454 \times 3,048 - 681 \times 2,286 = 0$$

$$R_2 = \frac{1383.79 + 1556.766}{4.572} = 643,3 \text{ kg}$$

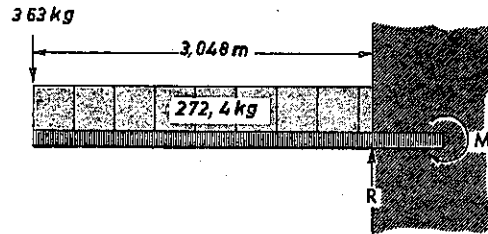
4-  $\sum Y = 0$  (Eğer 1 ve 2 nolu işlemlerdeki değerler yük ve kuvvet ile dengede ise)

$$454 + 681 - 492 - 643 = 0$$

$$0 = 0$$

Problem No.2

3,048 m boyundaki destekli bir kirişin ağırlığı 272.4 kg'dır. Kirişin serbest ucundan 363,2 kg'lık bir kuvvet kirişi döndürmeye çalışmaktadır. Destek noktasında oluşan kuvvetleri hesaplayınız. Şekil:12-3 de kirişin yüklenme biçimi görülmektedir.



Şekil:12-3 Bir ucu ankastra kiriş

Çözüm.

1- 3.048 m boyundaki kirişin ağırlığı 272.4 kg'dır. Bu kuvvet kirişin orta noktasından (ağırlık merkezinden), kenarlardan 1.524 m uzaklıkta, etki etmektedir.

$$2- M_R = 0$$

$$M - 272,4 \times 1,524 - 363,2 \times 3,048 = 0$$

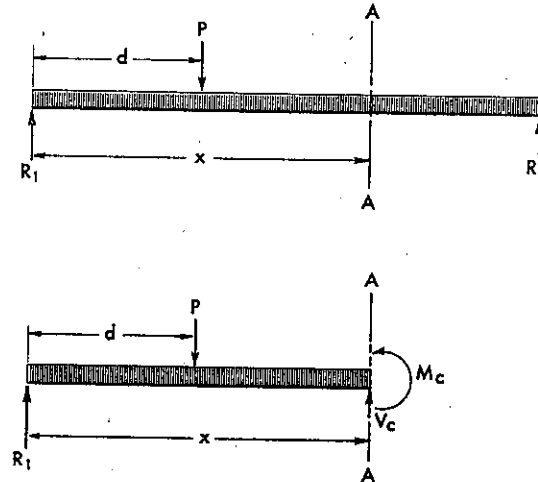
$$M = 415.1376 + 1107.0336 = 1522.1712 \text{ Kg/m}$$

$$3- Y = 0$$

$$R = 363,6 \text{ kg}$$

Dik kesilme ve Eğilme Momenti.

Kirişler yüklendiğinde, yükler kirişe etki ederek eğilmektedir. Eğilmeye karşı kiriş içersinde bulunan kuvvetler direnç gösterirler. Bununla beraber etki kuvvetlerinin doğal sonucu kiriş kesilmeye çalışır. Şekil:12-4 sürekli olarak kuvvet ve moment hareket eden alanda eşitlik sağlanmaktadır.



Şekil:12-4 Kirişin bir kısmı dengededir.

Bununla beraber kirişin iç denge diyagramı, kesilen kısım da vardır. Bu diyagramın geçerliliğini 7 nolu eşitliği kullanarak bulmak mümkündür.

$$\Sigma Y = 0$$

$$\Sigma R_1 + V_C = P$$

$$V_C = P - R_1$$

$$\Sigma M = 0$$

$$R_1 (X) - P (d) - M_C = 0$$

$$M_C = R_1 (X) - P (d)$$

$V_C$  kuvvetinin ihtiyari (gelişi güzel) bir alanda etkisi ile kirişin eklenen kısmını belirler. Bu alanda kesilme kuvvetinin etkisi sonucu oluşmaktadır. Bu alanda bulunan  $M_C$  momenti ayrılacak kısmın eğilme momenti olarak tanımlanır.

Dik-kesilme ve eğilme-moment diyagramları bütün kiriş boyunca grafik olarak değişik, dik-kesilme ve eğilme moment biçimlerinde gösterilir. Bu diyagramların anlaşılması ve incelenmesi bakımından, şekil:12-5, 12-6 ve 12-7 de değişik olarak gösterilmiş kesilme ve eğilme moment diyagramları vardır.

Bu diyagramları dikkatli izleme sonucu:

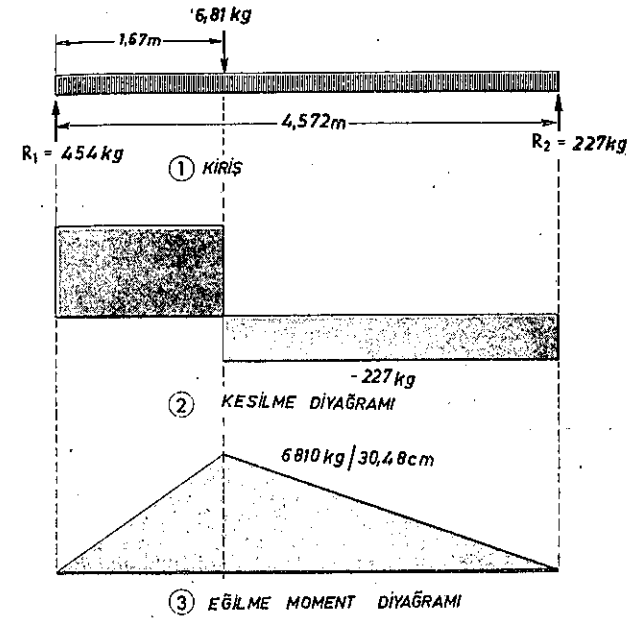
1- Hiçbir yükleme kesilmeyi yatay olarak yapmamakta ve moment diyagramı köşegen biçiminde düz çizgi olmaktadır.

2- Toplam yük kiritik bir noktada etki ederek, kesilme diyagramına diktir.

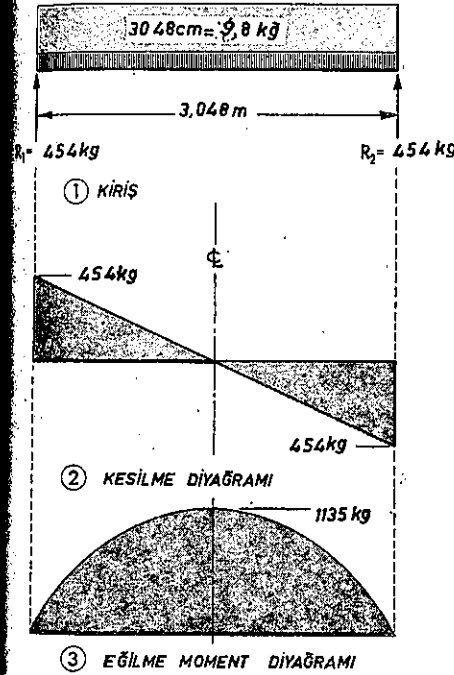
3- Kesilme diyagramı köşegen biçiminde düz çizgi olduğundan eğilme momenti parabol şeklinde bir eğridir.

4- Kesme kuvvetinin sıfır olduğu yerde maksimum ve minimum eğilme momentleri oluşur.

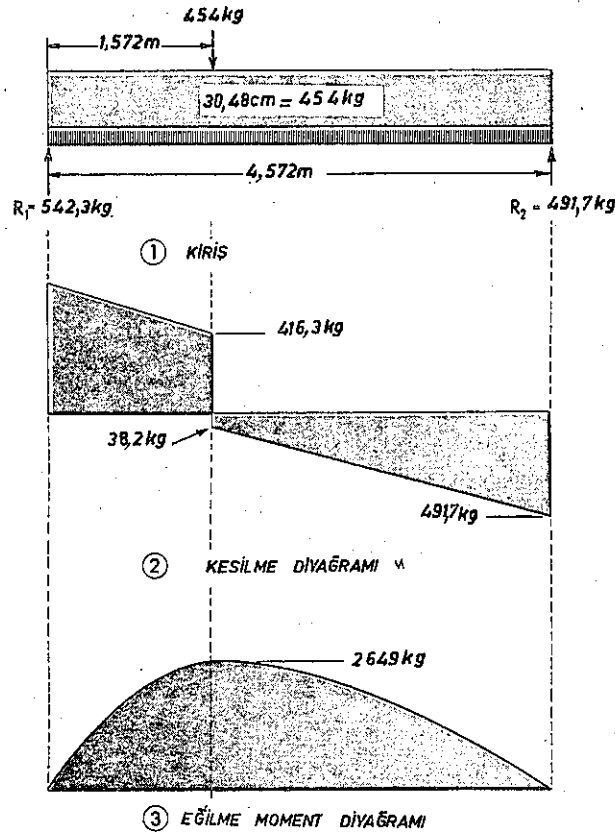
5- Kirişin uç kısımlarında eğilme momentleri sıfırdır.



Şekil:12-5 Basit bir kirişteki yük durumu. Dik kesilme diyagramı.



Şekil:12-6 Kirişin yükteki değişimi.

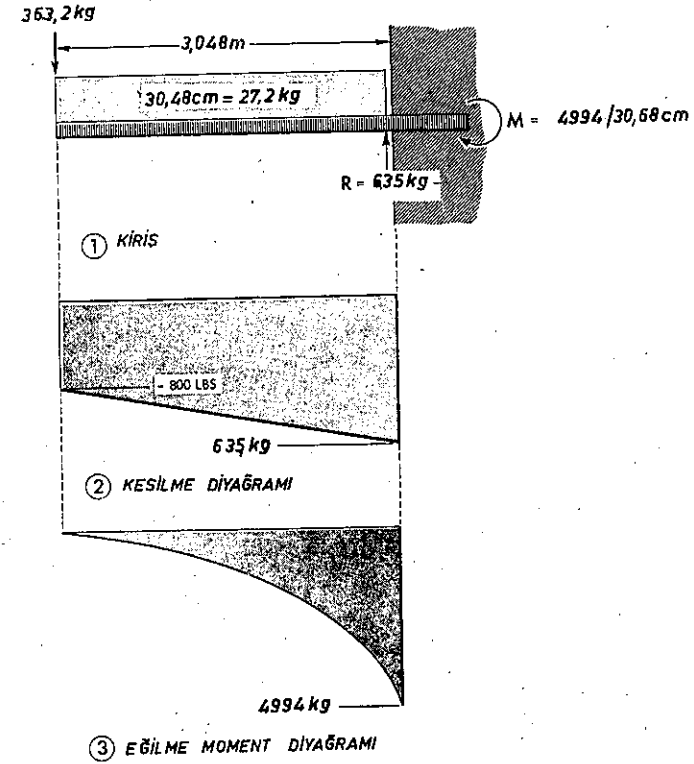


Şekil:12-7 Kirişlerde müşterek yüklerin durumu.

Dektekli (bir ucu bağlı) kirişlerin dik kesilme ve eğilme momentlerini yaparken yalnızca bir reaksiyon dikkati çekmektedir. Tepki kuvvetlerinin etki eden yükün toplamı kadar olduğudur. Eğilme momenti kirişin serbest ucunda sıfır, desteklenen kısmında ise maksimum değerdedir. Şekil:12-8 de eğilme momenti ile kesilme diyağramları görülmektedir.

#### Kirişlerde Dayanım

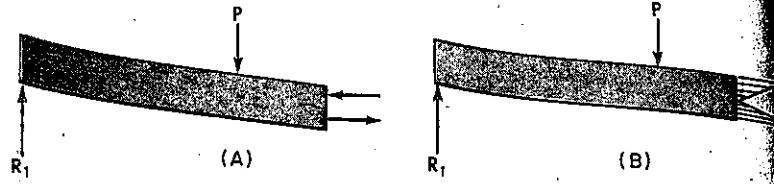
Kirişler üzerine gelen yükler kirişi eğmeye (bükmeye)



Şekil:12-8 Bir ucu ankastre kirişteki yükleme durumu.

zorlar. Eğilme momentine karşı gereç içersinde tepki direnci doğar. Bu direncin durumunun analiz edilmesi zorunludur. Şekil:12-4 de moment gereci döndürmeye çalışmaktadır. Moment, şekil:12-9 A daki gibi aynı aksenal doğrultuda olmayıp, ters yönde iki kuvvet biçiminde gösterilmektedir. Araştırma sonucu kuvvetler şekil:12-9 A daki gibi bir noktada toplamayıp, şekil:12-9 B deki biçimde dağılım göstermektedir. Böylece, nötr (değişmiyen) eksende dayanım sıfırdır. Dış yüzey kenarlarına doğru değerleri artarak tam yüzeyin dış kısmında maksimumdur. Böylece gerecin dış kısmı

çekilmeye alt kısmı ise basılmaya çalışmaktadır.



Şekil:12-9 İç gerileme kuvvetleri eğilme momentini meydana getirirler.

Bu dayanımın yorumlanmasında kullanılan formül ise,

$$\frac{M}{\sigma} = \frac{I}{C} \quad \text{Eşitsizlik: 8}$$

Burada

M = Bükülme (eğilme) momenti (kğ)

$\sigma$  = Dayanım kğ/Cm<sup>2</sup>

I = Kesit momenti (cm<sup>4</sup>)

C = Nötr eksen ile dış yüzey arasındaki uzaklık

Problem:

304.8 cm boyunda basit bir kirişin her 30,48 cm boyunun ağırlığı 90.8 kğ'dır. Kesit ölçü 5.08 cm<sup>2</sup> ile 11,6 cm'dir. Kirişte beliren maksimum çekme dayanımı ne kadardır.

Çözüm:

Şekil:12-6 da maksimum eğilme momenti = 1135 kğ/30.48 cm'dir.

$$I = \frac{b h^3}{12} = \frac{5.08(11.6)^3}{12} = \frac{5.08 \cdot 134.56}{12} = 59 \text{ cm}^4$$

Nötr eksen ile en alt yüzey arasındaki uzaklık 50.8 cm'dir.

8 ci eşitliği kullanarak.

$$= \frac{C M}{I} = \frac{5.08 (1135 \times 12)}{57} = 1214 \text{ kğ/Cm}^2$$

Dik dörtgen biçimindeki kesitte oluşan maksimum kesilme momenti ise:

$$\tau = \frac{3}{2} \times \frac{V}{A} \quad \text{Eşitlik: 9}$$

Burada;

$\tau$  = Kesilme Dayanımı (Kğ/Cm<sup>2</sup>)

V = Dik kesme kuvveti (kğ)

A = Kesit alan (cm<sup>2</sup>)

Dairesel kesitli kirişler için kesilme dayanımının formülü

$$\tau = \frac{4}{3} \times \frac{V}{A} \quad \text{Eşitlik: 10}$$

Problem :

Şekil:12-7 deki kirişin kesit ölçüleri 5.08 x 5.08 cm veya 5.08 cm çapında ise maksimum kesilme dayanımı nedir ?

a) 9 Nolu eşitliği kullanarak

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{3}{2} \times \frac{V}{A} \\ &= \frac{3}{2} \times \frac{643.3}{25.8} = 37,5 \text{ kğ/Cm}^2 \end{aligned}$$

b) 10 Nolu eşitliği kullanarak

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{4}{3} \times \frac{V}{A} \\ &= \frac{4}{3} \times \frac{643.3}{\pi \cdot 2.54^2} = 127 \text{ kğ/Cm}^2 \end{aligned}$$

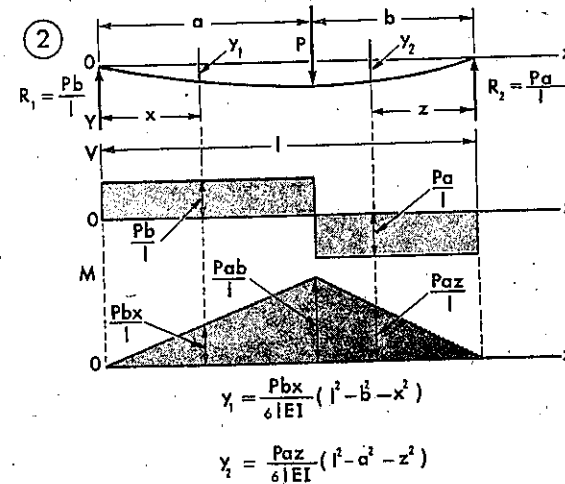
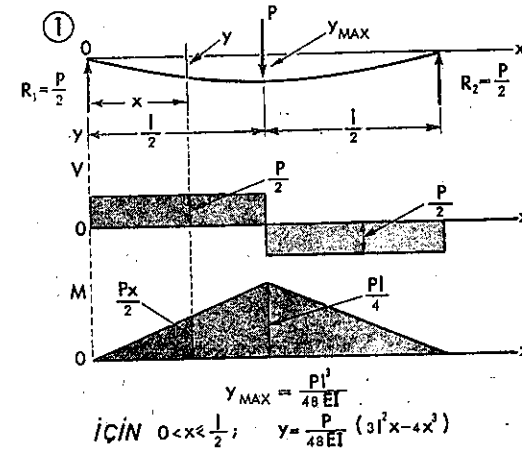


**Kirişlerin Dönmesi (Burulması):** Kiriş üzerine yük veya kuvvet etki ettiğinde kirişin eğilmesine (belvermesine) veya dönmesine sebep olmaktadır. Bununla beraber kiriş üzerinde herhangi bir konstrüksiyon bozukluğu olmamakta veya görülmemektedir. Ancak, kirişin zemine gelen kısmı belkide (yüzeyi) kullanışsız olarak bozulabilmektedir.

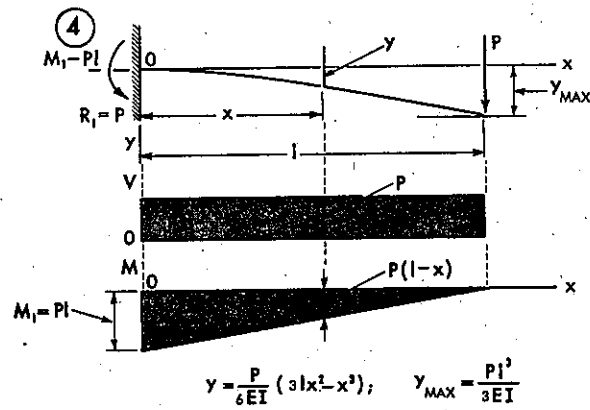
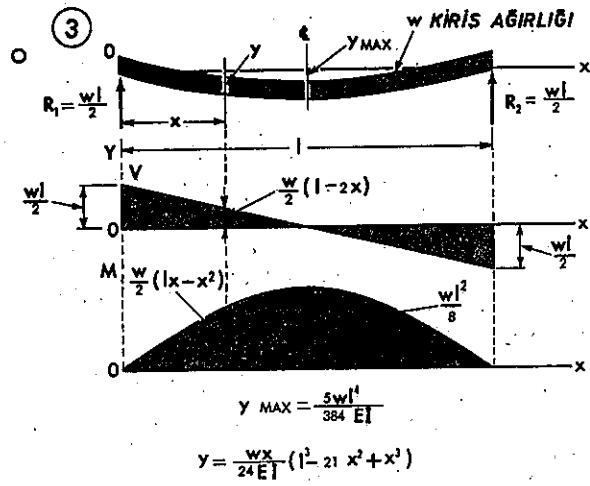
Kirişlerin burulma veya dönmesini yorumlayarak sonuçlandıran birkaç metod bulunmaktadır. Bunun neticesi olarak, kiriş üzerine çok karmaşık kuvvetler gelmezse formüller geliştirilerek kullanılması gerekmektedir. Şekil:12-10 daki formüller bu hesaplamalarda yardımcı olmaktadır. Bu şekiller basitten zora doğru geliştirilmektedir. Kirişlerdeki burulma (bükülme) veya dönmenin değerlendirilerek ölçülmesinde şekillerle gösterildiği gibi on iki türde belirlenmektedir.

**Kirişlerin yapımı:** Kirişlerin planlanarak yapımlarını içeren ve kullanılmasında güvenlik kavramına öncelik sağlayan, a- çekme ve basılma dayanımları, b- kesilme dayanımları c- burulma (bükülme, dönme) dayanımıdır. Standart biçimlerde kiriş imal eden firmalar (imalatçılar) belirli mekaniksel değerlere uymak zorundadırlar. Bu mekaniksel özellikler ise, kesit alanları, atalet momenti ve ölçüleridir. Birçok imalatçı şirketler bu özellikleri gösteren cetvelleri hazırlayarak kullanıcılara vermektedirler.

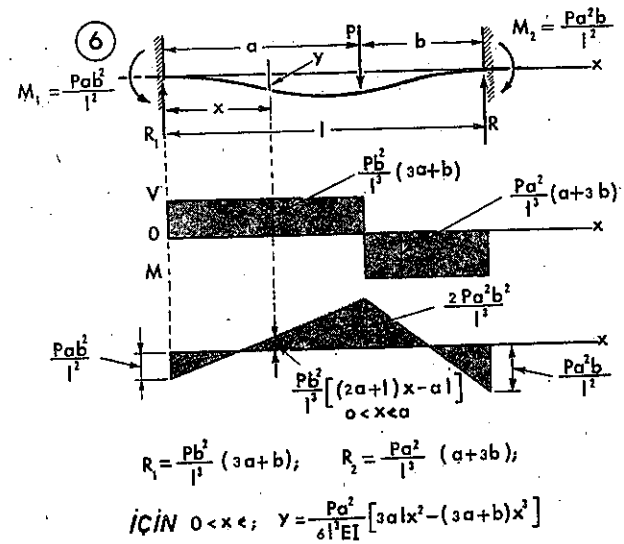
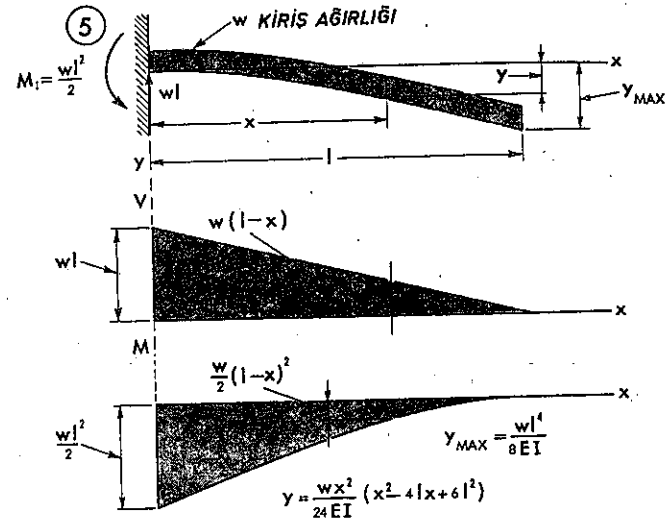
Birçok kirişlerin akımı için düşünülen basit yükleme ve standart diyağramlar verilmektedir. Yükleme ve kuvvet etkilerinin kirişteki dağılımları ile kesilme, eğilme momenti ve burulma belirlenmektedir. Şekil:12-10 da gösterilen şekillerde en çok kullanılan kirişler görülmektedir. Bunların daha çok türleri mühendislik kitaplarında bulunmaktadır.



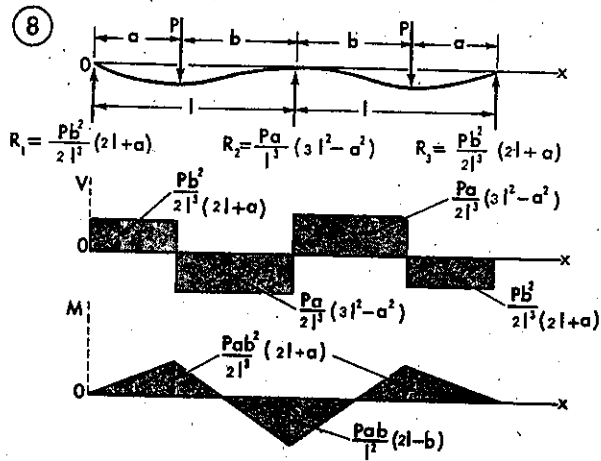
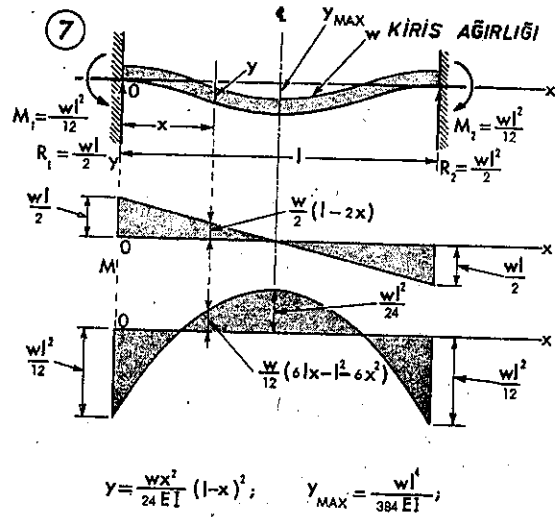
Şekil: 12-10 Kirişteki oluşumları standart formüller belirler.



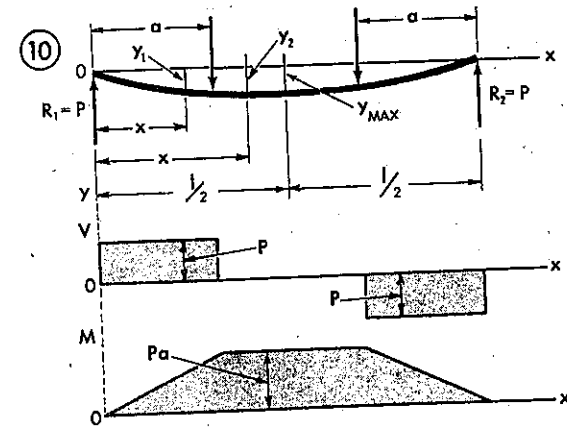
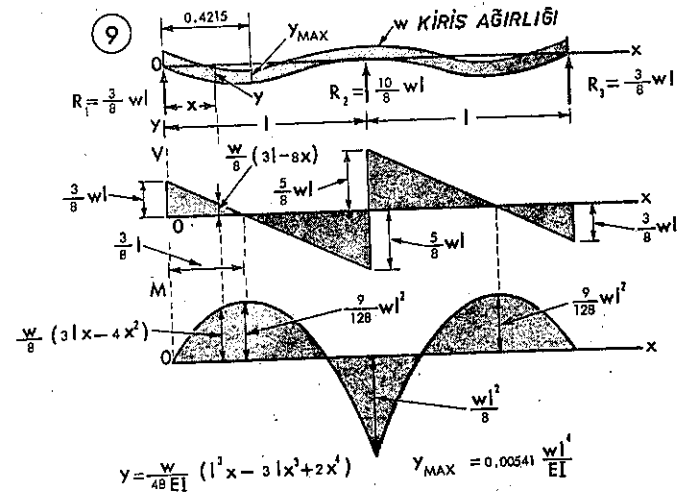
Şekil:12-10 devam



Şekil:12-10 Devam



Şekil:12-10 Devam

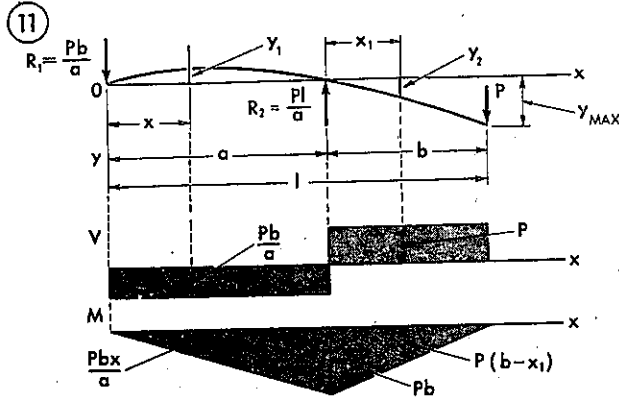


OLURSA  $0 < x < a$ ,    $y_1 = \frac{Px}{6EI} [3a(1-a) - x^2]$

OLURSA  $a < x < (1-a)$ ,    $y_2 = \frac{Pa}{6EI} [3x(1-x) - a^2]$

$y_{MAX} = \frac{Pa}{EI}(3l^2 - 4a^2)$

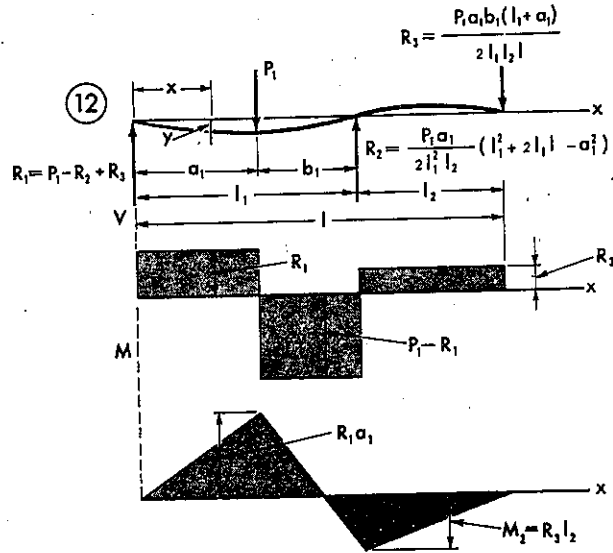
Şekil:12-10 Devam



OLURSA  $0 < x < a$ ,  $y_1 = \frac{Pbx}{6aEI} (x^2 - a^2)$

OLURSA  $0 < x_1 < b$ ,  $y_2 = \frac{Px_1}{EI} (2ab + 3bx_1 - x_1^2)$

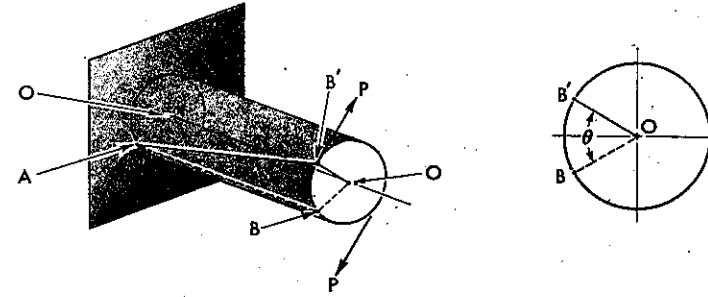
$y_{MAX} = \frac{Pb^2l}{3EI}$



Şekil:12-10 Devam

**Burulma:** Elaman üzerine etki eden dış kuvvetler gereci döndürmeye çalışırken buna burulma denir. Dış kuvvetlerin etkisi sonucu, eksen ile dış yüzey arasında uzaklık nedeni ile oluşan mekaniksel değere burulma momenti veya tork denir. Tork normal olarak yatay durumdaki eksenine dik konumda etki etmektedir.

Şekil:12-11 de görülen şaftın (milin) sol uç kısmı sabit olarak bağlanır, diğer kısmına (sağ ucuna) tork etkisi yapılır. Bu etki ile OB eksenin OB<sub>1</sub> geldiği düşünülmektedir. Kesitin en yakın hareketi şaftın iç direnci ile karşılanmaktadır. Bundan dolayı gereç içi kesilme dayanımı, burulma dayanımı olarak bilinmektedir.



Şekil:12-11 Milde burulma.

Dolu dairesel kesitli millerde ilgili tork ve dayanımın formülü ise;

$T = .196 \tau d^3$

Eşitlik: 11

Burada,

T = Tork (moment) (kg/cm)

$\tau$  = Dış yüzeydeki kesilme dayanımı kg/cm<sup>2</sup>

d = Şaft çapı (cm)

Boru biçimindeki millerin formülleri ise;

$$T = .195 \tau \times \frac{(d_o^4 - d_i^4)}{d_i} \quad \text{Eşitlik: 12}$$

Burada,

T = Tork (kğ/cm<sup>2</sup>)  
τ = Dış yüzeydeki kesilme dayanımı (cm<sup>2</sup>)  
d<sub>o</sub> = Dış çapı (cm)  
d<sub>i</sub> = İç çapı (cm)

Şekil:12-11 deki milde dikkat edilecek olursa, mildeki moment etki edildiğinde OB çizgisi θ açısı kadar bir yol alır. Dolu millerdeki ilgili tork ve burulma açısını ilgilendiren formül ise;

$$\theta = 584 \left( \frac{GL}{Gd^4} \right) \quad \text{Eşitlik: 13}$$

Burada,

θ = Burulma açısı (derece)  
T = Tork (kğ/cm<sup>2</sup>)  
L = Uzunluk (cm)  
G = Kesilmeye elastikiyet modülü (cm<sup>2</sup>)  
d = Mil çapı (cm)

Boru biçimli millerdeki burulma açısı ise;

$$\theta = 584 \left( \frac{TL}{G(d_o^4 - d_i^4)} \right) \quad \text{Eşitlik: 14}$$

Burada,

θ = Burulma açısı  
T = Tork (kğ/cm<sup>2</sup>)  
L = Uzunluk (cm)

G = Kesilmeye elastikiyet modülü (cm<sup>2</sup>)

d<sub>o</sub> = Milin dış çapı (cm)

d<sub>i</sub> = Milin içi çapı (cm)

Problem:

122 cm uzunluğundaki bir milin en küçük çapı, tork = 17874 kğ/cm, maksimum kesme dayanımı = 726 kğ/cm<sup>2</sup>, bükülme açısı 1° lik değerlerine göre, nedir. (Çelik için elastikiyet modülü G = 871680 kğ/cm<sup>2</sup>)

Çözüm:

1- 11 nolu eşitliği kullanarak,

$$T = .196 T d^3$$

$$17874 = .196 \times 726 \times d^3$$

$$d^3 = \frac{17874}{142} = 125,8$$

$$d = 5,2 \text{ cm dir.}$$

2- 13 Nolu eşitliği kullanarak,

$$\theta = 584 \left( \frac{TL}{Gd^4} \right)$$

$$\theta = 584 \left( \frac{17874 \times 122}{871680 \times d^4} \right) = \frac{1461}{d^4}$$

$$d^4 = 1461$$

$$d = 6,16 \text{ cm.}$$

Böylece en uygun shaft çapı 6,16 cm çapında olmasıdır.

Beygir Gücü Bakımından: Shaftlar (miller) genellikle motordan aldıkları hareketi makinaya iletirler. Aşağıdaki

formül beygir gücü ile tork ve devir sayısı arasındaki ilişkiyi belirtmektedir.

Burada, 
$$H.P = \frac{TN}{63000}$$
 Eşitlik: 15

H.P = Beygir gücü (Horse Power)

T = Tork

N = Dakikadaki devir sayısı

**Problem:**

Eğer 5 Beygir gücünde bir motor 3000 .dv/dk. ile dönerse, torkun değeri ne kadardır.

**Çözüm:**

15 Nolu eşitliği kullanarak

$$T = \frac{63.000 \times 5}{3000} = 105 \text{ cm/kg.}$$

**İnce Kenarlı Basınç Elamanları:** Basınç elamanlarının kenarları çok ince olarak belirlenir. Bu kalınlıkları yarıçaplarının 1/10 unundan daha küçüktür.

Silindir biçimindeki basınç kaplarının kenar dayanımları, iç basınca göre değerlendirilir. Şekil:12-12 A daki dayanım değeri aşağıdaki formülle bulunur.

$$\sigma = \frac{Pr}{t}$$
 Eşitlik: 16

$\sigma$  = Dayanım (kg/cm<sup>2</sup>)

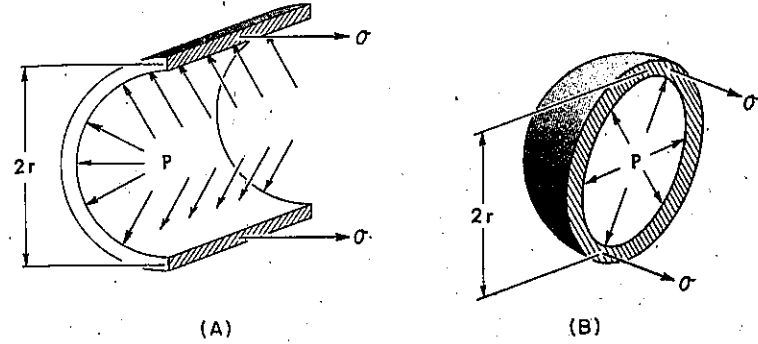
P = Basınç (kg/cm<sup>2</sup>)

r = Yarıçap (cm)

t = Kenar kalınlığı (cm)

Küresel biçimdeki bir basınç kabının kenar dayanımının

formülü ise, (Şekil:12-12 B de görüldüğü gibi)



Şekil:12-12 İnce kenarlı parçalarda dayanım.

Burada, 
$$\sigma = \frac{Pr}{2t}$$
 Eşitlik: 17

$\sigma$  = Dayanım (kg/cm<sup>2</sup>)

P = Basınç (kg/cm<sup>2</sup>)

r = Yarıçap (cm)

t = Kenar kalınlığı (cm)

**Problem:**

Çelik borular, bir mandrel etrafında 1,6 mm kalınlığında bantlar sarılarak elde edilirler. Eğer boru çapı 5,08 cm. ise borudan geçen kaynak dayanımı nedir ?

**Çözüm:**

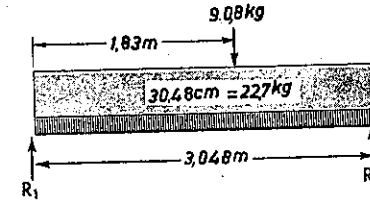
16 Nolu eşitlikten yararlanarak,

$$\sigma = \frac{Pr}{t} = \frac{2,54 \times 7,2}{1,6} = 11.43 \text{ kg/cm}^2$$

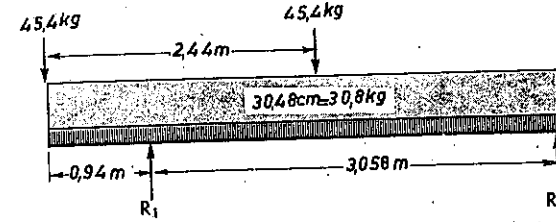
### BİLGİ SORULARI

1- Kısa bir çelik parçasının dış çapı 20,3 cm, iç çapı ise 15,2 cm dir. Bu ünitenin dayanımı nedir ?

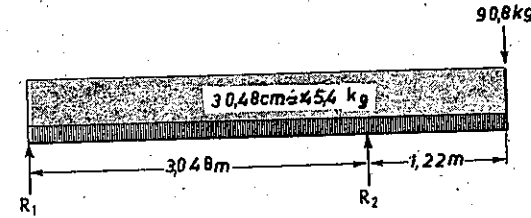
- 2- 5,08 cm çapındaki bir çelik çubuğun çekeceği yeterli ne kadardır ?
- 3- 76,2 cm uzunluğundaki bir pirinç çubuğun 4540 kğ lık altındaki uzaması 0,0762 cm dir. Kesiti kare olduğuna göre boyutların belirleyiniz ?
- 4- 300.4 cm uzunluğundaki bir alüminyumun sıcaklığı  $0^{\circ}C$  den  $37.7^{\circ}C$  ye çıkarılırsa artan boyu ne kadardır ?
- 5- 5,08 cm çapında, 90,44 cm boyunda bir çelik iki destek arasına yerleştirilmiştir. Sıcaklığı  $15,5^{\circ}C$  den  $43,3^{\circ}C$  ye çıkarılırsa artan dayanım değerini hesaplayınız ?
- 6- Şekil-problem 6-7-8 ve 9 daki kirişlerin kesilme ve eğilme moment diyagramlarını yapınız.
- 7- Eğer problem 6 daki çelik çubuk 5,08 cm çapında ise bu çelikteki maksimum çekme (gerilme) ve kesilme dayanımları ne kadardır ?
- 8- Problem 7 deki kirişin dış çapı 10.16 cm ve iç çapı 7.62 cm dir. Çelik boru biçimindeki bu elemanın maksimum eğilme dayanımı nedir?
- 9- Problem 8 deki kiriş eğer 2,54 x 5,08 kesitinde ve güvenli ise, bu kirişin yatay ve dik konumdaki farklarını belirleyiniz ?
- 10- Problem 9 daki alüminyum çubuğun (kirişin) minimum kesit ölçüleri nelerdir ?
- 11- 365 cm boyundaki bir kirişin her 30.48 cm si 45.4 kğ dir. Bu kiriş 2.54 cm genişliğinde ve 5,08 cm derinliğindedir. Bu kirişin burulmasını yorumlayınız.
- 12- 15,2 cm uzunluğundaki kirişin bir ucu desteklenmiştir. Her 30.48 cm si 22.7 kğ dir. Serbest ucuna 90.8 kğ lık bir kuvvet etki etmektedir. Buna göre 5,08 cm alüminyum kirişin eğilmesini değerlendiriniz ?



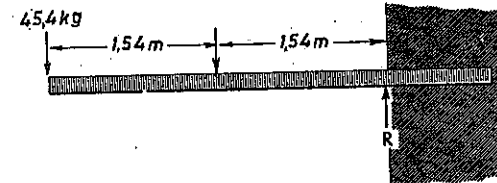
Problem 6. Basit kiriş



Problem 7. Fazla yüklü kiriş



Problem 8. Fazla yüklü kiriş



Problem 9. Eğilmeye çalışan kiriş

- 13- Çelik shaftın çapı 10.16 cm, boyu 304,8 cm dir. Gereken olan tork ve burulma açısı, maksimum kesilme dayanımı 581 kg/cm<sup>2</sup> dir
- 14- 600 dev/dk lık dönme sayısı ve 5.08 cm çapındaki bir milin eğer kesilme dayanımı 581 kg/cm<sup>2</sup> ise Beygir Gücü ne kadardır ?
- 15- Diş çapı 5,08 cm ve iç çapı 4,5 cm olan çelik borunun (milin) devir sayısı 3000 dev/dk dir. Bu borunun boyu 183 cm ve kesilme dayanımı ise 726,4 kg/cm<sup>2</sup> dir. İletilen güç (B.G olarak) hesaplayınız ?
- 16- Özel bir borunun iç çapı 10.16 cm ve et kalınlığı 0.625 cm dir. Taşıyabileceği dayanım 1453 kg/cm<sup>2</sup> dir. Maksimum güvenli basıncı hesaplayınız ?
- 17- Bir küre, iki yarım kürenin beraber kaynatılmasından oluşmuştur. Eğer yarıçapı 15,2 cm basıncı 7,25 kg/cm<sup>2</sup> ve kalınlığı 0,31 cm ise kaynak birleşme yerinin dayanımını hesaplayınız ?

### KAYNAKLI BİRLEŞTİRMELER

Üretimlerin planlanmasında, yapılacak işlerin parçaları biçimlendirildikten sonra, kaynatılır, dökülür veya preste sıkıştırılır. Diğer fabrikasyon üretime göre kaynatılarak yapılan işler daha avantajlıdır. Örneğin, bükülerek veya konstrüksiyonel biçimdeki işlerin kaynaklı birleştirme olarak yapılması döküme göre ağırlık ve fiat bakımından daha uygundur. Buna benzer olarak, ağır makina gövdelerinin kaynaklı olarak birleştirilmesi işlem ve operasyon bakımından da kolaydır. Yapımlarda en önemli fonksiyon maksimum ekonomik değerleri sağlamaktır. Ancak bu değeri sağlamaya çalışırken, işin estetik görünümünde, istenilen (gerekli) dayanıklılığında ve güvenli olarak birleştirilme niteliklerinden herhangi bir fedakarlık söz konusu olmamalıdır.

*Kaynaklı Konstrüksiyonların Avantajları.* İmalat planlamalarında, kaynaktan tahmin edileceği gibi, en iyi biçimde faydalanılmaktadır. Çünkü bazı karmaşık problemlerin çözümünde önemli yararlar sağlar. Böylece, kaynağın birçok durumlarda belirli avantajlar sağladığı görülür. Bu avantajlar genel olarak aşağıdaki şekilde görülebilir.

1- Döküm ve preste birleştirmelere göre kaynak operasyonu ekonomik ve zaman bakımından çok uygun bir üretim yöntemidir. Bununla beraber çok küçük parçaların üretimi için bu tez geçerli değildir.

2- Kaynak diğer fabrikasyon işlemlere göre üç veya dört defa kuvvetlidir. Bu özelliği geliştirirken gerecin ağırlık artımında hiçbir şey olmaksızın yükleri (kuvvetleri) absorbe eder.



3- Kaynak, dökümlere göre (doku bakımından) iki veya üç defa daha sıkılıktadır. Bunun sonucu olarak büyük dayanıklılık sağlar.

4- Yine döküme göre daha az ısı yaydığından, çatlama, gaz gözenekleri ve hacim küçülmesi yüzde olarak çok düşüktür.

5- Diğer ticari üretim ünitelerine göre daha az sayıda elamanlara (parçalara) sahiptir.

6- Kaynaklı konstrüksiyonlar, diğer yöntemlerle yapılması olanağı bulunmayan parçalar için çok rahatlıkla yapılma imkanı sağlar.

7- Kaynaklı parçaların döküme göre ani yüklemeler için daha fazla güvenli ve dirençlidir.

Kaynaklı birleştirme faktörü güvenlik sistemi ve çalışma koşulları dikkate alınarak doğru bir kaynaklı birleştirme türünü belirlemek zorunludur. İlk durumda yapılacak işlemler dikkate alınacak araştırma birleştirilecek parçaların durumlarıdır. Çalışma durumunda kaynak kesitine gelen zorlamalar ve yüklerin türleri dikkatlice incelenerek bilinmelidir. Bu analizde göz önüne alınması gerekli mekaniksel özellikler, taşınması zorunlu yük veya kuvvetler, gerilme dayanımı, basılmaya çalışması, kesilme, burulma ve eğilme durumlarıdır. Uygulanacak yüklere göre birleşme biçiminin seçilmesi mekaniksel özellikler bilindikten sonra yapılmalıdır. Örneğin, seçilen bir birleştirme türü tek yönlü gelen dayanım için iyi olabilir, ancak daha komplike (karmaşık) dayanımlar için başka bir birleştirme türü çok uygundur. Birleşmelerde dikkatle izlenecek durum, dinamik veya statik kuvvetlerden hangisinin etki edeceği. Bu faktör birleşme konumunun seçiminde çok etkili olmaktadır. Sonuç olarak birleşmenin randımanı, toplam dayanımı kaynatılan gereç ile

karşılaştırılmalıdır. Bu birleşmeye etki eden en önemli faktördür.

Birleşme türünün belirlenmesindeki temel felsefenin kapsamı, birleşmenin, konumu ve yeri, kaynak hacmi ve birleşmenin dayanıklılığı olmalıdır.

*Birleşmenin seçim sonuçları.* Parçaların birleştirilmesi amacı ile yapılan üretimlerde en düşük maliyet fiyatı hesaplanması gereklidir. Bu değerlendirilmede iyi sonuç alınabilmesi için belirli bir metalurjik ve fiziki özellikler dikkate alınmalıdır. Bunlar için istenilen faktörler ise,

1- Birleşme uygun biçimde sağlam ve dayanıklı olması gereklidir. Birleşmenin seçimi ile, kullanılan gereç ve ve işçi ücretleri bundan sonra gelmelidir.

2- Kullanılan güvenlik faktörü bütün yüklemelere uygun olmalıdır. Fazla değerde emniyet (güvenlik) faktörü kullanmak gereç ve işçilik maliyeti artırır.

3- Üretimde yüzey estetik görünümü iyi olmalıdır. Fakat bu alanda herhangi bir darbe geldiğinde kiritik duruma girmemelidir. Böylece görünüm bakımından pek önemli olmayan yerlerde fiyatı daha az olan metaller kullanılmalıdır. Örneğin, sıcak olarak, çekilmiş saçlar soğuk çekilmiş saçlara göre daha çok tercih edilmektedir.

4- Fazla ağırlık, taşıma ve fiyat bakımından birtakım problemler oluşturacağından, kesit durumu iyice analiz edilerek gereç seçilmelidir.

5- Yüksek dayanımlı çeliklerin kullanılması zorunlu değilse, normal çeliklerin üretim ve birleştirmelerde faydalanılması daha uygundur.

6- Pratik olarak standart biçim ve ölçüler tercih edilmelidir.

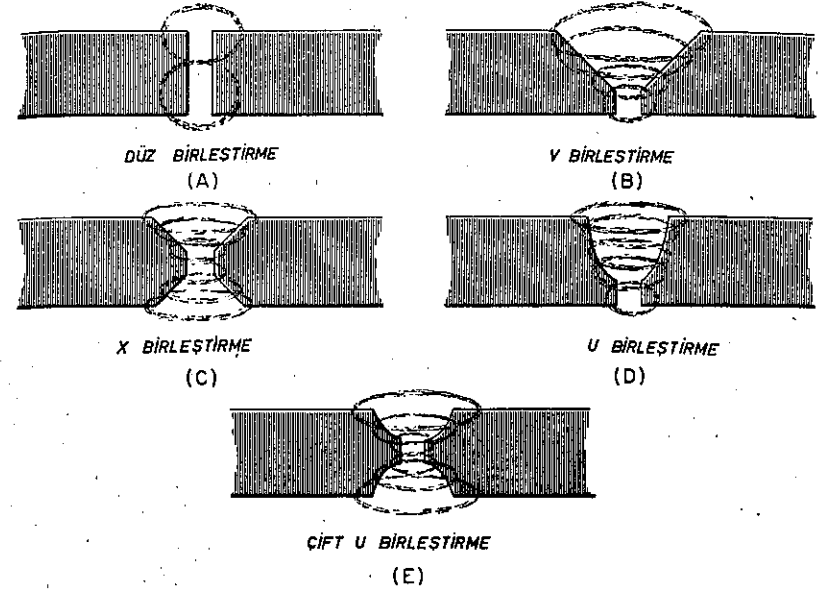
7- Sert yüzey kullanıldığında ısı işlemleri ve metal kaplamalar ayrıca uygulanmalıdır.

**Birleştirme Konumları.** Birleşme konumlarının düzenlenmesinde, kaynak ağzının hazırlanmasındaki maliyet ve zaman, kabul edilecek kaynak hacmi, kullanılacak üretim biçimi ve kaynak için yüklenmesi zorunlu kuvvet ve yük durumları, etkilemektedir.

Temel olarak birleştirme biçimleri, koruyucu metal-ark kaynağı, gaz metal-ark ve tozaltı kaynakları için, geniş olarak kullanılan ve kabul edilen türleri küt birleştirme ile kaynak ağzı açılmış olarak sınıflandırılmaktadır. Her grubun hazırlığı değişik çalışma koşullarına göre düzenlenmektedir.

**Küt birleştirme biçimleri.** Kalınlıkları 10 mm veya daha az olan gereçler için tam ve komple kaynak işlemesi sonucu küt olarak kaynatılan birleştirme türüdür. Birleştirmeler statik dayanımlar için uygun bir sonuç vermekle beraber, kaynak dikişinin burulma veya eğilme çalışmalarına karşı yeterli dayanımı yoktur. Alçak sıcaklıkta darbeli ve kesilmeye çalışan yerlerde bu kaynak türü hiç kullanılmamalıdır. Kenarların hazırlanması oldukça basit ve ekonomiktir. Yalnızca kenarların birbirine iyi alışması istenmektedir. Şekil 13-1 A da küt birleştirme biçimi görülmektedir.

**V Kaynak Ağzı ile Birleştirme.** V kaynak ağzı açılarak yapılan birleştirmeler kalınlıkları 10 mm veya daha fazla olan gereçlere uygulanmaktadır. Kaynak ağzının hazırlanması pahalı bir işlemdir. Çünkü, kenar hazırlığı için özel açılmal kesme ve daha fazla dolgu maddesi gerekmektedir. Birleşme statik yüklemelere karşı çok dayanıklı olup, küt



Şekil: 13-1 Birleştirmede kaynak ağzı şekilleri.

birleştirmede olduğu gibi, kaynak kökünü kapsayan alan eğilme ve bükülmeye karşı yeterli dayanımda değildir. Şekil: 13-1 B de V kaynak ağzı açılmış birleştirme görülmektedir.

**Çift V(X) Kaynak Ağzı.** Bütün yüklemeler için en iyi birleştirme türüdür. Genel olarak X kaynak ağzı açılması için daha çok kalın olan gereçlere uygulanmaktadır. Maksimum dayanıklılık, her iki kenara açılan kaynak ağzı ile elde edilmektedir. Kenarların hazırlanması V kaynak türüne göre daha pahalı olmakla beraber, dolgu gereci bakımından az elektrod ergiyik kütlesi gerektirir. Birleşme simetrik olarak, minimum kaynak dikişleri karşılıklı yapılmalıdır. İlk kaynak dikişi birtarafta yapılırsa, ikinci

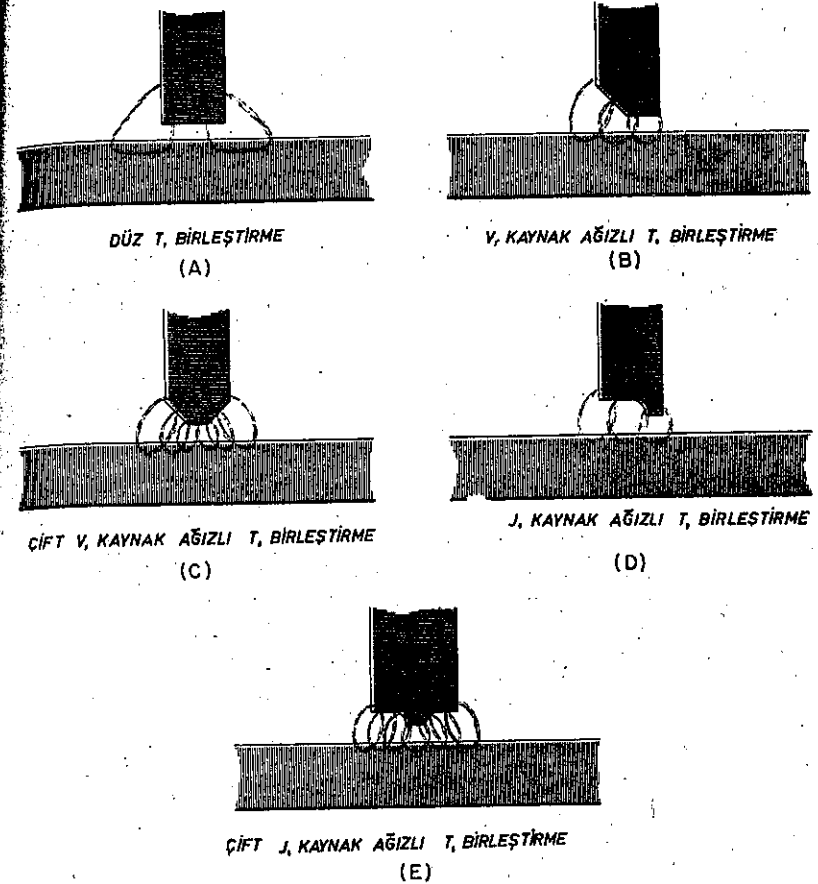
dikiş diğer taraftan (180° lik ters konumda) yapılması zorunludur. Şekil : 13-1 C de çift V veya X kaynağı görülmektedir.

**Tek U Birleştirme.** Kaynatılan gereçlerdeki yüksek kalite aranılması halinde bu tür kaynak ağzı açılır. En çok kullanılan gereç kalınlıkları 13-20 mm arasında dır. Şekil: 13-1 D de U kaynak ağzı biçimi görülmektedir.

**Çift U Birleştirme,** kalınlıkları 19 mm den fazla olan gereçlere bu tür kaynak ağzı açılması çok yararlı olmaktadır. Tek U kaynağına göre, bu kaynak türü daha pahalı olması yanında birleşme yerinin doldurulmasında daha az metal gereklidir. Bu tür birleştirme düzenlenmesi bütün normal yüklerin şartlarına uygun olmaktadır. Şekil: 13-1 E de çift U biçimindeki kaynak eki görülmektedir.

**Küt "T" Birleştirme.** Bir veya iki tarafından birden dolgu kaynağı yapılabilir. İnce veya uygun kalınlıktaki metallerin aksenal biçimde yük altında çalışmalarında kullanılmaktadır. Bu dik eksendeki mekaniksel oluşum kesilmeye çalışmaktadır. Ancak dayanım dağılımı belirli bir biçim değişikliği yapmamaktadır. Bu tür birleştirmelerde ani yüklemeler veya fazla kuvvetlerin etkisinden korunmalıdır. Maksimum dayanıklılıktaki kaynak metali gereklidir. Şekil: 13-2 A da "T" kaynağı görülmektedir.

**V Kaynak Ağzılı "T" Birleştirme** Küt "T" birleştirmeye göre daha fazla yük taşır. Dayanım bakımından kuvvet dağılımı bakımından iyidir. Kaynağın bir taraftan yapılması halinde, bu birleştirme, 13 mm ve daha az kalınlıktaki gereçlere uygulanmaktadır. Şekil: 13-2 B de tek taraflı V kaynak ağzılı açılmış "T" kaynak birleştirilmesi görülmektedir.



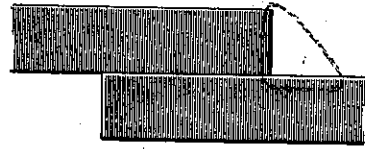
Şekil: 13-2 "T" Birleştirme Çeşitleri.

**Çift V kaynak ağzılı açılmış "T" birleştirme.** Daha büyük yük ve kuvvet taşınması gereken yerlerde bu birleştirme kullanılmalıdır. Çift taraflı kaynak ağzılı açılmış kaynaklı birleştirmeler kesilmeye ve kuvvet iletimine karşı daha dayanıklıdır. Şekil: 13-2 C de çift taraflı hazırlanmış "T" kaynağı görülmektedir.

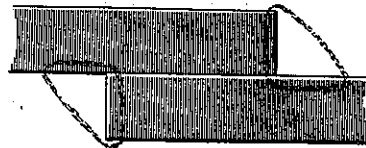
Tek "J" kaynak ağızı yapılmış birleştirmeler. Bir taraftan kaynakılması gerekli kalın parçalara "J" kaynak ağızı açılması özellikle çok sert gelen kuvvetlere karşı dayanıklıdır. Şekil : 13-2 D de tek taraflı açılmış "J" kaynak ağızlı birleştirme görülmektedir.

Çift "J" Taraflı "T" Birleştirme. Kalınlıkları 35 mm ve daha kalın gereçlerin "T" birleştirilmeleri için çok uygun bir kaynak ağızıdır. Genellikle değeri büyük olan kuvvetler için kullanılma olanağı fazladır. Ani yüklemelerde sağlamlığı ve kalitesi istenilen orandadır. Şekil: 13-2 E de çift "J" kaynak ağızı açılmış "T" birleştirme görülmektedir.

Bindirme kaynaklı birleştirmeler. Çift taraflı kaynakılan bindirme kaynaklar, tek yönlü kaynağa göre çok dayanıklıdır. Kaynak tekniğinde en çok kullanılan birleştirme türüdür. Şekil: 13-3 A ve B de bindirme birleştirmeli kaynaklar görülmektedir.



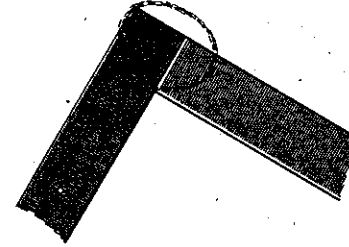
TEK TARAFLI BINDİRME  
(A)



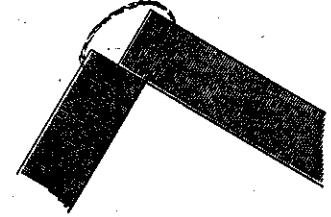
ÇİFT TARAFLI BINDİRME KAYNAĞI  
(B)

Şekil: 13-3 Bindirme kaynak türleri.

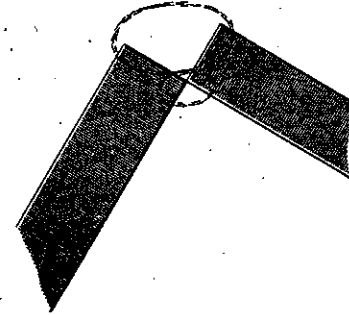
Kapalı Köşe Kaynağı. Kalınlıkları 2,5 mm kadar olan ve ya daha ince gereçlerin kaynakılması için yararlıdır. İnce gereçlerin kaynakılması zorunluğu dikiş işlemesinin azlığındadır. Hafif yük taşıyan yerler için kullanılabilir. Şekil: 13-4 A kapalı köşe birleştirilmesi verilmektedir.



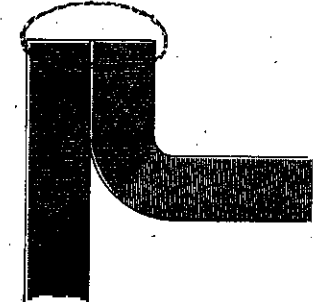
KAPALI KÖŞE  
(A)



YARI AÇIK KÖŞE  
(B)



TAM AÇIK KÖŞE KAYNAĞI  
(C)



KENAR FLANS KAYNAĞI  
(D)

Şekil: 13-4 Köşe birleştirme türleri.

Yarı Açık Köşe Birleştirme. Kalınlıkları 2,5 mm den fazla olan gereçlerin kaynakılmasında kullanılır. Kapalı köşe

kaynağına göre iyi bir kaynak işlemesi oluşturulur. Şekil 13-4 B de yarı açık köşe birleştirme konumu görülmektedir.

*Tam Açık Köşe Birleştirme.* Böyle birleştirmelerin keskin köşeleri tamamen kaynatılabilmektedir. Böylece gereçlerin tüm kalınlığı kaynak işlemesinin etkisi altındadır. Bu birleştirme sağlam ve fazla yük taşıma yeteneğine sahiptir. İyi bir dayanım dağılımı bakımından kesilme ve ani yüklemeler için uygun bir birleştirme türüdür. Şekil: 13-4 C de açık köşenin kaynatılma konumu görülmektedir.

*Düz Köşe Birleştirme.* Kalınlıkları 6,5 mm veya daha az gereçlerde bu köşe kaynakları kullanılabilir. Hafif yüklemelerde kaynatılan gerecin yalnız birtanesi 90° bükülerek yapılmaktadır. Şekil: 13-4 de bu köşe kaynağı görülmektedir.

*Uygun Birleştirme Konumunu Seçmek.* Düz küt kaynaklı birleştirmeler çok ekonomiktir. Fakat bu kaynak, türü ince sac parçaların üretim kaynaklarında yararlı olmaktadır. Gerece kaynak ağızı açıldığında işlem maliyetide artmaktadır. Ancak kalın gereçlerin kaynatılması için kenar hazırlığını yapmak başka bir alternatif yoktur. Kenar hazırlığı yapılmaksızın, birleştirme işlemi yapmak tüm dikiş işlemesini olanak dışı bırakarak, birleşmenin zayıf olmasını sağlamaktadır. Genel pratik uygulamalarda büyük ekonomik etkilerin doğrultusunda, kenar hazırlığı yapılarak daha az dolgu gereci kullanılmasını ön görmektedir.

*Kaynak açısının değeri.* Kaynatılacak parçalara kaynak pozisyonu bakımından tek "V" kaynak ağızı açılması pratik bakımdan yararlı olabilmektedir. Yine bu kaynak ağızı açma tekniği ile birleştirmenin tek veya çift taraflı kaynatılması sağlanabilir.

Birleşmenin görünümünde gerekli dayanımın sağlanması en önemli faktörlerden biridir. Birleşme alanına gelen gerçek yük veya kuvvet türlerine göre uygun bir birleşme biçimi seçilmelidir. Böylece çalışma koşullarına uygunluk sağlanmaktadır.

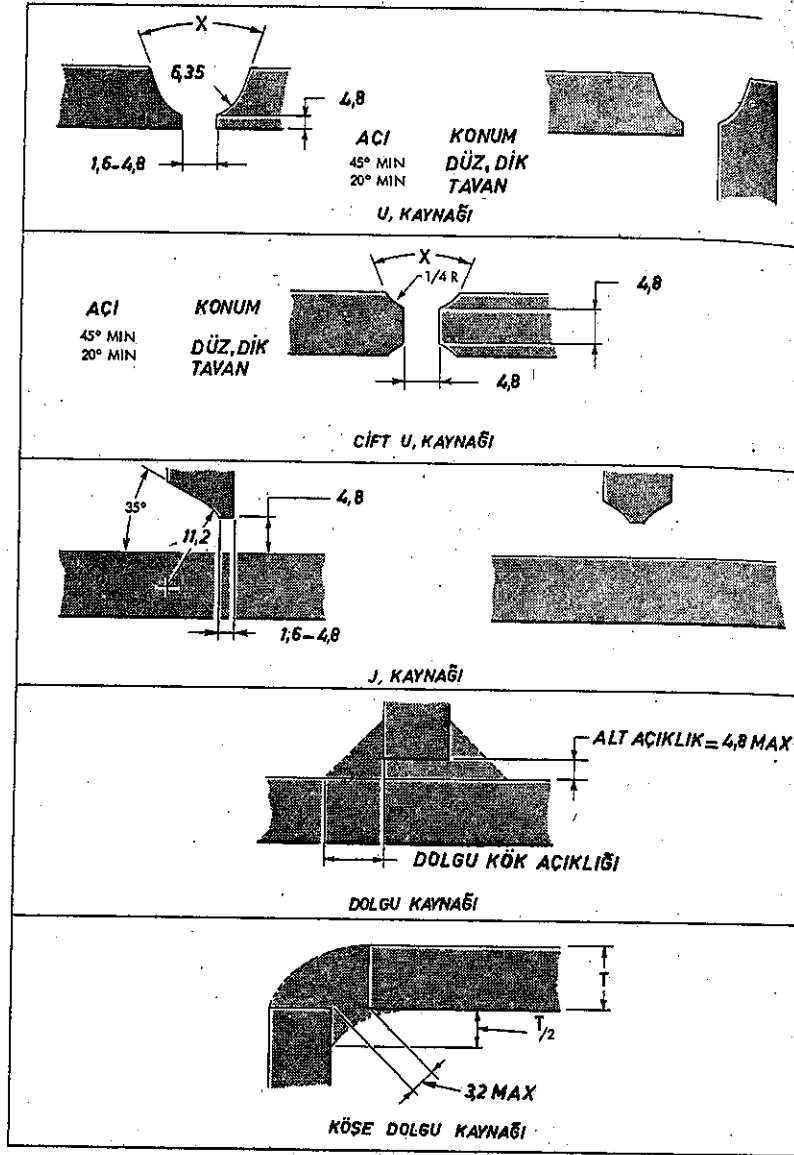
Şekil: 13-5 de resimlerin birleştirme konumları değişik biçimlerde görülmektedir. Bu birleştirme konumlarında kaynak işlemesi en önemli faktördür.

*Kaynağın Yerleşme Alanı.* Kaynak, genel olarak, birleştirilmede kullanılan en ekonomik yöntemdir. Ancak, dikkatli bir birleştirme biçimi seçilmiyerek, kaynatma alanı belirlenmezse ekonomik problem daha büyümektedir. Kaynak, bütün birleştirmeyi kapsıyarak, kütlesi minimum olmalıdır. Kaynağın belirli alana yerleştirilmesinde birçok görüşler vardır. Bunlardan ancak birkaçı aşağıda anlatılmaktadır.

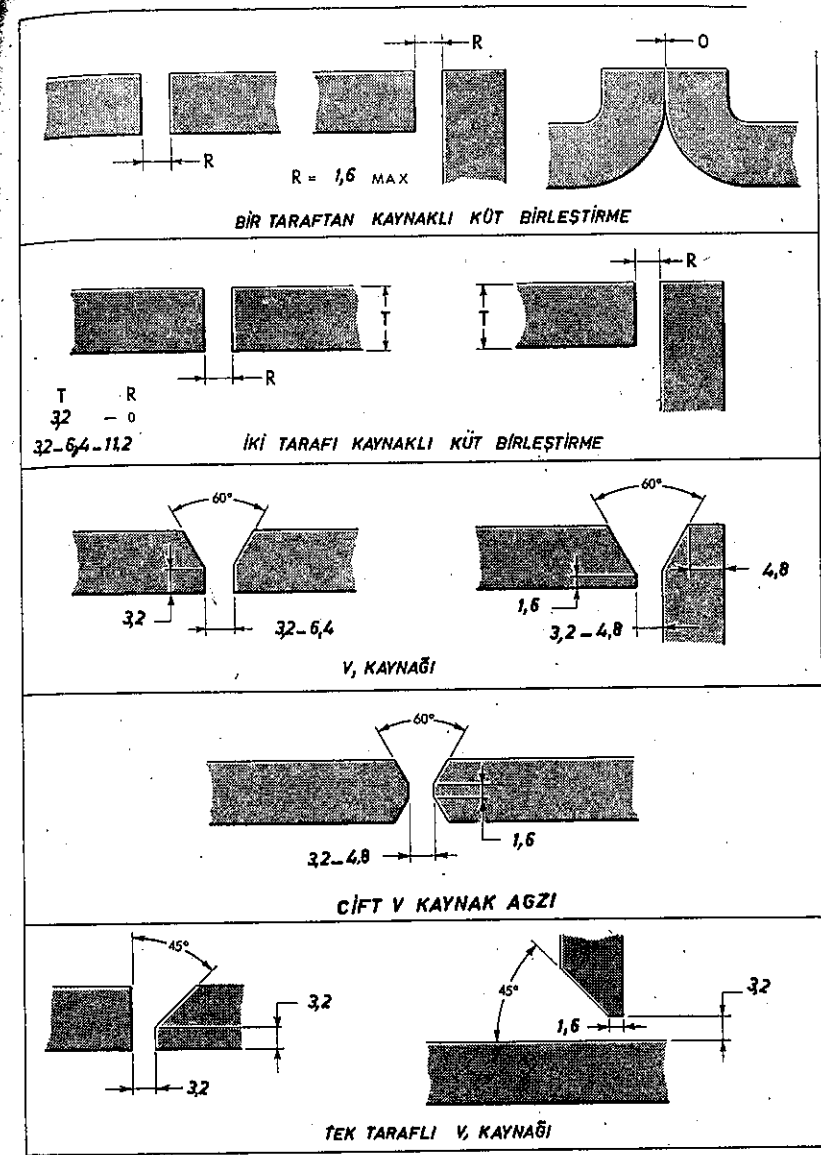
1- Kaynağın yerleşme alanı, birleşmenin dayanımı ile yakından ilişkilidir. Normal olarak eksenleri doğrultusunda taşınan yükler gereç dayanımında büyük farklılık yapmamalıdır. Bu kuvvetlerin paralelliği korunabilmelidir. Şekil:13-6 da yapılan aykırı kaynakların paralel yapım biçimine göre daha sağlam olduğu görülmektedir.

2- Eğer birleşme çok yakın olmayarak, biraz aralıklı biçimde kaynatılırsa dönme momentine karşı büyük direnç göstermesi olanağı vardır. Şekil: 13-7 de kaynağın yapılışı ve birleşmenin çalışma durumu gösterilmektedir.

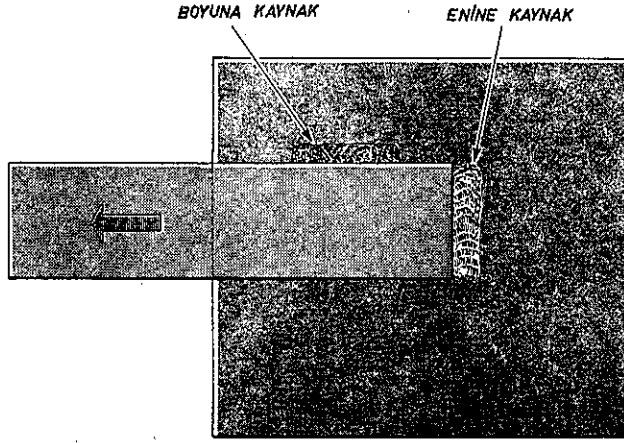
3- Özel biçimdeki, kanallı ve açılı v.s. gibi, gereçlerin birleştirilmesinde kaynak üzerine belirli yükler gelecek konumda işlem yapılmalıdır. Şekil: 13-8 e dikkat edilecek olursa profilyakın olan yerin kaynağı diğer taraftan daha uzundur. Bunun sonucu olarak, kaynak alanındaki açılmalık bir



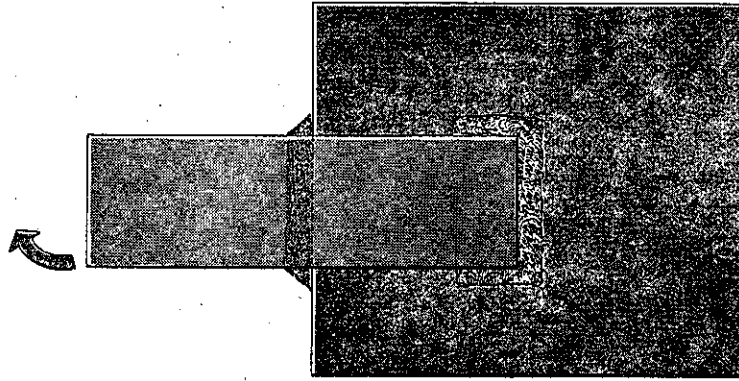
Şekil: 13-5 Kaynaklı Birleştirmeler için gerekli ölçüler



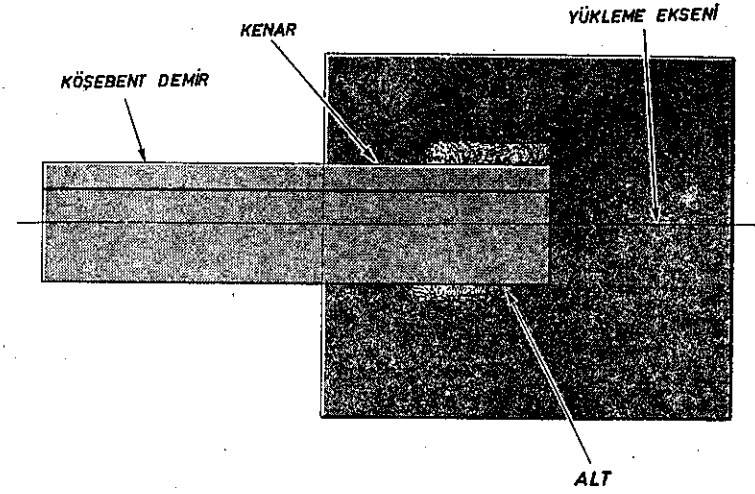
Şekil: 13-5 Devamı



Şekil: 13-6 Aykırı yapılan kaynaklar, paralel kaynaklardan daha sağlamdır.



Şekil: 13-7 Kaynağın iyi planlanması ile dönmeye çalışan birleşme daha sağlam olur.



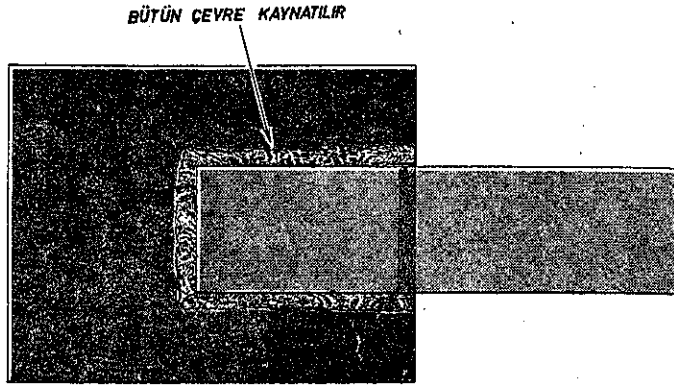
Şekil: 13-8 Yük dağılımını eşit karşılayan kaynaklar.

döndürme yaparak birleşme üzerinde ise eksantirik bir kuvvet oluşmasına neden olur.

4- Mümkün olduğu kadar kaynak alanı, kesilme ve bükülme olaylarından az etkilenecek biçimde, yerleştirilmeli (merkezlenmeli) dir. Birleştirme ne kadar simetrik olarak kaynaklırsa o kadar fazla dayanıklılık elde edilir. Yük dağılımı simetrik olan alanda daha uygun biçimde eşit olarak dağılıbilir. Simetrik olmayan yerlerde bu dağılım anormal bir oluşum gösterir.

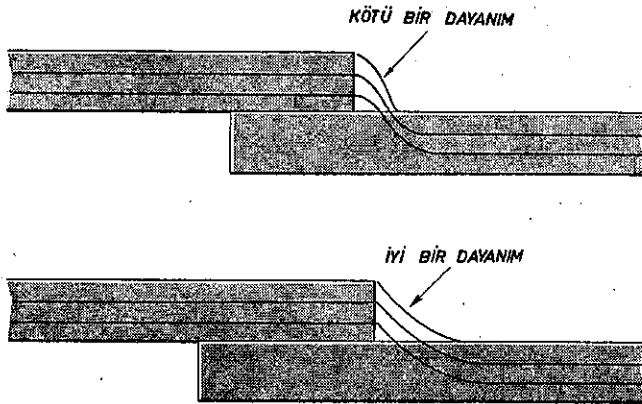
5- Şekil: 13-9 da görüldüğü gibi, bir birleştirmede yük taşınmasına yardımcı olarak sağlamlık kazanması için; birleştirmenin iki kenarından ziyade bütün çevresinin kaynatılması en uygun bir yöntemdir.

6- Dik yüzey birleştirmelerinde kuvvet iletimleri uc kenarlarda birikmektedir. Eğer kenar yüzey birleştirilmesi ( bindirme kaynak ) tam bir arakesit olarak yapılırsa yük iletimde kuvvetler kırılmadan daha etkili olmaktadır.



Şekil: 13-9 Çevresel kaynakla yük dağılımı eşitlenir.

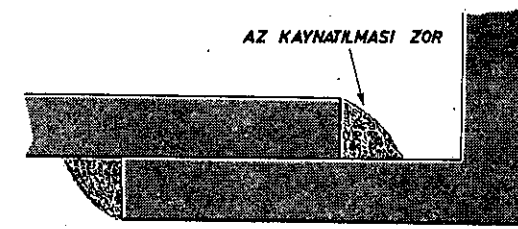
Şekil: 13-10 da kuvvetlerin taşınma çizgileri görülmektedir.



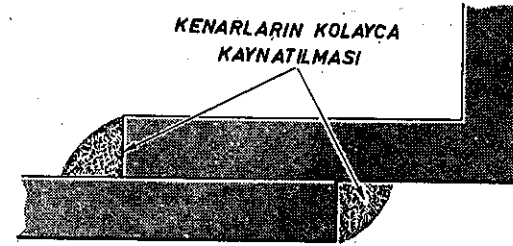
Şekil: 13-10 Bindirme kaynaklarındaki kuvvet çizgilerinin durumları.

7- Kaynak işlemi kolayca yapılacak biçimde birleştirme düzenlenmelidir. Böylece yapılan kaynaktaki verimin de yükselmeside sağlanmış olur. Şekil: 13-11 A da kaynak yapılması

bu biçimde düzenlenmiş birleştirme, Şekil: 13-11 B de ise kolayca kaynatma olanağı sağlanmış birleştirme görülmektedir.



(A)



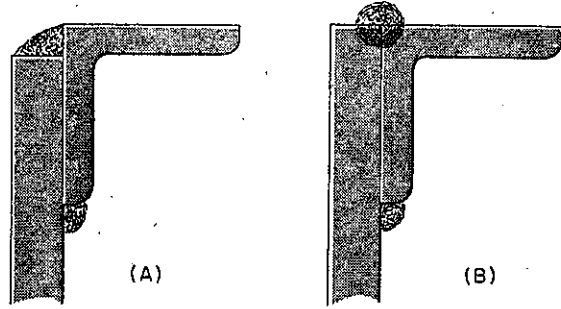
(B)

Şekil: 13-11 Bindirme kaynağının her iki taraftan yapılması iyi sonuç verir.

8- Bir plaka için kullanılacak destek profilinin kaynatılmasında hem ekonomik hemde sağlamlık bakımından Şekil: 13-12 A daki kaynatılma konumu, Şekil: 13-12 B ye göre daha uygundur. Çünkü kaynak ağız açma sorununu ortadan kaldırmaktadır.

Kaynak Ölçüleri. Kaynatma tekniğinde en önemli faktörlerden biriside, birleştirme dikisinin ölçüleridir. Kaynak hacmi sağlamlık ve çarpılma (deformasyon) kadar da fiyata etki etmektedir. Genel olarak kaynak kütlesi güvenli çalışmada düzeyinde bulunmalıdır. Dikiş hacmi, birleşme yerindeki



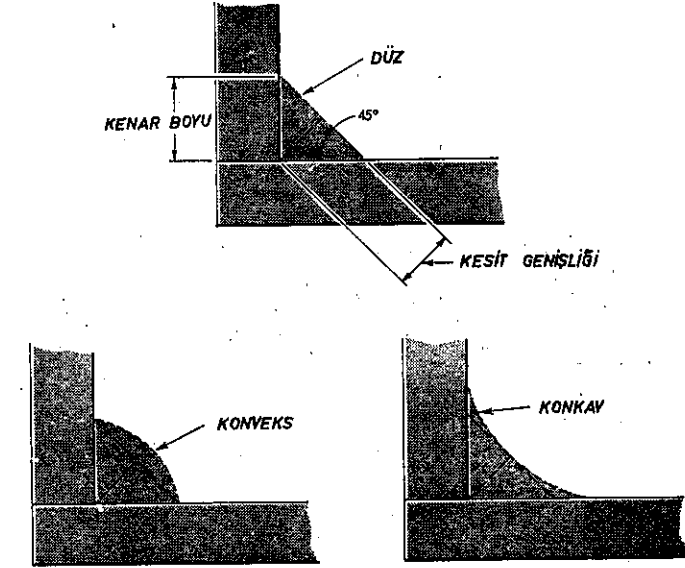


Şekil: 13-12 Birleştirmelerde kaynatılacak yüzeyler birbirine iyi oturması kaynak maliyetini ucuzlatır.

kaynak kesitini artırmaktadır. Çok fazla dikiş kütlesi kaynak maliyetine etki ederek kuvvet dağılımında zararlı sonuçlarda oluşturabilir. Düz birleştirme kaynaklarında tam bir dayanıklılık zorunlu olduğundan, kaynak kesiti kaynatılan gereçlerin kesiti kadar olmalıdır.

Küt birleştirmelerde kaynak dayanımı, dikiş kesiti ile karşılaştırılmaz. Çünkü buradaki dayanım gerecin kendi sağlamlığı kadar veya daha fazladır. Bu tür birleştirmelere ait kaynakların kontrolü bölüm 14 de anlatılmaktadır.

Köşe kaynaklarının dayanımları birleşme yerindeki boğaz genişliğine bağlıdır. Bu genişlik tam köşe noktası ile yüzey arasındaki mesafedir. Köşede ikiz kenar dik üçgen olması ( $45^\circ$ ) halinde boğaz genişliği  $0,707 (\sin 45^\circ) \times$  dik kenarlar kadardır. Şekil: 13-13 deki üst resimde açısız konum ve kenar uzunlukları görülmektedir. Köşe kaynaklarının kontrol edilmesinde, kaynak ölçü mastarı (köşeye uyan) gereklidir. Kaynağın oluşum sonucu ise, içbükey (konkav), dışbükey (konveks) düz olarak eşit kenar uzunluğunda veya



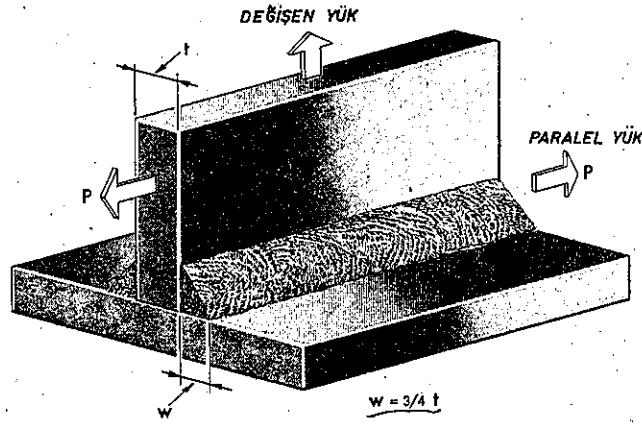
Şekil: 13-13 Dolgu kaynakları.

farklı kenar biçiminde oluşmaktadır. Doğru bir kaynak ölçülerinin belirlenmesi kesit alandaki kenar uzunlukları ve boğaz genişliğidir. Bu alanın ikiz kenar dik üçgen olarak değerlendirilmesi gerekir. Şekil: 13-13 de köşe kaynağının dikiş kesitleri incelenmektedir.

Köşe kaynağının düz olarak bitirilmesi en arzu edilen biçimdir. İçbükey (konkav) kaynak oluşumu, ergiyük kütlelerinin bir yüzeyden diğer yüzeye akması ile oluşmaktadır. Bu tür kaynaklarda gereç çekmesi çok fazla olmaktadır. Bazı durumlarda çekme çatlamaya dönüşmektedir. Dış bükey (konveks) kaynaklar daha fazla kaynak metali olmakla beraber çekilme ve çatlamaya karşı dayanıklıdır. Ancak, ekonomik ve iyi bir kaynak işlemesi bakımından yararlı değildir.

Köşe dolgu kaynakları paralel yüklemeye göre

çalıştıklarından gereç üzerine gelen kesilme dayanımına karşı aynı özelliği taşıması gereklidir. Bu tür kaynaklarda ki minimum kesilme dayanımı  $1055 \text{ kg}/\text{cm}^2$  dir . Bununla beraber diğer özelliği kuvvet iletimini sağlamalıdır. Bunun için çekme dayanımı yeterli özellikte olmalıdır. Köşe kaynakları için çekme dayanımı, ünite olarak  $1405 \text{ kg}/\text{cm}^2$  dir. Genel olarak, köşe kaynağı yapılan gereçlerde, dikiş kenar uzunluğu gereç kalınlığının  $3/4$  kadardır. Şekil: 13-14 de köşe kaynağı üzerinde dikiş ölçüleri ve kuvvetin etki yönleri gösterilmektedir. Çizelge: I de ise her iki köşesi kaynatılan gereçlerde zorunlu dikiş genişliği verilmektedir.



Şekil: 13-14 İki tarafı kaynaklı "T" birleştirmelerde paralel ve iletilen yükler birbirleri ile ilişkilidir.

#### DAYANIM ANALİZİ

Analizin yapımında ilk sıra makina tarafından üretilen ve makineye gelecek yükün değerlendirilmesi veya yorumlanmasıdır. Bu yükleme sadece normal koşullar altında

Çizelge: I Gereç Kalınlığına göre dikiş genişliği (Her iki yüzey kaynatılarak)

(W) Dikiş Genişliği (mm)	(T) Gereç Kalınlığı (mm)
4	4,8
4,8	6,5
6,5	8
8	9,6
9,6	12,7
12,7	16
16	20
20	25

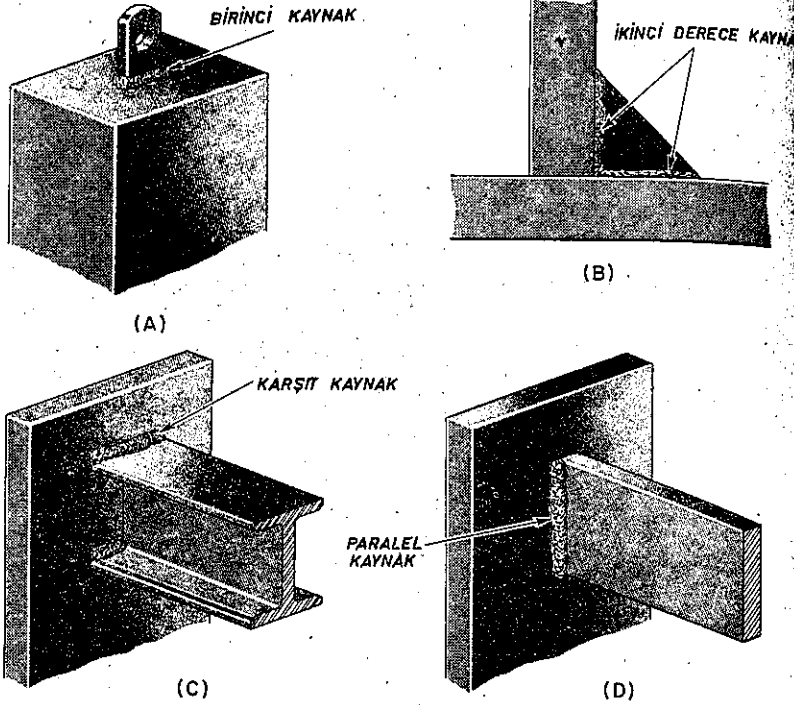
düşünülmeli; aşırı yüklemelerde olacağını hesaba katmalıdır.

Bundan sonra, makinanın aksamaları dikkatlice kontrol edilerek, bütün çalışma koşulları altında incelenmelidir. Kullanılacak metallerin dayanımları, kaynak dikişinin metalurjisi tam olarak analiz edilerek uygun olup olmadığı araştırılmalıdır. Böylece çalışma durumuna göre kullanılacak gereç nitelikleri belirlenmiş olur.

**Kaynakların Sınıflandırılması:** Kaynaklar yük etkisi altında kaldıklarında, bunları ya kendi kütlesi üzerine alır (absorbe eder) veya diğer elamanlara iletir. Bu nedenle kaynaklar sık sık yükün temel etkilerine göre analiz edilmektedir. Kayatılma konumları dikkate alınarak gereçlerin çalışma koşulları altında temel sınıflandırılmaları dört biçimde değerlendirilir. Bunlar :

1- Birinci derecedeki kaynaklar. Bunlar birleşme yerlerindeki tüm yük veya kuvvetleri absorbe etmektedirler.

Bütün kaynaklar, yaklaşık olarak, birleştirilen gereçlerin özelliklerini taşımalıdır. Şekil: 13-15 A da bütün taşıma yükünü üzerine alan birleştirme türü gösterilmektedir.



Şekil: 13-15 Kaynakların sınıflandırılması.

2- İkinci derecedeki Kaynaklar. Birleştirme yerindeki kaynak kütlesi bütün yükü karşılamamakla beraber, destek olduğu elamanların basınçlarının etkisi altında kalmaktadır. Şekil: 13-15 B de destek biçiminde yapılmış bu kaynak türü görülmektedir.

3- Kuvvet iletici kaynaklar. Basılma ve çekilme kuvvetlerini bir elamandan diğerine iletirler. Böylece kaynak

basılmaya ve çekilmeye çalışmaktadır. Şekil: 13-15 C de bu tür kaynağın yapılış biçiminden bir örnek verilmektedir.

4- Paralel kaynaklar. Kesilme yüklerini, birleştirilen elamanlara paralel kaynaklar iletmektedir. Şekil: 13-15 D de paralel kaynak yapılmış birleştirme türü görülmektedir.

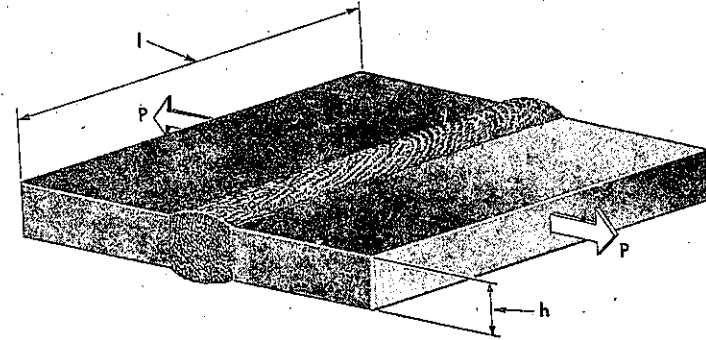
Kaynaklı Birleştirmelerin Dayanımı. Belirli bir planlama sonunda yapılan kaynaklı birleştirmelerin dayanıklılıklarının analiz edilmesi gereklidir. Küt kaynaklı birleştirmelerdeki dayanımın hesaplanması için şu formül uygulamaktadır.

$$\sigma = \frac{P}{Ih \text{ (kesit)}} \quad \text{Eşitlik 1}$$

Burada.

$$\left. \begin{array}{l} \sigma = \text{Dayanım (kğ/Cm}^2) \\ P = \text{Yük (kuvvet), (kğ),} \\ L = \text{Parçanın genişliği (cm)} \\ h = \text{Gereç kalınlığı (cm)} \end{array} \right\} \text{kesit}$$

Şekil: 13-16 dikkatlice incelenecek olursa gereç yüzündeki kaynak (dikiş) fazlalığı ihmal edilmektedir. Böylece



Şekil: 13-16 Küt birleştirme kaynağının dayanımı.

gereç kalınlığındaki kaynak genişliği hesaba katılmaktadır. Küt birleştirme için kaynak cemiyetlerince kabul edilen kaynak dayanımı  $\sigma = 1408 \text{ kg/cm}^2$  dir.

*Problem*

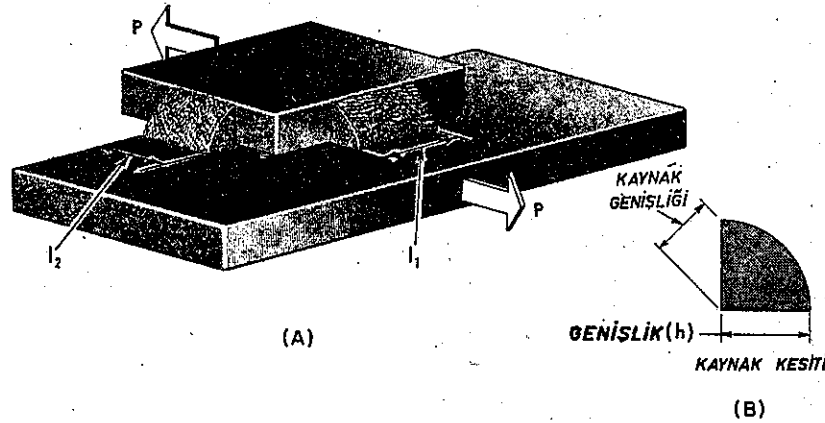
6,35 mm kalınlığındaki parçalar küt birleştirme olarak kaynatılırsa, tatbik edilen kuvvet 4540 kg olduğuna göre, gereç genişliği ne olmalıdır.  $\sigma = 1408 \text{ kg/cm}^2$ .

*Eşitlik birden.*

$$\sigma = \frac{P}{L \times h} \quad L = \frac{P}{\sigma \times h}$$

$$L = \frac{4540}{1408 \times 0,635} = \frac{4540}{894} = 5,072 \text{ cm}$$

Şekil: 13-17 de belirtilen bindirme kaynak dayanımı değerlendirildiğinde, zıt (ters) kuvvetler birleştirme elemanlarına etki ederek kaynağın kaymasına ve kesilmesine



Şekil: 13-17 Köşe kaynağının dayanımının hesaplanması.

meden olmaktadır. Dayanımın en yüksek olması gerekli yeri, kaynağın en küçük olanı alan boğaz kısmıdır. Bu alandaki kesilme ve kayma dayanımınının değeri ise aşağıdaki eşitlik ile bulunur.

Burada.  $\tau = \frac{P}{0,707 h}$  Eşitlik 2

$\tau$  = Dayanım (kg/cm<sup>2</sup>)

P = Yük (kuvvet) (kg)

h = Kaynağın kenar uzunluğu (cm)

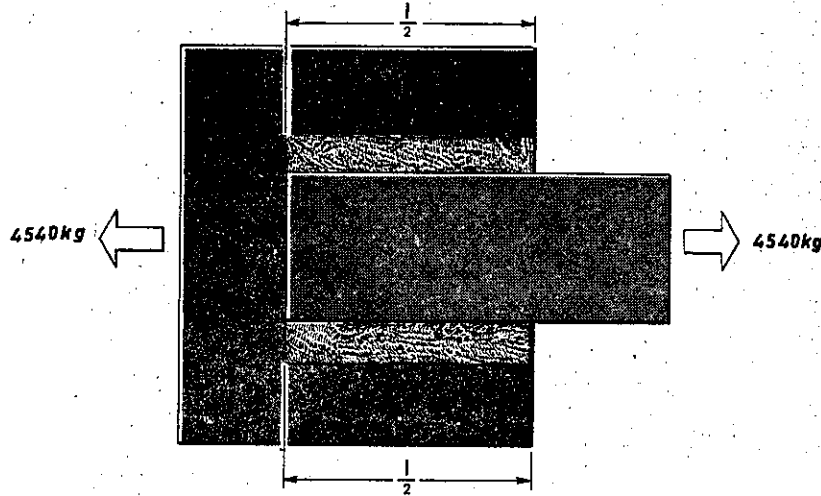
Kaynak cemiyetlerince, 45° lik dolgu birleştirmeleri için, kabul edilen kesilme dayanımı  $\tau = 957 \text{ kg/cm}^2$ . Bu dayanım değeri şiddetli olmayacak biçimdeki birleştirmelerde uygulanmaktadır. Dinamik veya titreşimli yüklemeler çok şiddetli yükler olarak kabul edilerek, genellikle küçük dayanımlar alınmaktadır. Bu tür birleştirmelerde, ikinci uygulanacak dayanım değeri  $\tau = 957 \text{ kg/cm}^2$  dir. Çizelge: II de bindirme kaynaklı birleştirmeler için güvenli yük değerleri verilmektedir.

Çizelge: II Bindirme Kaynaklar için gerekli yükler.

Dolgu (Bindirme) Kaynağının Cm,de kg olarak kenar uzunluğu (mm)

3,2	215	kg
4,8	322	"
6,35	430	"
8	357	"
10	644	"
13	358	"
16	1073	"
20	1287	"

Problem: Eğer, 6,35 mm. kalınlığındaki gereçler bir-  
dirme kaynak konumunda birleştirilip, 4540 kğ lık kuvvet  
birleştirme alanına uygulanırsa kaynak uzunluğu ne olmalı-  
dır. Birleştirmelere kuvvetin etkisi Şekil: 13-18 göste-  
rildiği gibi olup, dayanım  $\tau = 957 \text{ kğ/cm}^2$  dir.



Şekil: 13-18 Düz Saçlar köşe kaynağı ile birleştirile-  
bilirler.

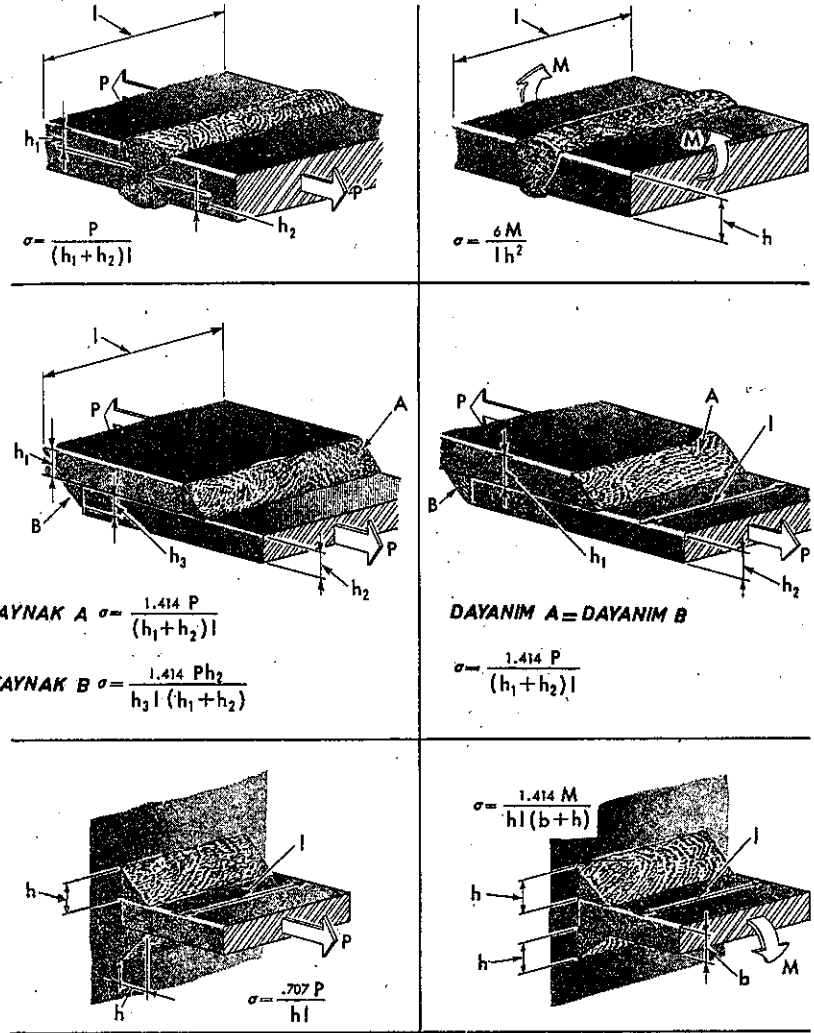
İkinci eşitlikten,  $L = \frac{P}{0,707 hT}$

$$L = \frac{4540}{0,707 \times 0,635 \times 957} = \frac{4540}{430} \approx 10,6 \text{ cm.}$$

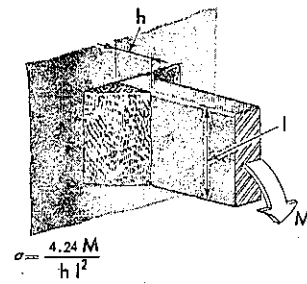
Böylece, saçın her iki tarafından yapılacak kaynak bo-  
yu toplam kaynağın yarısıdır.  $10,6:2 = 5,3 \text{ cm}$  dir.

Dayanım Formüllerinin Eklenmesi. Genel olarak kulla-  
nılan birçok tür kaynaklı birleştirmelerin dayanım

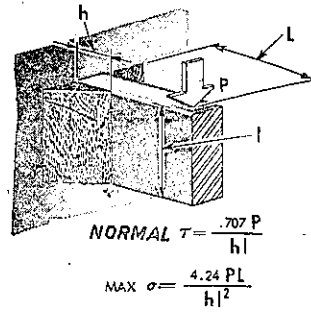
karakteristikleri bir ve iki numaralı formüllerin ışığı al-  
tında değerlendirilir. Şekil: 13-19 daki birleştirmelerdeki  
kuvvetlerin etkileri ve bunlarla ilgili dayanım formülleri,  
resimlerin yanlarında, gösterilmektedir.



Şekil: 13-19 Kaynaklı birleştirmelerin dayanım formül-  
leri.

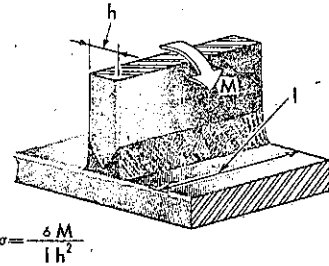


$$\sigma = \frac{4.24 M}{h l^2}$$

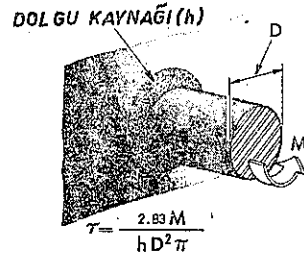


$$\text{NORMAL } \tau = \frac{.707 P}{h l}$$

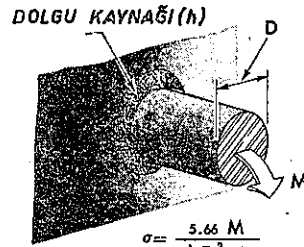
$$\text{MAX } \sigma = \frac{4.24 P l}{h l^2}$$



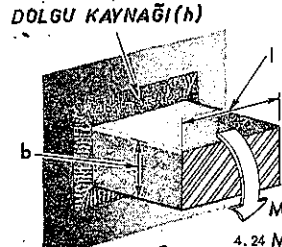
$$\sigma = \frac{6 M}{l h^2}$$



$$\tau = \frac{2.89 M}{h D^2 \pi}$$



$$\sigma = \frac{5.66 M}{h D^2 \pi}$$



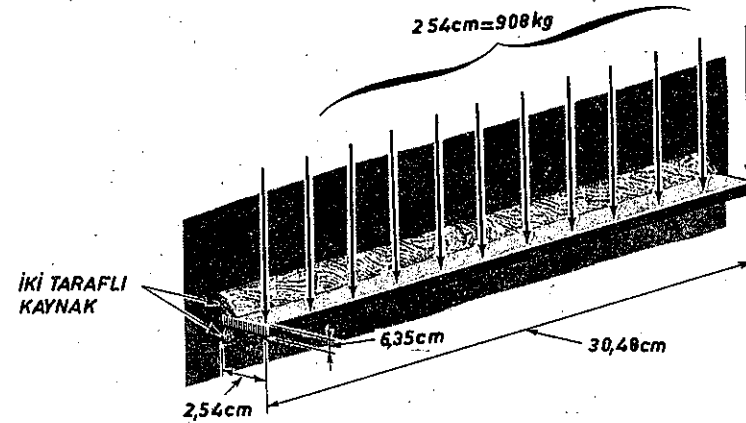
$$\sigma = \frac{4.24 M}{h [b^2 + 3l(b+h)]}$$

$\sigma$  = NORMAL DAYANIMI  
 $\tau$  = KESİLME DAYANIMI  
 $M$  = EĞİLME MOMENTİ  
 $P$  = EKSENEL YÜK  
 $h$  = KAYNAK BOYUTLARI  
 $l$  = UZAKLIKLAR

Şekil:13-19 Devamı

Güvenlik Faktörünün Değerlendirilmesi. Herhangibir konstrüksiyonun dayanımı hesaplanırken güvenlik (emniyet) faktörü ihmal edilmez. Aşağıdaki işlemler güvenlik faktörünün (G F) nasıl kullanıldığını göstermektedir.

Problem.1 Şekil: 13-20 deki birleştirmenin güvenlik faktörünü (G F) inceleyiniz. Gereç çelik olup kaynak kenar uzunluğu 4.8 mm dir.



Şekil: 13-20 Kısa kaynaklı parçaların eğilmesi. İki taraftan köşe kaynağı yapılmış.

Çözüm. Bu durumda kiriş eğilme momenti için çok kısadır. Böylece eğilme momenti ihmal edilerek dik kesilme hesaba katılmaktadır. Kesilmenin hesaplanmasında ikinci eşitliği kullanarak.

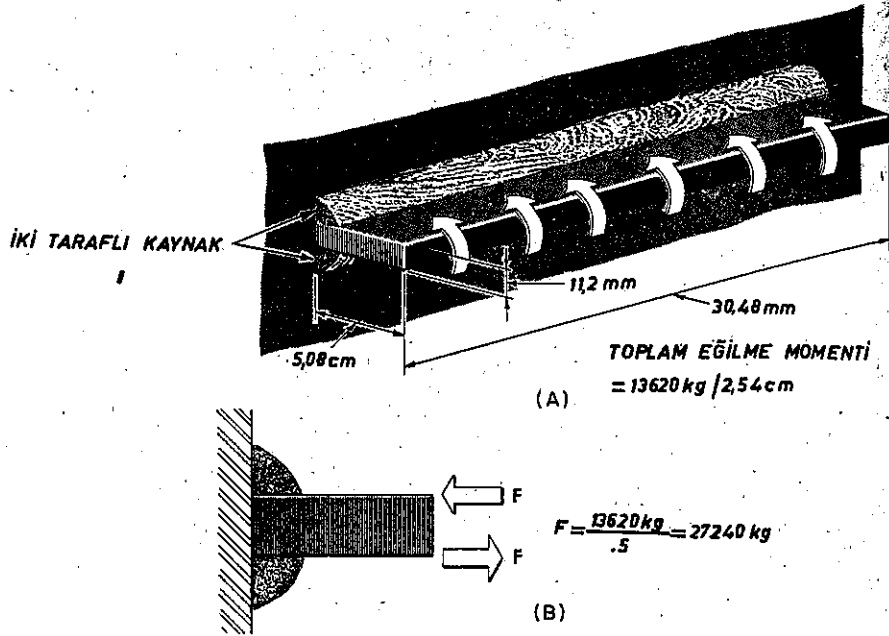
$$\tau = \frac{P}{0,7077 h x L}$$

$$\tau = \frac{908 \times 30,48}{0,707 \times 0,480 \times 2 \times 30,48} = \frac{27675}{20,687} = 1338 \text{ kg/cm}^2$$

Bindirme kaynaklar için uygulanması gereken kesilme

dayanımı 2431 kg/cm<sup>2</sup> olduğuna göre güvenlik faktörü (G F) değerlendirmesi yapıldığında kaynak kenar uzunluğu 10 mm dir. Buna göre güvenlik faktörü nedir ?

Çözüm: Eğilme momenti önce iki paralel kuvvet biçiminde görülmektedir. Şekil:13-21 B de kaynatılan gereçlere kuvvetlerin etki durumu verilmektedir. İkinci eşitliği kullanarak



Şekil:13-21 Köşe kaynağındaki merkezi moment. Toplam eğilme momenti iki taraftan kaynaklı.

$$\tau = \frac{P}{0,707hx}$$

$$\tau = \frac{13620 \times 2}{0,707 \times 1 \times 2 \times 30,48} = \frac{27240}{43,1} = 632 \text{ kg/cm}^2$$

Yeterli kesilme momenti 957 kg/cm<sup>2</sup> olduğuna göre, güvenlik faktörü,

$$G.F = \frac{957}{632} = 1,5 \text{ dir.}$$

Problem:3

Şekil:13-22 deki birleştirmede güvenlik faktörü ne kadardır ? Gereç çelik olup, kaynak kenar uzunluğu 6,35 mm dir.

Çözüm: Bu konumdaki mil burulmaya çalışarak kaynağın kesilme dayanımı ile karşılaşmasına neden olmaktadır.

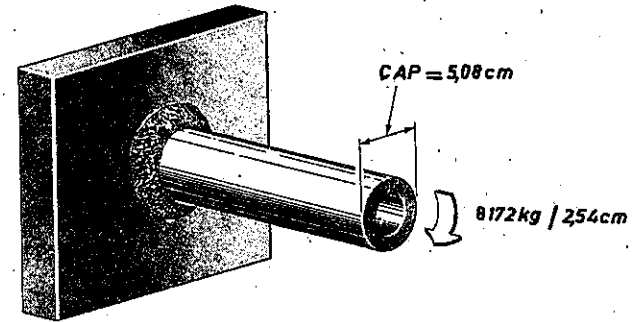
Böylece ikinci dayanım eşitliğinin kullanılması gerekir.

$$\tau = \frac{P}{0,707 h \times L}$$

$$\tau = \frac{2,54 \times 3217}{0,707 \times 0,635 \times 5} = \frac{8172}{7,05} = 1159 \text{ kg/cm}^2$$

$$G.F = \frac{957}{1159} = 0,825$$

Görüldüğü gibi birleşmeye uygulanan kesilme dayanımı normalin üstündedir. Çünkü, kesilmeye çalışan kaynaktaki dayanım 957 kg/cm<sup>2</sup> dir. Minimum kaynak ölçülerinde G F = 1 olması gereklidir. Bu nedenle, güvenlik faktörüne göre yükseklik değerinin hesaplanması gerekmektedir.



Şekil:13-22 Burulmaya çalışılan delikli milin kaynağı.

Gerekli "h" yüksekliği ise,

$$h = \frac{P}{0,707 L T}$$

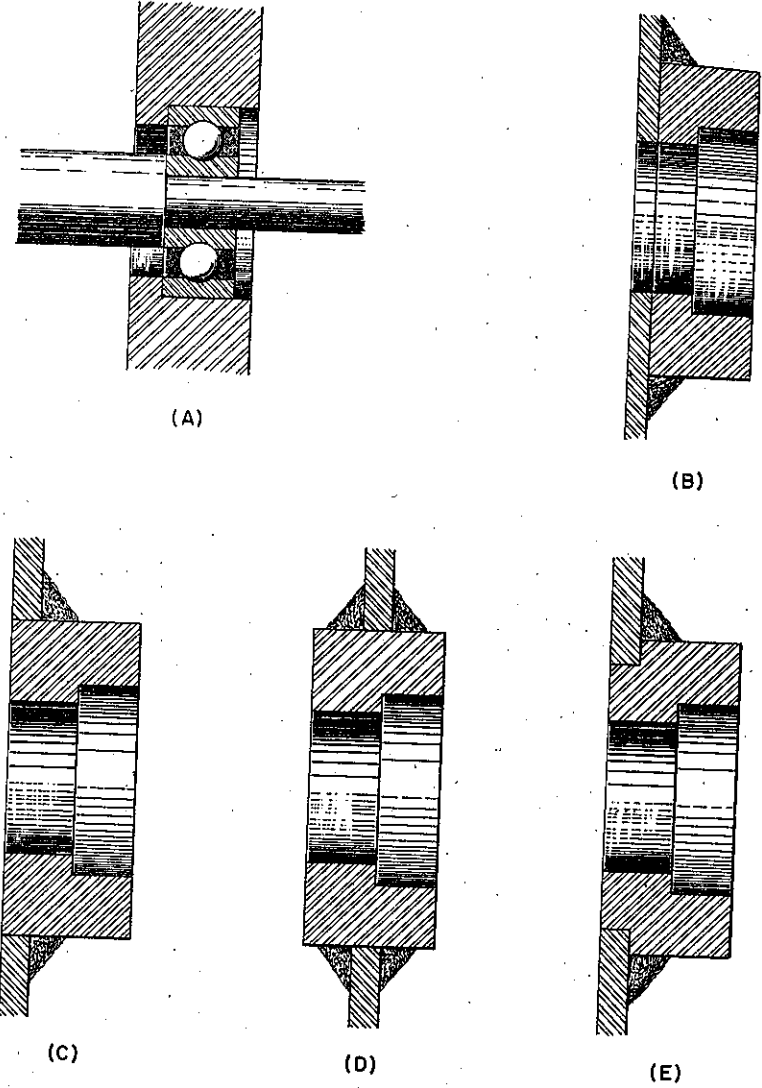
$$h = \frac{8171}{0,707 \times 3,14 \times 5 \times 957} = \frac{8171}{10623} = 0,769 \text{ cm dir.}$$

Şekil:13-22 deki birleştirmede gerekli kaynak genişliği 0,759 cm dir. Güvenli bir birleştirme için kaynak genişliği bu değerden fazla olmalıdır.

*Kaynak Yerinin Planlanması:* Kaynaklı konstrüksiyonlarda, kaynak dikişinin nereye yapılacağı, bir sorun olarak belirlenmektedir. Bunun için en iyi örnek yatakların monte edilmesidir. Şekil:13-23 A da bilyalı yatağın kanalına (yerine) alıştırılarak çalıştırılması görülmektedir. Yatakların çalıştırılmasında yuva yerindeki bağlantı elemanı esas yatak gereğine göre daha incedir. Yatakların yerleştirilmesinde kaynak yerinin seçilmesi tekniği değişik biçimlerde şekil:13-23 B,C,D,E resimlerinde gösterilmektedir.

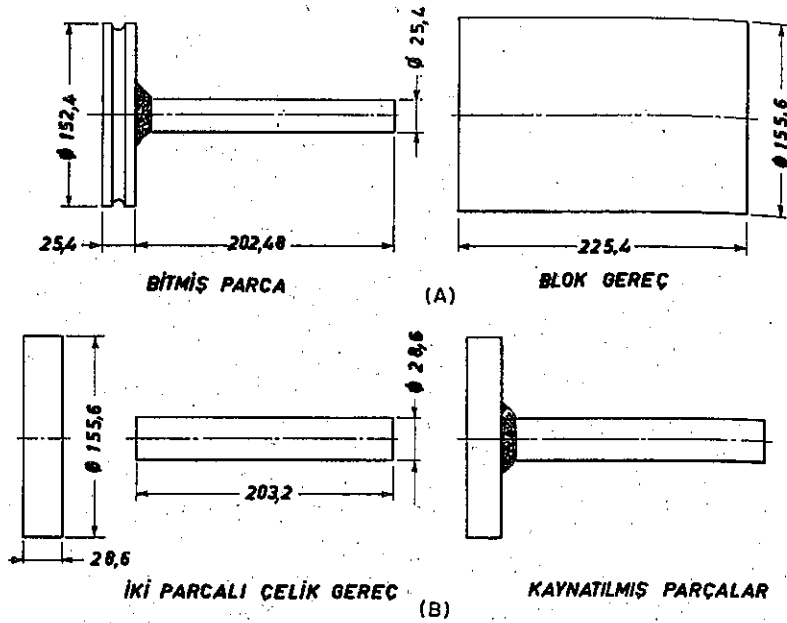
Diğer önemli özelliklerden biride küçük bir parçanın, büyük bir elamana kaynatılarak tornada veya vida makinalarında döndürmesi için kullanılmasıdır. Bunun için en iyi örnek şekil:13-24 A da görülmüyor. Bir hidrolik pompanın 155,6 mm çapında ve 34,5 kg ağırlığında yapılış bloku gösterilmektedir. Bir bloktan pistonun yapılması yerine, iki parçanın birleşme konumunda hazırlanarak kaynatılması zaman, gereç, işçilik ve ekonomik bakımlardan çok yararlıdır. Bu kaynatılma biçimi şekil:13-24 B de görülmektedir. Gerçek olarak 231,18 mm den 25,4 mm ye kadar  $\phi$  25,4 mm de işlenmesi çok zaman ve gereç kaybına yol açmaktadır.

Kaynak yerinin planlanması için uygulanan diğer bir örnek,



Şekil:13-23 Yatakların yerleştirme yerlerinin kaynak ekleri.

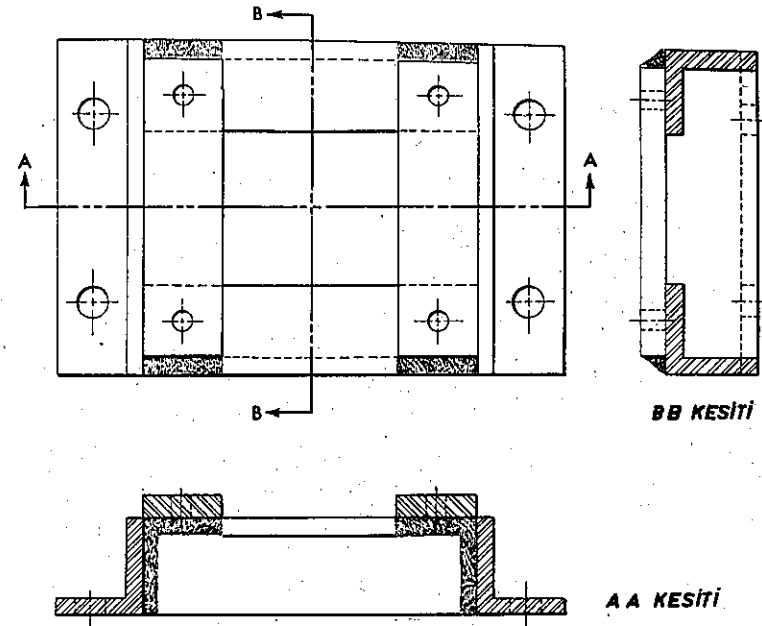




Şekil:13-24 Pistonun kaynatılma işlemleri.

Şekil: 13-25 de bir saç plakasının dört açısız ayakla birleştirilmesi, görülmektedir. Bu da ifade etmektedirki, böyle düzenlenen profil biçimindeki parçaların kaynatılmasında makina temellerinin yapımı çok ucuz olmaktadır. Böylece makina konstrüksiyonlarında kaynak uzunluk faktörü olarak da bilinmektedir.

Kaynatılan parçaların desteklenerek sağlamlştırılması ise, ince parçaların kaynakla birleştirilmesinde, genellikle konstrüksiyonel biçimde destekler kullanılmaktadır. Bunun sonucu olarak uzun kaynakların dayanıklılık olarak biçimlenmesi sağlanmaktadır. Fabrikasyon yöntemlerde talaş kaldırma işlemleri yapılmaksızın üretim yapılabilir. Küçük destek parçaları kullanarak büyük ekonomik faydalarla beraber zamandan da tasarruf

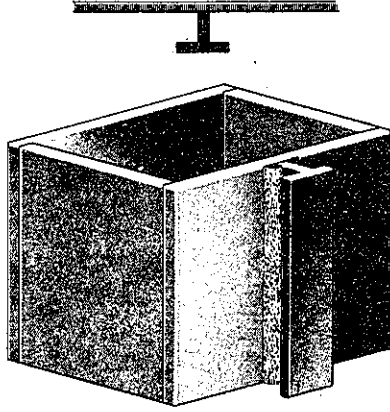


Şekil:13-25 Makina alt kaidesinin kaynak resmi

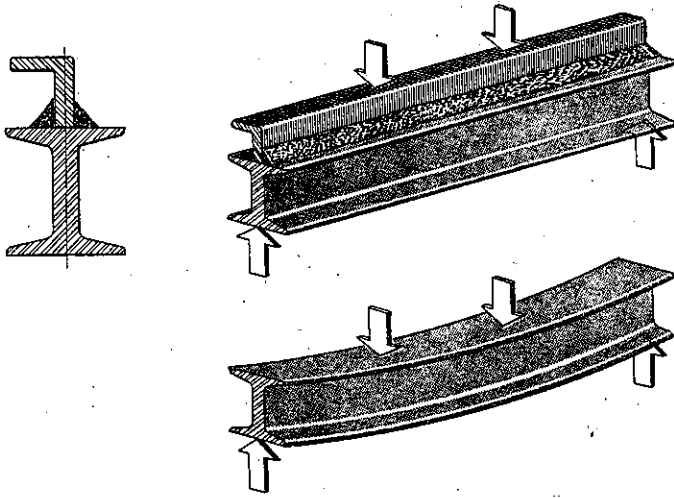
edilmektedir. Bunun yanında, eğer uzun ve ince bir elaman basılma yükü ile karşı karşıya kalmasında eğilmesi tehlikeli olursa, parça eksenı boyunca uygun biçim ve profildeki bir gereç kaynatılarak tehlikeyi gidermek mümkündür. Şekil:13-26 da boyuna kaynatılan bir "T" profili görülmektedir.

Çok sık görülen ve istenen bir durum verilen yüklere göre gereç dayanımının uygun biçimde olmasıdır. Bu durumda en iyi yöntem gerecin kalınlığının artırılmasıdır. Gereç boyuna konacak destek parçası belvemeye, eğilmeye veya bükülmeye olan özelliği azaltmaktadır. Şekil:13-27 de kirişin yüklenmesi ve desteklenmesi görülmektedir.

Yardımcı Montaj: Yardımcı montaj, grup parçalarının



Şekil:13-26 Yüzey sağlamlığı için kaynatılan "T" takviye parçası.



Şekil:13-27 Kirişlerin eğilmesini azaltmak için kaynatılan takviyeler.

beraberce bağlanması (eklenmesi) dir. Bu işlemden genellikle kaynak kullanılmaktadır. Yardımcı montaj birbirine uyan

parçaların yaklaşımlarının değerlendirilmesi sonucu olmaktadır. Bazı çalışma alanlarında kaynaklı yardımcı montajın yararlılığı ise;

1- Montajdan sonra hemen deneme olanağı sağlıyarak, çalışmadan önce parçalar üzerinde gerekli işaretleme işlemleri yapılır.

2- Montaj sırasında kontrol edilerek, akıntı veya buna benzer durumların olup olmadığı hemen tesbit edilir.

3- Isıl işlemleri ve fazla sertlik gibi operasyonlar tamamlanır.

4- Montaj üniteleri küçük parçalar halinde atelye dışında hazırlanarak yardımcı montaj yapılır. Böylece tüm işin yapım zamanını belirli bir oranda azaltmak olanağı vardır.

5- Bütün parçalar son birleşme işlemi tamamlanmadan önce makinada işleme, kaplama ve boyama gibi işlemler tamamlanır.

6. İşlemeyi sadeleştirme yeteneği çok fazladır.

Montaj. En son gurupların biraraya getirilerek bağlanmasına ve işin tamamlanmasına montaj denir. En önemli birleştirme yöntemlerinin başında kaynak gelmektedir. Bununla beraber, parçaların belirli bir biçimde birleştirilmesinde, iyi bir planlama zorunludur. Aşağıda belirtilen özellikler planlama yapılmasında en önemli faktörlerdir:

1- Yardımcı parçaların kaynatılmasında, birleştirme elemanlarının belirli düzeyde tutulması için, iş bağlama sistemi yapılmalıdır.

2- Eğer ön ısıtma gerekli ise, alanların belirlenmesi zorunludur.

3- Kaynatılacak parçaların yüzeylerinin temiz olmasından

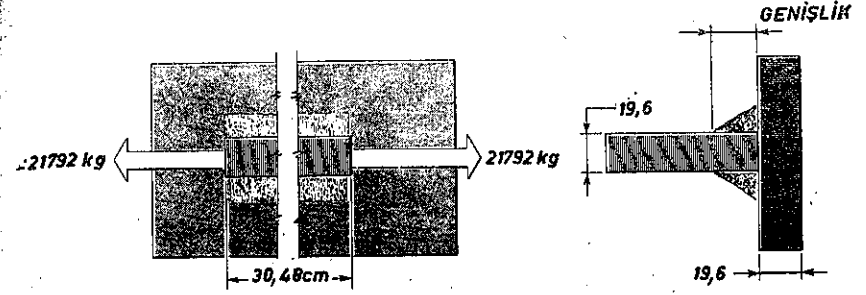
emin olunmalıdır.

5- İşin yapım yeri, yardımcı ünitelerin birleştirilene taşınmasını, iş tamamlandıktan sonra kolayca taşınacak biçimde iyi seçilmelidir.

6- Eğer işin bazı parçaları paketlenecek ise, paketlenmeden önce, parçaların kalitesi ve elamanları iyi kontrol edilmelidir.

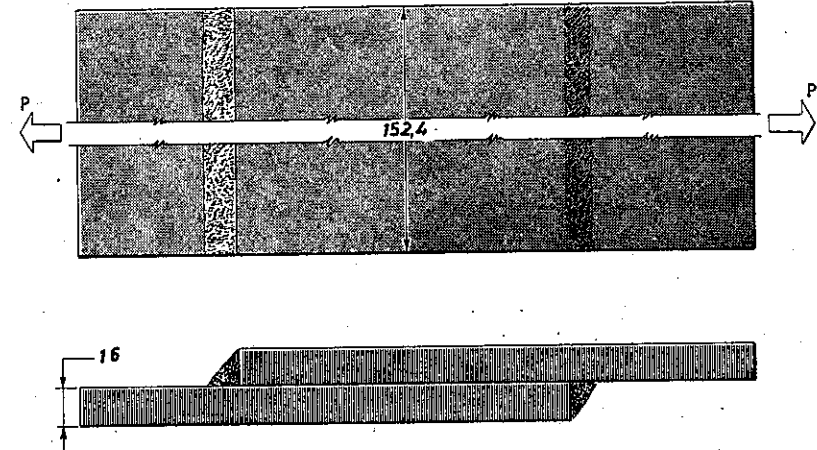
#### BİLGİ SORULARI

- 1- 10,16 cm genişliğindeki bir çelik parça küt birleştirme olarak kaynatılacaktır. Gereç üzerine uygulanacak kuvvet 36320 kğ olduğuna göre kullanılacak gereç kalınlığı ne olmalıdır? Parçanın çalışma dayanımı 1408 kğ/Cm<sup>2</sup> dir.
- 2- Birleştirme kaynağı ile bir silindir yapılmaktadır. Eğer silindir 91,44 cm çapında ve 0,635 cm kalınlığında ise kullanılacak güvenlik basıncın değeri nedir? İşin çalışma dayanımı 1408 kğ/Cm<sup>2</sup> dir.
- 3- Dikdörtgen kesitli bir çelik çubuğun ebadı 5 x 0,636 cm dir. Bu çubuktan kaynaklı olarak makina çerçevesi yapılmaktadır. İş üzerine uygulanacak kuvvet 3178 kğ dir. Her taraftaki kaynak boyunu hesaplayınız? Çalışma dayanımı 957 kğ/Cm<sup>2</sup> dir.
- 4- Dikdörtgen kesitindeki bir çelik çubuğun ebadı 5 x 0,635cm olup 13620 kğ lık yükün etkisi altında kalmaktadır. Bu çubuk saç plaka üzerine iki yanından ve uç kısmından kaynatılacaktır. Her taraftaki dikiş uzunluğu ne kadardır. Çalışma dayanımı 957 kğ/Cm<sup>2</sup> dir.
- 5- Şekil: 13-28 deki çelik parçalar 21792 kğ. lık kuvvet etkisi altındadır. Uygulanacak dikişin kenar uzunluğunu hesaplayınız?



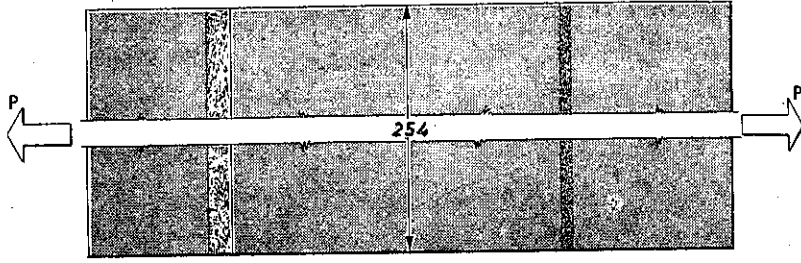
Şekil: 13-28

- 6- Birleştirilen parçalardaki taşınabilir yüklerin (kuvvetlerin) iletimlerini inceleyiniz. Şekil: 13-29

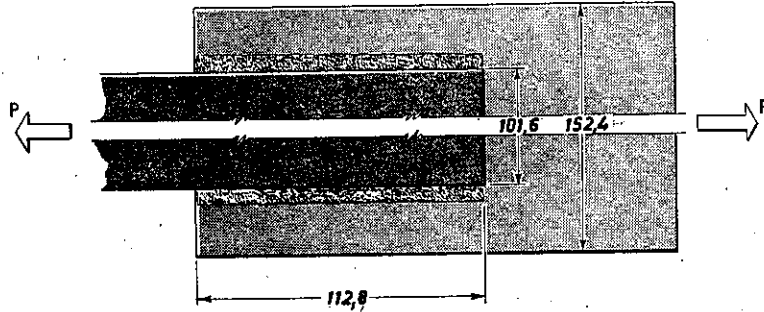


Şekil: 13-29

- 7- Şekil: 13-30 daki bindirme kaynaklı birleştirmeye uygulanacak kuvveti, kaynağın kesilme gerilimi ile birlikte bulunuz.
- 8- Şekil: 13-31 deki bindirme kaynağındaki gerekli dikiş uzunluğu ve ölçülerini belirleyiniz?

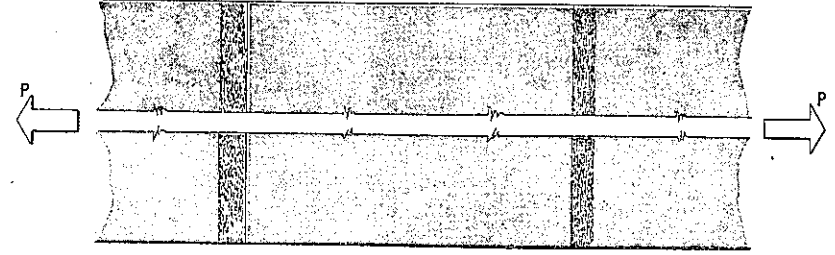


Şekil: 13-30



Şekil: 13-31

- 9- Şekil: 13-32'deki bindirme kaynağında yük veya kuvvet transferini değerlendiriniz?
- 10- Fabrikasyon üretimlerde konstrüksiyonların kaynatılmasında kaynağın yararları nelerdir?



Şekil: 13-32

- 11- Kaynatma eksenleri doğrultusunda yük dağılımı nasıldır?
- 12- Bindirme kaynaklarında dayanım nasıl değerlendirilir?
- 13- Birinci derecedeki kaynağın, ikinci derecedekinden farkları nedir?
- 14- Paralel kaynaklarla, karşıt kaynaklar arasındaki farklar nelerdir?

**KAYNAKLARIN KONTROLU**

Üretimlerin kalitesi ve çalışma koşulları genel olarak kayna-  
tılan kesitlerle yakından ilişkilidir. Kaynakların geçerli ola-  
bilmesi için etkili (elverişli) deneme ve test yöntemleri  
ile kontrol edilmelidir. Üretim yapan işlerin kaynakları ge-  
rekli deneme testlerinden sonra uygulanması zorunludur. Bu  
deneme çeşitli üretimin kalitesi bakımından çok önemlidir.

Bazı işlerde kaynakların gözle yapılan kontrolleri ye-  
terli olabilmektedir. Bu durumda kaynak dikişinin gerece iş-  
lenmesi, dikişin kütesinin görünüşleri birleşme için ilk ya-  
pılan kontroller olabilmektedir. Kaynak kontrol mastarı kulla-  
nılarak dikişin normal ölçülerde olup olmadığı kontrol edilir.  
Bu incelemelerle kaynak alanı içersindeki hataların varlığını  
belirten bir gözlem bulunmaktadır. Kaynağın dış görünüşü ile  
çatlama, boşluk, işleme hataları, gereç üzerindeki dikiş faz-  
lalığı için yeterli kontrol yapılır. Ancak içte oluşumlarda  
herhangi bir yargıya varmak mümkün değildir. Bunun için, kay-  
nakların bir veya birkaç mekaniksel test (kontrollardan) ge-  
çirilmesi gerekmektedir. Bu testler iki temel biçimde sınıf-  
landırılmıştır.

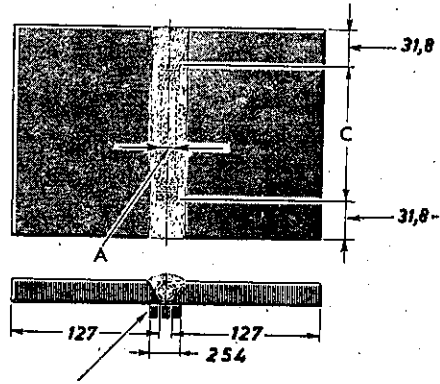
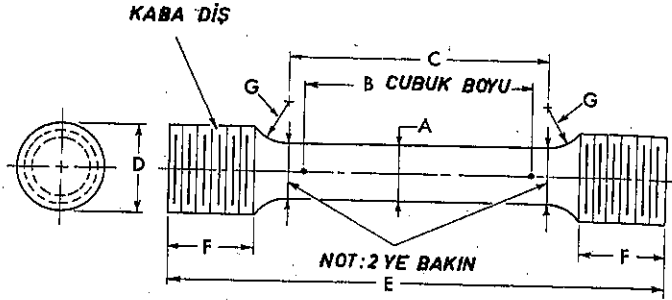
1- Mekaniksel işlemliler (tahribatlı), 2- Tahribatsız kont-  
rollardır.

**MEKANİKSEL İŞLEMLİ DENEMELER**

Mekaniksel kontrollü testlerde örnek parçalar hazırlana-  
rak değişik yüklerde biçimi (formu) bozuluncaya kadar denenir.  
Genel olarak kullanılan bu deneyler, çekme testleri, çarpma  
(vurma) testleri, özlülük (yorulma) testleri, kesilme dayanım

testleri ve sağlamlık testleridir.

**Çekme Testleri:** Kaynak alanındaki çekme dayanımını belirlemek için hazırlanan özel örnek parçalar kullanılır. Bu parçaların standart ölçülerde olması gerekmektedir. Şekil:14-1 de çekme için hazırlanan modelin ölçüleri detaylı olarak verilmektedir. Hazırlanacak model kaynak alanından kesilmelidir.



ÖRNEK İÇİN YAPILMIŞ OKSI-GAZ KAYNAĞI

Şekil:14-1 Kaynak alanından kesilmesi gereken deneme parçası. Gaz kaynağında altlık kullanılabilir.

Kesilen parça belirli ölçülerde işlenerek (şekil:14-1 de

görüldüğü gibi) küçültülmelidir. Şekil:14-1 de model için uygulanacak değişik ölçüler ve kaynak alanında kesilecek kısım belirlemektedir. Saç plakalarda boru, küt birleştirme kaynakları için kullanılacak modelin biçim ve ölçüleri şekil:14-2 ile 14-3 de gösterilmektedir.

MODEL PARÇASI	MODELİN ÖLÇÜLERİ						
	A cm	B cm	C cm	D cm	E cm	F cm	G cm Min.
C - I	1,27±0,01	5,08	5,71	2	10,79	2	1
C - 2	1,11±0,01	4,54	5,08	1,6	10,16	2	1
C - 3	0,9±0,007	3,55	4,54	1,27	8,89	1,6	1
C - 4	0,64±0,005	2,54	3,17	0,96	6,35	1,27	0,63
C - 5	0,32±0,003	1,27	2	0,63	4,54	1	0,35

Not: A-B ve C de gösterilen ölçüler düzgün şekiller (Simetrik) içindir.

Özel test parçalarının hazırlanmasında konstrüksiyon içersinde birbirini takip eden yerlerle belirlenerek işlemi yapılır. Böylece kaynatılan gereç ile dikiş arasında belirli bir uyum sağlanmış olur.

Çekme makinasına takılan örnek parça (model) işlem sonunda kopartılır. İşlem öncesi düzenlenen ölçme tekniği ile uzama miktarı belirlenerek gerceğin % uzama oranı hesaplanır.

Çekme dayanımının hesaplanması ise, örnek parçanın kırıldığı andaki uygulanan yükün, modelin ilk (daralmadan önceki) kesitine bölürmesi ile bulunur. Bu kesit (dairesel biçimler hariç) en ile boyun çarpımıdır. Bununla ilgili formül:

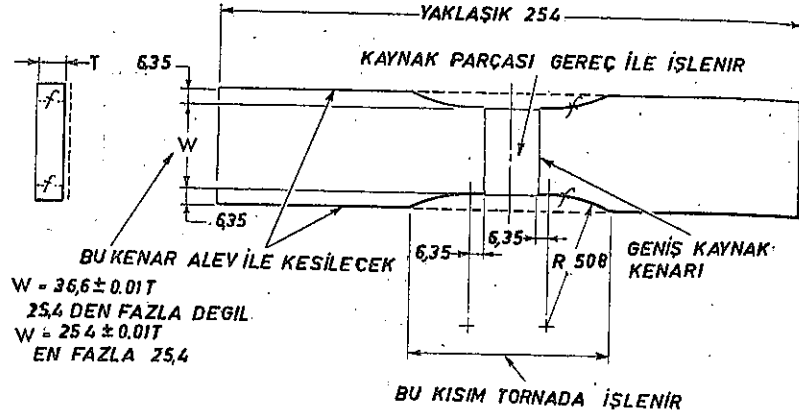
$$\sigma = \frac{P}{S}$$

Burada,

$\sigma$  = Çekme dayanımı  $\text{kg}/\text{cm}^2$

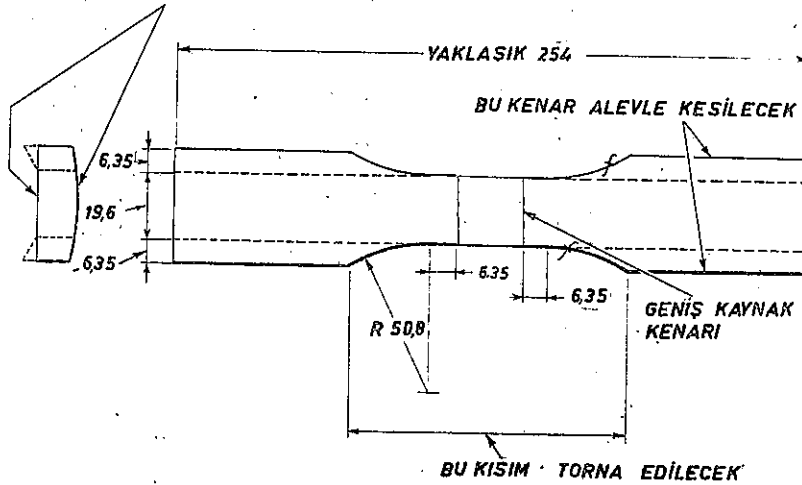
P = Uygulanan maksimum yük (kg)

S = Modelin orijinal kesit alanı ( $\text{cm}^2$ )



Şekil:14-2 Lama parçaların küt kaynağı için hazırlanacak test parçası.

196 GENİŞLİĞİNDE İŞLENEN PARALEL YÜZEYLER



Şekil:14-3 Boru birleştirme kaynakları için gerekli deney parçası.

Örnek parçanın yüzde uzama değeri ise, denemeden önceki modelin boyu ile kırıldıktan sonraki boyu (birleştirilerek) ölçülerek bulunur. Yüzde uzama oranı, kaynak alanındaki plastiklik için çok iyi bir değerlendirilmedir. Yüzde uzama oranı aşağıdaki formülle bulunur.

$$EL = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100$$

Burada,

EL = % Uzama

L<sub>f</sub> = Modelin son uzama değeri

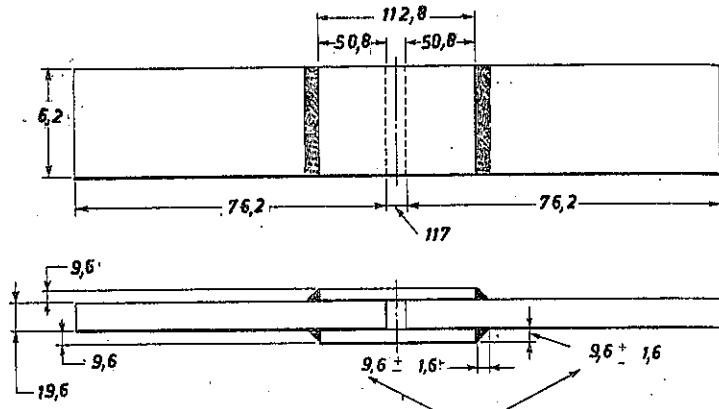
L<sub>0</sub> = Modelin ilk boyu

**Kesilme Dayanımı:** Kesilme dayanımı, karşıt veya uzun ek-senel kaynaklar için kullanılmaktadır. Şekil:14-4 de görülen, karşıt kaynaklarla hazırlanmış kesilme dayanım modelidir. Modelin nasıl hazırlanması gerektiği ölçüleri ile verilmektedir. Şekil:14-4 A daki örnek birleşme yerlerindeki dayanımların karşılaştırılması için kullanılır. Tüm dayanımların belirlenmesi gerektiğinde şekil:14-4 B deki örnek parça kullanılmaktadır.

Kesilme dayanımı örnek parçanın kırılıncaya kadar yüklenmesi sonucu bulunur. Bu yük (kg olarak), örnek parçadaki kaynak genişliğinin iki katına bölünür. Böylece kaynağın çizgisel kesilme dayanımı bulunur. Cm olarak kesilme dayanımının her eksenindeki kesilme dayanımını  $\text{kg}/\text{cm}^2$  olarak gösterilmektedir. Bununla ilgili formüller aşağıdaki gibidir.

$$\text{Kesilme dayanımı (kg/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Maksimum Yük}}{\text{Modelin genişliği} \times 2}$$

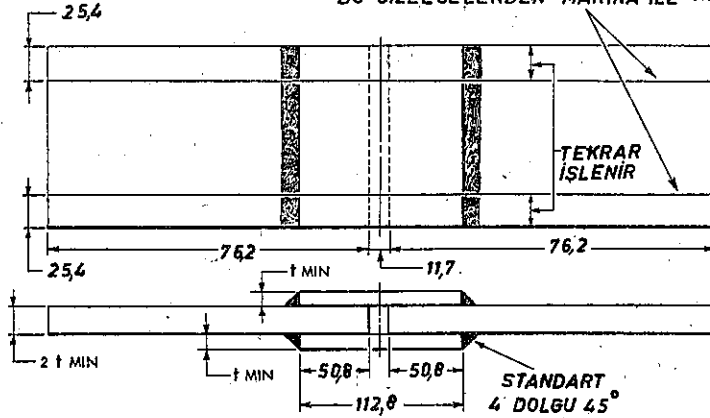
$$\text{Kesilme dayanımı (kg/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Kesilme dayanımı (kg/Cm)}}{\text{Kaynağın kesit ölçüleri}}$$



(A)

BÜTÜN KAYNAKLARDAKİ GENİŞLİK

KENARLARDAN 25,4mm ALINARAK  
BU ÇİZELGELERDEN MAKİNA İLE KESİLİR



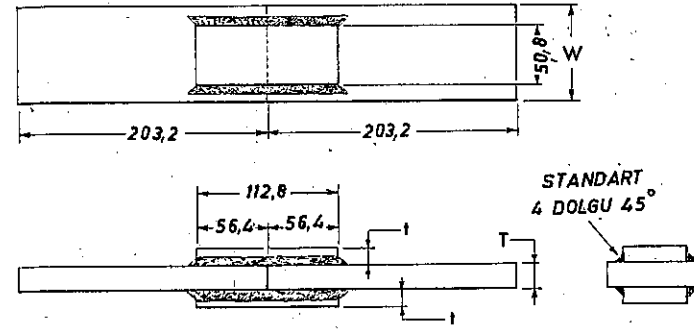
(B)

t - İSTENİLEN KAYNAK ÖLÇÜSÜ + 32

Şekil:14-4 Kesilmeye çalışan deney parçaları karşılıklı kaynatılır.

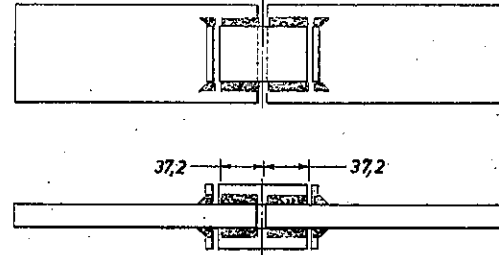
Kaynağın boydan boya olan kesilme dayanımının hesaplanması için şekil:14-5 deki modelin hazırlanması gereklidir. Örnek deneme parçası hazırlandıktan sonra her kaynak dikişinin boyu ölçülür. Boyu belirlenen model çekme deney

makinasında yüklenerek kırılır. Kesilme dayanımı çizgisel dikiş boyunun kırılma anındaki maksimum yüke bölünmesi ile bulunur.



MODELİN ÖLÇÜLERİ

F Kaynağı Ölçüsü (cm)	0,32	1,27	0,635
T Kalınlığı Cm (Min)	1	1,27	2,54
T Kalınlığı Cm (Min)	1	2	3,175
W Genişlik Cm	7,62	7,62	8,89



BOYUNA DOLGU KAYNAK PARÇASI İSLEDİKTEN SONRA KESİLİR

Şekil:14-5 Boyuna kesilmeye çalışan parçaların kontrol parçaları.

Kaynakları Şekillendirme Testleri: Çentikli kırma kontrolü, serbest bükme denemesi ve destekli bükme işlemleri

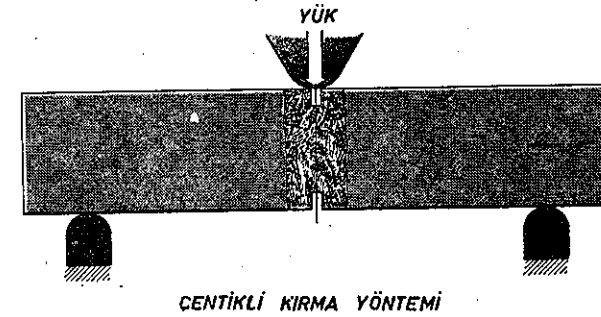
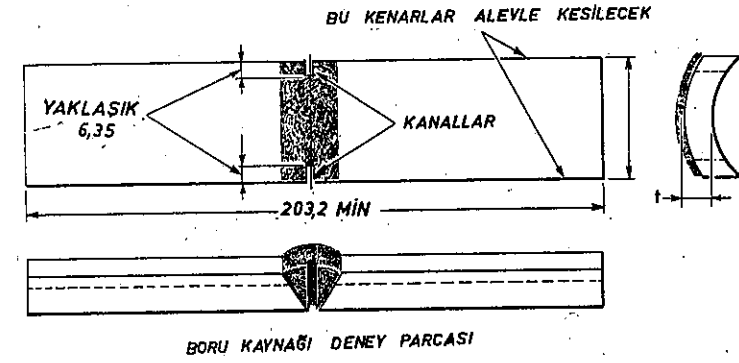
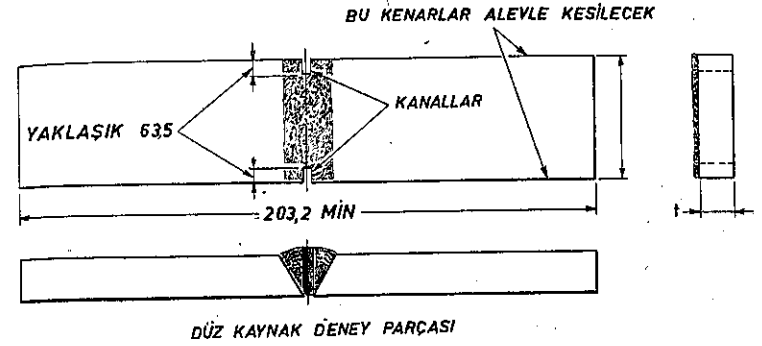


kaynakların şekillenerek sağlamlıkları hakkında bilgi verebilen önemli birer kontrol yöntemidir.

**Çentikli-kırma testi:** Şekil:14-6 da görülen örnek parça bu amaç için en iyi uygulama ölçülerine sahiptir. Üstte hazırlanan model saçların küt birleştirmeleri içindir. Ortadaki örnek ise boru kaynakları için hazırlanması gerekli olan modeldir. Hazırlanan örnek deneme parçası şekil:14-6 daki gibi destek elamanları üzerine yerleştirilir. Kaynak alanı kırılincaya kadar yüklemeye devam edilir. Daha sonra kırılan yüzeydeki gözenekler, boşlukları cüruf birikintileri, kaynağın işlemesi, dikiş taşması ve doku büyümeleri incelenmektedir. Kırılan parçadaki tam bir inceleme kaynak yerinin asitle dağlanması sonucu yapılarak gerçeğe uygun bir biçimde değerlendirilir. Bu konu dağlama ile kontrol kısmında daha geniş anlatılmaktadır.

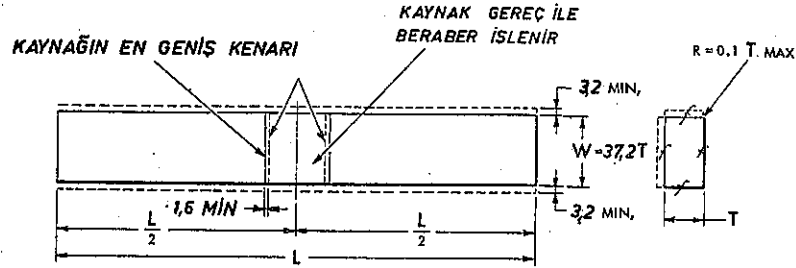
**Serbet Bükme Testi:** Bu deneme kaynağın özellikle sağlamlığını araştırmak için uygulanmaktadır. Test elamanı kaynak alanı içersinden şekil:14-7 de gösterildiği biçimde kesilmektedir. Kaynak yüzeyi birleştirilen gerecin tam seviyesine gelinceye kadar taşlanır veya makina ile işlenir. Kazılarak kaynağın enine doğru paralel biçimde sık sık ve bükme eksenine paralel olarak açılma konumları görülmektedir. Eğer kanallar kaynağın boyuna açılırsa erken bükülme oluşarak doğru olmayan sonuçlar çıkabilir. Çünkü kuvvetler dayanımı artırıcı olarak etki etmektedirler.

Kaynak eninde açılacak kanallar markalanarak, nokta ile belirlenir. Şekil:14-8 de bükülecek örnek parçanın markalanmış biçimi görülmektedir. İşaretlenmiş çizgiler dışta kalacak biçimde mengeneye bağlanan deneme parçası çekiçle serbest



Şekil:14-6 Çentik deneyi için hazırlanan örnek parça.

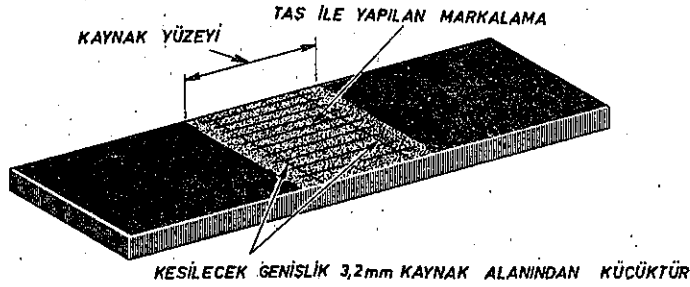
ALEVLE KESME 32 AZ OLMAZ  
İSE KENARLAR MAKİNA İLE İŞLENİR



T, Cm	0,635	1	1,27	1,6	2	2,54	3,175	3,81	5,08	6
W, Cm	1	1,5	2	2,4	2,89	3,81	4,78	5,7	7,62	9
L Min.Cm	15,24	20,32	22,86	25,4	27,94	30,48	34,29	38,1	45,72	53
B Ø Min,CM	3,17	3,17	3,17	5,08	5,08	5,08	5,08	5,08	5,08	7,62

Ø Şekil:14-9 daki iş parçasına göre  
Not: L Uzunluğu tavsiye edilir. Ölçüleri kesin değildir.

Şekil:14-7 Bükme deney parçası.

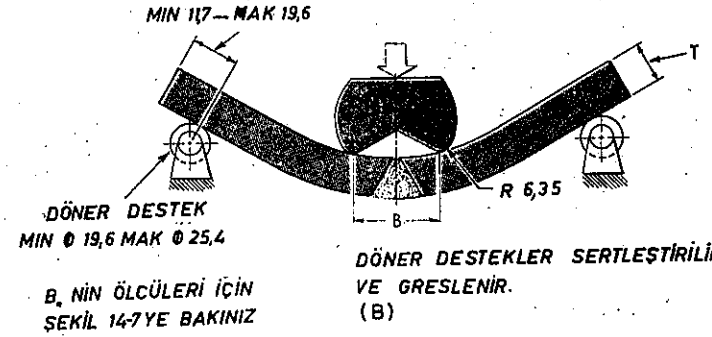


Şekil:14-8 Bükme kontrolü için kaynak alanından kesilecek parçaların markalanması.

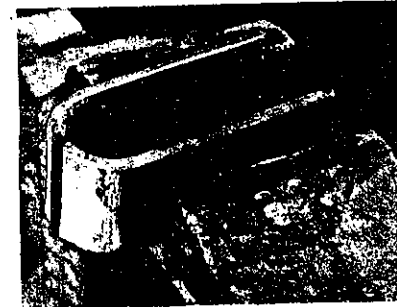
ucuna vurulmak suretiyle bükülmektedir. Şekil:14-9 A da mengineye bağlanmış olan model parçanın bükülmesi görülmektedir.



(A)



(B)



(C)

Şekil:14-9 Serbest bükme denemeleri.

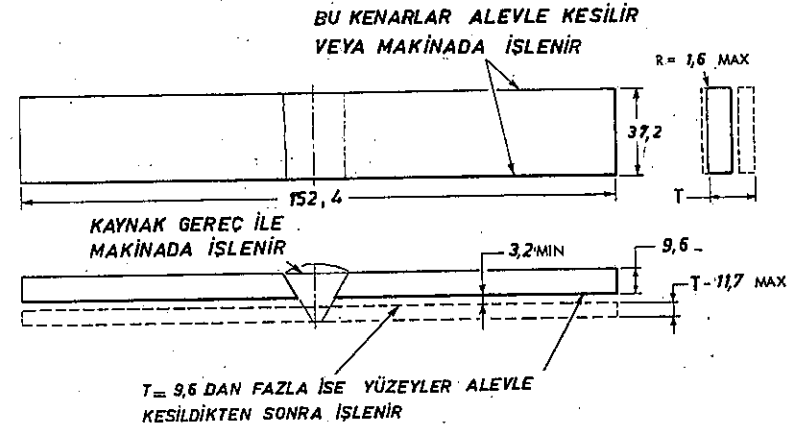
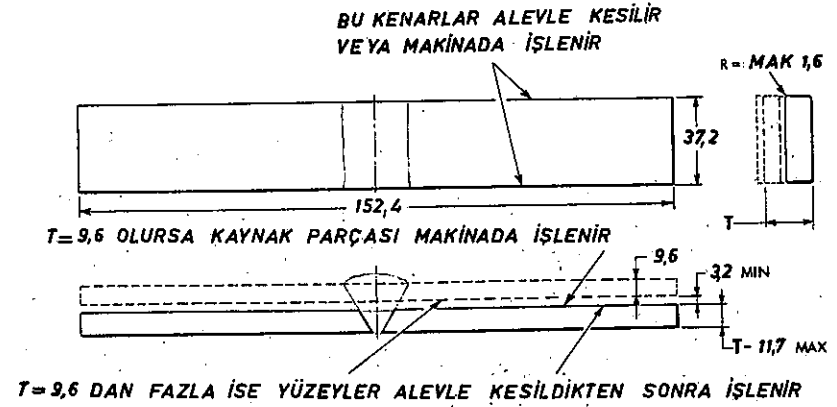
Şekil 14-9 B deki ise iki destek üzerine konan deneme

parçası işaretli yüzeyi dışa gelecek şekilde bükülmektedir. Deneme parçası  $90^\circ$  den küçük olarak serbestçe büküldükten sonra son bükülme ise  $180^\circ$  lik konumda, şekil 14-9 C de görüldüğü gibi bükülmektedir. Bükme işlemi tamamlandıktan sonra çizgilerin boyları ölçülmektedir. Uzayan miktar ilk uzunluğa bölünüp 100 ile çarpılırsa yüzde uzamayı vermektedir.

**Destekli bükme denemesi:** Bu tür denemeler için şekil: 14-10 da görüldüğü gibi iki model parçası gereklidir. Bunlardan birisi yüzey-eğilme parçası olarak kaynak işleminin kalitesini öğrenmek amacı ile yapılır. Bu durumda kaynak yerinde beliren hatalar ise gözenekler ve batık cisimlerdir. Diğer deneme parçası ise kök dikişin kontrolü için kullanılır. Bu kontrol ile dikişin gerece işleme durumu incelenmektedir. Denenecek parça iki çene arasına konarak üst kısmına baskı elamanı ile eğilme işlemi uygulanır. Test parçası  $180^\circ$  lik "U" formunu alıncaya kadar bükülmeye devam edilir. Şekil: 14-11 de bükme makinasının ölçü karakteristikleri ile bükme işleminin yapılışı görülmektedir. Bu denemede 3,2 den uzun olan çatlaklar, herhangi bir konumda, rahatlıkla görülmektedir.

Kök dikişin denemesinde, numune parçanın dikiş altı aşağı gelecek şekilde destekler arasına konmaktadır. Yüzeğe ters konumdaki bu bükme ile çatlaklıklar görülmektedir.

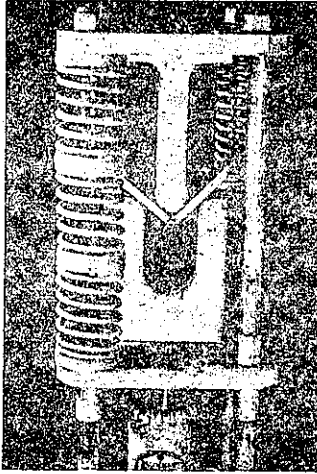
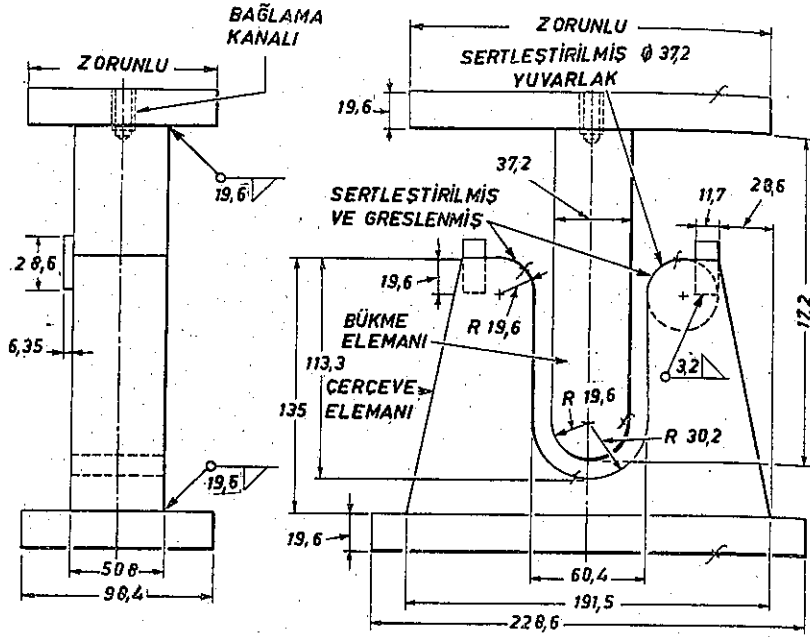
**Köşe kaynaklarının Denenmesi:** Köşe kaynaklarının sağlamlığını değerlendirmek için gerekli numune parçanın şekil:14-12 A da görüldüğü gibi hazırlanmaktadır. Parça belirtilen ölçülerde hazırlandıktan sonra yük bir noktadan bu örnek parçaya etki etmektedir. Şekil:14-12 B de kuvvetin uygulanması parça kırılincaya kadar devam etmektedir. Kuvvetin etki biçimi, hidrolik pres, çekme makinası veya çekiç ile yapılmaktadır.



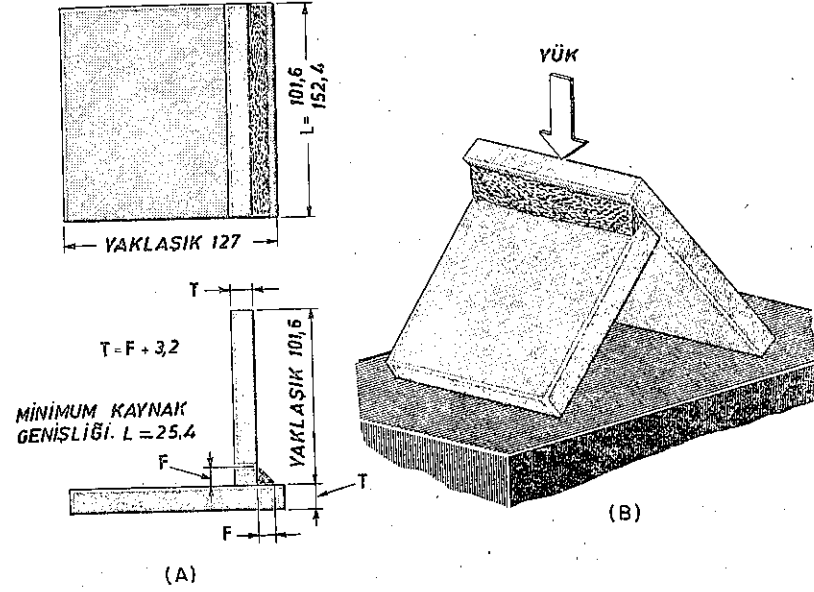
Şekil:14-10 Destekli bükme deney parçası.

Kırılma sonucu kaynak yerinin sağlamlığını kontrol için kırılan parça asit ile dağlanmaktadır.

**Dağlama Testi:** Kaynak dikişi ile kaynatılan gereç arasındaki sınırın tam görünür biçimde belirlenmesi için dağlama



Şekil:14-11 Destekli hidrolik bükme makinası ve detay ölçüleri.



Şekil:14-12 Dolgu kaynaklarının kontrolü.

işlemi yapılır. Böylece kaynağın sağlamlığı incelenmektedir. Denenecek test parçası birleşme alanındaki kaynak kesitinden alınır. Bu test parçası testere veya oksigaz ile kesilmektedir. Kesilen kaynak yüzeyi önce eğelenir, 00 zımpara veya bez ile parlatılır. Parlatılan parça aşağıdaki eriyikler içersine yerleştirilir.

**Hidroklorik Asit (HCl):** Bu eriyik karışımı eşit hacimdeki hidroklorik asit ve suyun karışımı ile hazırlanmaktadır. Önceden hazırlanmış örnek parça ayrıca (eriyik) içersine kaynama noktasında veya ona yakın değerdeki konumu içersine daldırılır. Hidroklorik asit temizlenen yüzeye etki etmektedir. Asit genel olarak, gaz gözeneklerini, batık cisimleri çözerek

büyütüp görmelerini sağlamaktadır. Bu büyütme krater biçiminde olmaktadır.

**Amonyum persülfat:** Bir kısım katı amonyum sulfatı ile dokuz kısım ağırlık oranı su ile birbirine karıştırılır. Bu karışım oda sıcaklığında ayıraç olarak bir parça pamukla kaynak yüzeyine emdirilerek sürülür.

**İyod ve Potasyum iyodu:** Bu karışım ağırlık olarak bir kısım toz (katı) iyod ve oniki kısım sıvı potasyum iyod kullanılmaktadır. Daha sonra bu ergiyik karışım içersine yine ağırlık olarak bir kısım potasyum iyod ile beş kısım su katılmaktadır. Bu ayıraç kaynak yüzeyine oda sıcaklığında fırça ile sürülmektedir.

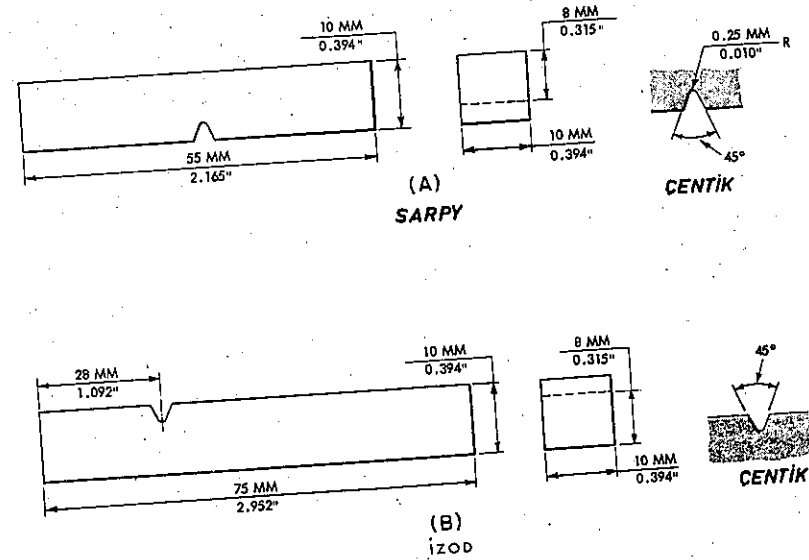
**Nitrik Asit:** Hacim olarak, bir hacim konsantre nitrik asit üç hacim su karışımı ayıracı hazırlanır. Bu hazırlama işleminde nitrik asit su içersine damlatılmalıdır. Eğer su nitrik asit üzerine dökülürse ani kimyasal reaksiyon ile sıçrama ve patlamalara neden olmaktadır.

Çok iyi havalandırma ortamı bulunan bir odada, ayıracı olarak hazırlanan karışım asit bir cam çubuk ile parçanın kaynak yüzeyine sürülür ve temizlenmiş kaynak parçası sıvı içersine daldırılır. Asit, sıcaklığı normal atmosfer sıcaklığında ve kaynama noktasında bulunmalıdır. Yüze sürülen asit, hızla reaksiyon yaparak yüzeyi dağlar. İyi parlatılmış bir yüzey kullanıldığında gerecin kendi öz yüzeyi gibi görünüm elde etme olanağı vardır.

Asit reaksiyonundan hemen sonra kaynak alanı hemen temiz ve sıcak su ile yıkanır. Yüzeyde kalan fazla su artıkları alınır. Yıkamış ve su artıkları alınmış yüzey (dağlanmış olan) etil alkol içersine daldırılarak tekrar temizlenir.

Bu temizleme işleminde basınçlı hava tercih edilmelidir.

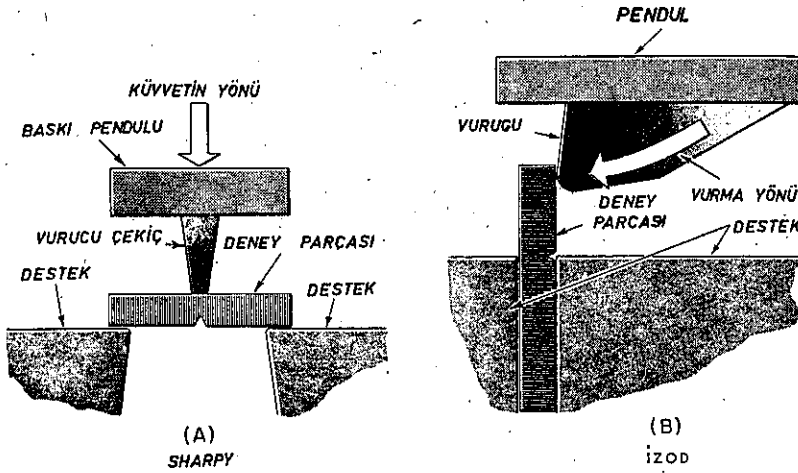
**Çarpma Testi (Deneyi):** Çarpma deneyi, kaynak yerinin enerji emme, çekme (absorbe etme) yeteneğinin kontrolü için yapılır. Bu dinamik testle hazırlanmış örnek parça kırılır. Bir tarafı çentiklenmiş parçanın kırılan genişliğine etki edilen kuvvet  $\text{kğ/cm}^2$  olarak değerlendirilmesi bu kuvvetin gereç tarafından kaynatılan yere gelen kırılma dayanımı ile esas gerecin karşılaştırılmasıdır. Genel olarak belirlenmiş tirkli kaynak, birleştirilen gereçlerin bazı mekaniksel özelliklerine zarar vermektedir. Çarpma kontrollerinde iki yöntem uygulanır. Birincisi şarpy (charpy), ikincisi izoddur. Şekil:14-13 de deneme parçalarının hazırlanış karekteristikleri gösterilmektedir. Her ikisi için gerekli standard



Şekil:14-13 Çarpma deneme parçası.

ölçüler üzerlerine konmuştur. Her iki biçimde hazırlanan

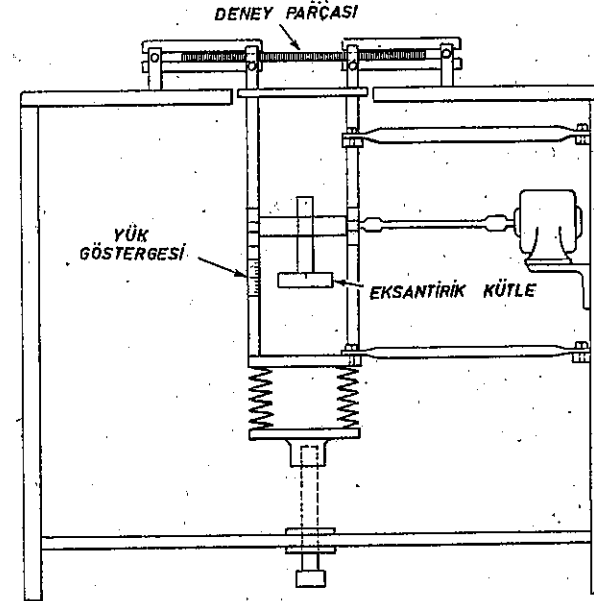
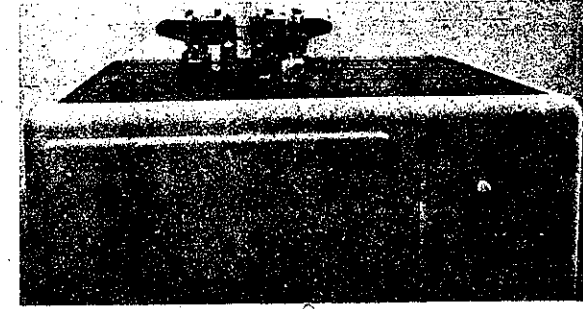
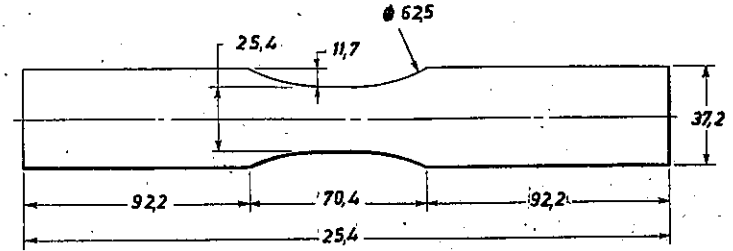
parçalar çarpma makinasında kırılır. İkisinin birbirinden farkı basit olarak uygulanan çarpma makinasının hareketidir. Sharpy yöntemi ile, hazırlanan parça, çentik kısmı boşluğa gelecek biçimde, iki destek arasına konarak pendul (hareketli çekiç) belirli bir yükseklikten yatay olarak bırakılarak parça kırılır. Şekil:14-14 A da crapy yöntemi ile kırılma tekniği görülmektedir. İzod tekniğine göre hazırlanan deney parçası bir mengeneye (çentik önde daracık biçimde) dik olarak bağlanır. Pendulun üzerindeki fazlalık kısmı hızla çarpmak suretiyle gereç kırılır. Şekil:14-14 B de parçanın bağlanması ve pendulun (çekicin) çalışma yöntemi gösterilmektedir.



Şekil:14-14 Çarpma deneyinin yapılışı.

Yorulma (kesilme) Testi. Yorulma testi kaynak alanının devamlı yüklemelerde veya tekrarlanan dayanım yoklamalarında birleştirilen gereçlere göre gösterdiği direncin karşılaştırılmasıdır. Birbirini tamamlayan iki tür kontrol yöntemi (aracı) vardır. Bu araçların konstrüksiyon biçimleri

çok değişik olarak yapılabilir. Şekil:14-15 deki en üst deney parçası makinaya bağlanarak ileri geri bükülür. Buna



Şekil:14-15 Yorulma kontrolü (testi):

çekme ve basma işlemlerini normal olarak uygulayan yorulma kontrol makinası denmektedir. Enerji dik olarak titreşim oluşturan bir plaka ile deneme parçasına iletilerek hareketi sağlanır. Makinanın çalışma prensibi ve bağlama sistemi şekil:14-15 de alt kısımda görülmektedir. İyi yapılmayan bir kaynak dikişinin yorulma dayanımı her zaman birleştirme alanındaki metalden veya kaynatılan gereçten daha düşüktür. Yorulma dayanımının düşüklüğü kaynak dikişinde bulunan, gaz gözenekleri, yabancı maddeler ile dikişin gerece iyi işlememesi, dikişte bulunan mikroskopik hatalar ve ısının kaynatılan alana etkisi sonucu oluşmaktadır. Gözeneklerin, çatlakların, dikişin iyi işlemedikleri ve yabancı maddelerin kaldıkları yerlerde toplanan yorulma dayanımları önce bu noktaların zayıflamasına neden olmaktadır. Kaynak gerecini (örnek parçasını) ısıtma işlemi ile ısıtarak sertleştirme yöntemi sonucu daha küçük parçanın çok sert yapısından dolayı içersindeki hatalar belirgin olmaktadır.

Bu yapratıcı testler (denemeler, kontroller) kaynak elemanının çalışma koşullarına göre çok önemli faktörlerdir.

#### YIPRATMASIZ (Tahribatsız) TESTLER

Yıpratmasız kontrollerin yapılmasında amaç, kaynak konstrüksiyonun tekrar tamir edilerek kullanılma olanağının zayıflatılmamasıdır. Bu kontrol yöntemleri ile kaynağın fiziksel özelliklerinin birleştirilen gerece göre değerlendirilmesidir. Yıpratma yapılmaksızın (tahribatsız) sürdürülen kontroller genel olarak iki biçimde yapılmaktadır. 1- Yüzeysel yapılan kontroller, 2- Dikiş içinde (yüzeyaltı) yapılan kontroller (testler) dir.

Yüzey kontrollerdeki beliren kaynak hataları ise dikişin gerece işlememesi, çatlaklar, kenar yemmeleri ve ark yamasıdır.

Dikiş içersindeki kaynak hataları ise; gaz gözenekleri, cüruf kalıntıları ve diğer yabancı maddelerin kaynak bileşiminde bulunmasıdır.

Bu hataların yerleşme yerleri veya yorulmaması bakımından temel olarak değerlendirilmesi fiziksel özellikleridir. Değerlendirmeye yardımcı olan ölçüm sistemleri ise; yüzey koşulları (şartları), manyetik geçirgenlik, elektriksel özellikler ve dokuların sıklığıdır.

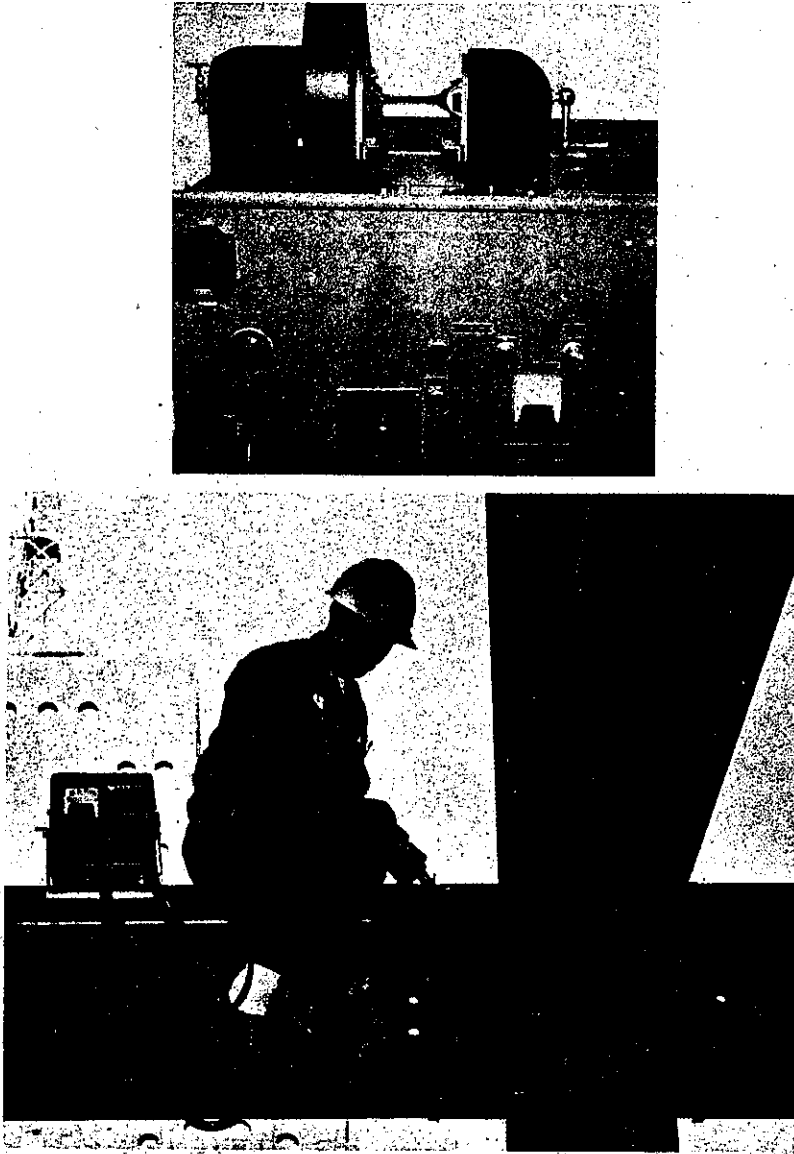
*Yüzey Hataları(Koşulları):* Daha öncede belirtildiği gibi yüzeyde kaynak işlemi sonunda meydana gelen ark yaması, geniş çatlaklar, kenar yemesi, işleme bozuklukları gibi hatalardır. Bu hataları, gözle kontrol etmek suretiyle tesbit etmek olanağı bulunabilmektedir. Ancak bazı durumlarda yüzey hatalarını gözle çok iyi olarak görmek mümkün olmayabilir.

Bu durumda, manyetik kontrol, boya etkisi ile kontrol florasan türü ışınların diğer tekniklerin uygulanması gerekir.

*Parçalı Biçimde Manyetik Kontrol:* Çok kuvvetli manyetik dalgalar mıknatıs oluşturmak amacı ile gereç içersine gönderilir. Gereç yüzeyine çok ince biçimde dağıtılan demir tozları bir madde ile sürülür. Çatlak ve yarıklarda beliren tozlar yüzeysel olarak kaynak hatalarını işaret ederler.

Bu denemede (kontrolde) kontrol edilen parça çok kuvvetli elektrik dalgalarının etkisi altında yüzeyden geçirilen dalgaların devam etmemesi (kesilmesi) halinde, o alanda, çelik tozları toplanmaktadır. Bu manyetik kuvvetlerin toplandıkları yerleri, uzunlukları ve biçimleri kaynak hatalarının özelliklerini belirlemektedir. Yüzeydeki bütün çatlaklıklar bu yöntemle rahatlıkla bulunabilmektedir. Manyetik yöntemle kontrol

en eski ve çok kullanışlı bir muayenedir. Şekil:14-16 da mağnetik kontrol sistemi ile yapılan işlemler görülmektedir.



Şekil:14-16 Mağnetik yapılan kontrol.

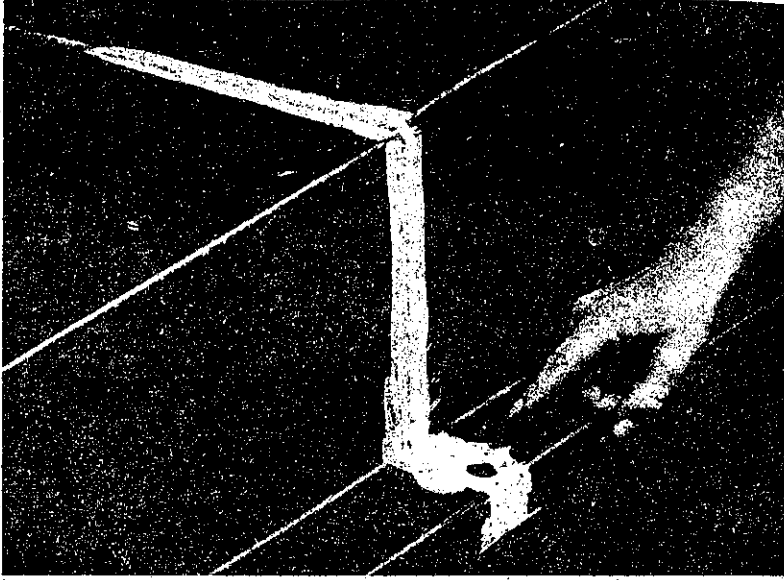
*Boya Etkisi ile Yapılan Kontrol:* Çok akışkan olan solvent ve türleri belirli bir tutucu (yapışkan) özellikle kullanılarak yüzey hataları ortaya çıkarılmaktadır. Bu sıvılar iyi akışkanlıkları ile geçtikleri yeri ıslatmakta ve yapışkan (önkosite) özelliği taşımaktadır. Böylece, solvent yüzeyde bulunan çukur, çatlak ve boşluk gibi yerlere dolarak yerleşmektedirler. Çok iyi hazırlanmış bir solvent sıvısız yüzeyde bulunan bütün hataların belirlenmesini sağlamaktadır.

Bu kontrol testi ile, yüzeydeki kaynak çok iyi temizlenmiş olarak ince bir solvent film tabakası ile kaplanmaktadır. Solvent tabakası kısa bir süre yüzeyde bırakıldıktan sonra, hatalı yerlerdeki solvent etkisi dışındakiler, silinerek temizlenirler. Temizleme sırasında, hatalar içerde olduğundan sadece, solvent kalıntıları görülür. Yüzeysel temizlemede akıcı solvent sünger türü bir madde ile emilir. (absorbe edilir). İyice temizlenen yüzeylerdeki çatlak ve boşluklarda özellikle solvent kaldığından hatalar belirgin konuma gelirler.

Bazı solventlerde ışık yayıcı fosfor kullanılmaktadır. Florasans türü ışınları ultraviole biçiminde rahatlıkla "siyah ışık" olarak görülmektedir. Bu ışıklar florasans biçiminde çok etki ettiği için sarı-yeşil renkte görülmektedir. Bu renkteki görüntü normal duruma göre çok belirgin olmaktadır. Fosforlu yöntemi ile hatalar görülmesi işlemi alüminyum gibi çelik olmayan gereçlere uygulamaktadır. Bu metaller mağnetik özelliklere sahip olmadıklarından, mağnetik olan testin uygulanması olanağı bulunmamaktadır. Şekil:14-17 boya ile kontrol edilen bir kaynak hatası görülmektedir.

*Karışık Akım Testi:* Karışık akım ile elektro mağnetik





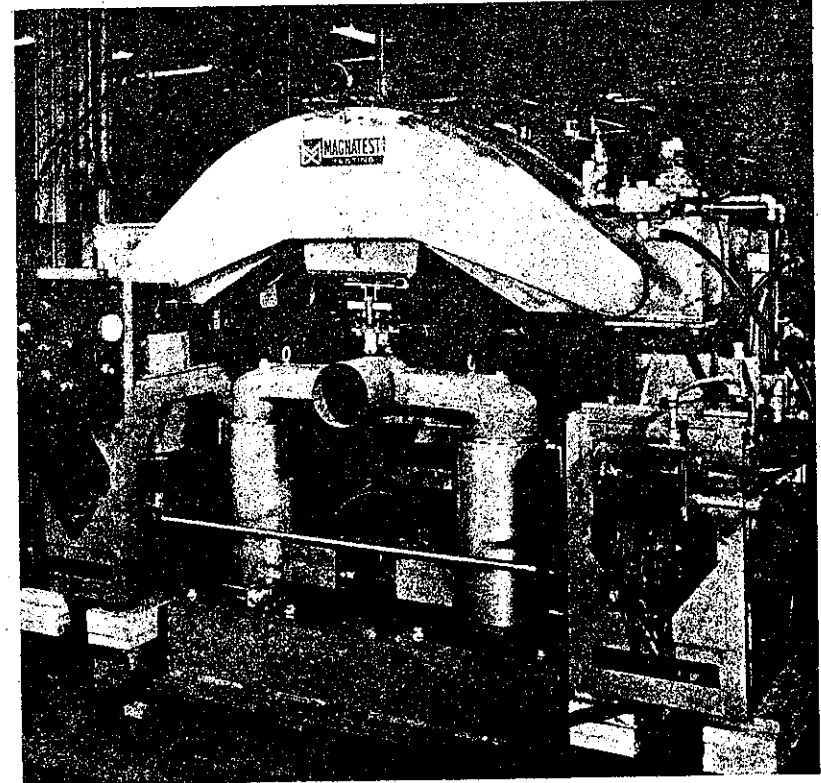
Şekil:14-17 Boya etki kontrolü.

enerji oluşturarak kaynak içindeki hataların çözümlenmesi bakımından yararlıdır. Bu kontrol yöntemi ile çelik ve çelik olmayan metallerin testleri yapılmaktadır. Karışık akım kontrolü ile kaynak içindeki gaz gözenekleri, cüruf kalıntıları, iç çatlaklıklar ve uyum noksanlığı gibi hataların belirlenmesi mümkün olmaktadır.

Yüksek frekanslı endüksiyon bobini kontrol edilecek metale yaklaştırılarak üretilen akım kaynak alanını etkisi altına almaktadır. Kaynak alanında dolayısıyla oluşan bu akıma "Edy" akımı denmektedir.

Kontrol edilecek parça elektromagnetik enerjinin yanına veya etki alanı içine alınarak yüksek frekanslı alternatif akım bobini etkisinde bırakılır. Kaynak içindeki hatalar bobinden üretilen akıma direnç göstererek değiştirildiğinden hataları görmek mümkün olmaktadır. Dikiş içersinde

bu akım değişkenliği elektronik ölçüm aletleri tarafından kontrol edilerek değişme miktarı özellikleri ile belirtilmektedir. Şekil:14-18 de karmaşık akım sistem ile askılı olarak yapılan kaynak kontrolü görülmektedir.



Şekil:14-18 Edy karışık akım testi.

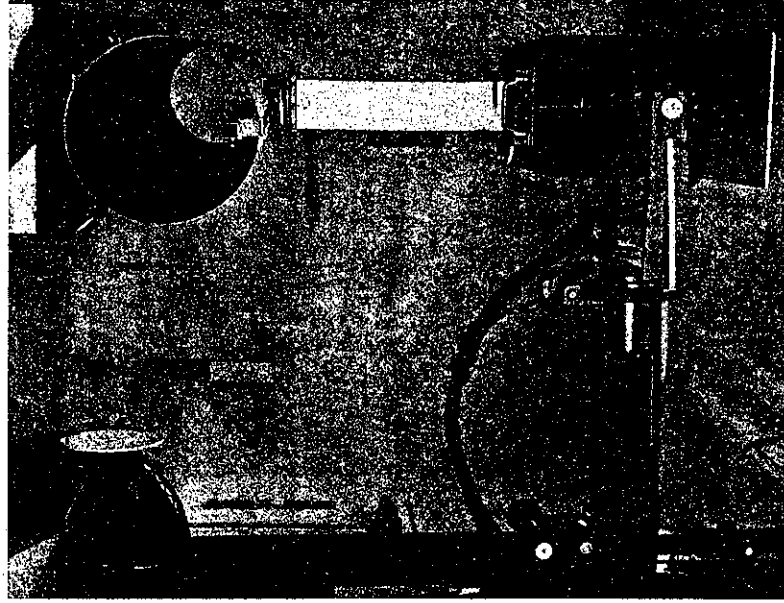
**Radyografik (Rontgen) Kontrol:** Radyografik kontrol ışınları ile kaynak sağlamlığını en uygun biçimde değerlendirmektedir. Bu değerlendirmede en önemli faktör dikiş işlemesidir. Dikiş altına konan bir filme, kaynak yüzeyine gönderilen X ve gama ışınları elektromagnetik dalgalar halinde

gereğten geçerek, etki etmektedir. Bu ışınlar kaynatılan kalınlıktan (kaynak alanından) geçerek, geçirgen olmıyan filme çarpar. Böylece film üzerinde negatif bir koyuluk oluşur. Eğer kaynak yerinde, gaz kabarcıkları (gözenekler), cüruf artıkları, çatlaklar ve çatlak ilerlemesi veya hatalı kaynak işlemesi varsa buralardan daha fazla oranda ışık geçtiğinden bu alanlar koyu renkte görülür. Düzgün kaynak olan yerlerden geçiş olduğu için açık beyazlıkta görünür. Beyaz biçimdeki dikiş alanındaki koyulukların yerleri, büyüklükleri ve koyuluk derecesi hataların özelliklerini (yerini, boyunu ve cinsini) belirlemektedir.

X ışınları yüksek hızdaki elektronların anod olan tungstenin ani yüklenip durdurulması sonucu oluşmaktadır. Gama ışınları ise radyum veya tuzlarının ayrışmasından elde edilir. Gama ışınlarının dalga boyları X ışınlarından daha kısadır. Şekil:14-19 da rontgeni alınan bir kaynak dikişi ve rontgen makinası görülmektedir.

**Ultrasonik Kontrol:** Ultrasonik test ile yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılarak, çelik ve çelik olmıyan gereçlerdeki hataların ölçümü yapılmaktadır. Bu sistem çok hassas olup, düzgün bir yüzey üzerine yerleştirilir. Yüzeyde bulunan çatlaklıkları, içteki çatlaklıklar kadar rahatlıkla gösterir. Aynı zamanda kaynak içindeki diğer hatalarında özellikleri ile beraber kadran (ekran) üzerinde göstermektedir. Bütün kaynak birleştirmelerinde bulunan hataların tam ölçüleri ve yerleri değerlendirilerek ölçüm yapılma olanağı mevcuttur.

Ultrasonik deneme (test) ile yüksek frekanslı titreşim enerjisi kaynak alanına gönderilerek, birleşme yerinin sağlamlık derecesi araştırılır. Eğer sağlam bir kaynak



Şekil:14-19 Radyografik (Rontgen) Kontrolü.

içersine gönderilen yüksek frekanslı titreşimli enerji (ses dalgaları gibi) gereç içersinde hızla yayılarak diğer kenarına kadar gider. Kenara kadar ulaşan bu dalgalar çarparak geri dönerler ve bu olay osilaskop ekranında çizgisel olarak (radar sistemi gibi) görülür. Gereç içersinde bozukluklar varsa, bu yerlere çarpan dalgalar daha hızlı yansyarak geri dönerler. Kısa zamanda gidişi kesilip geri dönen dalgalar osilaskop ekranında kısa çizgiler halinde olup, içteki hatanın derinliğini yansıtır.

Bu testle kaynağın yalnızca bir tarafının hataları belirlenmektedir. Şekil:14-20 de ultrasonik aletle yapılan kaynak kontrolü görülmektedir.

**Sertlik Denemeleri (Kontrolları):** Sertlik kontrolleri,



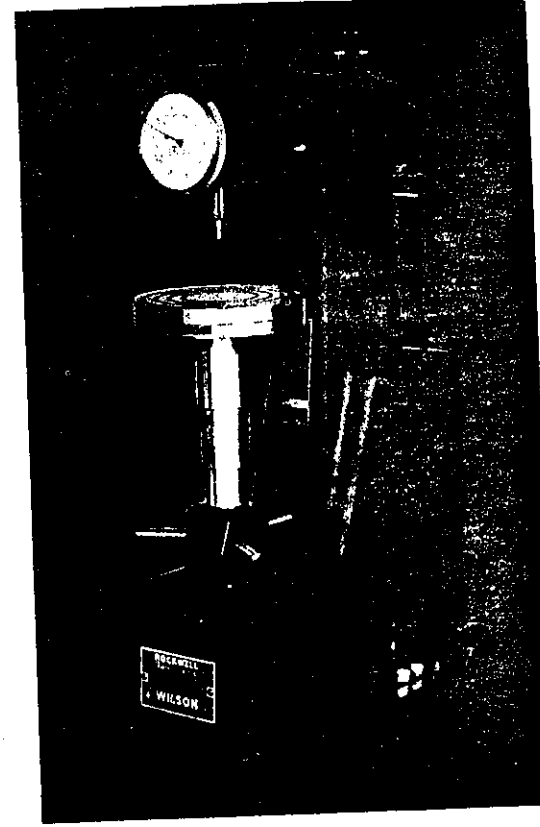
Şekil:14-20 Ultrasonik Kontrol.

çekme denemelerinin çok pahalı olması nedeni ile, sonuçların karşılaştırılması için kullanılmaktadır. Böylece çekme kontroluna katkısı fazladır.

Gereç ile kaynak alanındaki sertliklerin değerlendirilmesi yönünden sertlik kontrol aletleri çok efektiftir. Beliren (sertlik durumu) sertlik bir çok türdeki kontrol makinelerini kullanarak ölçülmektedir. Sertlik numarası, gereç yüzeyine baskı yapan elamana karşı gerecin gösterdiği dirençtir. Standart olarak bilinen ve en çok kullanılan sertlik ölçme makinası Brinell ve Rockweldir. Şekil:14-21 de sertlik ölçme makinası görülmektedir.

Brinell Sertlik sisteminde 10 mm çapındaki bir bilya gereç yüzeyine 3000 kg lık kuvvetle basılmaktadır. Bilyanın gereç yüzeyine (yüklemesi) basılması, çelik ve türleri için 15 saniye, çelik olmayan metaller için 30 saniyelik bir zaman birimi içersinde yapılmalıdır.

En uygun zaman metalin plastik biçimlenme süresidir.



Şekil:14-21 Sertlik ölçme makinası.

Aksi halde ekranda yanlış okumalarla (işaretlenmeye) yol açar. Brinell sertlik numarası, gereç yüzeyine iletilen kuvvetin, yüzeyde oluşan bilya izi alanının bulunması ile olur. Yapılan izin çapı ölçme bölüntü sistemine sahip mikroskoptan okunmaktadır. Bu çap okunarak Brinell sertlik cetvelinde karşılığı bulunur. Karşılığı olan sertlik numarası gereç için beliren sertliktir.

Rockwell kontrol sisteminde değişik yüklemeler (kuvvetler) uygulanarak farklı cetveller kullanılmaktadır. Bu

çetveller harflerle gösterilmektedir. Örneğin, R<sub>c</sub> 60 Rockwell çetvelinde elmas çapı ifade eder ve yük 150 kğ dır. Ancak sertlik numaralarına yakın ilişkili değerler çetvellerle karşılaştırma bakımından ilgili değerlendirme çetvelleri bütün sayıları taşımaktadır. Herhangi bir hesaplama gerektirmemesinin çetveller sonucu belirtmektedir.

**Korozyon Testi:** Korozyon, tüm metallerin çok yakın arkadaş denebilir ve bu problem daima vardır. Metaller korozyon ortamı içersinde kaldıklarında, çürüme (paslanma), aşınma değerleri (oranı) gereç seçiminde büyük önem taşır. Gereçlerin kaynatılmasında oluşan alaşım için korozyonun varlığı büyük direnç anlamına gelir. Korozyonu giderici tedbirlerin alınması ile gereç değerinde veya ondan da iyi olacak biçimde dikış oluşturmak mümkün olur. Ancak gereçte belirlenecek korozyonun anında giderilmesi zorunludur.

Korozyon ile yapılan denemelerde, kaynatılan gereçler laboratuvarlarda korozyon oluşturma ortamı içersine konur. Kaynatılan gereç ile kaynak yerinde korozyon oluşmaktadır. Çalışma koşulları içersinde beliren paslanma oranları değerlendirilerek sonuç elde edilir. Sonuca etki eden en önemli faktör kaynak alanındaki paslanma ile kaynatılan gereç yüzeyindeki paslanmanın karşılaştırılmasıdır. Kaynakta bulunan herhangi bir hata alanı değişik paslanma biçiminde olmaktadır.

#### BİLGİ SORULARI

- 1- Yıpratmalı (tahribatlı) ve yıpratmasız (tahribatsız) kontroller arasındaki farklar nelerdir ?
- 2- Kesiti 0,781 Cm<sup>2</sup> olan bir kaynak gereçine 35412 kğ. lık maksimum kuvvet etki ettiğine göre metalin çekme dayanımı nedir ?

- 3- Uzama deneyleri ile gerecin hangi özelliği belirtilmektedir ?
- 4- İlk boyu 5,08 Cm olan deneme parçasının kırıldığı andaki boyu ise 7,07 Cm olmuştur. Buna göre yüzde uzama katsayısı nedir ?
- 5- Kaynak alanının kesilme dayanımı nasıl hesaplanır ?
- 6- Genişliği 6,35 Cm olan bir kesilme deneme parçasına maksimum 24970 kğ. lık kuvvet etki etmektedir. Buna göre örnek parçanın kesilme dayanımı nedir ?
- 7- Kaynağın sağlamlığını belirlemek için hangi şekillendirme işlemleri uygulanır ?
- 8- Serbest bükme ile destekli bükme arasındaki farkları belirtiniz ?
- 9- Köşe kaynaklarının sağlamlığı nasıl kontrol edilir ?
- 10- Genel olarak kaynak parçalarının asit ile kontrol işlemleri nasıl yapılmaktadır ?
- 11- Çarpma denemelerinde sayısal değerlendirme nasıl yapılır ?
- 12- Dokusal yorulma testi nasıl yapılmaktadır ?
- 13- Temel olarak manyetik kontrol nasıl yapılır ve değerlendirilir ?
- 14- Sıvı test yöntemi ile kaynağın sağlamlığı nasıl kontrol edilmektedir ?
- 15- Manyetik deneme testleri niçin alüminyum kaynaklarının kontrolünde kullanılmaz ?
- 16- Karmaşık (Eddy) akım kontrolündeki temel felsefe nedir ?
- 17- Radyografik kontrollarda kaynak alanları nasıl görülmektedir ?
- 18- Ultrasonik kaynak kontrol yönteminin temel felsefesi nedir ?
- 19- Sertlik kontrol testlerinde değerlendirme nasıl yapılır ?
- 20- Brinell sertlik kontrol sistemi ile Rockwell testi arasındaki fark nedir ?
- 21- Korozyon kontrol testleri nasıl yapılır ?

## KAYNAK YAPIM EKONOMİSİ

Kaynaklı üretim parçalarında yapılan masrafları tam olarak belirleyen bir formül veya hesaplama biçimi bulunmamaktadır. Bununla beraber kaynağın sağlanılığı dikkate alınarak basit sistemleri sık sık uygulamaktadır. Genel olarak hesaplamada yüzde değerleri geçerlilik kazanır. Belki de bir işin kaynatılmasında tasavvur edilen hesaplama modeli efektif olabilir. Ancak gerçek bir fiyatı sonuçlandırmak olarak dışıdır. Kapsam olarak güvenilir bir hesaplama yalnızca (tek taraflı olarak) yapılan işlemlerle elde edilir. Bunlar, geniş tecrübe, fabrikasyon işlemlerdeki teknik ve konstrüksiyon planlamasında mühendislik yetenekleridir.

Kaynaklı birleştirmelerin yapımında iki temel faktör olan üretim ekonomisi ve kullanılan gereçlerin maliyeti, fiatlara etki etmektedir.

## ÜRETİM EKONOMİSİ

Üretim ekonomisine etki eden birçok faktörler vardır. Bunlar, kaynağın planlanması, (düzenlenmesi), kaynatılan parçaların konumu, kaynatma tekniğı ve kaynakçının becerisi gibi özelliklerdir. İşin bitimindeki maliyete bu faktörlerin herbirinin etkileri efektif değerinde olmaktadır.

*Kaynağın planlanması*

Şüphesiz, bir kaynağın planlanmasında üretim ekonomisi çok önemli bir yer tutmaktadır. Planlamadaki bütün maksat ve amaçlar çok iyi değerlendirildiğinde olumlu sonuç alınabilir. Halbuki bir atelyede yapılan kaynaklar hiçte

ekonomik değildir. Kaynaklı birleştirme konumu mümkün olduğu kadar basit biçimde projelenmelidir. Ancak gerçek anlamda üretim operasyonu proje mühendisliği tarafından yapılmaktadır. Bu durum meldana geldiğinde fiyat artışları kaçınılmaz olur. Çünkü yeni yapım pahalıya mal olmaktadır.

Yeniden proje yapımını önlemek için planlama ile fabrikasyon üretim arasında tam bir ilişki oluşturulmalıdır. Kaynak mühendisliği ile teknik elamanları proje yapım bürosu bu uygulamalar için koordineli çalışmaları gereklidir. Her iki gurub arasında konsültasyon ile işin yapım operasyonunu minimum denecek kadar azaltılması olanağı vardır. Kaynak mühendis ve teknik elamanın sahip olduğu yeterli kaynak bilgisi kütleli üretimlerin maliyetine büyük katkısı vardır. Çok zaman konstrüksiyon mühendisleri yapım projelerini hazırlarken yeterli kaynak bilgi ve tecrübesine sahip olmadıklarından randımanlı birleştirme işleminin yapılması söz konusu olamaz.

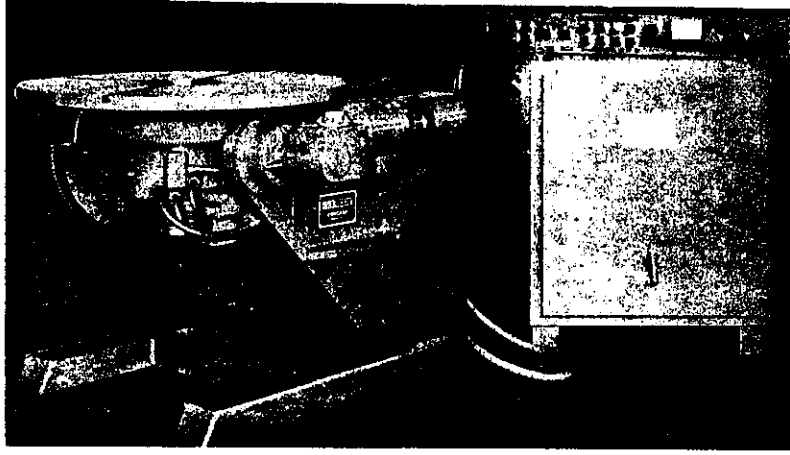
Bununla beraber bir kaynak teknik elamanı yalnız başına herhangi bir ünitenin projesini tasarlıyarak hazırlaması istenilen randımanda olamaz. Diğer bir deyimle kaynak mühendisliği konstrüksiyon üretimlerdeki çalışma koşulları dikkate alarak katkıda bulunmalıdır. Böylece her iki mühendislik çalışmalarının koordineli olarak birleştirilmesi iyi bir üretim olanağı ortaya çıkarmaktadır.

*Kaynağın konumları (pozisyonu):* Temel pratik çalışma koşulları üretim tekniğinde kaynağın pozisyonunu içermektedir. Kaynağı yapım konumu yatay veya buna yakın olarak düzenlenen çalışma pozisyonları tercih edilen bir durumdur. Bu konum mümkün olmadığı hallerde, konum dışı kaynaklar, minimum çalışma hızını düzenlemektedirler. Dik, yataya paralel, tavan kaynaklarının yapımı ile dikiş işleme oranı yatay veya buna

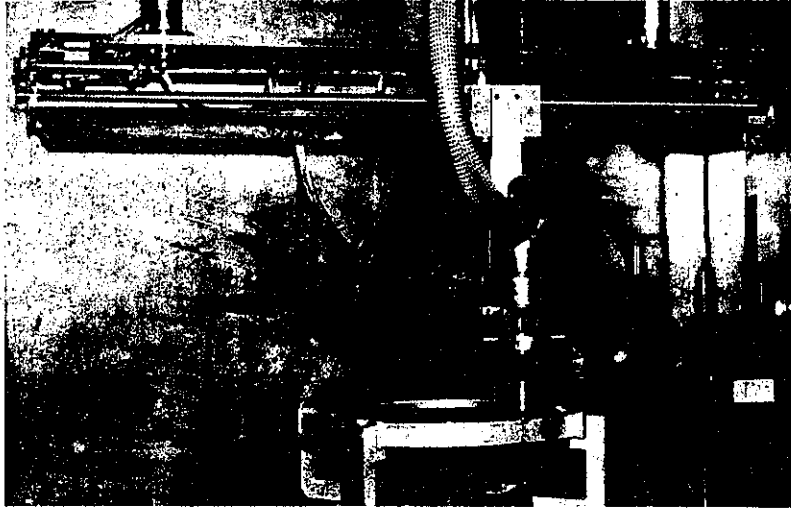
yakın kaynatma değerine göre daha az etkin olmaktadır. Kaynak alanında oluşturulan doku sıklığı kaynatılan gerecin sağlam ve randımanlı olarak yapılmasında kaynakçının büyük katkısı vardır. Kaynağın yatay dışında yapılması ise (dik, tavan, yan), dikişte daha çok hataların bulunduğu görülmektedir. Yatay dışında yapılan kaynaklar için operatörün yeterli büyüklükteki kaynak becerisine sahip olmalıdır. Eğer işyerinde bulunan kaynakçılar: dik, yatay, yan ve tavan kaynakları yapamıyacak durumda iseler, bunlar bir üretim ve öğretim sürecinden geçirilmelidir. Ancak bu tür kaynakların yapılması zorunlu ise eğitim biçimine yönelinmelidir. Böylece kaynağın maliyet ve zaman bakımından birçok avantajları sağlanmaktadır. Yatay konumda yapılan kaynaklar diğer türlerine göre daha ekonomiktir. Diğerlerinde aynı ekonomik avantajı elde etmek için yeni beceri öğretim programı uygulanmalıdır.

*Bağlama Sistemleri:* Kaynaklı üretimlerde bağlama kalıplarının kullanılması, işin ölçü düzeni bakımından zorunludur. Bağlama kalıpları kullanmakta amaç, 1- Efektif bir kaynak konumu oluşturmak, 2- Kaynak işlemi için parçalar belirli eksenlerde tutularak temel ölçü prensibine bağlı kalmaktır. Şekil:15-1, 15-2 ve 15-3 de kaynatılan parçaların bağlama aparatları (sistemleri, kalıpları) görülmektedir. Herhangi bir araç veya gereçsiz bağlama olanağı bulunmayan gereçler için elle tutularak puntalanır ve kaynatılır. Bu tür üretimlerde fazla zaman harcandığı gibi genellikle yapılan işlerde hatalı olmaktadır.

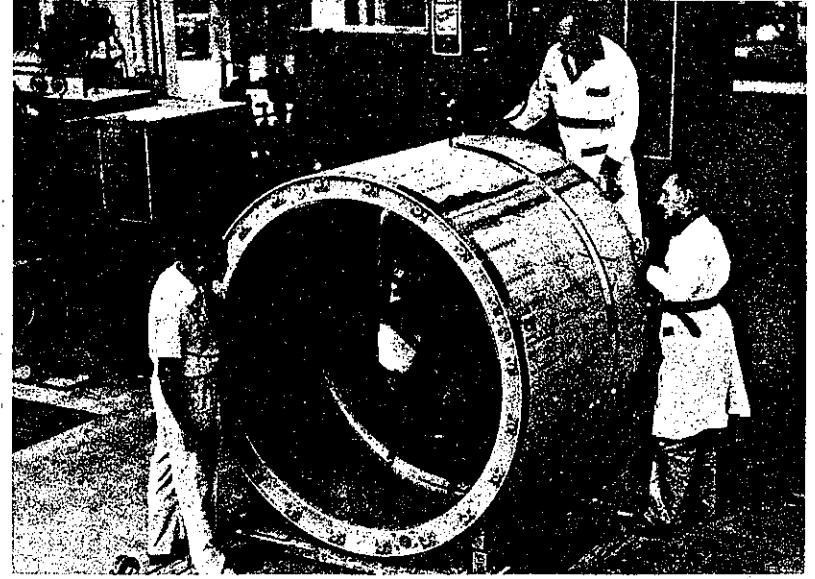
Bağlama sistem ve aparatları mümkün olduğu kadar basit biçimde yapılmalıdır. Kaynakçı tarafından fazla güç sarfedilmeksizin kolaylıkla açılıp kullanılmalı ve ölçü birimi



Şekil:15-1 Değişik konumlarda kaynak yapma için ayarlı sistem.



Şekil:15-2 Kaynatılan parçaların dönmesine yardım eden sistem.



Şekil:15-3 Büyük Silindirlerin kaynatılması için gerekli döndürme elamanları.

devamlı aynı değerde korunmalıdır. Çok ilkel bir bağlama sistemi kaynaklı üretimlerde kullanılmamalıdır. Kaynağın bütün özelliklerini (çekme, deformasyon çatlama gibi) içeren biçimde bağlama araç ve gereçleri yapılmalıdır. Birçok değişik konumlarda üretilen parçaların birleştirilmesi için uygun biçimlerde bağlama aparatları gereklidir. Bununla beraber bağlama elamanları olarak kullanılacak parçalar standart değildir. Bu üniteye kullanılacak parçalar standart değildir. Bu üniteye kullanılan başlıca elaman türleri, "C" biçimli bağlantılar, pimler, çemberli vasıtalar, kazancı menşesi, kama ve çivi benzeri tutturuculardır. Bu bağlama vasıtaları iş kalıplama düzeninin en önemli parçalarıdır.

Herhangi bir iş bağlama aparatının düzenlenmesinde

aşağıda belirtilen hususların dikkate alınması zorunlu görülmektedir.

1- Başlama ünitesi basit biçimde olmalı ve üretim pozitif sonuçlar vermelidir.

2- Birleştirilecek parçalar, sık sık eksen kontrolü yapılmaksızın, sıkıca bağlanmalıdır.

3- Parçaların ölçülerinin kontrolü gerekli olmamalıdır.

4- Parçaların bağlanması ve çözülmesi mümkün olan en kısa zamanda yapılmalıdır.

5- Tüm eksenlerin orijinal noktaları kolay bulunabilir veya görülür biçimde olmalıdır.

6- Eğer üretimde işlenmiş olan kısımlar varsa, bu alanlar kaynak artıklarından korunmalıdır.

7- Kaynak işleminin değişik yüzeylerde yapılması gerekiyorsa, bağlama sistemi bir mil veya muylu üzerine monte edilerek, bu yüzeylerin döndürülerek yatay konumda kaynakları sağlanmalıdır.

8- Hazırlıklar sırasında kaynatılan birleşme alanları ısı alış verişinden uzak tutulmalıdır. Bu işlem bazı metaller için çok önemlidir. Çok hızlı ısı iletimi genel olarak bağlama elamanları tarafından yapılabilir. Isı iletimini hızlandıran bakır bloklar veya su donanım sistemini içeren elamanlar olabilir.

**Kaynatma Teknikleri:** Üretim planlaması sırasında en önemli sorunlardan biriside hangi kaynak tekniğinin kullanılacağı açıklığa kavuşmalıdır. Çizelge I de buna aif bir düzenleme verilmiştir. Örneğin, kütleli üretimlerde, kaynak türlerinden, (ark kaynağı, koruyucu gaz kaynağı, toz altı kaynağı ve direnç kaynakları gibi) hangisinin daha ekonomik olduğu saptanabilmelidir. Bu değerlendirmede yarı otomatik mekaniksel

sistemli üniteler hesaba katılarak daha iyi sonuçlar alınır.

Çizelge: I Kaynak işlemi Uygulanan Metal ve Alaşımları

Kaynak işlemi	Düşük karbon, az karbonlu şekil SAE 1010,1020															
	Orta karbonlu çelik- SAE 1030,1050															
	Düşük alaşımlı çelikler SAE 2340,3145,4130 ve 4340															
	Austenik paslanmaz çelikler A ISI 301,310,316 ve 347															
	Peritik ve martenzitik paslanmaz çelik A ISI 405,410 ve 430															
	Yüksek sıcaklığa dayanıklı çelikler 17-14 CuMn, 16-25-6 ve 19-9 DL															
	Gr1 demir ve Dökme demir															
	Alüminyum ve alaşımları															
	Magnezyum ve alaşımları															
	Bakır ve alaşımları															
	Nikel ve alaşımları															
	Gümüş															
	Altın, platin ve iridyum															
	Titan ve alaşımları															
Koruyucu Metal-ark	R	R	R	R	R	R	R	S	S	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Toz altı Kaynağı	R	R	R	R	S	S	NR	NR	NR	NR	S	NR	NR	NR	NR	NR
TIG Kaynağı	S	S	S	R	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R
MIG Kaynağı	S	S	S	R	S	S	NR	R	S	R	R	S	S	S	S	S
Alın direnç Kaynağı	R	R	R	R	S	S	NR	S	NR	S	S	S	S	S	S	S
Nokta direnç Kaynağı	R	R	R	R	S	S	NR	R	S	S	R	NR	S	S	S	S
Gaz Kaynağı	R	R	S	S	S	S	R	S	NR	S	S	R	R	NR	NR	NR
Fırın Sertlehim	R	R	S	R/S	S	NR	NR	R	NR	S	R	S	S	S	S	S
Üfleç Sertlehim	S	S	NR	S	S	NR	R	R	NR	R	R	R	R	R	R	S

R = Kaynatılabilir, S = Başarılı kaynatılır,  
NR = Kaynağı salık verilmez, NA = Kaynağı yapılamaz.

Birçok üretimlerde hiçbir zaman bir problem basit olarak çözümlenemez. Bu da üretimin ilgili türleri ile yakından ilişkili olup diğer durumlarda yararlanılmıyabilir. Uygun bir çözüm için yapılan girişimler, kaynak işleminin birçok yönlü olarak analiz edilmesidir. Önce elde mevcut kaynak üniteleri planlama içine alınır. Örneğin, işin planlanmasında istenilen ark enerjisi için, gerçekten işlemin



bu ark türü ile yapılıp yapılmıyacağı sorusu belirir. Eğer sorunun cevabı evet biçiminde olumlu ise, diğer sorunlar işlemin yapılma verimi ve ekonomik durumudur. Gerçek bir deneme ve incelemeden sonra belkide, uzun kaynakların yapımında koruyucu gaz kaynakları, metal-ark kaynak türlerine göre, daha ekonomiktir.

Çok sık olarak yapılan hatalar elde bulunan kaynak ünitelerinin değiştirilmesi ile daha ekonomik olup olmayacağıdır. Çünkü değiştirilen bir kaynak tekniği için yeterli bilgi ve kullanılma niteliklerinin belirlenmesi gereklidir. Bu da kaynak türünün seçiminde ciddi bir eksiklik olarak görülmektedir. Birçok atelyeler, fabrikalar yarı veya tam otomatik çalışan MIG kaynaklarının % 10 üretimi artırarak bu oran kadar ekonomik olmasına rağmen hala örtülü elektrod kullanılmaktadırlar.

Diğer bir kaynak problemi ise üretimde kullanılacak gereçlerin türleridir. Örneğin üretim gereci çok ince çelik saçlar ise, kaynak işlemlerinin TIG veya MIG kaynakları ile yapılması belkide daha uygun olacaktır. Çok kalın parçaların kaynatılmasında ise en uygun kaynak türü toz altı kaynağıdır. Eğer orta veya az kalınlıktaki çelik gereçlerin kaynatılmasında CO<sub>2</sub> ile yapılan MIG kaynağı en randımanlı kaynak türüdür. İnce alüminyum saçların kaynatılmasında TIG kaynağı en çok tercih edilendir. Bazı işlerin yapımında ise örtülü elektrodlar tellere göre daha çok kullanılma niteliğine sahiptir. Bu işlemlerde genellikle kısa yapılan kaynaklar için geçerlilik kazanır. Bununla beraber sürekli kaynaklar için örtülü elektrodlar hiçte ekonomik değildir. Kısa yapılan kaynaklar için ise örtülü elektrodlar daha ekonomiktir.

Kaynak işlem türü hakkında bir sonuca varmak için

yapılacak konsültasyon, mevcut kaynak ünite ve elamanları ile bunların, genel olarak, pratik ve kullanılma tecrübelerine dayanmaktadır. Örneğin bazı fabrika ve atelyeler yalnızca bir kaynak işlem türüne bağlı kalırken diğerleri belirli amaca yönelik diğer kaynakları bir sınırlandırma yapmaksızın deneyerek en uygun olanını seçmektedir.

Önce, kaynak işleminin, bütün mekaniksel elamanların kullanılması sonucu, istenilen verime yaklaşmış yaklaşmadığı denenmelidir. Kalın parçalarda sürekli yapılacak kaynakların tüm otomatik makinelerle yapılması kaçınılmaz bir durumdur. Ancak, bazı kaynakların tam otomatik makinelerle yapılması görüşü bazı durumlarda geçerli olamaz. Bu tür kaynakların yarı otomatik makinelerle yapılması daha randımanlı olmaktadır. Ancak yarı otomatik kaynakların kullanılmasında özel yetiştirilmiş kaynakçıların bulunması gereklidir. Şekil: 15-4 de askılı sistemli yarı otomatik MIG kaynak makinaları ile operatör tarafından kaynak işleminin yapılması görülmektedir. Yarı otomatik kaynaklar kullanılma yerine göre tam



Şekil:15-4 Üretim kaynaklarında kullanılan yarı otomatik MIG kaynağı.

otomatik makinalardan daha ekonomiktir. Yine yarı otomatik elamanların kullanılması örtülü elektrodulara göre daha geniş bir üretim alanını kapsar.

**Çalışma Gücü:** Üretim ekonomisinde en önemli faktördür. Yapılacak kaynaklarla ilişkili olan en doğru çalışma gücünü araştırmaktır. Bazı kaynak türleri diğerlerine göre daha çok beceri istemini gerektirmektedir. Eğer mevcut insan gücü istenilen beceride değil ise, bunlar uygun bir düzeye kadar eğitim sürecinden geçirilmesi zorunludur. Bu değerlendirmede ark kaynak operatörü ile, koruyucu gaz kaynak operatörü arasındaki yetiştirme farklarını göz önünde tutarak yapılmalıdır. Bununla beraber tam otomatik bir kaynak sistemini çalıştıracak operatörün yetiştirilmesi için daha az zaman gereklidir. Çalışma gücü üretim ekonomisine direkt etki etmektedir. Bazı durumlarda orta ve yüksek düzeylerde eğitim yapılması zorunlu olmayabilir. Diğer taraftan iyi eğitilmemiş kaynakçılar üretim verimini ciddi bir biçimde düşürdükleri de bir gerçektir. Bunların yaptıkları kaynakların sayılmıyacak kadar zararları vardır. Hatta üretimi ciddi olarak aksatabilirler.

#### KAYNAK MALİYETİNİN HESAPLANMASI

Kaynak işlemlerini tam olarak gerçek maliyetini içeren herhangi bir formül bulunmamaktadır. Kaynağın maliyetinin yaklaşık olarak hesaplanmasında aynı parçalara yapılan birkaç dikişlik yatay (düz) yapılmış tek, çift ve çoklu kaynaklardan yararlanılır. Dikiş ve parça sayısının artması ve dikiş hacminin değişkenliği hesaplanmanın daha karmaşık olmasını sağlar.

Genel olarak kaynak maliyetinin hesaplanmasında iki

temel faktör etki etmektedir.

1- Kullanılan kaynak gereçlerin maliyeti, 2- Kaynağın yapım ücreti.

#### Kaynak Gereçlerinin Maliyeti

Kaynak gereçlerinin fiyatlarını belirleyen aşağıdaki faktörlerdir.

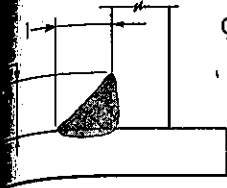
- 1- Kaynak dikişinin ağırlığı,
- 2- Kullanılan (tel ve örtülü) elektrodun fiatı,
- 3- Depozit randımanı (Birleşme yerindeki ergiyik hacmi),
- 4- Kullanılan gaz veya örtü gereçlerinin fiyatları.

**Kaynak Dikişinin Ağırlığı:** Dolgu maddesinin değerlendirilmesinde, kaynak alanının hesaplanması zorunludur. Kaynak alanının kesiti değişik biçimde, görünümündedir. Kaynak kütlelerinin büyüklüğü maliyetin de artmasına neden olmaktadır. Eğer gerçekten gerekli olan kaynak külesinden fazlası doldurulduğunda, birleşme için masrafın artmasına neden olmaktadır. Çok kere, kaynağın üretim maliyetini azda olsa artırdığı görülmektedir.

Belirli birleştirmelerin yapılmasındaki kaynak kütlesi her cm (veya) mm uzunluktaki dikiş ağırlığı ile değerlendirilir. Bu da kaynak kesit alanının hesaplanması ( $cm^2$  veya  $mm^2$ ) sonucu, her metredeki ağırlığı bulunur. Birçok elektrod üreten firmaların bu hususta hazırlanmış oldukları cetveller mevcuttur. Çizelge II ve III çeşitli birleşme durumlarına göre hazırlanmış cetvelleri göstermektedir. Temel olarak alanın hesaplanması doldurulan birleşme yerinin geometrik biçimi bulunarak alan hesaplanır. Örneğin, Şekil:15-5 deki birleşme kaynağı yapıldığı düşünülürse, bu birleşme alanından çıkarılan kesitler A,B,C,D alanları olmaktadır.

Çizelge: II Birleşme yerindeki kaynak ağırlığı (Cm de gr olarak)

"d" veya "r" ölçüleri (mm)	KÜT (DÜZ) KAYNAKLAR						KÖŞE KAYNAĞI					
	"t" ölçüleri		"t" ölçüleri (mm)		Birleşme açısı							
	1,6	3,2	4,8	6,35	9,6	12,7	14°	20°	60°	45°	90°/2	70°
1,6	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4	3,2	0,31	0,09	0,14	0,46	0,4	0,60
3,2	0,6	1,2	1,8	2,4	3,6	4,8	1,75	0,22	0,31	1	0,9	1,27
4,8	0,8	1,6	2,4	3,2	4,8	6,4	2,8	0,39	0,55	1,8	1,6	2,2
6,35	0,99	2	3	4	5,9	8	5	0,62	0,9	2,9	2,5	3,5
8	1,2	2,4	3,6	4,8	7,2	9,6	8	0,89	1,27	4,1	3,6	5
9,6	1,37	2,8	4,2	5,6	8,2	11,2	11,3	1,2	1,77	5,6	4,9	6,9
11	1,6	3,2	4,8	6,4	9,6	14,4	15,4	1,6	2,2	7,4	6,4	9
12,7	1,8	3,6	5,4	7,2	10,8	14,4	20,1	1,99	2,8	9,3	8,1	11,4
15	2	4	6	8	12	16		2,46	3,54	11,6	10	14
16	2,2	4,4	6,6	8,8	13,2	17,7		2,99	4,2	14	12,1	17,1
17,6	2,4	4,8	7,2	9,6	14,4	19,2		3,5	5	16,7	14,4	20,2
19,6	2,6	5,2	7,8	10,4	15,7	20,8		4,16	5,9	19,6	16,9	23,7
20,6	2,8	5,6	8,4	11,2	16,8	22,5		4,9	7,9	22,7	19,6	27,5
22,2	3	6	9	12	18	24		5,9	9,9	26	22,7	31,3
23,8	3,2	6,4	9,6	12,8	18,9	25,7		6,3	9	29,6	25,7	36
25,4	3,4	6,8	10,2	13,6	20,4	27,2		7,12	10,2	33,5	29	40,5
27	3,6	7,2	10,8	14,4	21,6	28,9		8	11,4	37,5	32,5	45,7
28,6	3,8	7,6	11,4	15,2	22,8	30,5		8,9	12,8	41,9	36,3	50,8
30,2	4	8	12	16	24	32		10,8	15,6	51	44,3	62
31,75	4,2	8,4	12,6	16,8	25,2	33,7		11,9	17,1	56	48,5	68,1
33,4	4,4	8,8	13,2	17,6	26,6	35,4		12,5	18,7	61,2	53,1	74,3
35	4,6	9,2	13,8	18,4	27,7	36,9		14,1	20,4	66,8	57,8	81,1
36,2	4,8	9,6	14,4	19,2	28,9	38,6		15,4	22	72,4	62,8	87,9
38,1	5	10	15	20,1	30,1	40,1		16,6	23,9	78,4	67,9	96
39	5,2	10,4	15,6	20,8	31,3	41,7		18	25,8	84,5	73,2	102
41,2	5,4	10,8	16,2	21,6	32,5	43,4		19,3	27,8	90,9	78,6	110
42,8	5,6	11,2	16,8	22,4	33,7	44,9		20,7	29,8	97,6	84,4	118
45	5,8	11,6	17,4	23,3	34,9	46,6		22,2	31,7	104	90	126,5
46	6	12	18	24	36	48		23,6	34	111	96,5	135
47,6	6,2	12,4	18,6	24,9	37,3	49,7		25,2	36,3	118	102	144
49,2	6,4	12,8	19,2	25,7	38,5	51,4						
50,8												



Çizelge: III Harcanan Elektrod

Yan (Duvar) Kaynağı

L" ölçüsü (mm)	(Yaklaşık Her cm, için uzunluk gerekli elektrod ağırlığı (gr))		Birleşme yerindeki kayna-tılan çeliğin Katkı Hacmi	
	Çıplak ve ince örtülü Elektrod	Kalın örtülü Elektrod	Cm <sup>3</sup>	gr
25,4	1,3	1,7	3,6	28,6
35	2,3	4,4	6,1	48
45	3,35	4,4	9,5	75
55	5	6,4	13,8	108
65	9	11,5	24,5	192
75	14,3	17,9	38,2	301
85	20,6	22,7	55,2	433
95	36,6	45,4	98,28	771

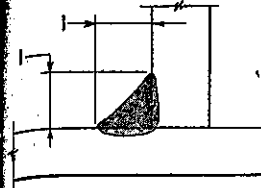


İÇ KÖŞE KAYNAĞI

L" ölçüsü (mm)	(Yaklaşık her cm, Uzunluğu için gerekli elektrod ağırlığı (gr))		Birleşme yerindeki kayna-tılan çeliğin katkı Hacmi	
	Çıplak ve ince örtülü elektrod	Kalın örtülü Elektrod	Cm <sup>3</sup>	gr
25,4	-	-	104	817
35	-	3,2	6,8	54
45	-	5	10,8	84,9
55	-	7,3	14,5	123,5
65	-	12,8	25,4	215,6
75	-	19,2	41,2	323,7
85	-	27,5	58,9	463

Çizelge: II Birleşme yerindeki kaynak ağırlığı (Cm de gr olarak)

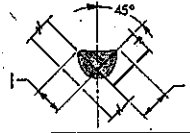
"d" veya "t" Ölçüleri (mm)	"t" Ölçüleri		"t" Ölçüleri (mm)		Birleşme açısı	Düz Disikeye İhtükey Kol uzunluklar Kaynak sonrasısı & 10 uzat	KÖŞE KAYNAĞI
	14°	20°	45°	70°			
1,6	1,6	3,2	1,6	3,2	14°	0,09	9,48
3,2	1,6	3,2	1,6	3,2	20°	0,14	0,60
4,8	1,6	3,2	1,6	3,2	45°	0,22	1,3
6,35	1,6	3,2	1,6	3,2	70°	0,31	1,9
8	1,6	3,2	1,6	3,2		0,39	2,3
9,6	1,6	3,2	1,6	3,2		0,46	2,5
11	1,6	3,2	1,6	3,2		0,55	3,6
12,7	1,6	3,2	1,6	3,2		0,62	4,3
15	1,6	3,2	1,6	3,2		0,69	5,3
16	1,6	3,2	1,6	3,2		0,77	6,8
17,6	1,6	3,2	1,6	3,2		0,89	7,1
19,6	1,6	3,2	1,6	3,2		1,0	8,9
20,6	1,6	3,2	1,6	3,2		1,1	9,3
22,2	1,6	3,2	1,6	3,2		1,2	11,2
23,8	1,6	3,2	1,6	3,2		1,3	13,9
25,4	1,6	3,2	1,6	3,2		1,4	14,6
27	1,6	3,2	1,6	3,2		1,5	21,1
28,6	1,6	3,2	1,6	3,2		1,6	19,9
30,2	1,6	3,2	1,6	3,2		1,7	28,7
31,75	1,6	3,2	1,6	3,2		1,8	27,5
33,4	1,6	3,2	1,6	3,2		1,9	23,9
35	1,6	3,2	1,6	3,2		2,0	31,1
36,2	1,6	3,2	1,6	3,2		2,1	37,5
38,1	1,6	3,2	1,6	3,2		2,2	45
39	1,6	3,2	1,6	3,2		2,3	47,5
41,2	1,6	3,2	1,6	3,2		2,4	58,7
42,8	1,6	3,2	1,6	3,2		2,5	55,6
45	1,6	3,2	1,6	3,2		2,6	67,3
46	1,6	3,2	1,6	3,2		2,7	80
47,6	1,6	3,2	1,6	3,2		2,8	94
49,2	1,6	3,2	1,6	3,2		2,9	114
50,8	1,6	3,2	1,6	3,2		3,0	109



Çizelge: III Harcanan Elektrod

Yan (Duvar) Kaynağı

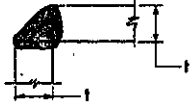
"L" Ölçüsü mm	(Yaklaşık) Her cm, için uzunluk gerekli elektrod ağırlığı (gr)		Birleşme yerindeki kaynatılan çeliğin Katkı Hacmi	
	Çıplak ve ince örtülü Elektrod	Kalın örtülü Elektrod	Cm <sup>3</sup>	gr
3,2	0,59	0,72	1,5	12,2
4,8	1,3	1,7	3,6	28,6
6,35	2,3	2,8	6,1	48
8	3,35	4,4	9,5	75
9,6	5	6,4	13,8	108
12,7	9	11,5	24,5	192
16	14,3	17,9	38,2	301
20	20,6	22,7	55,2	433
25,4	36,6	45,4	98,28	771



İÇ KÖŞE KAYNAĞI

"L" Ölçüsü mm	(Yaklaşık her cm, Uzunluğu için gerekli elektrod ağırlığı (gr))		Birleşme yerindeki kaynatılan çeliğin katkı Hacmi	
	Çıplak ve ince örtülü elektrod	Kalın örtülü Elektrod	Cm <sup>3</sup>	gr
6,35	-	3,2	6,8	54
8	-	5	10,8	84,9
9,6	-	7,3	14,5	123,5
12,7	-	12,8	25,4	215,6
16	-	19,2	41,2	323,7
20	-	27,5	58,9	463
25,4	-	48,57	104	817

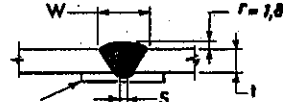
Çizelge: III Harcanan Elektrod Miktarı



Köşe Dolgu Kaynağı

t Ölçüsü (mm)	Yaklaşık her "cm" için gerekli li elektrod ağırlığı (gr) Ⓢ		Birleşme yerindeki Çeliğin katkı hacmi	
	Çıplak veya ince örtülü Elektrod	Kalın Örtülü Elektrod	cm <sup>3</sup>	gr
3,2	0,9	1	2,35	18,6
4,8	1,96	2,42	5,5	13,1
6,35	3,6	4,54	9,6	75,8
8	5,59	6,96	15,1	118,4
9,6	8	10,1	21,8	171,6
12,7	14,3	25,5	38,4	302
16	22,5	28,1	60,2	473
20	32,5	40,5	86,8	681,9
25,4	57,6	72,6	154	1212

Ⓢ - Sıçrama ve artıklar dahil



DESTEKLİ KÜT BİRLEŞTİRME

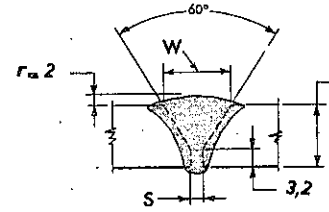
ALT DESTEK PARÇASI

Birleşme Ölçüleri (mm)	Yaklaşık her "cm" için gerekli Elektrod ağırlığı Ⓢ		Birleşme yerindeki Çeliğin katkı hacmi					
	Dikiş yüksek- liği yok	Dikiş yüksek- liği var	Dikiş yüksek- liği yok	Dikiş yüksek- liği var				
t W S	Çıplak ve ince örtülü	Kalın örtülü	Çıplak ve ince örtülü	Kalın örtülü	cm <sup>3</sup>	(gr)	cm <sup>3</sup>	gr
3,2 6,5 1,6	- 0,6	- 0,75	1,3 1,8	1,6 2,27	- 1,53	- 12,2	3,43 4,97	27,2 89
4,8 9,6 1,6 2,4	0,9 1,36	1 1,66	2,27 3,1	3,48 4,08	2,29 3,45	18,16 27,2	7,46 8,61	58,5 67,64
6,35 11,2 2,4 3,2	1,8 2,27	2,11 2,87	3,93 4,54	4,99 5,75	4,6 6,15	36,3 48,6	10,63 12,1	83,5 95,3

Ⓢ - Sıçrama ve artıklar dahil

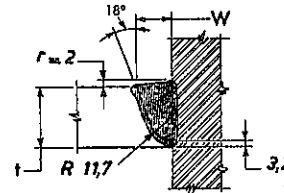
ⓈⓈ - Dikiş yüksekliği = r

Çizelge: III Harcanan Elektrod Miktarı



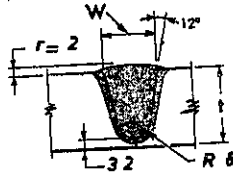
V BİRLEŞTİRME KAYNAĞI

Birleşme Ölçüleri (mm)	Yaklaşık her "cm" için gerekli elektrod ağırlığı (gr)		Birleşme yerindeki çeliğin katkı hacmi					
	Kaynak fazlalığı yok	Kaynak fazlalığı var	Dikiş yüksekliği yok	Dikiş yüksekliği var				
t w	Çıplak ve ince örtülü	Kalın örtülü	Çıplak ve ince örtülü	Kalın örtülü	cm <sup>3</sup>	gr	cm <sup>3</sup>	gr
25,4 15,8	-	38,5	-	43,1	82,3	649	92,4	726
31,7 18,2	-	55	-	60,5	117,9	926	129,5	1017
38,1 19,8	-	72,6	-	77,9	154,9	1221	167	1312
45 22,2	-	92,6	-	99	198,5	1557	212	1666
50,8 24,6	-	119,9	-	119	239,6	1884	255,5	2002
57,1 26,1	-	136,2	-	144	290,7	2283	300,6	2356
63,5 27,8	-	160,4	-	167,9	342,3	2687	359,5	2919
70,4 30,1	-	186,1	-	195,5	398,8	3132	418,5	3282
76,2 32,5	-	214,9	-	223,9	460	3609	479,9	3763,6
89 36,5	-	278,4	-	289	594,6	4676	619	4857
101,6 40,5	-	348	-	358,6	743,6	5856	769	6038



TEK "J" BİRLEŞTİRME

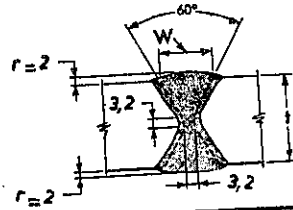
Birleşme Ölçüleri (mm)	Yaklaşık her "cm" için gerekli elektrod ağırlığı (gr)		Birleşme yerindeki çeliğin katkı hacmi					
	Kaynak Fazlalığı Yok	Kaynak Fazlalığı var	Dikiş yüksekliği Yok	Dikiş yüksekliği var				
t w s	Çıplak ve ince örtülü	Kalın örtülü	Çıplak ve ince örtülü	Kalın örtülü	cm <sup>3</sup>	gr	cm <sup>3</sup>	gr
6,35 5,25 1,6	1,81	2,27	3,02	3,87	4,9	38,5	8,25	64,9
8 7,9 2,4	3,78	4,69	5,59	6,96	10	78,5	14,9	117,1
9,6 10,5 3,2	6,05	7,56	4,47	10,5	16,2	128	22,7	178,8
12,7 14,1 3,2	10,5	13,1	13,7	17,4	28,3	222	37	291
16 17,8 3,2	16,3	20,4	20,4	25,4	43,5	341,8	54,5	427,6
19,6 21,5 3,2	23,4	29,3	28,4	35,5	62,8	493,9	76,1	599,2
25,4 28,9 3,2	41,7	52,2	48,6	133,6	111,5	876,2	129,4	1016,9



Çizelge: III Harcanan Elektrod Miktarı

TEK "U" KAYNAKLI BİRLEŞTİRMELER

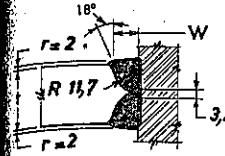
Birleşme Ölçüleri (mm)	Yaklaşık her "cm" için gerekli elektrod ağırlığı (gr)				Birleşme yerindeki çeliğin katkı hacmi				
	Dikis yüksekliği yok		Dikis yüksekliği var		Dikis yüksekliği yok		Dikis yüksekliği var		
	t	w	Çıplak ve ince örtülü	Kalın örtülü	Çıplak ve ince örtülü	Kalın örtülü	Cm <sup>3</sup>	gr	Cm <sup>3</sup>
12,7	16,5	-	17,8	-	22,5	38	299	43,3	379
16	17,9	-	25,7	-	30,8	54,8	429,9	126	517,9
19,6	19,2	-	33,8	-	39,5	72,6	569,7	84,6	665,3
25,4	19,2	-	52,5	-	58,8	112,5	883	126	989
31,7	24,6	-	73,5	-	80,9	157,5	1234	173,6	1362,1
38,1	27,3	-	97	-	105	207,4	1629	224,7	1766,1
45	29,7	-	122	-	130	262	2056,5	280	2197,5
50,8	32,8	-	151	-	161	323,5	2542	344,6	2706,6
57,1	35,4	-	182	-	193	390	3064	412,7	3232,7
63,5	38,1	-	215	-	227	462	3623	485,6	3814
70,4	40,8	-	251	-	263	537	4217,6	567,5	4417,1
76,2	43,6	-	289	-	302,6	619	4857,8	646	5080
89	48,9	-	386	-	402,7	796	6265	827	6492
101,6	54,3	-	517,9	-	548,7	999	7854	1033	8126



ÇİFT "V" BİRLEŞTİRME KAYNAĞI

Birleşme Ölçüleri (mm)	Yaklaşık her "cm" için gerekli elektrod ağırlığı (gr) x				Birleşme yerindeki çeliğin katkı hacmi				
	Dikis yüksekliği yok		Dikis yüksekliği var xx		Dikis yüksekliği yok		Dikis yüksekliği var xx		
	t	w	Çıplak ve ince örtülü	Kalın örtülü	Çıplak ve ince örtülü	Kalın örtülü	Cm <sup>3</sup>	gr	Cm <sup>3</sup>
16	10,2	10,8	13,6	15,5	19,5	29	228	41,9	379
19,6	11,8	14,8	18,4	20,2	25,4	39,4	310	54	429,9
25,4	16	25,4	31,7	32,8	41	68	533	87,8	665,3
31,7	19,6	38,2	47,9	47,3	59	102,7	806	127	989
38,1	23,3	53,8	67,3	64,7	81	145	1132	173	1362,1
45	27	72	90	84,4	105,6	293	1514	226	1766,1
50,8	30,6	92,7	116	107,4	134	249	1952	288	2197,5
57,1	34,3	116,5	145	132,4	165,7	311	2442	353	2706,6
63,5	38	142,7	178,5	160	199,7	381	2996	429	3232,7
76,2	45,3	202	352,7	223	280	540	4244	598	4662,2
89	52,6	273,9	342	289	372	732	5743	797	6265
101,6	60	355,6	445	384	480	952	7468	1029	8126

x - Sıçrama ve artıklar dahil  
xx - Dikis yüksekliği = x

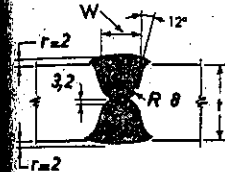


Çizelge: III Harcanan Elektrod Miktarı

ÇİFT "J" KAYNAKLI BİRLEŞTİRME

Birleşme Ölçüleri (mm)	Yaklaşık her "cm" için gerekli elektrod ağırlığı (gr)				Birleşme yerindeki çeliğin katkı hacmi				
	Dikis yüksekliği yok		Dikis yüksekliği var		Dikis yüksekliği yok		Dikis yüksekliği var		
	t	w	Çıplak ve ince örtülü	Kalın örtülü	Çıplak ve ince örtülü	Kalın örtülü	Cm <sup>3</sup>	gr	Cm <sup>3</sup>
25,4	12,7	-	28,2	-	35,8	60,7	476	76,4	603
31,7	14,3	-	37,5	-	45,8	80,6	631	98	772
38,1	15	-	53,2	-	61,7	114	894	133	1040
45	15,8	-	66	-	75,6	141,4	1112	161	1266,6
50,8	16,6	-	82,7	-	92,4	176	1389	197,5	1553
57,1	17,5	-	99	-	109	212,4	1666	234	1834
63,5	19	-	115,7	-	127	247,6	1943	273	2129
70,4	19,8	-	134	-	145	287	2247	311	2442
76,2	20,6	-	153	-	164	324,6	2551	351	2760
89	23	-	192	-	205	410	3232	439	3441
101,6	24,6	-	237,5	-	251	508,6	3986	537	4213

\* - Sıçrama ve artıklar dahil  
\*\* - Dikis yüksekliği = r

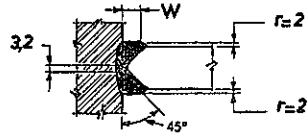


ÇİFT "U" KAYNAKLI BİRLEŞTİRME

Birleşme Ölçüleri (mm)	Yaklaşık her "cm" için gerekli elektrod ağırlığı (gr) x				Birleşme yerindeki çeliğin katkı hacmi				
	Dikis yüksekliği yok		Dikis yüksekliği var xx		Dikis yüksekliği yok		Dikis yüksekliği var xx		
	t	w	Çıplak ve ince örtülü	Kalın örtülü	Çıplak ve ince örtülü	Kalın örtülü	Cm <sup>3</sup>	gr	Cm <sup>3</sup>
25,4	17,4	-	43,3	-	53,5	58	726	113	899
31,7	18,5	-	59	-	70	75,6	994	150	1176
38,1	20	-	76	-	88	163,8	1149	189	1485
45	21,3	-	95	-	108	204	1602	231	1811
50,8	22,6	-	115	-	128	247	1934	274	2151
57,1	24	-	136	-	150	291	2288	321	2519
63,5	25,3	-	158	-	173	239	2656	370	2910
70,4	26,6	-	181,6	-	204	390	3055	422,6	3314
76,2	28	-	209,5	-	225,5	445	3518	481	3786
89	30,7	-	260	-	278	556	4363	595	4676
101,6	33,4	-	318	-	337	680	5334	721	5675

\* - Sıçrama ve artıklar dahil  
\*\* - Dikis yüksekliği = r

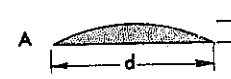
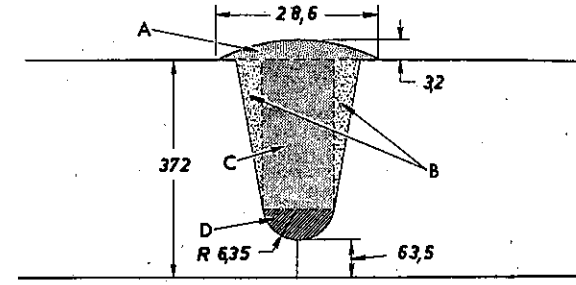
Çizelge: III Harcanan Elektrod Miktarı



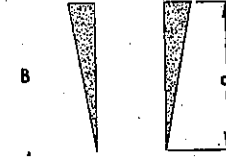
ÇİFT "V" KAYNAKLI BİRLEŞTİRME

Birleşme ölçüleri (mm)	Yaklaşık her "cm" için gerekli elektrod ağırlığı (gr) x						Birleşme yerindeki çeliğin katkı hacmi				
	Dikiş yüksekliği yok		Dikiş yüksekliği var xx		Dikiş yüksekliği yok		Dikiş yüksekliği var xx				
	Çıplak ve ince örtülü	Kalın örtülü	Çıplak ve ince örtülü	Kalın örtülü	Cm <sup>3</sup>	gr	Cm <sup>3</sup>	gr			
12,7 16	4,7 6,35	2,57 4,54	3,32 5,75	4,8 7,56	5,9 9,4	6,8 12,3	54 96,7	12,7 20	100 159		
19,6 25,4	7,9 10,6	7,2 14	8,9 17,5	10,9 19	13,6 24	19 37,5	151 294	29 51	228 402		
31,7 38,1	14,3 17,4	23 35	29 43	30 43	37 54	62 93	488 729	69,7 114,6	626 899		
45 50,8	20,6 23,8	48,5 65	58 76	58 76	72 94,5	129,7 172	1019 1355	155 202	1216 1589		

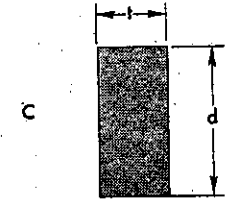
Bu alanların Çizelge II deki değerlerine göre herbirinin ağırlıklarını hesaplayarak bunların hepsinin toplam ağırlığı 0,0412 kğ veya 41.2 gr dır. Eğer birleşme yerindeki kaynak alanları standart biçimlerde ise ağırlıklarının cetvelardan bulunması daha kolay ve uygun olmaktadır. Bu ağırlıkların hesaplanmasına yardımcı değerler Çizelge III de gösterilmektedir. Bu değerlerden bulunan kaynak kütlelerinin ağırlığı birleşme metalinin normal kaynak yüzdesine bölünerek randımanı bulunur. Dikiş hacmi oranı ise birleşme yerinde kaynatılan metalin kaybolan kısmıdır. Bu da yüzde olarak ifade edilmektedir. Kaybolan metal için gerekli elektrod ağırlığı tablo III de "Cm" deki zorunlu elektrod (yaklaşık) ağırlığı olarak verilmektedir. Örneğin, dikiş hacmi % 60 olarak verildiğinde, her cm de istenen normal koruyucu metal ark toplam ağırlığı ise 68,6 gr dır. Bu değer yukarıda verilen her cm



t = 32. d = 28,6 YA CETVELE BAKILIR



ACI = 14 d = 25,4 YA CETVELE BAKILIR



t = 11,7. d = 25,4 YE CETVELE BAKILIR



r = 63,5 E GÖRE CETVELE BAKILIR

Şekil:15-5 Dolgu dikişin birleşme konumuna göre ölçüleri

için bulunan 41,2 gr mın 0,60 (%60) a bölünmesi sonucu elde edilir. Toz altı kaynaklarında depozit verimi yaklaşık %100 dür. CO<sub>2</sub> ile yapılan koruyucu gaz kaynaklarında, sıçramalardan dolayı, bu değer yaklaşık %8 azalarak verim %92 olabilir. Birçok tozaltı kaynaklarında birleşme depozit verimi yaklaşık olarak %100 dür. Çizelgeden çevrim yapmaksızın depozit çelik ağırlığı hesaplama yolu ile (birleşme yerindeki kaynak kesit alanı ile boyun çarpımı sonunda) bulunur. Bulunan bu sayısal

değer 0,02 sabit sayı ile çarpılarak kğ/Cm<sup>2</sup> deki ağırlık hesaplanmış olur. Çünkü normal durumlarda 1 Cm<sup>2</sup> lik alandaki ağırlık 0,02 kğ olarak kabul edilir.

**Örtülü Elektrod Maliyeti:** Bundan sonraki kademe ise her cm (veya 100 katı alınarak m deki) örtülü elektrod hacmi bulunabilir. Maliyetin belirlenmesinde elektrodun kğ olarak fiyatı ergiyik depozitinin (kütlesinin) çarpımının depozit yüzdesine bölünür. Bu hesaplama için gerekli formül ise:

$$\text{Cm deki elektrod fiyatı} = \frac{\text{Cm deki elek. ağırlığı} \times \text{elektrod fiyatı}}{\text{Hacim yüzdesi}}$$

**Gazların Maliyeti:** Eğer kaynak işlemi koruyucu gaz gerektiriyorsa, bu gazın maliyetinde hesaplanması zorunludur. Gaz maliyeti genellikle her cm kaynak ile saatte verilen gaz kütlesi (dm<sup>3</sup>) çarpılır ve kaynatma hızına bölünür. Bu hesaplama ile ilişkili formül ise:

$$\text{Gaz Maliyeti} = \frac{\text{Gaz hacmi dm}^3 / \text{st} \times 1 \text{ dm}^3 \text{ gaz fiyatı}}{\text{m deki} \quad 1 \text{ dak kaynak hızı m/dk} \times 60 \text{ dak/st.}}$$

**Pasta Maliyeti:** Eğer sertlehim yapılacak (herhangi bir birleştirme için pasta kullanılması gerekiyorsa) bu pastanın (temizleme aracının) maliyeti aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\text{Metredeki pasta} = \frac{\text{Birleşme boyundaki (m) X pasta yüzdesi X fiyatı}}{\text{Kullanılan pasta ağırlığı.}}$$

**Pasta (kğ) fiyatı**

Kullanılan pasta oranı (yüzdeki) birleşme için gerekli elektrod teli ile beraber değerlendirilmelidir. Normal olarak pasta oranı (yüzdesi) harcanan elektrod (tel) ağırlığının 1,5 katı ağırlığında bulunması gereklidir.

**Kullanılan Tel Maliyeti:** Otomatik ve yarı otomatik ark kaynaklarında kullanılan (telin) elektrodun maliyeti, metalin elektrod örtülü elektrod da uygulanan formülle aynı biçimde hesaplanabilir. Bazı hallerde telin 1 gr veya kğ'nun uzunluk olarak bilinmesi hesaplamaya çok yardımcı olmaktadır. Eğer dakikada verilen elektrod uzunluğu belli ise Çizelge IV kullanmak suretiyle kaynakta harcanan tel ağırlığı kolayca bulunur.

Çizelge: IV Tel Miktarı (gr daki Tel boyu cm olarak)

Tel çapı (mm)	0,5	0,6	0,76	0,89	1,14	1,6	2	2,4	3,2
Mg	282	194	125	92	56	29	18	13	7,2
AL	178	122	79	58	35	18	11	8,3	4,5
AL-Br	63,8	43,8	28	20	13	6,7	4	3	1,6
SS 400	62,5	43	27	19,4	12	6,4	3,8	2,8	1,5
Adi Çelik	61	42	26,7	19,2	12	6,3	3,7	2,7	1,5
(St)	60	41,6	26	19	11,9	6,2	3,6	2,6	1,5
SS 300	56	39	25	18	11	5,6	3,7	2,4	1,4
Si.Br	54	37	24	17	10	4,9	3,2	2,3	1,3
Cu.Br	54	37	24	17	10	4,8	3,1	2,1	1,3
Ni	53	37	24	17	10	6,6	3,1	2,1	1,3

Mg = Magnezyum

AL = Alüminyum

AL-Br. = Alüminyum Bronz

SS-400=400 serisi paslanmaz çelik

St = Adi karbonlu çelik

SS-300 = serisi paslanmaz çelik

Si.Br = Silisli Bronz

Cu.Ni = Nikelli Bakır

Ni = Nikel

**Kaynak Yapım Ücreti:** Kaynak ücretinin hesaplanmasına



üç faktör etki etmektedir. Bunlar; 1- İşçilik, 2- Genel harcamalar, 3- Enerji.

**İşçilik:** Gerçek işçilik ücreti kaynaklı birleştirmede kullanılan depozit miktarı ile yakından ilişkilidir. Hacım miktarı ise saatte yapılan kaynak işlemi göz önüne alınarak değerlendirilir. Ergiyik kütlesinin (depozitin) hesaplanması, 1- Kaynağın konumu (pozisyonu), 2- Kaynak makinasında ayarlanan amper değerine, bağlıdır. Deneme ve kullanma tekniği göz önüne alınırsa yatay, yataya yakın kaynak konumları daha büyük ergiyik kütlesine sahip olduğu görülmektedir. Örneğin, 25,4 mm lik bir birleştirme kaynağının dik olarak yapılmasında dakikada 15 cm ilerlenirse, yatay kaynakta bu uzunluk 30 cm ye yakın olmaktadır. Böylece yatay kaynak dik kaynağın iki katı kadarlık bir hızla yapıldığı saptanmış olur. Makinada amper ayarının yapılması kullanılacak elektrod çapı ile gereç kalınlığına göre değerlendirilmelidir. Amper ayarlanması, koruyucu gaz kaynaklarındaki depozit oranı bakımından çok önemlidir. Aynı zamanda, amper ayarına uygun olarak tel ilerleme hızında kaynatma şartlarına göre yapılması yine aynı önemi taşımaktadır. Böylece kaynak yapma ortamına göre efektif tel hızı belirlenmelidir.

Özel kaynaklardaki gereçlerin fiyatı diğer kaynak türlerine göre az da olsa daha fazladır. Örneğin, MIG kaynağı, örtülü elektroda göre daha fazla depozit tel oluşturduğundan gereç fiyatları da yükselmektedir. Ancak, bazı durumlarda hızlı yapılan kaynak ile artan gereç fiyatı karşılanabilmektedir. Kaynak hızının artması aynı zamanda işçilik ücretini de azaltmaktadır. İşçilik ücreti şu formülle hesaplanabilir.

$$\text{Metre Kaynaktaki İşçilik Ücreti} = \frac{\text{Saatteki kaynak yapımı}}{\text{dak. ilerleme hızı} \times \text{çalışma verimi}}$$

**İlerleme Hızı:** Dikişin yapılması için geçen zamandır. Yapılan dikişin boyu harcanan zamana bölünürse ilerleme hızı bulunur. İlerleme hızının değeri, kaynakçının bilgi ve becerisini (yeteneğine), kaynak işleminin türüne ve kaynak konumuna göre değişmektedir. Kural olarak, ilerleme hızının belirlenmesi, bir önce yapılan kaynakla karşılaştırmak suretiyle yapılır. Böylece bu değer problemlerin çözümünde temel kavram olarak alınmaktadır.

**Çalışma Verimi:** Çalışma verimi, gerçek ark (kaynak) zamanının toplam çalışma zamanı ile karşılaştırılmasıdır. Çalışma verimine, zorunlu elektrod değişime, cürufaların temizlenmesi, kaynağın temizlenmesi ve kaynak elamanlarının hazırlanmasına etki etmektedir.

Ark (kaynak) zamanı ise, makinanın çalışması ile kaynağın yapılması (arkin oluşması) zamanının hesaplanmasıdır. Zamanın ölçülmesi makina üzerindeki ölçü aletlerinin çalışması izlenmesinden yararlanılarak yapılabilir. Diğer bir deyimle, hergün makina ve elamanlarının efektif olarak kaç saat üretimde çalıştığını hesaplamaktır.

**Genel Harcamalar:** Genel harcamalar hemen hemen direkt olarak gereç ve işçilik faktörleri ile yakından ilişkilidir. Bazı hesaplama işlemlerinde bu faktör etkili olmazsa, değerlendirme ayrı ayrı yapılmalıdır.

Genel harcamalar aşağıda verilen formüle göre hesaplanabilir.

$$\text{Metredeki Genel Harcaması} = \frac{\text{Saatteki Genel Harcaması}}{\text{Dak. ilerleme hızı} \times 60 \times \text{çalışma verimi}}$$

**Enerji Maliyeti:** Hesaplama işlemlerinde elektrik enerjisinin de değerinin bilinmesi zorunludur. Birçok kaynak elamanlarında

elektriksel verim % 50 lik bir faktör olarak hesaba katılmaktadır. Enerji fiatı genel kaynak maliyetlerinde küçük bir değer olarak alınır. Hesaplamadaki verimlilik ise bu ücretin hesaplanması ile çok yakından ilişkilidir.

Enerji Ücreti aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$\text{Metredeki Enerji} = \frac{\text{A (amper)} \times \text{V (Volt)} \times \text{KW/St (ücreti)}}{\text{Hacim} \times \text{ilerleme hızı} \times \text{verim} \times 60 \times 1000} \times \text{ücreti}$$

*Toplam Metredeki Kaynak Maliyeti:* İse gereç fiatı, kaynak yapım ücreti ile kaynak boyunun çarpımına eşittir.

$$\text{Toplam Kaynak Maliyeti} = \text{Gereç ücreti} + \text{kaynak yapım ücreti} \times \text{kaynak boyu}$$

*Problem No:1*

Ø 3,25 örtülü elektrod kaynağı özellikleri.

Gereç : Adi karbonlu çelik.

Kaynak ölçüsü : V-Kaynağı, 9,6 mm derinlik, 12 mm genişlik, 20° lik açı.

Kaynak Gereç Ağırlığı : 5,9 Gr/cm 0,590 kg/m

Ø 3,25 elektrod fiatı : kg/lira

Depozit verimi : % 60

Toplam kaynak boyu : 7,3 m

İşçilik ücreti : 13 lira

Genel Harcamalar : 50 lira

İlerleme Hızı : 0,2 m/dk.

Çalışma Verimi : % 30

$$A = 80 \text{ A, } U = 20, \text{ Kws} = 75 \text{ krş.}$$

*Çözüm*

Gereç Maliyeti:

$$\text{Elektrod ücreti} = \frac{0,59 \times 7}{0,6} = 6,88 \text{ TL.}$$

Kaynak yapım ücreti:

$$\text{İşçilik} = \frac{13}{0,2 \times 60 \times 0,3} = 3,6 \text{ TL.}$$

$$\text{Genel Harcama} = \frac{50}{0,2 \times 60 \times 0,3} = \frac{50}{3,6} = 13,8 \text{ TL.}$$

$$\text{Enerji} = \frac{80 \cdot 20 \times 0,75}{0,60 \times 0,2 \times 60 \times 1000} = \frac{1200}{7200}$$

$$\text{Toplam Maliyet} = \frac{7,3 \times (6,88 + 3,6 + 13,8 + 0,166)}{24,4} = 7,3 \times 175,2 \text{ TL.}$$

*Problem No:2*

Kaynak Türü MIG, Tel : Ø 1,2 mm

Özellikler:

Gereç : Alüminyum

Kaynak biçimi : Birleştirme 6,25X6,25 Dış bükey kaynak  
hacim ağırlığı: 0,234 kg/m.

Kaynak elektrodunun: 57 lı/kg  
Fiatı

Depozit verimi: % 92

Toplam kaynak boyu: 3 m

Gaz :13 Lt/st

İşçilik ücreti :50 TL.

Çalışma verimi :0,76

Amper = 270

Volt = 26

Kw/st = 75 kr.

Çözüm:

Gereç Fiyatı:

$$\text{Tel} = \frac{0,234 \times 57}{0,92} = 14.5 \text{ TL.}$$

270 Amper için:

$$\text{Gaz} = \frac{0,05 \times 1420}{0,76 \times 60} = \frac{71}{45,6} = 1,55 \text{ TL.}$$

$$\text{Genel harcamalar} = \frac{50}{0,76 \times 60 \times 0,55} = \frac{50}{25} = 2 \text{ TL.}$$

$$\text{Enerji} = \frac{270 \times 26 \times 0,75}{0,92 \times 0,76 \times 60 \times 1000} = \frac{5265}{41952} = 0,125 \text{ TL.}$$

$$\text{Toplam Maliyet} = 3 \times 181.75 = 54.525 \text{ TL.}$$

Aşağıdaki problemlerdeki özelliklere göre kaynak için gerekli toplam maliyeti hesaplayınız.

Problem No: 1

- a - Gereç -Adi karbonlu çelik  
b - Kaynak türü -Örtülü elektrod kaynağı  
c - Kaynak biçimi -"V" birleştirme, t = 12.7  
s = 14.4 mm (tablo III)  
d - Ø 3,25 elektrod fiyatı = 23. Lr/kg.  
e - Depozit verimi : % 60  
f - Kaynak Boyu : 9,75 m  
g - İşçi ücreti : 19 TL/st  
h - Genel harcamalar : 80 TL.  
i - İlerleme hızı : 0,254 m/dk.  
j - Çalışma verimi : : 35  
K - Kw/st

Not: Kitabın arkasındaki çetvelden Ø3,25 elektrod için gerekli volt ve amperi bulunur.

Problem No:2

Aşağıdaki özelliklere göre MIG kaynak maliyetini hesaplayınız.

- a- Gereç : Paslanmaz çelik  
b- Birleştirme ölçüleri (Tablo: III)  
c- Ø 1.15 mm tel fiyatı : 60 TL/kg  
d- Depozit verimi : %95  
e- Kaynak boyu : 8,5 m  
f- Gaz fiyatı : 0,06 TL/Lt.  
g- İşçilik ücreti : 22 TL.  
h- Genel harcama : t5 TL.  
i- İlerleme hızı : 0,89 m/Dk.  
j- Çalışma verimi : %65  
k- Kw/st : 160 Kr.

Not: Kitabın arkasındaki çetvelden amper, volt ve gaz üfleme değerini bulunuz.

Aşağıdaki problemi çözerek koruyucu metal ark kaynağı ile MIG kaynağının maliyet sonuçlarını karşılaştırınız.

Problem No:3

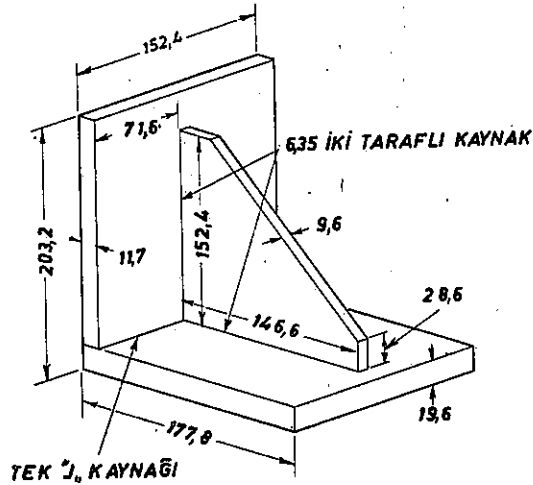
- a- Gereç : Adi karbonlu çelik  
b- Birleşme ölçüleri : Tek, 60° lik "V" küt birleştirme t = 16 mm, s = 17,6 mm.  
c- Elektrod : Ø 2,5 mm 27 TL/kg  
d- Kaynak teli : Ø 1,15 mm 60 TL/kg.  
e- Toplam kaynak boyu : 57 m  
f- Depozit verimi

Örtülü Elektrod : % 60  
MİG teli : % 98

g- İlerleme hızı; : 0,2 m/dk  
Örtülü elektrod : : 1, m/dk.  
MİG Teli : 707 Lt/st  
h- Gaz üfleme miktarı : 0,06 TL/Lt  
i- Gaz fiatı : %30 (örtülü elektrod)  
J- Çalışma verimi : %60 (MİG kaynağı)  
k- İşçi ücreti : 24 TL/st  
80 TL (örtülü elektrod)  
L- Genel harcamalar : 70 TL (MİG kaynağı)  
m- Elektrik ücreti : 170 kr Kw/st.

Aşağıdaki konstrüksiyon şekillerinin yapımı için gerekli kaynak ücretini hesaplayınız.

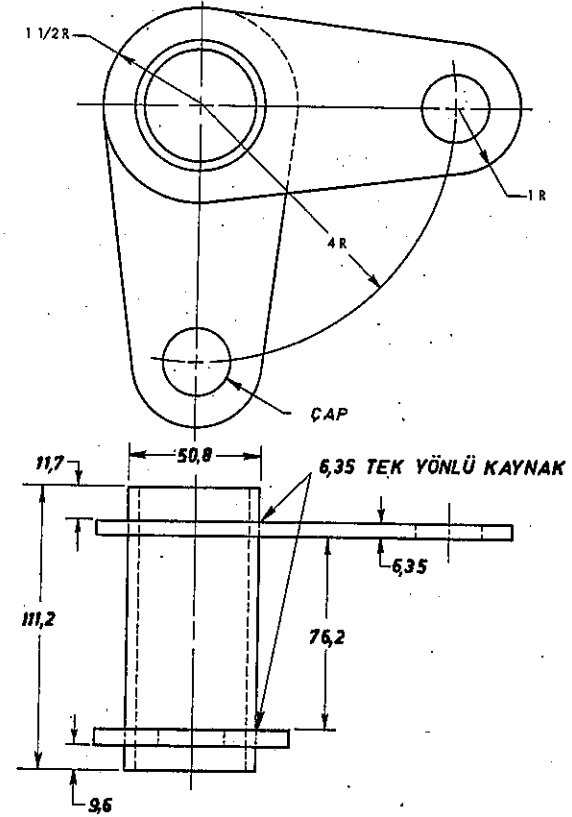
Problem No:4 Şekil :15-6, özellikleri,



Şekil:15-6

a- Gereç : Adi karbonli çelik,  
b- Kaynaktürü : Örtülü elektrod  
c- Elektrod : Ø 2,5 mm  
d- Elektrod fiatı : 32 TL/kg  
e- Depozit verimi : % 65  
f- İşçilik ücreti : 24 TL.  
g- Genel masraflar : 75 TL.  
h- İlerleme hızı : 0,2 m/dk  
i- Çalışma verimi : % 35  
k- Elektrik ücreti : 160 kr kw/st

Problem No:5 Şekil: 15-7, özellikler

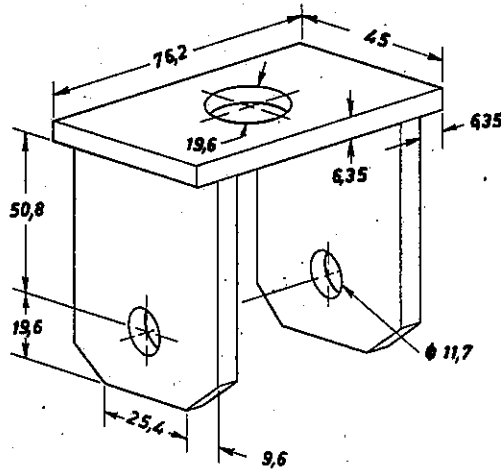


Şekil:15-7

a- Gereç	: Paslanmaz çelik
b- Kaynak	: MIG
c- Tel çapı	: 1,6 mm
d- Tel maliyeti	: 65 TL/kg
e- Gaz fiyatı	: 0,07 TL/Lt
f- Depozit verimi	: % 98
g- İşçilik ücreti	: 28 TL.
h- Genel harcamalar	: 76 TL.
i- İlerleme hızı	: 0,98 m/dk
j- Çalışma verimi	: % 60
k- Elektrik ücreti	: 170 kr Kw/st.

Not: Gerekli olan amper, volt ve gaz miktarını kitabın arkasındaki cetvelden bulunuz.

Problem No:6 Şekil: 15-8 özellikleri,



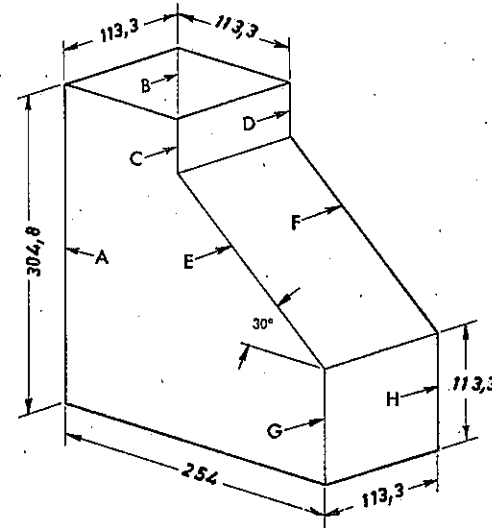
Şekil:15-8

a- Gereç	: Adi korbonlu çelik
b- Birleşme biçimi	: Tek "J" tek taraflı kaynak
c- Kaynak türü	: MIG

d- Tel çapı	: $\emptyset$ 1,15 mm
e- Tel fiyatı	: 67 TL/kg
f- Gaz fiyatı	: 0,07 TL/Lt.
g- Depozit verimi	: % 95
h- Genel masraflar	: 75 TL
i- İşçilik ücreti	: 24 TL/st
j- İlerleme hızı	: 1,04 m/dk
k- Çalışma verimi	: % 55
L- Elektrik ücreti	: 170 kr Kw/st

Not: Gerekli olan amper, volt ve gaz basınç ayarlarını kitabın arkasındaki cetvelden yararlanarak yapınız.

Problem No:7 Şekil: 15-9 özellikleri,



Şekil:15-9

a- Gereç	: 3,2 mm kalınlıktaki alüminyum
b- Birleşme biçimi	: 1-Dış kenarlar tek köşe kaynağı 2-A,B,C,D,E,F,G,H kenarları kaynaklı

c- Kaynak türü	: MIG
d- Tel çapı	: Ø 1,6 mm
e- Tel fiatı	: 70 TL.
f- Gaz fiatı	: 0,08 TL/LİT
g- Depozit verimi	: % 96
h- İşçilik ücreti	: 24 TL/st
i- Genel masraflar	: 84 TL.
J- İlerleme hızı	: 1,14 m/dk
k- Çalışma verimi	: % 65
L- Elektrik ücreti	: 180 kr kw/st

Not: Problem çözümü için gerekli olan amper, volt ve gaz üfleme basıncını kitabın arkasındaki ilgili cetvelden bulunuz.

## BÖLÜM 16

### KAYNAKÇILIKTA GÜVENLİK

Kaynakçılıkla uğraşan herkes için güvenlik çok önemli bir faktördür. Kaynakta uygulanacak güvenlik özellikle kaynakçılar için olmalıdır. Çünkü, kaynak işleminin oluşmasını bu kimseler yapmaktadır. Endüstriyel güvenlik kapsamına giren bu işlemler, sağlık işleri ve sigortasını yakından ilgilendirir. İş yerinde çalışan kimselerin sağlık güvenliğinden, çalıştıran pozisyonunda olanlar sorumluluk hissetmelidir. Herhangi bir kaza olması halinde ise, insan sağlığı ve iş üretimi bakımından ciddi tehlikeler olmaktadır.

Okullarda, öğretmenler öğrencilerinin atelyede güvenli çalışmasını sağlayacak biçimde çevresel tedbirleri almak zorundadır. Öğrencilerin okul atelyelerinde herhangi bir şekilde yararlanmaması ve sağlıklarının korunması için ilgili öğretmenleri efektif güvenlik programı uygulamaları gerekmektedir.

Birçok kaynak kazaları belirli tedbirler almakla önlenabilir. Genel olarak kazalar çalışanların güvenlik kurallarını tam değerlendirmiyerek ihmal etmeleri sonucu meydana gelmektedir. Bunun yanında, güvenlik kuralında birinci faktör, operatörün (kaynakçının) anlamadığı veya tam olarak bilmediği herhangi bir işleme asla teşebbüs etmemelidir.

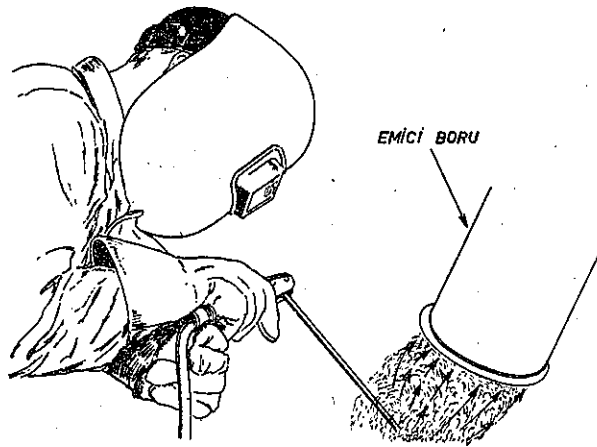
Kaynatma ve kesme işlemlerini içeren detaylı güvenlik kitapları veya bültenleri çeşitli dilde yazılmış olarak bulunmaktadır.

*Genel Güvenlikler:* Genel güvenlik kurallarını kapsayan koşullar kaynatma ve kesmede bütün kısımları içermektedir.

Genellikle bu güvenlikler ise havalandırma, giyinme, takım ve araçlardır.

**Havalandırma:** Tüm kaynak işlemleri iyi bir havalandırma ortamı içersinde yapılmalıdır. Havanın hareket ettirilmesi ile zehirli dumanların birikmesi önlenerek havada temiz oksijen kalmasını sağlamaktadır. Uygun bir havalandırmada fazla dumanlar, tozlar ve artıklarının kritik bir ortam oluşmasına fırsat verilmemelidir.

Belirli bir sağlık koşulunu sürdürmek amacı ile zehirli gazların dışarı atılması için havalandırma gereklidir. Genel olarak her kaynak kabiniindeki havalandırma koşulu minimum olarak 56600 Lt/dk ( $56,6 \text{ m}^3$ ) olmalıdır. Eğer hareketli havalandırma borusu iş parçasının yanına yerleştirilerek çalıştırılırsa kaynak alanından yaklaşık olarak  $2830 \text{ dm}^3$  (Lt)/dk havalandırma yapılmalıdır. Şekil:16-1 de havalandırma borusu ile yapılan hava temizlenmesinin yapıışı görülmektedir.

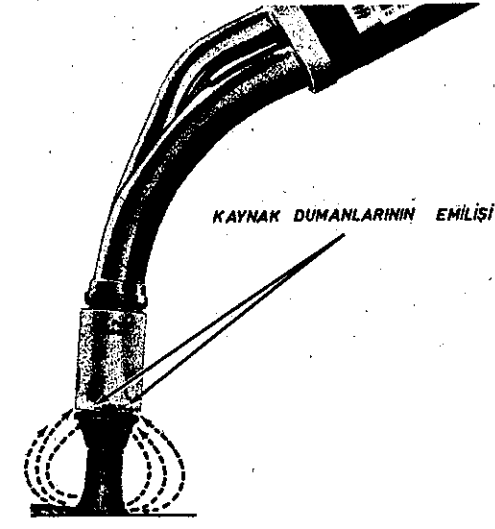


Şekil:16-1 Bütün kaynatma işlemleri için gerekli havalandırma.

Çizege I de Hobart Kaynak Firmasının geliştirdiği yeni havalandırma ünitesi, özellikle gaz-metal ark kaynağı ile örtülü elektrod kaynağı için kullanılmaktadır. Havalandırma borusu, kaynak torcunun bir parçası olarak kaynak alanından, koruyucu gaza herhangi bir etki yapmaksızın, yabancı gazları çekmektedir. Şekil:16-2 de kaynak tabancasına yerleştirilmiş havalandırma boru sistemi görülmektedir. Kurşun, çinko, pirinç, bronz, kadmiyum, berilyum gibi metallere oluşan çok zararlı ve zehirli gazların tehlikeli toplanması önlenmelidir. Bunun için yeterli güçteki aspiratör kullanılmalıdır.

Çizelge: I Havalandırma Borusu

KAYNAK ALANI	MİNİMUM HAVA ÇIKIŞI Lt/dk	BURU ÇAPI "cm"
Pens veya Torçdan 10-15 cm uzak	4245	7,62
" " " 15-20 cm uzak	7782	8,89
" " " 20-25 cm uzak	12027	11,43
" " " 25 cm uzak	16980	13,97



Şekil:16-2 Kaynak alanında emilen yabancı gazlar ve pense takılı aspiratör borusu.

*Koruyucu Elbiseler:* Ateşe dayanıklı ince eldivenler birçok kaynak işlemlerinde kullanılmaktadır. Şekil:16-3 de koruma elbiseleri giyinmiş olarak yapılan kaynak işlemi görülmektedir. Diğer şekilde yünlü elbiseler, değişen ısı karşısında deriyi daha iyi koruması nedeni ile pamuklu giyeceklerle tercih edilmelidir. Belirli bir kaynak veya kalın kesme işlemleri yapılırken ateşe dayanıklı önlük, dizlik ve gömlek giyilmesi gereklidir. Kollarda katlama veya bükme, pantolon kıvrılması ve ön cepler gibi kısımlar bulunmamalıdır.



Şekil:16-3 Kaynakçı için gerekli koruyucu elbiseler.

Çünkü sıçrayan kaynak artıkları buralara yerleşerek bir yama yapar ve burada birikmeler olur. Alçak boğazlı üzeri

korunmuş ayakkabılar, içersine damlayan kıvılcımların girmesi nedeni ile, çalışma için uygun değildir. Çünkü, rahat bir çalışma ortamı için insan vücudunda herhangi bir zararlı maddenin bulunmaması gerekir.

*Gözlerin korunması:* Tüm kaynaklarda ve kesmelerde uygun geçirgenlik yeteneği olan camlarla gözler korunmalıdır. Bazı durumlarda, örneğin oksis-asetilen kaynağı ve kesme işlemlerinde normal kaynak gözlükleri kullanılmaktadır. Herhangi bir ark kaynağında, ultraviyole ve infraruj ışınlarından gözler kadar yüz kısımlarının korunması gereklidir. Bu ışınlar tehlikeli olduğu için maskesiz olarak arka bakılmamalıdır. Arkın zararlı ışınlarından kurtulmak için arkdan en az 15 m uzakta durulmalıdır. Bu mesafeden bakılırsa gözler rahatsız olmaz. Kaynak dikişindeki cürüfların kırılmasında veya taşlanmasında (temizlenmesinde) açık renkli gözlükler kullanılmaktadır. Aksi halde sıçrayan çok küçük parça göz içersine gelerek yaralanmasına sebep olur.

*Kulakların korunması:* Kulakların işitme hassasiyetini bozmamak için çok gürültülü ortamdan kaçınılmalıdır veya bunun tedbirleri alınmalıdır. Aksi halde gürültü çok fazla olursa kulağın zedelenmesine neden olur. Bununla beraber kulak, artık, kıvılcım ve dumanlardan korunmalıdır. Bunların kulak içersine girmesi, kulağın zedelenmesini sağlar. Kulağı bu zararlı durumlardan korumak için özel koruyucu maddeler kullanılmalıdır. Bu koruyucular değişik biçimde ilgili firmalar tarafından yapılmaktadır.

*Takım ve Avadanlıkların Tanınması:* Kaynakçılar herhangi bir kaynak takım elemanları hakkında tam bir bilgi sahibi olmadan kullanmamalıdır. Böylece yapıcı firmalar tarafından



hazırlanmış kataloğları dikkatlice incelenerek okunmalıdır. Kaynak teknik bilgisi ile araç ve avadanlıkların çalıştırılması mümkün olmaktadır. Ancak ünitelerin kısımlarını belirleyen kataloğ ve prospektifler bulunması gereklidir.

#### *Oski-Asetilen Kaynağında Güvenlik*

1- Tüpler. Tüpler yan yüzleri üzerinde asla yuvarlanmamalı, sürüklenmemeli ve itilmemelidir. Sürtünmeden dolayı meydana gelecek kıvılcımdan tüpler korunmalıdır. Herhangi bir şiddetli hasar sonucu gaz sızması olabilir. Tüpler dik olarak alt kenarları üzerinde hafif eğik olarak tutularak hareket ettirilmelidir. Şekil: 16-4



Şekil:16-4 Tüplerin Taşınmasında uygulanan en doğru yöntem.

- 2- Tüp valflerine yağlı elle dokunmamalı veya yağ sürülmemelidir. Örneğin, oksijen tüpünde böyle birşey olduğunda oksijen çıkışı sırasında, yağ ile temas ederek kısa zamanda yanma ortamı meydana getirebilir.
- 3- Tüpler, fırın ısısı, radyatör, açık ocak, üfleçlerden sıçrayan artıklar ile direkt olarak etkilenecek biçimde yakınlarına bırakılmamalıdır.
- 4- Tüpler, yan yüzleri üzerine yatırılmamalı ve valf başlıklarından yararlanarak hareket ettirilmelidir.
- 5- Tüp dolu olduğunda valflerini tamir etme için hiçbir girişimde bulunmamalıdır. Eğer valf görevini tam yapmıyor veya gaz kaçıırıyorsa tüp boşaltıldıktan sonra yenisini takmak veya çıkarıp tamir etmek gereklidir.
- 6- Oksijen basınçlı hava yerine hareketli mekaniksel araçlarda, boruların içersinin temizlenmesi ve benzeri gibi yerlerde ciddi tehlikeler meydana getireceğinden kullanılmamalıdır.
- 7- Tüpler kullanılırken birbirlerine çarparak sademe olmaması için zincirlerle sabit olacak biçimde bağlanmalıdır.
- 8- Tüpleri açarken tüpün bir tarafından ve düşürücüden uzak durmalıdır. Şekil: 16-5 de tüpün açılışı gösterilmektedir. Çünkü; düşürücü ani gelen gaz basınç boşalması (genişmesi) sonucu patlama veya benzeri olaylar olmaktadır.

Borular. Tüm boru donanımlar ve bağlantı elemanları merkezi sisteme dayanacak biçimde normal gaz basıncı olan  $10,5 \text{ kg/cm}^2$  yi taşıyacak nitelikte olmalıdır. Oksijen (boruları) donanımları siyah çelik boru, çekme çelik boru, pring veya bakır borulardan yapılmaktadır. Yalnız, bu boruların



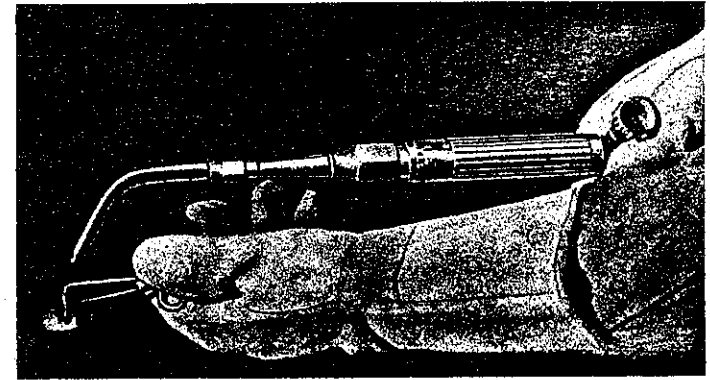
Şekil: 16-5 Tüpleri açarken daima bir tarafta durmalıdır.

dişli bağlantılarında yağ kullanılmamalıdır. Asetilen taşıyıcı borular çelik çekme boruların dişli olarak eklenmesi yapılmaktadır. Asetilenin üfleçteki bakır dışında herhangi bir bakır boru ile teması önlenmelidir. Asetilenin bakır ile teması menekşe rengi (bakır çalığı veya hidrojen emmesi) bir oksit tabakası oluşur ki, bu bakır oksitlenirse tehlikeli olur. Yeni yapılan boru donanımının kullanılmadan önce içersine hava veya azot verilerek yapım sırasında kalan pislik artıkları ve tozlar gibi yabancı maddeler temizlenmelidir.

**Sızma ve Akıntılarının Kontrolü:** Yeni yapılan boru donanımlarının sızmalarının kullanılmadan önce kontrol edilmesi gereklidir. Bundan sonra aralıklı (periyodik) zamanlarda bu kontrolün tekrarlanması gerekmektedir. Sızmalar yangın

için çok tehlikelidir. Bununla beraber çalışan kimseler de bu sızan gazları teneffüs etmektedirler. Böylece sızmalar çalışanların sağlıkları için tehlikelidir. Asetilen ve oksijen tüplerindeki gaz kaçakları üfleç muslukları kapatılarak tüp valflerinin açılması ile yapılır. Tüp valfinin açılması ile gerekli kullanma basıncı düşürücülerden ayarlanır. Birleşme yerlerine fırça veya benzeri gereçle sabunlu su sürülerek kaçaklar kontrol edilir. Hiçbir şekilde alevle kontrol yapılması söz konusu olmaz.

**Üfleçlerin yakılması.** Üfleçlerin yakılması genel olarak kıvılcım üreten araçlarla yapılmalıdır. Mümkün olduğu kadar kibrit kullanılmamalıdır. Çünkü, kibrit alevi parmakla üfleç ucuna taşıdığı için yamalara sebep olmaktadır. Üfleçlerin yakılmasında, alevleri boşluğa gidecek biçimde tutularak yapılmalıdır. Şekil: 16-6 da üfleçlerin yakılışı fotoğraf olarak görülmektedir. Üfleçler yakılırken herhangi bir yönde hareket ettirilmesi çevredekilerin yamalarına neden olmaktadır.



Şekil: 16-6 Üfleç yakmanın doğru biçimi.

Kutu, kazan ve küçük boşluk türü yerleri kaynatırken üflecin bu boşluklardaki sıcaklığından faydalanarak yakılması doğru değildir. Belki bu boşluklarda tamamen yanmamış gazlar bulunarak alevle patlayabilir. Böylece hasar ve yaralanmaya sebep olunabilir. Üfleci açarak hareket ettirmek yerine, ateşleyiciyi üflece yaklaştırarak normal biçimde valfler açılarak yanma olur ve sonra ayarlama yapılır.

#### *Geri Tepme ve Patlama.*

*Patlama.* Alev oluşturulması sırasında üfleç ucunda meydana gelen gürültülü bir yanma olayıdır. Bunun nedenleri ise, üflecin iş parçasına çok yaklaştırılarak yanıcı gazın ani gelişi ile memedeki fazla ısıdan etkilenecek birden yanmasıdır. Bazen bu problem, işin çok sıcak olan yüzeyinde üflecin belirli bir hızla hareket ettirilmemesi sonucu meydana gelir. Diğer bir neden ise kaynatılan gereç kalınlığına göre üfleç seçilmemesidir. Bu gibi durumlarda ani patlamalarda önce asetilen, sonra oksijen hemen kapatılarak, üfleç soğutulup veya değiştirilerek yeniden yakılmalıdır.

*Geri Tepme.* Geri tepme alevin meme, üfleç veya hortum içersinde oluşmasıdır. Bu olay, çok keskin ve tiz sesle alev yanışı gibi meydana gelmektedir. Geri tepme olduğunda alevin söndürülmesi için önce oksijen valfı sonra asetilen valfı kapatılır. Geri tepme olayının oluşmasının nedenleri ise; kanalların temiz olmaması, anormal gaz basınçları, yıpranmış veya özelliği kaybolmuş meme kullanılması, enjektör sisteminin bozukluğu, hortumların sıkışması veya dolaşması, meme ucunun tıkanması veya memenin fazla ısınmasıdır. Geri tepmenin oluşması ise kaynak elemanlarında bazı bozuklukların varlığının belirtisidir. İyi yetişmiş bir kaynak personeli işlem öncesi kaynak avadanlıklarını kontrol etmelidir.

*Patlama Tehlikesi olan işlerin Kaynağı.* Depoların, Tankların Kaynatılması ve Kesilmesinde Güvenlik. Küçük depoların, varil ve fiçilerin, tankların parlayıcı gaz buharı üretmeleri nedeni ile iyice temizlenmeden kaynatılmamalı veya kesilmemelidir. Yanıcı veya patlayıcı ortamı oluşturan maddeler; 1- Gazolin, 2- Hafif yağlar, 3- Asitler (metalle bileşiklerinde hidrojen üretirler) 4- Şiddetli ısı ile buharlaşan yağlar ve katı maddeler. Böylece bu tür kaynakların veya kesilme işlemlerinin yapılması için belirli güvenlik tedbirleri alınmalıdır ve havalandırma tam olarak yapılmalıdır. Kaynatılan hacimde bulunan hava veya gaz ısı ile şiddetli bir genişleme sonucu yüksek basınçla ani patlama oluşturmaktadır.

*Depoların Temizlenmesi.* Depoların temizliğini yapmadan önce hangi temizleme işleminin uygulanmasının doğru olacağını saptamak gerekir. Çok küçük bir yanıcı gaz veya sıvı ciddi bir patlamaya neden olmaktadır. Aşağıda belirtilen yöntemler depo ve tankların kaynatılması için temizleme biçimini belirlemektedir.

*Su ile Temizleme.* Bu yöntem su içinde eriyebilen maddeler taşıyan tank ve depoların temizlenmesi için en uygun olanıdır. Örneğin, su içinde eriyen maddeler aseton ve alkol bileşikleridir. Eğer su içinde ergimiyen maddeler varsa bunların temizlenmesi için diğer sistemler uygulanmalıdır. Su ile temizleme depoların birkaç defa doldurularak boşaltılmasıdır veya belirli akma eğim sistemi verilmesidir.

*Sıcak kimyasal Temizleme.* Kimyasal temizleme olarak aşağıda belirtilen işlemlerin uygulanması tavsiye edilir.

1- Depoda bulunan artıklar şiddetli basınçta su doldurulup boşaltılarak dışarı atılır.

2- Sıcak sulu deterjan içersine bir miktar trisudum,

fosfat katılarak depolar temizlenmelidir. Piyasada bulunan temizlik deterjanları bu iş için kullanılabilir. Depolar kaynar su ile doldurulduktan sonra temizleme maddeleri su içine katılarak karıştırılır ve iyice yıkanır.

3- Depo buhar borusuna bağlanarak 170-190° lik bir sıcaklıkla içersinde her 15-20 dakikada bir dēnenir. Buhar verme sırasında depoya su verilerek, ergimeyen sıvılar, maden cürufu veya sulu çamurun suyun yüzeyinde toplanması sağlanır. Belirli olarak yapılan bu işlem sonunda depodaki su boşaltılır.

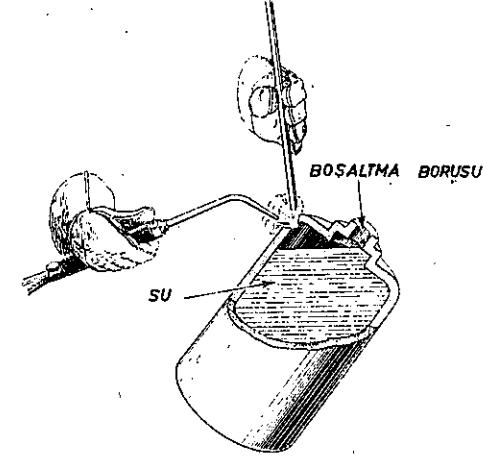
*Buharla Temizleme.* Normal buharla temizlemeden önce deponun soda veya soda külü ile temizlenmesi tercih edilmelidir. Sodalı suyun boşaltılmasından sonra depo buhar ile doldurularak kokulardan ve kenarlarda bulunan artıklar dışarı çıkıncaya kadar tutulur. Bundan sonra depo tekrar sıcak veya kaynar su ile doldurulur.

Diğer bir temizleme yöntemi ise tesirsiz gazların depoya tamamen doldurulmasıdır. Bu gazlar yanıcı olan gazların veya buharı yanmayan ve patlamayan biçimde birleşik haline getirerek zararsız yaparlar. Kullanılabilecek tesirsiz gazlar karbondioksit veya azottur. Bu gazlar, doldurma ventili dışında açılan bir kanaldan depoya doldurulur. Depolar mümkün olduğu kadar su ile doldurularak, diğer kalan hacmine tesirsiz gaz verilerek kaynak ve kesme işlemi yapılmalıdır.

*Depoların kaynatılması veya kesilmesi.*

Depoların kaynatılmadan kesilme öncesi iyice temizlendiğinden emin olunmalıdır. Bununla beraber deponun işlem görmeyen kısmının su ile doldurularak bir havalandırma ventili açılması tavsiye edilebilir. Böylece erginemiş durumda

olan maddelerin ısı etkisi ile buharlaşması önlenmiş olur. Depoda kaynatılan yerde küçük bir boşluk bırakılmalıdır. Bu boşluk kaynak ve kesme işlemleri için yeterli büyüklükte olmalıdır. Şekil: 16-7 de su doldurulmuş bir deponun kaynatılma biçimi görülmektedir.



Şekil: 16-7 Depolar kaynatılırken veya kesilirken su doldurulmamalıdır.

*Kesmede Güvenlik.* Belirli tedbirler alınmadığı için kesme işlemlerinde genellikle ateş (alev) oluşmaktadır. Çok kere kesme işlemi yapan işçiler kesme artıklarının 27 m kadar uzağa gideceğini hesaplayamazlar. Kesme ile ilişkili olan personel çevresini ve kendisini korumak amacı ile aşağıdaki hazırlıkları yapmalı veya izlemelidir.

1- Boya ve benzeri (odalardan çıkan tehlikeli) yanıcı maddelerin bulunduğu yerde kesme üfleci asla kullanılmaz.

2- Eğer kesme ağaç döşeme üzerinde olacak ise o alan iyice temizlenerek su ile ıslatılır. Yedek olarak bir kova su veya kum bulundurulmalıdır.

3- Kesme işlemi yapılırken, yakında daima yangın söndürme aleti bulundurulmalıdır.

4- Geniş bir alanda kesme yaparken sıçrayan artıkların kanal ve kesme boşluğunda kalmaması gerekir.

5- Eğer kesme işlemi yanıcı maddelerin yanında yapılması zorunlu ise maddelerin önüne yanmayı önleyici bir paravana konmalıdır.

6- Kirli ve karmaşık bir gaz atmosferinde kesme planlanırsa daha çok etkili tedbirler alarak kesme ve kaynak kıvılcımında yanma ve patlama önlenmelidir.

*Ark Kaynağında Güvenlik.* Bu güvenlik ark ve direnç kaynaklarını içermektedir. Yalnızca genel olarak bu kaynak alanlarında birçok değişik güvenlik kuralları uygulanmaktadır. Bu kural türleri kaynak ünitelerinin hacimleri ile çalışma durumlarına göre değişmektedir. Kaynak elemanları portatif koruyucu metal ark kaynağından mekaniksel sistemli koruyucu gaz ünitelerine kadar değişmektedir. Her bir özel ünite için imal eden firmanın önerileri dikkate alınmalıdır.

Bütün kaynaklar için uygulanan genel güvenlik kuralları aşağıda gösterilen biçimde değerlendirilebilir.

1- Elektrik iletim elemanları normal standartlara göre yalıtkan olmalıdır.

2- Kaynak makinası yanına konan bir şartel ile elektrik bağlantısı yapılmalı gereğinde akım bu şartelle hemen kesilmelidir.

3- Ünite ve elemanların tamiri kaynak makinası kapatılmadan yapılmamalıdır. Ark kaynağı için yüksek volt kullanıldığında hayati tehlike olabilir.

4- Kaynak makinaları topraklanarak, herhangi bir elektrik şokundan korunmalıdır.

5- Makina yüklü çalışırken kutup değiştirilmemeli. Kutup değişikliği için makinanın boşa alınması beklenmelidir. Aksi halde kutupların kontak uçları kısa devreden hasar görür.

6- Makina kabloları aşırı yüklenmemeli veya iyi kablo bağlantısı yapılmaksızın makinada çalışılmamalıdır. Kablonun gücünden fazla akım iletmesi ısınmasına neden olur. İyi bağlantı yapılmaması ise kutuplar arasında kısa devre meydana gelmesine sebep olur.

7- Rutubetli yerlerde elin ve elbiselerin kuru olarak tutulması sağlanmalıdır. Vucutta oluşacak rutubet elektrik şoku- na sebep olabilir.

8- Eğer çevrede bulunan personel gözlerini korumamış ise ark başlatılmamalıdır. Ark göz ve deri için çok zararlıdır.

9- Kaynak makinasını basınç etkilerinden korumalıdır.

10- Alın kaynağı yapılırken çıkan kıvılcımlardan korunmalıdır.

11- Direnç kaynak operatörleri saydam maske ve gözlük kullanmalıdır.

12- Makina çalışırken pensin iletken kısımları toprakla temas etmemelidir.

13- Kaynak kabloları yağ ve greslerden korunmalıdır.

14- Kaynak akımı olduğunda kablolar bükülmemeli veya bükülerek yapılmamalıdır.

#### BİLGİ SORULARI

1- Herhangibir kesme ve kaynak işleminde niçin güvenlik kurallının uygulanması zorunludur?

2- Havalandırma işlemi nasıl yapılır?

3- Kaynak bölümünü yöneten kimse niçin güvenlikten sorumludur?

4- Kaynak işlemi yapılırken hangi elbiseler giyilmelidir?

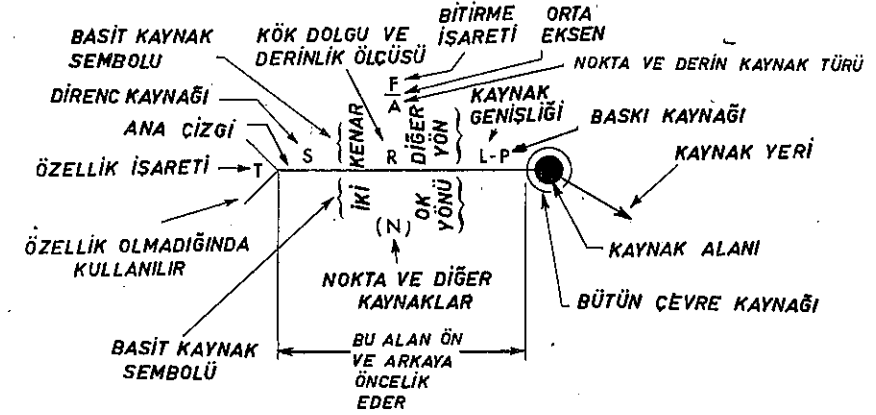
- 5- Ark kaynağında özel gözlük camı ve maske niçin önemlidir?
- 6- Oksijen tüp valfı niçin yağla temas etmemelidir?
- 7- Tüp Valfleri açılırken operatör niçin düşürücünün bir kenarında durmalıdır?
- 8- Oksi-asetilen donanımında en doğru gaz kaçak kontrolü nasıl yapılır?
- 9- Patlamanın geri tepmeden farkı nedir?
- 10- Patlama ve tepme olursa ne yapılmalıdır?
- 11- Depo ve tanklar kaynak ve kesilme öncesi niçin temizlenmelidir?
- 12- Depo ve tankların kaynatılması, kesilmesi için uygulanan temizleme yöntemleri nelerdir?
- 13- Kesme yapılırken niçin çok kere yarma olur?
- 14- Elektrik kaynak üniteleri niçin topraklanır?
- 15- Elektrik kaynak makinelerinde şartel kullanmanın yararı nedir?
- 16- Kaynak makineleri, niçin gücünün üstünde yüklenmemelidir?
- 17- Rutubetli bir yerde kaynak yapılırken alınacak güvenlik kuralları nelerdir?
- 18- Elektrik ünitelerinin tamir edilmesinde neden yetişmiş personel kullanılmalıdır.

## BÖLÜM 17

### KAYNAK SEMBOLLERİ

Amerikan Kaynak Cemiyeti tarafından birçok kaynak sembolleri standartlaştırılmıştır. Bu semboller normal olarak çizim resimleri veya imalat resimleri üzerine konarak fabrikasyon üretimlerde kullanılmaktadır. Bu üretimlerde kullanılan semboller kaynağın türünü niteliğini, yerini, hacmini ve biçimini belirlemektedir.

Kaynak sembolünün temel yapısı. Kaynak sembolü bir ucunda açılmal ok bulunan eksen ile ifade edilmektedir. Şekil:17-1 de komple bir kaynak sembolü görülmektedir. Bütün kaynak

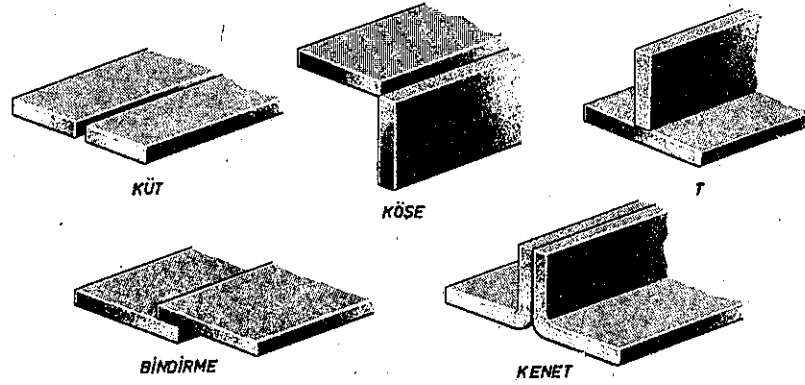


Şekil: 17-1 Kaynak Sembolünde özelliklerin gösterilme yerleri.

karakteristikleri, şekilleri ve diğer özellikleri bu çizgi etrafında (çevresinde) yerleştirilmiştir.

Kaynak Türünün Tanınması. En önemli faktör kaynak sembollerinin biçimini tanıyarak hangi kaynak türüne ait

olduğunu saptamaktır. Bu kaynak türleri beş temel birleşme sistemine göre belirlenmektedir. Bunları: 1- Küt, 2- köşe, 3- bindirme, 4-"T" (iç köşe,) 5- kenet biçimi kaynaklardır. Şekil : 17-2 de genel olarak kullanılan beş tür birleştirme görülmektedir. Yapılan kaynak işlemleri ise; dolgu,



Şekil: 17-2 Genel olarak kullanılan kaynak birleşme türleri.

birleştirme, nokta, dikiş kaynaklarıdır. Dolgu kaynaklarında dolgu yapım biçimine göre değerlendirilmektedir.

Her tür kaynak kendi özel işareti ile gösterilmektedir. Örneğin, köşe dolgu kaynağı ikizkenar dik üçgen, birleştirme kaynağı ise dikdörtgen şeklinde gösterilmektedir. Şekil: 17-3 de bütün temel kaynak işaretleri (sembolleri) görülmektedir.

Kaynağın yapım yeri. Diğer bir zorunlu anlama ise kaynak türünün işin hangi alanına uygulanacağıdır. Ok kaynağın bir tarafına veya diğer tarafına yapılacağını belirlemeli (gösterilmeli) dir. Dik doğru tarafı bir yüzeyi, diğer tarafı ise karşı yüzeyi göstermektedir. Şekil: 17-4 de

kaynatılan bir iç köşe kaynağı için ok yönleri ifade edilmektedir. Kaynağın yapım yeri okun düz çizgisi üzerine

DOLGU	DÜZ	NOKTA	DİKİŞ	ALT	ERĞİTME	YÜZEY DOLGU	FLANS	
							KENAR	KÖŞE

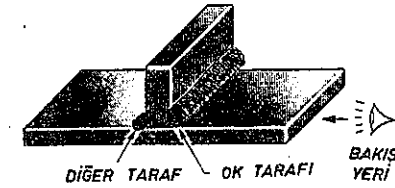
BİRLEŞTİRME						
KÜT	v	AÇILI	u	J	EĞİK	TEK EĞİK

ARK VE GAZ KAYNAĞI İŞARETLERİ

CEVRE KAYNAĞI	NOKTA KAYNAĞI	TEMİZLEME		
		DÜZ	KONVEKS	KONKAV

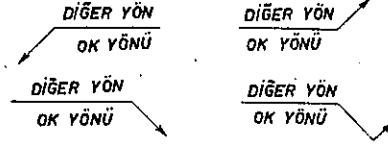
Şekil: 17-3 Kaynak Sembolleri.

yazılır. Okun doğrultusu çok önemli değildir. Birleşmenin her iki tarafına da kaynak yapılabilir. Şekil: 17-4-5 de okların gösterdiği kaynak alanları görülmektedir. Eğer

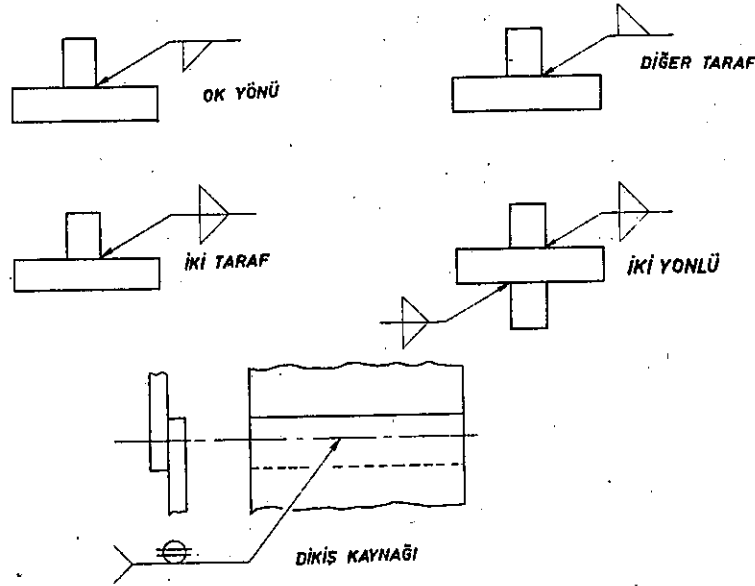


Şekil: 17-4 Birleşmenin yan tarafları.

Şekil: 17-5 Oklar kaynak yapım doğrultusunu gösterir.



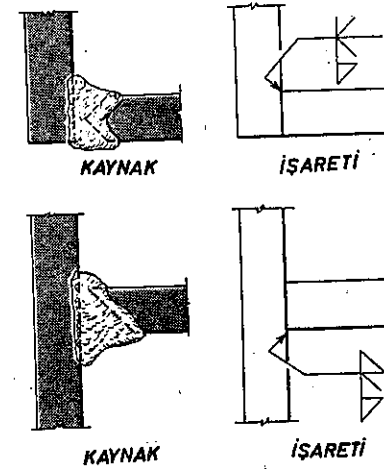
kaynak okun gösterdiği tarafa yapılırsa, kaynak sembolü (işareti) çizginin alt kısmına yerleştirilir. Eğer kaynak okun diğer kenar(üst) kısmında yapılması istenirse, kaynak işareti bu alana yerleştirilir. Kaynağın her iki yönlü yapılması gerekiyorsa ok ekseninin alt ve üst kısmına ilgili işaretler konur. Şekil: 17-6 da ok eksenini üzerine konmuş işaretler görülmektedir.



Şekil: 17-6 Kaynak yapılacak yer belirlenir.

Bu işaretlerdeki farklılık yalnızca nokta veya dikiş direnç kaynaklarında görülür. Nokta veya dikiş kaynaklarında ok kaynak eksenini göstererek kaynatma işareti eksenin üst kısmına konmaktadır. Şekil: 17-6 daki alt şekil bu tür kaynağın yapıldığını ifade eder biçimde görülmektedir. Resimlerde, ok eksenleri üzerine konan kaynak işaretleri soldan sağa doğru okunarak değerlendirilir. Küt dolgu, açılmal ve "J" dolgu, çift taraflı faturalı dolgu ve köşe flanş kaynak sembolleri (işaretleri) ok ekseninin sol tarafında dik olarak gösterilir.

*Karma Kaynak Sembolleri.* Fabrikasyon biçimi üretimlerde, birleştirme kaynaklar birden fazla değişik konumda yapılır. Belki birleştirmenin her iki tarafı köşe dolgu, açılmal faturalı dolgu olabilir. Bu tür birleştirmeler gerektiğinde, kaynak işareti ok ekseninde her kaynak türünü belirleyecek biçimde yerleştirilmelidir. Şekil: 17-7 de yapılan kaynaklar ve bu kaynak türü ile ilişkili çizilmiş kaynak işaretleri görülmektedir.



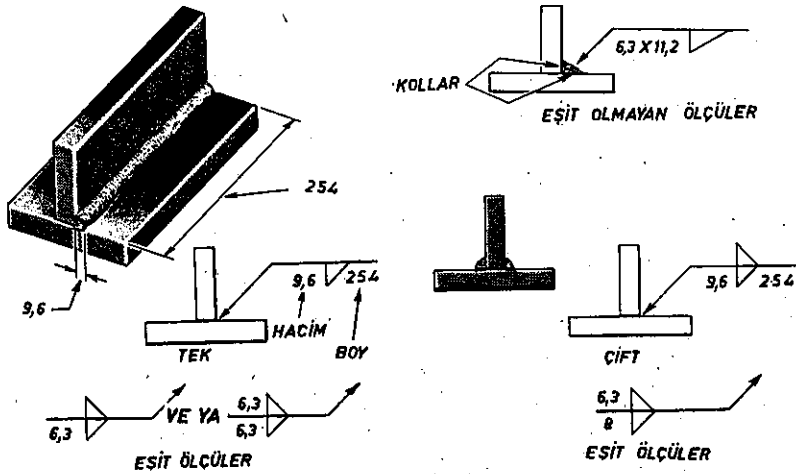
Şekil: 17-7 Birleşik kaynak sembolleri.



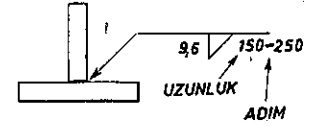
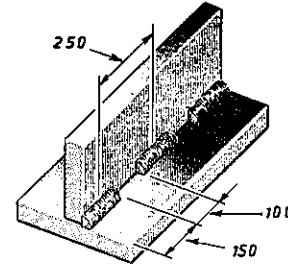
### Kaynak Ölçüleri.

**Köşe kaynakları.** Kaynak genişliği kaynak işaretinin sol kısmında tam veya ondalık kesirli rakamlar olarak gösterilir. Birleşmenin her iki tarafı aynı biçimde kaynatılacaksa, bu kaynaklar ölçü bakımından eşit olacakları için birisi veya ikisinde ölçülendirilebilir. Eğer kaynaklar birbirinden farklı ise her ikisinde ölçülendirilmek zorundadır. İşaretler üzerine herhangi bir not konması gerekiyorsa ölçü birimleri işaret üzerinde gösterilmez. Birleştirmede yapılacak kaynak boyu işaretin sağ tarafında gerektiği ölçüde gösterilir. Eğer kaynak kenarlarının birbirinden farklı olması gerekiyorsa bu kenar ölçüleri işaretin sol tarafında belirtilir.

**Kademeli (aralıklı) köşe kaynağı.** Bu kaynağın orta eksenleri ve boyları işaretin sağ tarafında kenar uzunluğu ise sol tarafta gösterilir. Sağ tarafta gösterilen ilk rakam kaynağın boyunu, ikinci rakam ise iki kaynak arasındaki orta eksenini gösterir. Şekil:17-8,9 da köşe kaynağının yapılış biçimi ile ölçülendirme sistemi görülmektedir.

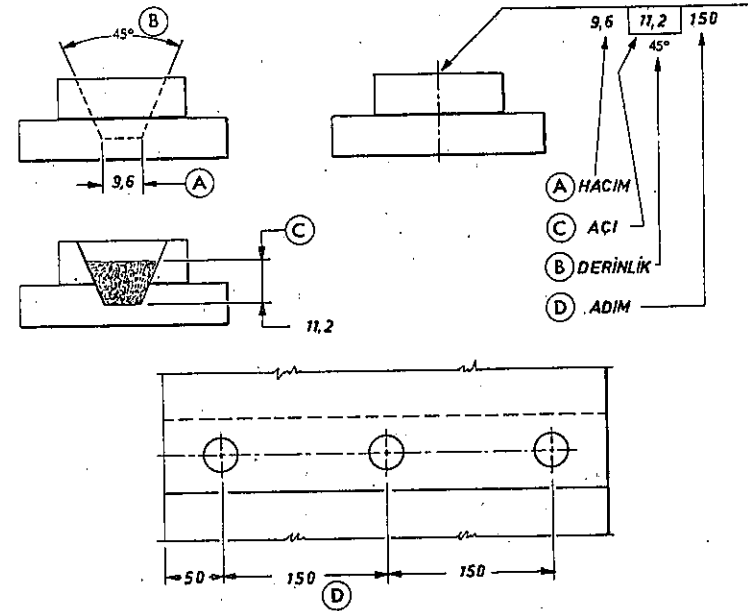


Şekil:17-8 Kaynak ölçülerinin gösterilmesi.



Şekil:17-9 Köşe kaynaklarında kaynak boyunun gösterilmesi.

**Delik Kaynağı.** Delik genişliği kaynak işaretinin sol tarafında, delik derinliği işaretin içersinde, delik eksen ölçülerin işaretin sağında ve delik açısı işaretin altında gösterilir. Şekil:17-10 daki dört resim delik kaynağı ile ilişkili detayları vermektedir.

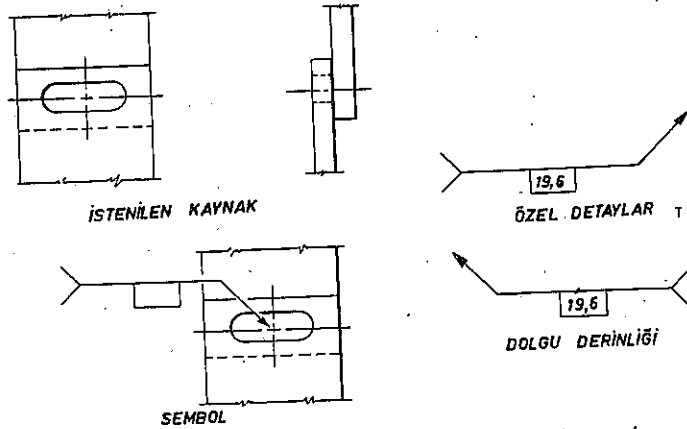


Şekil:17-10 Delik Kaynaklarının yapım ölçüleri.

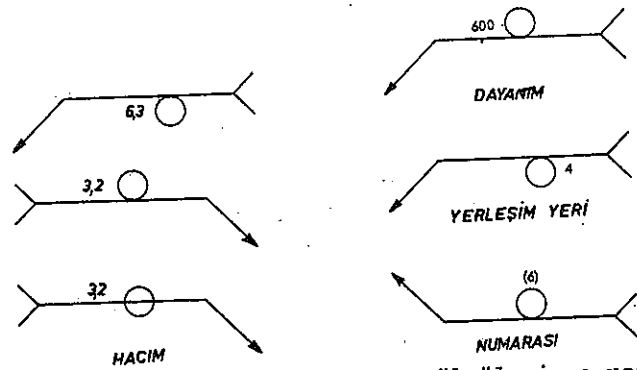
**Kanal Kaynağı.** Yapılacak işlemin boyu, genişliği, yerleşme durumu, açısal biçimlenmesi, birleştirilen parçalar çok ağır olması nedeni ile gösterilmez. Bunlarla ilgili detaylar resim üzerinde özel olarak çizilir. Eğer kanal tam

dolmuyacaksa, (parçalı olarak dolacaksa) dolgu derinliği kaynak işaretinin içine konur. Şekil:17-11 de kanal kaynağı ile ilgili detay resimler görülmektedir.

**Punta Kaynağı.** Punta kaynakları hacim veya dayanım olarak ölçülendirilir. Kaynak hacim çap olarak kesirli veya tam sayı biçiminde işaretin sol tarafına konur. Dayanım ise kesilme dayanımı olarak da işaretin sağ tarafına konur. Birleşme için gerekli kaynak sayısı ise işaretin alt ve üst kısmına konarak belirlenir. Şekil:17-12 de hacim, dayanım, eksen aralıkları ve kaynak sayılarını belirleyen kaynak işaretleri görülmektedir.

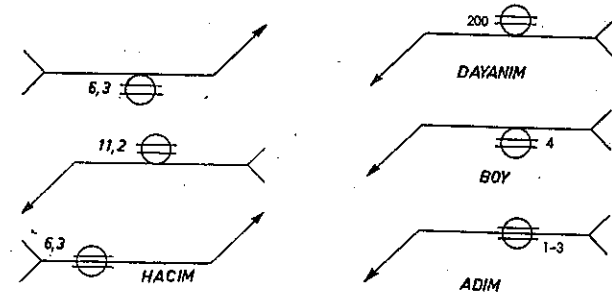


Şekil:17-11 Kanallı kaynakların gösterilmesi.



Şekil:17-12 Nokta kaynaklarının ölçüleri ve yerleri.

**Dikiş Kaynağı.** Dikiş kaynağında hacim veya dayanıklılığı ile ölçülendirilir. Kaynağın hacim ölçüsü genişlik olarak sayısal birim biçiminde kaynak işaretinin sol tarafına yazılır. Kaynağın boyu ise işaretin sağ tarafında gösterilir. Kaynaklar arasındaki uzaklık (eksenler arası) da işaretin sağ tarafına konur. Kaynak dayanımını ifade eden minimum değer ise kesilme dayanımı olarak işaretin sol tarafında gösterilir. Şekil:17-13 deki işaretlerde kaynak özelliklerinin gösteriliş biçimi verilmektedir.

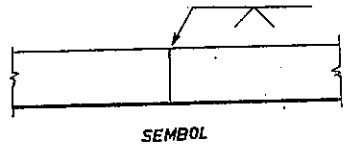


Şekil:17-13 Dikiş kaynaklarının yapım tekniği ve ölçüleri.

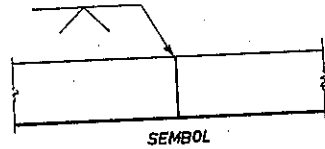
**Ek Kaynakları.** Birçok tür dolgu kaynakları vardır. Bunlarla ilişkili ölçü ve semboller (işaretler) aşağıda anlatıldığı gibidir.

- 1- Tek "V" kaynağı her iki birleşen parçaya eşit biçimde açılmış fatura olarak doldurulur. Kaynak işareti üzerinde ölçü sistemi yoktur. Şekil:17-14 de kaynak ve kaynağın işaret olarak gösterilişi görülmektedir.
- 2- Eğer ek kaynağı tam olarak bütün kalınlığı kapsamıyorsa, kaynatılacak derinlik kaynak işaretinin sol tarafa çizilmesi ile anlaşılır. Şekil:17-15 de yapılan kaynak işareti görülmektedir.
- 3- Eğer ek kaynaklarında belirli bir kök dikiş işlemesi

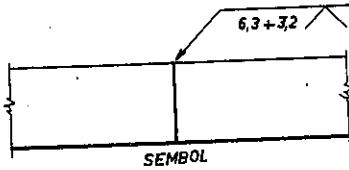
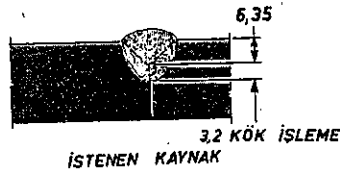
zorunluğu var ise, bu derinlik işaretin sol tarafına aynı biçimde (+ olarak) gösterilir. Şekil:17-16 da kaynak yapım tekniği ve işareti görölmektedir.



Şekil:17-14 Simetrik kaynaklarının ölçüleri ve yerleri.



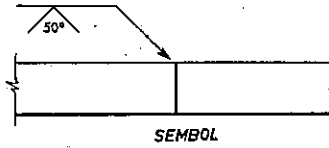
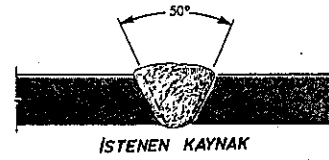
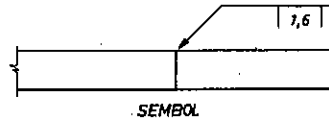
Şekil:17-15 Tam kaynak işlemi olmıyan yerlerde bu miktar ölçü ile belirlenir.



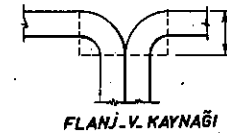
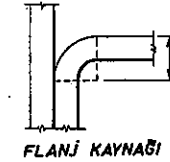
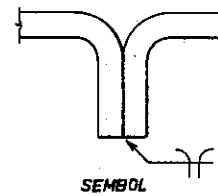
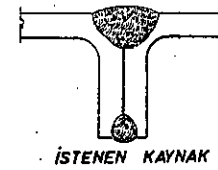
Şekil:17-16 Kök işlemesi önemli olan yerlerde işleme derinliği ölçülenir.

4- Kaynakların birleşme aralığı ve kaynak ağzı açısı değeri işaretin içersinde gösterilmektedir. Şekil:17-17 de kaynakların yapılış tekniği ve işaret ile gösterilmesi biçimi verilmektedir.

5- Kenetli birleştirmelerde alt "v" kısmının kaynatılması teğet ekseninden belirlenerek gösterilir. Bu eksenı aynı zamanda ölçü çizgisidir. Şekil:17-18 de çeşitli biçimdeki kenetli köşe birleştirmeler görölmektedir.



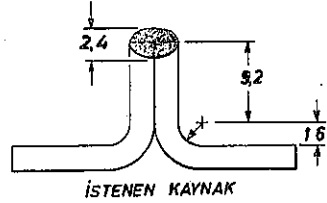
Şekil:17-17 Kaynak konumunda birleştirilen parçaların aralığı.



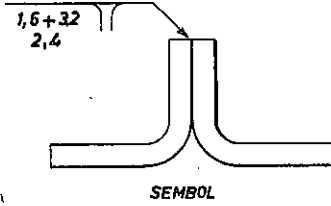
Şekil:17-18 Flanj kaynaklarında gerekli birleştirme özellikleri.

Flanj Kaynağı. Flanjin yarıçapı ve yüksekliği birbirine

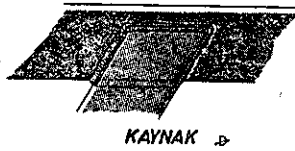
eklenmiş biçimde işaretin sol tarafına konur. Kaynak kalınlığı ise işaretin yine sol tarafına ve flanaj özelliklerinin alt kısmına konur. Şekil:17-19 da flanaj kaynağı ve sembolleri görülmektedir.



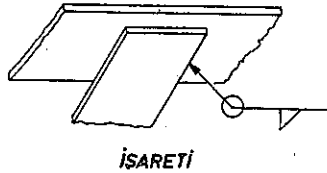
Şekil:17-19 Flanj kaynağında gerekli olan ölçüler.



**Çevresel Kaynak.** Eğer kaynak çevresel olarak yapılacak ise ok ekseninin büküm noktasına küçük bir çember konur. Şekil:17-20 de çevresel yapılan kaynak ve bu kaynağın işareti görülmektedir.

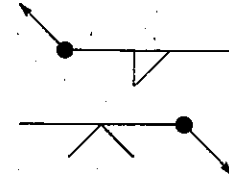


Şekil:17-20 Çevresel kaynağın gösterilmesi.

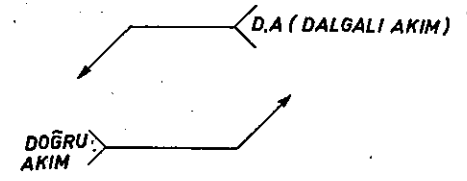


**Bir Alanın Kaynatılması.** Herhangi bir birleşme alanı tüm olarak kaynatılacaksa, bunun gösterilmesi ok ekseninin büküm yerinde koyu bir daire biçimindedir. Şekil:17-21 de kaynak sembolündeki yeri görülmektedir.

**Ok Ekseni Sonu.** Eksen sonunda ayrılan açısallara kaynağın özelliği, türü, kesilme gibi karakteristikler belirlenir. Bu detaylar eksen sonundaki açı kollarının arasına yazılarak belirlenir. Şekil:17-22 de açısallara yazılmış kaynak karakteristiği görülmektedir. Çizelge I de ise yapılan kaynak türlerinin harflerle gösterilme biçimi verilmektedir. Bu açısallara (belkide) daha fazla detaylı bilgilerin yazılması mümkün olur.

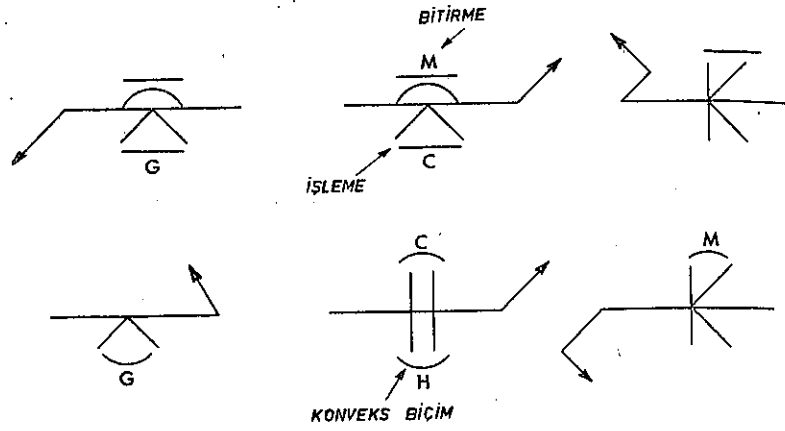


Şekil:17-21 Tam yüzey dolgu kaynak sembolü.



Şekil:17-22 Okların üç açısai kısımları bazı özel detayları belirtir.

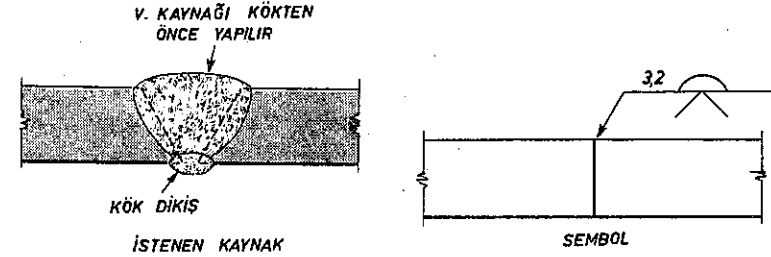
**Kaynakların Yüzey Görünümü.** Yapılan kaynak dikişinin birleşme alanından taşma biçimi de önemlidir. Dikişlerin bu yüzey görünümleri düz, içbükey veya dış bükey olarak gösterilir. Bu istenen görünüm biçimleri kaynak işaretinde açıkça belirtilmelidir. Dikiş yapıldıktan sonra işlenmesi veya işlenmemesi harfle belirlenerek, bunlar için herhangi bir ölçü korma gereği bulunmamaktadır. Şekil:17-23 de yüzey biçimini belirleyen kaynak işaretleri görülmektedir.



Şekil:17-23 Dikişlerin yüzeyel biçimlendirmeleri.

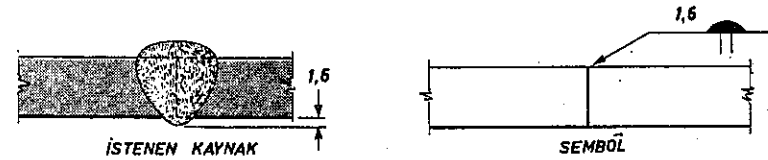
KAYNAK İŞLEMLERİ		HARF İLE GÖSTERİLMESİ
SERT LEHİM	Üfleç Sertlehim	ÜS
	Çift karbon ark sertlehim	ÇKAS
	Fırın Sertlehim	FS
	Endüksiyon Sertlehim	ES
	Direnç Sertlehim	DS
	Derin Sertlehim	DFS
	Blok Sertlehim	BS
	Üfleme Kaynak	ÜS
	Üfleme Kaynak	ÜK
	Direnç Kaynağı	AK
Endüksiyon Kaynağı	Nokta Kaynağı	NK
	Endüksiyon Kaynağı	EK
	Ark Kaynağı	ÇEK
	Çıplak elektrod Kaynağı	KGK
	Koruyucu gaz Kaynağı	TGK
	Tungsten gaz Kaynağı	GMAK
	Gaz Metal Ark Kaynağı	AHK
	Atomik Hidrojen Kaynağı	ÇKAK
	Çift Karbon ark Kaynağı	KAK
	Karbon ark Kaynağı	GKAK
Termit Kaynağı	Gaz karbon ark Kaynağı	BTK
	Basıncılı termit Kaynağı	BZTK
	Basıncısız Termit Kaynağı	BGK
	Basıncılı gaz Kaynağı	OHK
Gaz Kaynağı	Oksi-Hidrojen Kaynağı	OAK
	Oksi-asetilen kaynağı	EAK
	Hava-asetilen Kaynağı	YK
	Yuvarlanarak yapılan Kaynak	KK
Baskı Kaynağı	Kalıplama Kaynağı	ÇK
	Çekiç Kaynağı	

**Kök Dikişli Kaynak.** Bir kaynaklı birleştirmede dikiş arkasına yeniden normal dikiş yapılmasıdır. Yeniden yapılan kök dikiş kaynak işleminin tam olarak yapılmasını sağlar ve birleşmenin dayanım niteliğini artırır. Bu gibi kaynakların işaretlerle gösterilmesinde ölçü tekniğine gerek yoktur. Şekil:17-24 de kök dikişli kaynağın özellikleri gösterilmektedir.



Şekil:17-24 Kök dikişlerin yeniden yapılması.

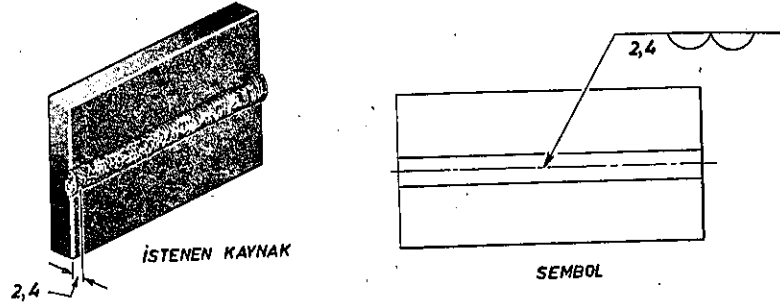
**Tam Ergiyikli Kaynak.** Eğer birleşme yalnız bir taraftan yapılan kaynakla tamamen iyi bir işleme oluşturması istenirse, bunun kaynak işareti ters biçimde ok eksenine yerleştirilir. Kaynak dikişinin yüksekliği dışında herhangi bir ölçü tekniği uygulanmaz. Şekil:17-25 de tam işlemeli kaynak biçimi görülmektedir.



Şekil:17-25 Tam kesiti içeren birleştirme kaynağı.

**Dolgu Kaynağı.** Yüzeylerin bir veya birkaç dikişle doldurulmasını gösteren kaynak şekilleri vardır. Yüzeydeki kaynak yüksekliği dolgu işaretinin sol tarafına konan rakamla belir-

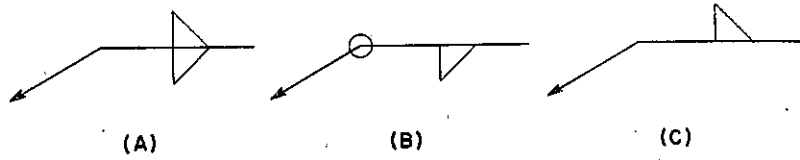
lenir. Şekil:17-26 da kaynağı ve bu işlemi belirleyen sembol görülmektedir.



Şekil:17-26 Yüzeydeki kaynak kalınlığını gösteren sembol.

### BİLGİ SORULARI

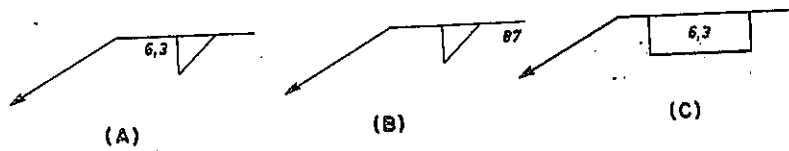
1- Aşağıdaki kaynak işaretlerinin anlamlarını açıklayınız ?



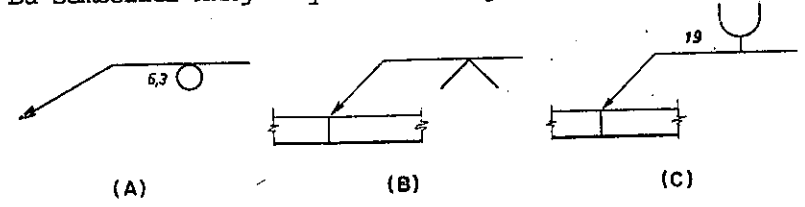
2- Bu işaretler hangi tür kaynağı belirler ?



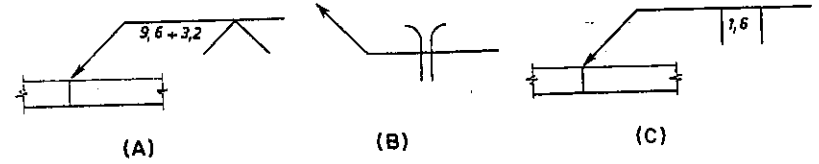
3- Aşağıdaki şekilleri nasıl yorumlarsınız ?



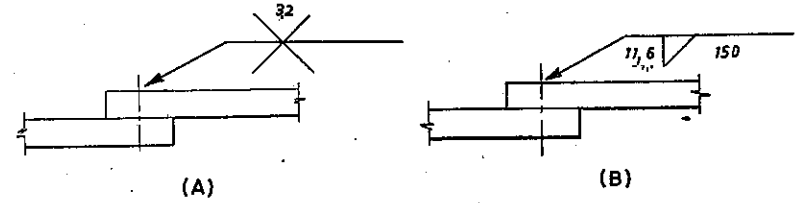
4- Bu semboller hangi kaynak türünü göstermektedir ?



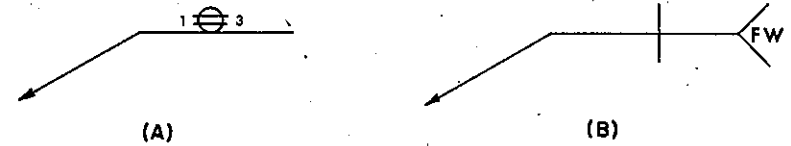
5- Aşağıda verilen işaretler hangi kaynak türünü göstermektedir ?



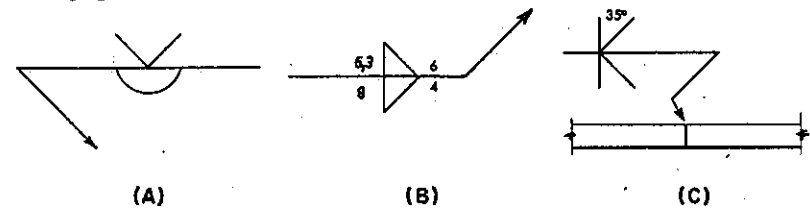
6- Bu sembollerin anlamları nelerdir ?



7- Bu işaretler neyi sembolize etmektedir ?

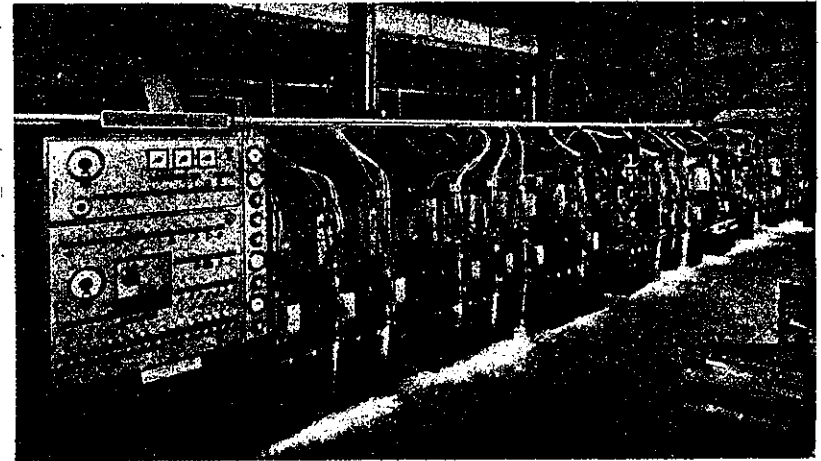


8- Aşağıdaki sembolleri nasıl yorumlanır ?



## OTOMATİK KAYNAKLAR

Metallerin birleştirilmesinde uzun yıllar elle yapılan kaynakta örtülu elektrod türleri üstünlük göstermiştir. Koryucu gaz kaynağının geliştirilmesinin sonucu yarı otomatik kaynak elemanlarının kullanılmasına başlamıştır. Bununla beraber örtülu elektrodlar kısa kaynaklı fabrikasyon işleri için çok yararlı olmaktadır. Özellikle küçük atelyelerde ve tamirat işlerinde kullanılmaktadır. Endüstride geniş bir alanda yarı otomatik kaynak makinaları kullanılmaktadır. Şimdi, birçok fabrikasyon üretimlerde yarı otomatik veya otomatik sistemli kaynak ünitelerinin gerekli olduğu felsefesi yerleşmiştir. Hatta otomatik kumanda sistemleri bilgisayar tekniğı ile çalışmaktadır. Şekil: 18-1 de otomatik çalışan bir kaynak ünitesi görülmektedir.



Şekil: 18-1 Dünyanın en büyük otomatik oksijenle kesme makinası, kesme kalınlığı ise 3,2 mm- 305 mm dir.

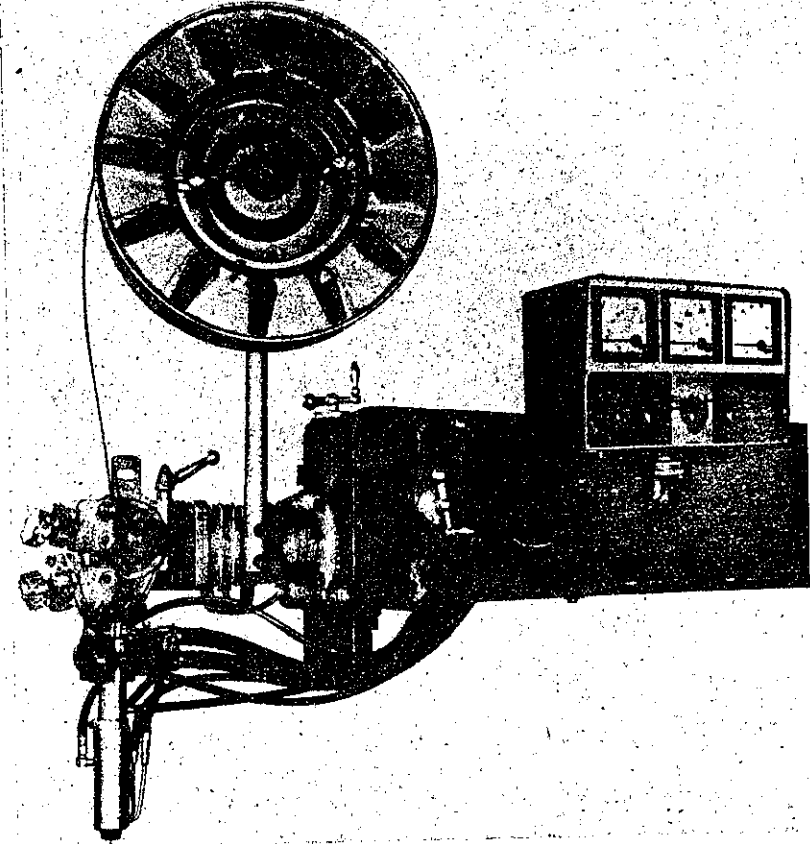
*Otomatik Kaynağın Yararları.* Uzun çalışmalar sonucunda yetişmiş iyi bir örtülü elektrod kaynakçısı en ideal çalışma koşulları altında, ark zamanının %25-30 u üzerinde kaynak yaptığı pek enderdir. Bunun anlamı çalışma periodunun ancak %25-30 unu gerçek olarak kaynak yaparak harcamaktadır. Diğer taraftan yarı otomatik kaynak ile ark zamanının %50-75 i kullanılmaktadır. Bununla beraber, bugünkü teknolojik teknik bilgi yetersizliği nedeni ile endüstride tam bir randıman alınmış değildir. Bu üniteler iyi bir servis, elaman, gereç ve bakım istemekte olup, basınçlı çalışan kaplar için iyi bir kontrol tekniği ile başarılı ve iyi kalitede fabrikasyon üretim yapılmaktadır. Özellikle basınçlı ve ısı dayanımı endüstrisi için üretimde az işçilik, sağlamlık ve tam güvenli kaynak yapımı gerçekleştirilmektedir.

Tam otomatik makina ile kaynak yapmakla, kötü ve etkisiz kaynaklar, operatörün çalışma verimsizliği ve yüksek maliyeti azaltılmaktadır. Otomatik kaynakla hızlı bir ilerleme yapılmamakla beraber devamlı tekrarlanan kaynak ile sürekli sağlamlık sağlanır. Ancak makina ünitelerinin ilk çalışma sırasında oldukça pahalı bir üretim yapılmaktadır. Kaynak mühendislerinin genel kanısına göre makinelerin ilk başlangıç maliyetleri zaman aşımından sonra daha ucuz olarak üretime katkıda bulunmaktadır. Üretimde büyük bir maliyet azalmasını sağlayan bu makineler modern otomatik sistemlerle donatılmaktadır.

#### *Otomatik Kaynak Üniteleri.*

Genel olarak otomatik ünitelerde iki temel sistem vardır. Birinci sistemde kaynak ünitesi sabit olup iş parçası hareketlidir. İkinci sistemde kaynatılan iş sabit kalarak kaynak başlığı kızaklar üzerinde kaynak konumuna göre

hareket etmektedir. Her iki sistemde de bütün kaynak faktörleri, başlama zamanı, ark başlatılma konumu, durdurma periyodu, ilk ark akımı, kaynak üst durumu, kaynak akımı, alçak ve yüksek durma zamanları, az ve fazla ısınma kontrol edilmektedir. Şekil: 18-2 de çeşitli hareket niteliğine sahip otomatik kaynak görülmektedir.



Şekil: 18-2 Gaz-Metal ark veya toz altı kaynak tekniği ile çalışan ünite başlığı dönme ve ilerleme hareketleri yapılmaktadır.

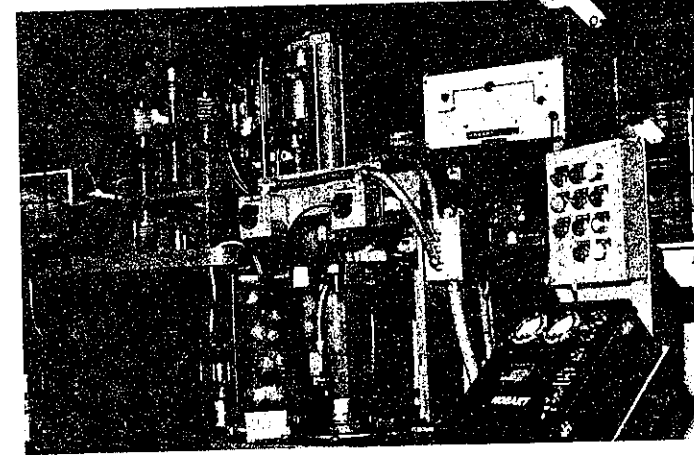
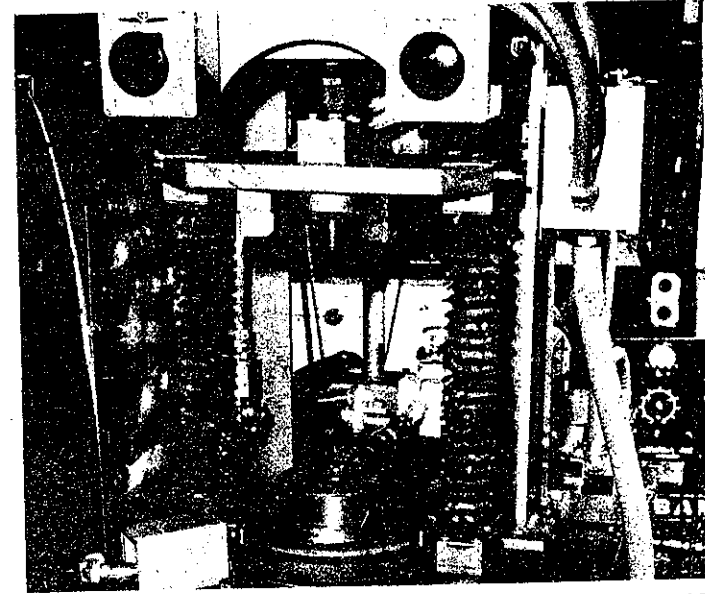
Hangi tür kaynakların gerçekte otomatik olduğu hakkında



- çok kıymetli küçük parçaların alınarak uygun bir dizi ile peratöre verilmesi, 2- Dizilen bu parçaların motor çevre-  
inde 90° lik konumda dört biçimde TIG kaynağı ile kaynatıl-  
ması, 3- Üst başlık kısmı bilezikle beraber basılarak yeri-  
e oturtulduktan sonra gaz metal-ark kaynağı ile nokta kay-  
nağı yapılmasıdır. Buradaki kaynak makinası sabit olarak  
alışan dört TIG kaynak pensini beslemektedir. Kaynak, göv-  
enin üzerinde bulunduğu tablanın hareket etmesi (dönmesi)  
le yapılmaktadır. Tabla bir mil tarafından hareket etti-  
ilerek motor gövdesi kaldırılır ve kaynak pensleri ile  
eması (kaynak ortamı) oluşturulur. Şekil: 18-5 de motor  
gövdesinin otomatik olarak kaynatılması görülmektedir.

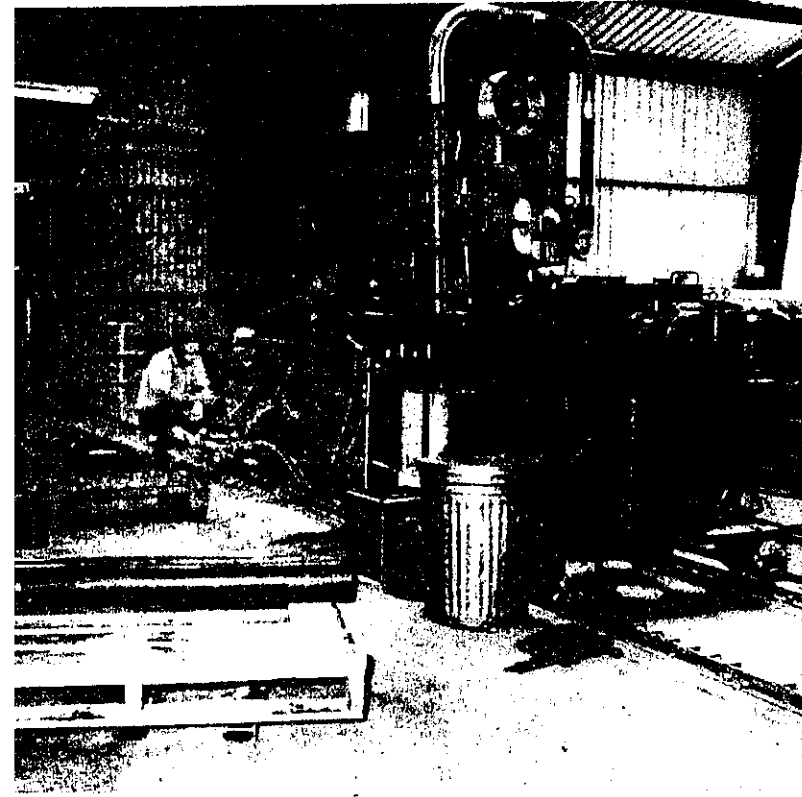
Diğer bir örnek ise hidrolik elamanların elde edilmesi-  
dir. Otomatik tozaltı kaynakları ile hidrolik silindirler  
aynatılır. Bu kaynak sistemi 15 m uzunluğunda bir yer rayı  
zerinde hareket etmektedir. Bir mil tarafından 2,5 m yük-  
ekliğindeki kaynak başlığı taşınmaktadır. Kaynak akımı be-  
irli volt üreten bir sistemle sağlanır. Bu sistem kaynak  
aşlığına monte edilerek kaynak ünitesi ile birlikte hare-  
et eder. Hava freni sayesinde kaynak ünitesi rayın iste-  
ilen herhangi bir yerinde rahatlıkla durdurulur. Şekil: 18-6  
a kaynak ünitesinin ray üzerinde hareketi ve kaynak yapma  
ekniği görülmektedir.

Tarım aletlerinin yapımında otomatik kaynak ile fabri-  
asyon üretim büyük bir hız kazanmaktadır. Bu durumda si-  
indirlik kazanlar içersindeki şeritler otomatik kaynakla  
birleştirilir. Önce bu şeritler silindir içersine tam ola-  
ak alıştırılacak biçimde puntalanır. Bağlama çeneleri mil  
lestekleri ile beraber silindir içersine yerleştirilerek,  
kaynak sırasında parçalar sabit tutulmaktadır. Birleşme



Şekil: 18-5 Bir Statörün otomatik TIG torçları ile kay-  
natılması. Aynı yöntemle MIG kaynağıda ya-  
pılmaktadır.

alanı üzerindeki taşıyıcıya kaynak başlığı yerleştirilerek  
kaynak yapılmaktadır. Şekil: 18-7 de bir ray üzerine



Şekil: 18-6 Büyük otomatik kaynak makinaları raylar üzerinde hareket ederler.

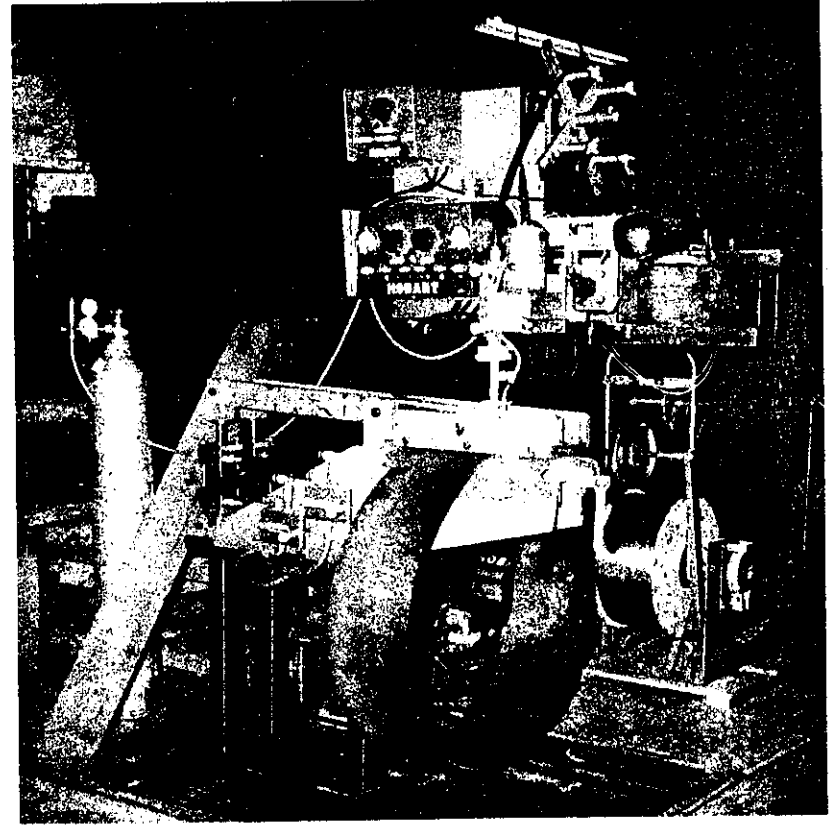
erleştirmiş kaynak başlığı ve ünitesi görülmektedir.

*Programlı Kaynak.* Numerik sistemle düzenlenen otomatik kaynaklar programlı bir biçimde işlem yapmaktadır. Numerik kontrol ünitesinin endüstrinin makinalaşmış kısımlarına geniş bir kullanılma alanı vardır. Böylece üretimde kullanılan kaynak makinalarında bu numerik sistemle çalışmaktadır.

Programlı kaynakta, bütün kaynak operasyonları önceden tanımlanarak kaynak işlemi düğmelere basılmak suretiyle

trasonik kaynak 171  
nokta kaynağı 173  
şeması 172  
trasonik kontrol 488  
ulama (nokta kaynağı) 137  
ma 226  
ma oranı 466  
eç hareketleri 11  
eç ile püskürtme 355  
eç numaraları 7  
eçler 6  
eçlerin yakılması 535  
stim ekonomisi 495  
birleştirme hesabı 509  
adyum 244-253  
t-amper eğrisi 20  
ancı maddeler 232  
kaynak hesabı 507  
ıcı ark kaynağı (MIG) 120  
ıcı gazlar 363  
dımıcı bilgiler 573  
dımıcı montaj 455  
iden kristalleşme 214  
ma alın kaynağı 155  
rarma 331  
ratmasız testler 482  
ulma dayanımı 224  
sınırı 224

Yorulma testi 480  
Yumuşatma işlemi 211  
Yumuşatma tava 209  
Yüksek dayanımlı çelikler 256  
Yüksek frekanslı (direnç) kaynağı 158  
Yüksek karbonlu çelikler 249  
Yüzey hataları 483  
Yüzey kontağı (TIG) 83  
Yüzey temizleme 370  
**Z**  
Zirkon;  
kaynatılması 283  
özellikleri 282



Şekil: 18-7 Silindirik ince şerit çemberler otomatik kaynak ile birleştirilmektedir.

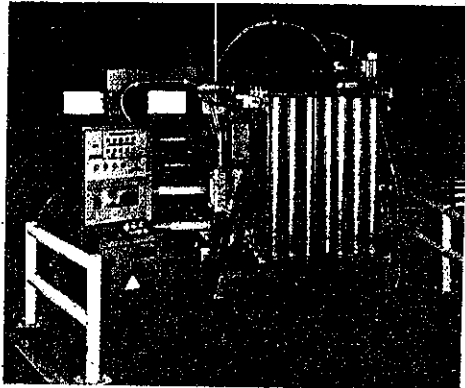
gerçekleştirilir. Kaynak neticesi, belirli işlemleri öngören delik ve kanalların bulunduğu bir teyp bandı tarafından sağlanır.

Otomatik numerik sistemle kontrol fabrikasyon üretimleri ısı değişikliğini içeren faktörlerle beraber on defa daha artırılır. Numerik kontrol sistemi ile ısı iletimi aksel olarak düzenlenir. Kaynatılacak parçalar otomatik bağlanır,

ısa devre akımı ayarlanır, kaynak pensi (torcu) kaynak konu-  
na göre düzenlenir, torç (pens) kılavuza ayarlanır ve tek-  
rar başlama noktasına otomatik olarak dönme yetenekleri düğ-  
melerle sağlanır. Elle yapılan kaynaklarda işlemin gereklili-  
ği olarak ancak 180° lik bir dönme yapılmaktadır. Bu makina-  
arda bir ünite kaynak yaparken diğer üniteler bir sonraki kay-  
nak için hazırlanır. Bu yeni sistem ile yalnızca 70-80 dakika-  
lık çalışma süresinin %10 u kadar elle çalışma gerekliliği  
vardır.

Eski yöntemle, birleştirilecek bütün parçalar elle bir-  
raya getirilir. Ve yine elle döndürülmek suretiyle kaynak ko-  
numu hazırlanarak MIG kaynağı ile bir tarafından kaynatılırdı.  
Yeni yöntem ile parçalar iki MIG kaynak pensinin altına iler-  
leyerek Ø 1,6 mm lik tellerle birleştirme kaynakları yapılır.  
Pensler (torçlar) helisel operasyonun (çalışmanın) her iki ya-  
na eşit ve uygun biçimde yerleştirilirler.

Elektrod üzerinde örtü bulunması nedeni ile kaynak alanı  
tam korunarak iyi bir dikiş işlemesi meydana getirilir. Çünkü  
sı tam bir ergitme oluşturmaktadır. Şekil: 18-8 numerik sis-  
temle çalışan makina ve Şekil: 18-9 da numertik bantaki özel-  
likler bir cetvel olarak verilmiştir.

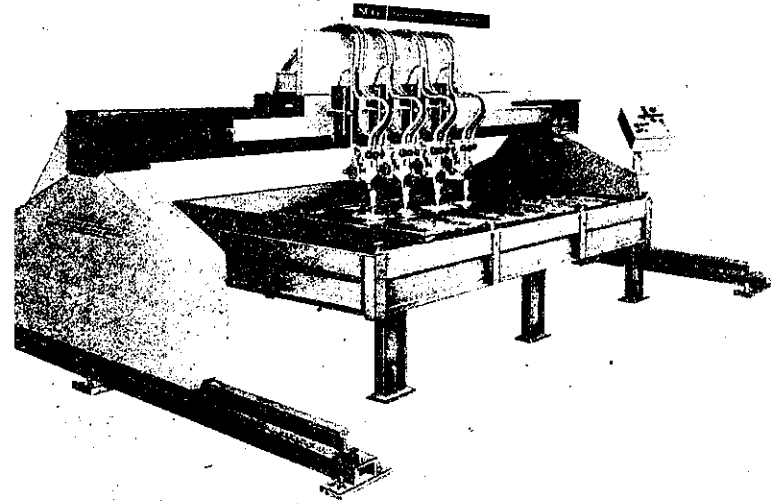


Şekil: 18-8 Numerik Kontrol sistemi ile kaynak normalden  
on kat daha hızlı yapılmaktadır.

Şekil: 18-9,10 Numerik Kesme Kontrol Çizelgesinden Bir  
Örnek.

Sıra Numarası	Hazırlık İkazı	Üfleç Konum İkazı	Hız	Elle Kumanda	Operasyon hakkında bilgi
N001	G01	X010	F100	-	Üfleç yukarıda düzenlenir
N001	-	X00725 Y00625	-	-	Üfleç W markasına getirilir
N003	-	-	-	M07	Birinci konum başlangıcı Üfleç iner
N004	-	-	-	M08	Markalanır
N005	-	-	-	M09	Markalamanın sonu
N006	-	X022	-	-	Diğer konuma başlama
N007	-	-	-	M08	İkinci Markalama
N008	-	-	-	M09	Markalama sonu
N009	-	-	-	M06	Markalama aletinin alınması
N010	-	X010	-	-	Üflecin tekrar hareketi
N011	G42	-	-	-	Delik açılması
N012	G01	X-011 Y016	-	-	İlk kesmeye başlama
N013	-	-	-	M04	Üfleç inerek keser
N014	-	Y-001	F020	-	Üfleç kesme hareketi
N015	G92	X0 Y0	F100	-	"0" ayarlama konumu
N016	G90	-	-	-	Tam kesme
N017	G02	X-004 Y004 J004	F020	-	Dairesel kesme
N018	-	X0 Y008 1004	-	-	" "
N019	-	X004 Y004 J004	-	-	" "
N020	-	Y0 Y0 1004	-	-	" "
N021	-	-	-	M05	02 Kesme sonu
N022	G01	X-018 Y-007	F100	-	İkinci kesmeye başlama
N023	-	-	-	M03	Makinanın çalışması
N024	-	Y-021	F020	-	Kesme
N025	-	X-018 Y-021	F100	-	"
N026	-	X018	F020	-	"
N027	-	Y-008	-	-	"
N028	-	X018 Y-008	F100	-	"
N029	-	X00424 Y00824	F020	-	Kesme
N030	G03	X0 Y01 100424 J00424	-	-	"
N031	-	X-00424 Y00824 J00424	-	-	"
N032	G01	X-018 Y-008	-	-	"
N033	-	-	-	M05	02 Makinanın durması
N034	-	-	-	M02	Programın sonu

11: 18-10 da ise numerik sistemle kesme yapan makina görülmektedir.



Şekil: 18-10 Numerik kontrol sistemi ile çalışan otomatik oksijen kesme makinası.

#### BİLGİ SORULARI

- Endüstriyel gelişmelerdeki örtülü elektrod ilerlemesi nasıl olmuştur?
- Hangi tür işlerde koruyucu metal-ark kaynağı önemli bir rol oynar?
- Yarı veya tam otomatik makineler niçin örtülü elektrod- lara göre daha randımanlıdır ?
- Otomatik kaynakta hangi kaynak değişikliği rahatlıkla kontrol edilir?
- Otomatik kaynakta kullanılan iki temel sistem nedir?
- Hangi tür işlere otomatik kaynak adapte edilir?
- Otomatik ünitelerde kaynak yapan pensler (torçlar) nasıl değerlendirilir?

- 8- Geliştirilmiş otomatik kaynaklarda niçin genel olarak MIG kaynağı tercih edilir?
- 9- Otomatik kaynak sistemleri niçin standart veya eskiye bağlı olarak geliştirilmiştir?
- 10- Planlamada kullanılacak belirli bir otomatik kaynak nasıl seçilmelidir?
- 11- Programlı kaynak nedir?
- 12- Programlı kaynak nasıl yapılır?

#### YARDIMCI BİLGİLER

Beynelminel ticari endüstride kullanılan iki temel ölçü sistemi vardır. Bunlardan birincisi metrik veya CGS (Centimetre, Gram saniye) dünya ülkelerinin bir çoğunda uygulanır. Diğer ikincisi ise İngiliz FPS (Foot, ayak, pound saniye) Amerika ve İngilizce konuşulan memleketlerde uygulanan sistemdir.

Üniversal birimde uzunluk, alan, hacim, ağırlık sıcaklık ve benzeri ölçülerin değerlendirilmesinde İngilizce ölçü biriminin yerini metrik sistem almaktadır. Gerçekten metrik yöntem çok yararlı ve iyi bir ölçme şeklidir. Çünkü sayılar küçük, tam ve ondalık kesir olarak belirlenir.

Diğer sayfadaki tablo da İngiliz ölçü birimlerinin metrik sisteme dönüştürülme karşılaştırılması verilmektedir.

İNGİLİZ ÖLÇÜ SİSTEMİNİN METRİK KARŞILIĞI

UZUNLUK ÖLÇÜSÜ	AĞIRLIK ÖLÇÜSÜ
1 Inch = 2,54 cm	1 Ounce (AVDP) = 28,35 gr
1 Foot = 30,48	1 Pound = 453,6 gr = 0,4536 kg
1 Yard = 91,44 cm = 0,9144	1 (Short) Ton = 907,2 kg
1 Mile = 1,609 Km	
	SIVI ÖLÇÜLERİ
ALAN ÖLÇÜLERİ	1 (Fluid) Ounce = 0,2957 Lit. 28,35 gr.
1 SQ İn = 6,452 Cm <sup>2</sup>	1 Pint = 473,2 Cm <sup>3</sup>
1 SQ Ft = 929 Cm <sup>2</sup> = 0,0929 m <sup>2</sup>	1 Quart = 0,9463 Lit.
1 SQ Yd = 0,8361 m <sup>2</sup>	1 (US) Gallon = 3785 Cm <sup>3</sup> 3,785 Lit.
HACİM ÖLÇÜLERİ	GÜÇ ÖLÇÜSÜ
1 Cu İn = 16,39 cm <sup>3</sup>	1 Horsepower = 0,7457 KW
1 Cu Ft = 0,02832 m <sup>3</sup>	
1 Cu Yd = 0,7646 m <sup>3</sup>	SICAKLIK ÖLÇÜLERİ
	C° = (F X 5/9) - 32

Çizelge: I Örtülü elektrotlarda Akım Değerleri

E 60 10

Elektrod Ölçüleri mm	Amper	Volt
Ø 2,5 X 300	30-80	22-26
Ø 3,25 X 350	80-120	24-28
Ø 4 X 350	120-160	24-28
Ø 5 X 350	140-220	26-30
Ø 6 X 450	170-250	26-30
Ø 6,5 X 450	200-300	28-32

E 60 11

Elektrod Ölçüleri mm	Amper	Volt
Ø 2,5 X 300	30-80	24-28
Ø 3,25 X 350	80-120	24-28
Ø 4 X 350	120-160	26-30
Ø 5 X 350	140-220	26-30
Ø 6 X 450	170-250	28-32
Ø 6,5 X 450	225-325	28-32

E 60 12

Elektrod Ölçüleri mm	Amper	Volt
Ø 2,5 X 300	30-90	17-21
Ø 3,25 X 350	80-120	18-22
Ø 4 X 350	120-190	18-22
Ø 5 X 350	140-240	20-24
Ø 6 X 450	170-325	20-24
Ø 6,5 X 450	250-400	20-24
Ø 8 X 450	350-500	22-26

Çizelge: I Örtülü Elektrotlarda Akım Değerleri

## E 60 13

Elektrod Ölçüleri mm	Amper	Volt
Ø 1,5 X 230	20-40	16-20
Ø 2 X 300	25-60	17-20
Ø 2,5 X 300	30-80	18-20
Ø 3,25 X 350	80-120	18-22
Ø 4 X 350	120-190	18-22
Ø 5 X 350	140-240	20-24
Ø 6 X 450	225-300	22-26
Ø 6,5 X 450	250-350	22-26

## E 60 20

Elektrod Ölçüleri mm	Amper	Volt
Ø 2,5 X 350	130-190	30-32
Ø 5 X 450	175-250	32-34
Ø 6 X 450	225-325	32-34
Ø 6,5 X 450	250-350	32-34
Ø 8 X 450	325-450	34-36
Ø 10 X 450	450-600	36-38

## E 60 27

Elektrod Ölçüleri mm	Amper	Volt
Ø 5 X 450	250-325	28-32
Ø 6 X 450	275-350	28-32
Ø 6,5 X 450	375-450	28-32

## E 70 14

Elektrod Ölçüleri	Amper	Volt
Ø 2,5 X 300	80-120	18-22
Ø 3,25 X 350	100-140	18-22
Ø 4 X 350	140-190	20-24
Ø 5 X 350	180-260	22-26
Ø 6 X 450	250-325	24-28
Ø 6,5 X 450	300-400	26-30
Ø 8 X 450	450-550	26-30

Çizelge: I Örtülü Elektrotlarda Akım Değerleri

## E 70 16

Elektrod Ölçüleri mm	Amper	Volt
Ø 2,5 X 300	60-100	20-24
Ø 3,25 X 350	80-120	22-26
Ø 4 X 350	140-190	22-26
Ø 5 X 350	170-250	22-26
Ø 6 X 450	240-325	24-28
Ø 6,5 X 450	300-400	24-28

## E 70 18

Elektrod Ölçüleri mm	Amper	Volt
Ø 2,5 X 300	70-120	18-22
Ø 3,25 X 350	100-150	22-24
Ø 4 X 350	120-200	22-24
Ø 5 X 350	200-275	22-26
Ø 6 X 450	275-350	24-26
Ø 6,5 X 450	300-400	24-26

## E 70 28

Elektrod Ölçüleri mm	Amper	Volt
Ø 5 X 450	250-325	24-30
Ø 6 X 450	325-400	24-30
Ø 6,5 X 450	400-500	26-32

## E 80 16-C 1

Elektrod Ölçüleri mm	Amper	Volt
Ø 3,25 X 350	80-120	22-24
Ø 4 X 350	150-185	22-24
Ø 5 X 350	200-250	24-26
Ø 6,5 X 450	300-425	24-26

## E 80 18-C 3

Elektrod Ölçüleri mm	Amper	Volt
Ø 2,5 X 300	70-110	18-22
Ø 3,25 X 350	100-150	18-22
Ø 4 X 350	120-180	18-22
Ø 5 X 350	180-275	20-24
Ø 6 X 450	275-450	22-26
Ø 6,5 X 450	300-400	22-26

Çizelge: I Örtülü Elektrotlarda Akım Değerleri

E 90 18-M

Elektrod Ölçüleri mm	Amper	Volt
Ø 2,5 X 300	70-110	18-22
Ø 3,25 X 350	100-150	18-22
Ø 4 X 350	120-180	18-22
Ø 5 X 350	180-275	20-24
Ø 6 X 450	275-350	22-26
Ø 6,5 X 450	300-400	22-26

E 100 16-N2

Elektrod Ölçüleri mm	Amper	Volt
Ø 2,5 X 300	60-100	20-24
Ø 3,25 X 350	80-120	22-26
Ø 4 X 350	140-190	22-26
Ø 5 X 350	180-250	22-26
Ø 6,5 X 450	300-400	24-28

E 110 18-M

Elektrod Ölçüleri mm	Amper	Volt
Ø 2,5 X 300	70-120	18-22
Ø 3,25 X 350	100-140	18-22
Ø 4 X 350	120-200	18-22
Ø 5 X 350	180-275	20-24
Ø 6 X 450	275-350	22-26
Ø 6,5 X 450	300-400	22-26

Paslanmaz Çelik

Elektrod Ölçüleri	Amper	Volt
Ø 1,6 X 350	20-40	14-18
Ø 2,5 X 350	30-60	16-20
Ø 3,25 X 350	75-125	18-22
Ø 4 X 350	125-150	22-24
Ø 5 X 350	140-175	22-28
Ø 6,5 X 350	170-225	24-32

Çizelge: I Örtülü Elektrotlarda Akım Değerleri

Alüminyum Bronz

Elektrod Ölçüleri mm	Amper	Volt
Ø 2 X 280	40-80	22-26
Ø 2,5 X 280	50-90	22-28
Ø 3,25 X 350	90-130	24-30
Ø 4 X 350	130-150	24-32
Ø 5 X 350	150-210	26-34
Ø 6,5 X 450	210-275	28-36

Alüminyum

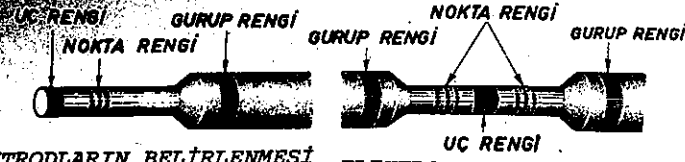
Elektrod Ölçüleri mm	Amper	Volt
Ø 1,6 mm	20-40	22-24
Ø 2 mm	30-60	23-25
Ø 2,5 mm	60-90	23-25
Ø 3,25 mm	90-120	24-26
Ø 4 mm	120-160	24-26
Ø 5 mm	150-190	25-27
Ø 6,5 mm	225-300	26-28
Ø 8 mm	275-350	26-30

Çizelge: 2 Alüminyum TIG kaynağı

Gereç Kalınlığı mm	Birleşme Konumu	Amper Dalgalı Akım			Elektrod çapı mm	Argon		Ek Te-li Çapı mm
		Düz	Duvar veya dik	Tavan		Dak/lt	lt/st	
1,6	Küt	60-80	60-80	60-80	1,6	7	420	1,6
	Bindirme	70-90	55-75	60-80	1,6	7	420	1,6
	Köşe	60-80	60-80	60-80	1,6	7	420	1,6
	Dolgu	70-90	70-90	70-90	1,6	7	420	1,6
3,2	Küt	125-145	115-195	120-140	2,5	8	480	3,2
	Bindirme	140-160	125-145	130-160	2,5	8	480	3,2
	Köşe	125-145	115-135	130-150	2,5	8	480	3,2
	Dolgu	140-160	115-135	140-160	2,5	8	480	3,2
5	Küt	190-220	190-220	180-210	3,2	10	600	4
	Bindirme	210-240	190-220	180-210	3,2	10	600	4
	Köşe	190-220	180-210	180-210	3,2	10	600	4
	Dolgu	210-240	190-220	180-210	3,2	10	600	4
6,5	Küt	260-300	220-260	210-250	3,2	12	720	5
	Bindirme	290-340	220-260	210-250	3,2	12	720	5
	Köşe	280-320	220-260	210-250	3,2	12	720	5
	Dolgu	280-320	220-260	210-250	3,2	12	720	5



Çizelge: 3 Elektrotlarda Renk Sınıflandırılması



ELEKTRODLARIN BELİRLENMESİ

ELEKTRODLARIN BELİRLENMESİ

SINIFI	UC RENGİ	NOKTA RENGİ	SINIFI	UC RENGİ	NOKTA RENGİ
A1 ve az alaşımlı çelikler X010, X011, X014, X024, X027 X028 ve bütün bu X060 Grup rengi yok					
E8010	Yok	Yok	E8016-B2	Beyaz	Grİ
E8012	Yok	Beyaz	E8015G	Grİ	Kırmızı
E8013	Yok	K. Rengi	M1194Lc-16	Grİ	Beyaz
E8020	Yok	Yeşil	M115ZLc-16	Grİ	Yeşil
E8015	Yok	Kırmızı	M118ZLc-16	Grİ	Bronz
E8011	Yok	Mavi	E8018-B1	Grİ	Siyah
E8024	Yok	Sarı	E8018-C1	Grİ	Mavi
E8016	Yok	Portakal	E8018-C2	Grİ	Menekşe
E8016	Yok	Menekşe	E8018-B2	Grİ	Grİ
E8030	Yok	Gümüş	E9015G	K. Rengi	Kırmızı
E8027	Mavi	Yok	E9015-D1	K. Rengi	Beyaz
E7010G	Mavi	Beyaz	E9015-B3	K. Rengi	Yeşil
E7010-A1	Mavi	Mavi	E8015-B4	K. Rengi	Portakal
E7011G	Mavi	Sarı	E9016G	K. Rengi	Portakal
E7011-A1	Siyah	K. Rengi	E9016-D1	K. Rengi	Mavi
E7014	Siyah	Sarı	E9016-B3	K. Rengi	Mavi
E7024	Siyah	Siyah	E8016-B4	K. Rengi	Menekşe
E7028	Beyaz	Yok	M11 9018	Menekşe	Portakal
E8010G	Beyaz	K. Rengi	E9018-B3	Menekşe	Siyah
E8010-B1	Beyaz	Yeşil	E9018G	Menekşe	Mavi
E8010-B2	Beyaz	Mavi	E10015G	Yeşil	Kırmızı
E8011G	Beyaz	Siyah	E10016G	Yeşil	Portakal
E8011-B1	K. Rengi	Yok	E10015-B2	Yeşil	Sarı
E9010G	K. Rengi	Mavi	E10018G	Yeşil	Mavi
E9011G	K. Rengi	Siyah	E10018-B2	Yeşil	Menekşe
E8011-B2	Yeşil	Yok	E10016-B2	Yeşil	Grİ
E10010G	Mavi	Yok	M11 11018	Kırmızı	Yok
E10011G	K. Rengi	Mavi	E11015G	Kırmızı	Beyaz
E014	Siyah	K. Rengi	M11 11015	Kırmızı	Beyaz
E028	Portakal	Siyah	M11 9018	Kırmızı	Portakal
E018	Yok	Portakal	E11016G	Kırmızı	Sarı
11 G6010	Gümüş	Yok	E11018G	Kırmızı	Mavi
11 G6011	Gümüş	Mavi	M11 260-15	Sarı	Kırmızı
z Hidrojenli, Dışık alaşımlı Çelikler X15, X016 ve X018 Grup Rengi-Yeşil			Bakır ve Alaşımları Grup Rengi-Mavi		
7015G	Yok	Kırmızı	BCu-Ni	Yok	Mavi
7016G	Yok	Portakal	BCu	Yeşil	Yok
7018G	Yok	Mavi	BCu-Si	Kırmızı	Yok
7015	Yok	Kırmızı	BCu-Sn A	Sarı	Yok
7015-A1	Mavi	Beyaz	E Cu-Snc	Sarı	Mavi
016	Mavi	Portakal	E Cu-Al-A2	Gümüş	Mavi
016-A1	Mavi	Sarı	E Cu-Al-B	Gümüş	K. Rengi
015-B3L	Mavi	Beyaz	E Cu-Al-C	Gümüş	Yeşil
015-BZL	Siyah	Yeşil	E Cu-Al-D	Gümüş	Kırmızı
015-B4L	Siyah	Beyaz	E Cu-Al-E	Gümüş	Sarı
018	Siyah	Portakal	Nikel ve Nikel Alaşımları Yüksek Sıcaklıkta Grup Rengi-Beyaz		
018-A1	Siyah	Sarı	E8N10	Mavi	Beyaz
018-C3	Siyah	Siyah	E8N10	Mavi	K. Rengi
18G	Siyah	Mavi	E8N14	Mavi	Kırmızı
1 10018	Siyah	Menekşe	E8N18	Beyaz	Yeşil
118-B4	Siyah	Grİ	M11 4N141	Beyaz	Menekşe
1 12018	Siyah	Gümüş	Ni-Cr-60-13	Yeşil	Mavi
115-C3	Siyah	Kırmızı	Ni-Cr-85-65	Yeşil	Beyaz
115-C2	Beyaz	Beyaz	E8N12	Yeşil	K. Rengi
115-C1	Beyaz	K. Rengi	E8N11	Sarı	Beyaz
116-C3	Beyaz	Yeşil	E8N11	Sarı	K. Rengi
116G	Beyaz	Bronz	EN1	Portakal	Mavi
116-B1	Beyaz	Portakal	EN1Cu	Portakal	Beyaz
116-C1	Beyaz	Sarı	EN1Fe	Portakal	K. Rengi
116-C2	Beyaz	Siyah	EN1CuB	Portakal	Yeşil
			E8N12	Menekşe	Beyaz
			E8N19	Menekşe	Kırmızı
			M11 3N1L	Bronz	Beyaz
			M11 3N1N	Bronz	Portakal

Çizelge: 4 Paslanmaz Çeliklerin TIG Kaynağı

Gereç Kalınlığı mm	Birleşme Türü	Amper, Doğru akım-Negatif kutup			Elektrod Çapı mm	Argon Basıncı		Tel Çapı mm
		Düz	Duvar veya Dik	Başüstü Tavan		2kg/cm <sup>2</sup> Lit/dk	Lit/st	
1,6 mm	Küt	80-100	70-90	70-90	1,6	5	300	1,6
	Bindirme	100-120	80-100	80-100	1,6	5	300	1,6
	Köşe	80-100	70-90	70-90	1,6	5	300	1,6
	Dolgu	90-110	80-100	80-100	1,6	5	300	1,6
2,5 mm	Küt	100-120	90-110	90-110	2,6	5	300	1,6
	Bindirme	110-130	100-120	100-120	1,6	5	300	1,6
	Köşe	100-120	90-110	90-110	1,6	5	300	1,6
	Dolgu	110-130	100-120	100-120	1,6	5	300	1,6
3,25 mm	Küt	120-140	110-130	105-125	1,6	5	300	2,5
	Bindirme	130-150	120-140	120-140	1,6	5	300	2,5
	Köşe	120-140	110-130	115-135	1,6	5	300	2,5
	Dolgu	130-150	115-135	120-140	1,6	5	300	2,5
5 mm	Küt	200-250	150-200	150-200	2,5	6	360	3,2
	Bindirme	225-275	175-225	175-225	2,5	6	360	3,2
	Köşe	200-250	150-200	150-200	2,5	6	360	3,2
	Dolgu	225-275	175-225	175-225	2,5	6	360	3,2
6,5 mm	Küt	275-350	200-250	200-250	3,2	6	360	5
	Bindirme	300-375	225-275	225-275	3,2	6	360	5
	Köşe	275-350	200-250	200-250	3,2	6	360	5
	Dolgu	300-375	225-275	225-275	3,2	6	360	5

Çizelge: 5 Mağnezyumun TIG Kaynağı

Gereç Kalınlığı mm	Birleşme Türü	Amper Alternatif Akım		Kaynak Teli Çapı mm	Argon basıncı		Düşünceler
		Yatay (düz) Konum	Yatay (düz) Konum		1,5 kg/cm <sup>2</sup> Lit/dk	Lit/st	
1	Küt	45	2,5-3,25	6	360		Geriye Doğru
1	Küt	25	2,5-3,25	6	360		İleriye Doğru
1	Dolgu	45	2,5-3,25	6	360		
1,6	Küt	60	2,5-3,25	6	360		Geriye Doğru
1,6	Küt ve Köşe	35	2,5-3,25	6	360		İleriye Doğru
1,6	Dolgu	60	2,5-3,25	6	360		
2	Küt	80	3,25	6	360		Geriye Doğru
2	Küt, Köşe ve Kenar	50	3,25	6	360		İleriye Doğru
2	Dolgu	80	3,25	6	360		
2,6	Küt	100	3,25	9	540		Geriye Doğru
2,6	Küt, Köşe ve Kenar	70	3,25	9	540		İleriye Doğru
2,6	Dolgu	100	3,25	9	540		
3,25	Küt	115	3,25-4	9	540		Geriye Doğru
3,25	Küt, Köşe ve Kenar	85	3,25-4	9	540		İleriye Doğru
3,25	Dolgu	115	3,25-4	9	540		
5	Küt	120	3,25-4	9	540		1 Paso
5	Küt	75	3,25-4	9	540		2 Paso
6,5	Küt	130	4-5	9	540		1 Paso
6,5	Küt	85	4	9	540		2 Paso

Çizelge: 6 Silisli Bronzun TiG Kaynağı

Gereç Kalınlığı mm	Birleşme Türü	Amper, Doğru Akım-Negatif Kutup			Elektrod Çapı mm	Argon Basıncı 2 kg/cm <sup>2</sup>		Kaynak Teli Çapı mm
		Düz	Duvar veya Dik	Tavan		lit/dk	lit/st	
1,6	Küt	80-100	70-90	70-90	1,6	5	300	1,6
	Bindirme	100-120	80-100	80-100	1,6	5	300	1,6
	Köşe	80-100	70-90	70-90	1,6	5	300	1,6
	Dolgu	90-110	80-100	80-100	1,6	5	300	1,6
2,5	Küt	100-120	90-110	90-110	1,6	5	300	1,6
	Bindirme	110-130	100-120	100-120	1,6	5	300	1,6
	Köşe	100-120	90-110	90-110	1,6	5	300	1,6
	Dolgu	110-130	100-120	100-120	1,6	5	300	1,6
3,2	Küt	120-140	110-130	105-125	1,6	5	300	2,5
	Bindirme	130-150	120-140	120-140	1,6	5	300	2,5
	Köşe	120-140	110-130	115-135	1,6	5	300	2,5
	Dolgu	130-150	120-140	120-140	1,6	5	300	2,5
5	Küt	200-250	150-200	150-200	2,5	6	360	3,25
	Bindirme	225-275	175-225	175-225	2,5	6	360	3,25
	Köşe	200-250	150-200	150-200	2,5	6	360	3,25
	Dolgu	225-275	175-225	175-225	2,5	6	360	3,25
6,5	Küt	275-350	200-250	200-250	3,25	6	360	5
	Bindirme	300-375	225-275	225-275	3,25	6	360	5
	Köşe	275-350	200-250	200-250	3,25	6	360	5
	Dolgu	300-375	225-275	225-275	3,25	6	360	5

Çizelge: 8 Karbonlu ve Az Alaşımli Çeliklerin TiG Kaynağı

Gereç Kalınlığı	Amper Doğru Akım Negatif Kutup	Ek Teli Çapı mm	Argon Basıncı 2 kg/cm <sup>2</sup>	
			Lit/dk	Lit/st
0,9	100	1,6	4-5	240 - 300
1,25	100 - 125	1,6	4-5	240 - 300
1,50	125-140	1,6	4-5	240 - 300
2,25	140-170	1,6	4-5	240 - 300

Çizelge: 9 Gri Dökme Demirin TiG Kaynağı

Gereç Kalınlığı mm	Birleşme Türü	Kaynak Konumu	Kaynak Akımı		Ek Teli Çapı mm	Argon Basıncı 2 kg/cm <sup>2</sup>	
			Türü	Amper		Lit/dk	Lit/st
6,5	Küt	Düz	AAVF veya DANK	160	5-6,5	8	480
6,5	Küt	Küt	AAVF	150	5	8	480
6,5	Küt	Tavan	ACYF	150	5	8	480
25,4	Küt	Küt	DANK	300-350	1 ve ikinci Paso için 5-6,5 diğer Pasolarda daha kalın	12	720

AAVF: Alternatif akım, Yüksek frekans.

DANK: Doğru akım Negatif kutup.

Çizelge: 10 Nikel ve Monelin Kaynağı

Gereç	Birleşme Türü	Gereç Kalınlığı mm	Argon Hacı lit/dk	Kaynak Akım DANK (Amp)
Nikel	Küt	3,25	12	200
Monel	Küt	3,25	12	200

Çizelge: 7 Bakırın TiG Kaynağı

Gereç Kalınlığı mm	Birleşme Türü	Amper Dalgali Akım		Kaynak Teli Çapı mm	Argon Basıncı 1,5 kg/cm <sup>2</sup>		Düşünceler
		Düz (Yatay) Konum			Lit/dk	Lit/st	
1	Küt	45		2,5-3,25	6	360	Geriyeye Doğru
1	Küt	25		2,5-3,25	6	360	İleriye Doğru
1	Dolgu	45		2,5-3,25	6	360	
1,6	Küt	60		2,5-3,25	6	360	Geriyeye Doğru
1,6	Küt ve Köşe	35		2,5-3,25	6	360	İleriye Doğru
1,6	Dolgu	60		2,5-3,25	6	360	
2	Küt	80		3,25	6	360	Geriyeye Doğru
2	Küt, Köşe ve Kenar	50		3,25	6	360	İleriye Doğru
2	Dolgu	80		3,25	6	360	
2,6	Küt	100		3,25	9	540	Geriyeye Doğru
2,6	Küt köşe ve kenar	70		3,25	9	540	İleriye Doğru
2,6	Dolgu	100		3,25	9	540	
3,25	Küt	115		3,25-4	9	540	Geriyeye Doğru
3,25	Küt, Köşe ve Kenar	85		3,25-4	9	540	İleriye Doğru
3,25	Dolgu	115		3,25-4	9	540	
5	Küt	120		3,25-4	9	540	1 Paso
5	Küt	75		3,25-4	9	540	2 Paso
6,6	Küt	130		4-5	9	540	1 Paso
6,5	Küt	85		4	9	540	2 Paso

Çizelge: 11 Alüminyum (Kısa ark) MIG Kaynağı

Gereç Kalınlığı mm	Hazırlıklar	Tel Çapı mm	Argon Hacım Lit/dk	Amper DAPK	Volt
6,35	60° "V" Kaynak ağızı keskin birleşme kenarları ve alt destek parçası.	1,2	980	180	24
	Destek parçası ve Düz Küt birleştirme.	1,2	1120	250	26
	DÜZ KÜT BİRLEŞME	1,2	980	220	24
9,6	60 "V" Küt Kaynak DESTEK PARÇALARI	1,6	1120	280	27
	75° lik Çift "V" Kaynak ağızı 1,6 mm birleşme kenarları Kök dikiş temizlenecek	1,6	1120	260	26
	KÜT BİRLEŞME	1,6	1400	270	26
12,7	60° lik "V" Kaynak ağızı. Kök dikışı temizlenecek	1,6	1400	300	27

Çizelge: 12 MIG Kaynağı ile Alüminyum Kaynağı

Gereç Kalınlığı mm	Birleşme Türü	Tel Çapı mm	Argon Hacımı lit/st	DAPK Amper	Volt	Yaklaşık Tel hızı cm/dk
1	Dolgu veya Sıkı Küt	0,8	840	40	15	600
1,25	Dolgu veya Sıkı Küt	0,8	420	50	15	725
1,6	Dolgu veya Sıkı Küt	0,8	420	60	15	850
2,4	Dolgu veya Sıkı Küt	0,8	420	90	15	1025

Çizelge: 13 Karbonlu Çeliklerin MIG Kaynağı

Gereç Kalınlığı mm	Birleşme ve Kenar Hazırlıkları	Tel Çapı mm	Gaz Hacımı	1 DAPK Amper	Volt	Tel Hızı cm/dk	
0,9	BİNDİRME VEYA DOLGU	0,8	280-420	55	16 @	290	
1,2				65	17 @	350	
1,6				85	17 @	425	
2				105	18 @	560	
2,5				110	18 @	560	
3,25				130	19 @	750	
3,25				Küt Birleştirme	1,6	Karışık gaz % 95 Argon + 5 Co <sub>2</sub> + % 75 Argon + % Co <sub>2</sub>	280
4,8	Küt Birleştirme	1,6	375	-	650		
4,8	Dolgu veya Bindirme	1,6	350	-	575		
6,5	60° lik Çift "V" Kaynak ağızı Küt birleştirme	2,4	120-1400	375 1.Paso	27		280 1 inci Paso
				430 2.Paso	230		230 2 inci Paso
8	60° lik Çift "V" Kaynak ağızı küt birleştirme			400 1.Paso	28		210 1 ci Paso
				420 2.Paso	230		230 2 ci Paso
8	Dolgu Kaynağı			400	-		210
12,7	60° lik Çift "V" KÜT KAYNAĞI			400 1.Paso	210		1 ci Paso
				450 2.Paso	250		2 ci Paso
12,7	Dolgu Kaynağı			450	28		250
20	90° lik Çift "V" KÜT KAYNAĞI			Bütün Pasolar için 450	28		250
20	Dolgu Kaynağı			475	30		275
25,4	Dolgu Kaynağı	Bütün pasolar için 450	28	250			

1- DAPK: Doğru Akım Pozitif Kutup

Çizelge: 14 Paslanmaz Çeliklerin MIG Kaynağı

Metal Kalınlığı T mm	Elektrod Çapı mm	KAYNAK ŞARTLARI		Gaz Hacmi Lit/dk	Tel Hızı cm/dk
		Ark Voltu	AMPER		
0,65	0,8	15-17	30-50	420-560	37-50
0,8	0,8	15-17	40-60	420-560	45-55
0,94	0,88	15-17	65-85	420-560	87-100
1,3	0,88	17-19	80-100	420-650	87-100
1,6	0,88	17-19	90-110	560-700	70-87
2	0,88	18-20	110-130	560-700	62-70
3,1	0,88	19-21	140-160	560-700	50-62
3,1	1,14	20-23	180-200	560-700	67-80
4,25	0,88	19-21	140-160	560-700	35-48
4,75	1,14	20-23	180-200	560-700	45-55
6,35	0,88	19-21	140-160	560-700	25-37
6,35	1,14	20-23	180-200	560-700	30-45

Koruyucu Gaz: Co<sub>2</sub> Kaynak ortamında  
Telin Pensten Uzaklığı: 6,5 - 9,6 mm

Çizelge: 15 İnce Tel ile MIG Kaynağı

Şağ veya Plaka Kalınlığı mm &	Tel Çapı mm	Amper	Tel Hızı cm/dk	Gaz Hacmi lt/st	Kaynak Konumu xx
1,6 xxx	0,89	110-140	570-650	He 560-840	D , Du , Di
3,25 - 5	0,89	110,140	570-650	He 560-840	D , Du,T,Di
5,35 - 25,4	0,89	110,140	570-650	A + % 10 <sub>2</sub> 560-840	Di , T
5,35 - 25,4	0,89	170-190	825-900	A + % 10 <sub>2</sub> 560-840	D,Du,T,Di
2,7 - 25 - 4	1,14	140-180	400-500	A + % 10 <sub>2</sub> 560-840	D,T
5 - 9,6	1,14	190-310	525-850	A + % 10 <sub>2</sub> 840-1120	D,Du
11 ve daha fazla	1,14	190-310	525-850	A + % 10 <sub>2</sub> 560-1120	T
15 ve daha fazla	1,6	280-350	600-825	A + % 10 <sub>2</sub> 840-1120	D,Du

@ Bütün Kaynak Konularında

xx D-Düz, Du- Duvar, Di- Dik, T- Tavan

xxx Çok iyi alıştırmış olmalı

AMERİKAN STANDARDI İLE TÜRKİYE'DE YAPILAN  
ELEKTRODLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Amerikan SERİ NO:	AS SERİ NO:	OERLİKON SERİ NO:	BÖHLER SERİ NO:
E 6011	22.23	Collecord-W	Foxcel W
E 6010	22.45	Collecord	Foxcel
E 7010	22.46	Collecord-70	Foxcel Mo
E 7024	33.65	Ferrocito	Fox Cem
E 6013	43.32	Overcord-s	Fox sümer
E 6013	43.33	Overcord-s	F0x sümer
E 7013	46.00	Ovarcord-N	Fox sümer
E 7013	46.16	-	-
E 6013	46.44	Ovarcord-zet	Fox OHV
E 6013	46.84	Ovarcord-G	Fox Msu
E 7018	48.00	Supercito	Fox EV 47
E 7018	48.04	Supercito-F 230/4	-
E 7018	55.00	Univers	Fox EV 50
E 308 ELC-16	61.30	-	-
E 347-16	61.81	Inox AW+cb	Fox SAS-2A
E 316 ELC-16	63.30	Inox bW	-
E 316-16	63.32	Ferinox	Fox KN 18/8
E 318-16	63.80	Inox Bw+cb	Fox SAS-4A
E 310-15	67.15	Inox-c	Fox FFB
E 9018-D1	74.78	Tenacito-65	-
E 8018-B2	76.18	OE-N-102	-
E 9018-B3	76.28	OE-N-117	-
E 1-300	83.28 *	Çitorail	Fox Dur-250
E Fe 5-B	85.65	Çitodur-600E	-
E Fe Mn-B	86.28	Citomangan	Fox Kronos
E Ni-Dökme demir	92.18	Citofonte-Ni	Fox Kronos
E Ni-Fe	92.58	E-115	Fox GNI
E Ni-cu-B	92.78	Citofonte-Mo	-
Ecu Bh-c	94.25	Citobronze	Fox GFW

## İNDEKS

### ANULAR

İi karbonlu çelikler 205  
 kım (dikiş kaynağı) 148  
 kım testi 485  
 kma uzaması 222  
 laşım oluşumu 194  
 laşımli çelikler 252  
     kaynatılmaları 255  
 levl türleri 9  
 levl ve ark ile kesme 374  
 levl ısıtıcılar 319  
 Alın kaynağı 152  
     yapılışı 153  
 Alternatif akım 63  
 Altlık (TIG) 83  
 Alüminyum;  
     alaşımaları 267  
     kaynatılması 271  
     özellikleri 265  
     türleri 266  
 Amonyum persulfat 478  
 Amper ayarı (TIG) 81  
 Amper ve gazın etkisi (TIG) 82  
 Argon 105  
 Argon + oksijen 106  
 Argon - CO<sub>2</sub> 109  
 Argon-helyum-CO<sub>2</sub> 110

Ark akımı 34  
 Ark akım eğrisi (TIG) 64  
 Ark kaynağında güvenlik 540  
 Ark kaynatma tekniği 30  
 Ark kaynak hızı 37  
 Ark kaynak konumları 31  
 Ark ile kesme 374  
 Arkın başlatılması 32  
 Asetilen tüpü 4  
 Aşınma 331  
 Atom 188  
 Ayrılma 232  
 Az karbonlu çelikler 248

### B

Bağlama sistemleri 235  
 Bakır ve alaşımları;  
     alaşımları 277  
     bakır silis alaşımı 278  
     bronz 278  
     diğer alaşımlar 279  
     oksijensiz bakır 277  
     oksijenli bakır 276  
     özellikleri 276  
 Basınç düşürme (elektron kay.) 165  
 Basınç gerilmesi 220  
 Berilyum;  
     kaynatılması 287  
     özellikleri 284

Bileşik 188  
 Bindirme (TIG) kaynağı 75  
 Bindirme kaynaklar 428  
 Birleştirme kaynak ağızları 425  
 Birleştirme şekilleri 32  
 Birleştirme türleri 544  
 Birleştirmedeki kaynak ağırlığı 506  
 Blok kesme 370  
 Boşlukta dumana 194  
 Boya ile kontrol 485  
 Bronz kaynağı 306  
 Bronz kaynağının yapılışı 307  
 Buhar ile koruma 129  
 Buharlı ark kaynağı 128  
 Burulma 413  
 Bükme testi 470

### C

Çuruf altı kaynağı 182  
     kaynak kesiti 184  
     Kaynak şeması 183

### Ç

Çalışma gücü 504  
 Çarpma dayanımı 225  
 Çarpma direnç kaynağı 156  
 Çarpma püskürtme kaynağı (MIG) 126  
 Çarpma testi 479  
 Çekiçlemek 235  
 Çekme 269  
 Çekme dayanımı 220  
 Çekme testleri 464

Çeliklerin kodlanması 244  
 Çentikli kırma testi 470  
 Çıkıntılı nokta kaynağı 149  
 Çift"J" kaynak hesabı 511  
 Çift"U" kaynak hesabı 511  
 Çift"V" kaynak ağızı 425  
 Çift"V" kaynak hesabı 510-512  
 Çizelgeler 581-587  
 Çoklu nokta kaynağı 143  
 Çözümleme ısı işlemi 212

### D

Dağlama testi 475  
 Dayanıklılık (mekaniksel) 226  
 Dayanım analizi 440  
 Dayanım formülleri 446  
 Dayanma 389  
 Delik kaynak sembolü 549  
 Demir alaşımları 201  
 Demir-karbondiyağramı 201  
 Demir-karbon ötektoidi 205  
 Depoların kaynatılması 538  
 Destekli bükme testi 474  
 Destekli küt birleştirme 508  
 Dış köşe kaynağı 429  
 Dik (TIG) kaynağı 74  
 Dik kesilme ve eğilme momentleri 399  
 Dikiş işlemesi (MIG) 113  
 Dikiş (direnç) kaynağı 144  
 Dikiş kaynak sembolü 551  
 Dikiş kaynak sayısı 236

ikiş kaynak türleri 148  
direkt ısıtma 247  
direnç kaynağı 135  
direnç (TIG) kaynağı 79  
doğru akım ayarı (MIG) 121  
dokü büyümesi 231  
doldurma 329  
dogru dikiş ölçüleri 512  
dogru kaynağı 329  
dorma kırıştalleşme 228  
dökme demir  
beyaz dökme demir 288  
dövme demir 289  
gri dökme demir 288  
kaynatılması 289  
özellikleri 288  
yumuşak dökme demir 288  
Düşürücüler 6  
E , F  
Elastik limiti 224  
Elastikiyet modülü 219  
Elektrod;  
hareketi 40  
hareket şekilleri 42  
kesiti 17  
konum açıları 41  
konumu 39  
özelligi 45  
pensi 26  
seçimi 42  
tanımı 44

Elektrod ile kesme 379  
Elektrod ile sert yüzey 336  
Elektrod maliyeti 514  
Elektrodlar;  
dikiş kaynağı 145  
çıkıntı kaynağı 150  
nokta kaynağı 142  
Elektrodlara göre akım değerleri 575-579  
Elektrodlarda renk 580  
Elektrodların konuma göre seçimi 48  
Elektron kaynağı; 161  
elektrik kontrolü 166  
faydası 162  
ışın kaynak kesiti 166  
ışını 163  
kaynak makinası 165  
kaynak ünitesi 164  
odası 165  
sınırlanması 162  
tabancası 163  
Element 187  
Elementin çelikteki etkisi 242  
Elle kesme 364  
Elle yapılan kaynak (MIG) 89  
Enerji maliyeti 517  
Farklı dayanım 233  
Fazla sertlehim 305  
Fosfor 243

## G

Galvanizli gereçlerin kaynağı 292  
Gaz boşluğu 231  
Gaz kaynağı 1  
Gaz maliyeti 514  
Gaz metal-ark kaynağı (MIG) 87  
Gaz tungesten-ark kaynağı (TIG) 55  
Gazın kaynak alanını koruması 111  
Gazların sıcaklığı 13  
Genel güvenlik 527  
Gereç maliyeti 505  
Gereçlerin lehimlenmesi 314  
Geri tepme 536  
Gerilme 218  
Gözenek 233  
Gözlerin korunması 531  
Güç kaynağı (MIG) 95-122  
Güç ünitesi (elektron) 167  
Güvenlik faktörü 449-391

## H

Hava-asetilen kaynağı 14  
Havalandırma 528  
Havyalar;  
bakır 317  
elektrikli 317  
Helyum 107  
Hidroklorik asit 477

## I, i

Isı ayarı (nokta kaynağı) 140

Isı işlenmesi 235  
Isı kontrolü 234  
Isının oluşturulması (nokta kaynağı) 141

İç köşe kaynağı 426  
İç köşe kaynağı hesabı 507  
İnce kanal açma 271  
İşe göre elektrod seçimi 46

## K

Kafes boşluğu 192  
Karbon 242  
Karbon arkı ile kesme 377  
Karbon elektrod ile sertlehim 309  
Karbon kümesi 211  
Karbon verme 209  
Karbondioksit 106-118  
Karbonlu çelikler 248  
Katı erime 194  
Karışım 188  
Kaynağın planlanması 495  
Kaynağın yapılması (vurma kaynak) 157  
Kaynağın kullanıldığı yerler (MIG) 88  
Kaynak ağız açısı 430  
Kaynak akımı (MIG) 89-112  
Kaynak avadanlıkları 18-128 (buharlı kaynak)  
Kaynak dikiş ağırlığı 505  
Kaynak ekonomisi 495  
Kaynak elemanları;  
MIG 95

plazma 178  
nak hızı ve baskısı 148  
kiş kaynağı)  
nak işlemesi 36  
nak jeneratörü 22  
nak konumları 496  
nak koruma araçları 29  
nak maliyeti 504  
nak metalurjisi 187  
nak ölçüleri 437  
nak özürleri 230  
nak pensi (MIG) 100  
nak sembolleri 542  
nak sembolleri ölçü 549  
nak telinin konumu  
(sı-gaz) 12  
nak üfleci 8  
nak yapım maliyeti 515  
nak yerinin planlanması 452  
nak zamanı (TIG) 82  
nakların karşılaştırılması 35  
nakların kontrolü 463  
nakların sınıflandırılması 441  
naklı birleştirme dayama 443  
naklı birleştirme ölçüleri 432-433  
naklı birleştirmeler 421  
naklı birleştirmelerin çimi 123  
nakta güvenlik 527

Kaynatılma olasılığı (çeliklerin) 250  
Kaynatma tekniği 156  
Oksi-gaz 8  
Kaynatma teknikleri 500  
Kaynatma yöntemi 117  
Kenar hazırlama 232  
Kesilme dayanımı 467  
Kesme gazları 382  
Kesmede güvenlik 539  
Kısa devre geçişi (MIG) 93  
Kimyasal etki 216  
Kirişlerde burulma 406  
Kirişlerde dayanım 402  
Kirişlerin yapımı 406  
Kobalt 253  
Korozyon 331  
Korozyon testi 492  
Koruma elbisesi 530  
Koruyucu gaz 69-83  
MIG 101  
Koruyucu gaz düşürücüleri 69  
Koruyucu metal ark kaynağı 17  
Köşe dolgu kaynak hesabı 508  
Köşe kaynaklarının kontrolü 474  
Krater oluşumu 37  
şekilleri 38  
Kristal 191  
büyüklüğü 215  
türleri 193  
Krom 244-252

Kutup değişimi 23  
Kutupların etkisi (MIG) 90  
Kükürt 243  
Küresel geçiş (MIG) 92

**L**

Lazer kaynağı 167  
çubuğu 170  
ışınları 168  
Lehim çubukları (telleri) 313  
Lehimleme 312  
Lehimleme tekniği 320  
Lehimli birleştirmeler 321  
alevle 324  
daldırma 325  
direncele 324  
endüksiyonla 324  
sobada 325

**M**

Mağnetik kontrol 483  
Mağnezyum;  
alaşımaları 275  
kaynatılması 274  
özellikleri 265  
Makina ile kesme 366  
Manganez 243-252  
Maske camı 31  
Maskeler 30  
Mekaniksel;  
işlemli denemeler 463  
karışımları 195  
özellikleri 218

Metal transferi (MIG) 91  
Metal püskürtme 348  
pensi  
tekniği 350  
ünitesi 353  
Metal ve metaller 189  
Metallerin dayanımı 389  
Metallerin özellikleri 190-216  
Metallerin kaynatılması 241  
Metallerin yapısı 191  
Millerin alın kaynağı 154  
Molibden 252  
Molibdenli çelikler 254  
Montaj 457

**N**

Nikel 244-252  
Nikel alaşımları;  
kaynatılmaları 280  
özellikleri 279  
Nikel-kromlu çelikler 254  
Nikelli çelikler 253  
Nitrik asit 478  
Nitritleme 210  
Nokta direncele kaynağı 136  
Normalleştirme 211

**O,Ü**

Oksi-asetilen alevi 2  
Oksi-asetilen avadanlıkları 2  
Oksi-asetilen ile sert yüzey yapma 334  
Oksi-asetilen kaynağında güvenlik 532

oksi-asetilen kesme üfleci 364 koruyucu gaz kaynağı 263  
oksi-asetilen ünitesi 3 koruyucu metal ark kaynağı 262  
oksi-fuel gaz kaynağı 12 Pasta maliyeti 514  
oksi-hidrojen kaynağı 14 Patlama 536  
oksijen ile kesme 360 Pensin konumları (MIG) 116  
oksijen ile kesme işlemi 362 Plazma arki ile kesme 379  
oksijen tüpü 4 Plazma arki ile sert yüzey 346  
oksijen tüplerinin bağlanması 5 Plazma kaynağı 174  
oksitlenme 242 kaynak kesiti 178  
Oluk açma 373 kaynak makinası 177  
Oran sınırı 224 kaynak ünitesi 179  
Orta karbonlu çelikler 249 Plazma kesme elemanları 382  
Otomatik; Programlı kaynak 568  
kaynak ünitesi 562 Punta kaynağı 550  
kaynaklar 561 Püskürtme (MIG) 91  
kesme makinası 369 Redresörler 25  
MIG kaynağı 98 Rontgen ile kontrol 487  
TIG kaynağı 76  
tozaltı kaynağı 132

**S**  
Sağa kaynak 10  
Saplama kaynağı 50  
kaynak şekilleri 51  
kaynatma tekniği 50  
zaman ve akımı 53  
Saplamalar 52  
Sementasyon 209  
Sert dolgu elektrodları 340  
Sert yüzey gereçleri 333  
Sert yüzey yapma 329  
Sertlehim 295  
birleştirme türleri 269  
dekapanlar 298  
ektelleri 298

**P,R**  
Parça kalınlığı (alın kaynağı) 152  
Paslanma 216  
Paslanmaz çelikler 259  
Paslanmaz çeliklerin kaynağı 261  
elektrik direnç kaynağı 264

endüksiyonla ısıtma 303  
fırında ısıtma 300  
kullanılması 295  
ısıtma yöntemleri 300  
üfleç ile ısıtma 300  
Sertleşen çelikler 207  
Sertlik 226  
Sertlik kontrolü 489  
Sızma ve akıntı kontrolü 534  
Siyanür banyosu 210  
Silisyum 243  
Sola kaynak 10  
Su-plazma arki ile kesme 385  
Sürtünme kaynağı 179  
kaynak hazırlığı 180  
kaynatılan parçalar 181

**T**  
Tek "J" birleştirme kaynak hesabı 509  
Tek "U" birleştirme 426  
Tek "U" birleştirme kaynak hesabı 510  
Tekli nokta kaynağı 137  
Tel besleme sistemi (MIG) 99  
Tel ilerleme hızı (MIG) 111  
Tel maliyeti 515  
Tel ölçüleri (MIG) 111  
Telin kaynak konumu (MIG) 116  
Temizleme;  
buhar 538  
kimyasal 537  
sıcak su 537

TIG kaynağı 55  
akım türü 59  
arkı 57  
arkının boşaltılması 73  
elamanları 58  
elamanların şeması 60  
kullanıldığı yerler 57  
makinaları 58  
nokta kaynağı 78  
nokta kaynak başlığı 80  
nokta kaynak elamanları 79  
nokta kaynak yapımı 81  
pens şekilleri 67  
pens ve telin konumu 72  
pensleri (torçları) 65  
pozitif ve negatif kutup işlemesi 62  
yapılışı 56  
yapım tekniği 71  
TIG kaynaklarının karşılaştırılması 65  
TIG ve MIG kaynaklarının karşılaştırılması 89  
Titanyum 280  
kaynatılması 281  
özellikleri 280  
Toprak bağlantısı 28  
Transformatorlar 24  
Tozaltı kaynağı 130  
Tozaltı kaynak kesiti 131  
Tungsten 253  
Tungsten elektrodları 68  
Tüm tavlama 211



## U,0

Ultrasonik kaynak 171  
nokta kaynağı 173  
şeması 172

Ultrasonik kontrol 488  
Uygulama (nokta kaynağı) 137  
Uzama 226

Uzama oranı 466  
Üfleç hareketleri 11  
Üfleç ile püskürtme 355  
Üfleç numaraları 7  
Üfleçler 6

Üfleçlerin yakılması 535  
Üretim ekonomisi 495

## V,Y

"V" birleştirme hesabı 509  
Vanadyum 244-253  
Volt-amper eğrisi 20

Yabancı maddeler 232  
Yan kaynak hesabı 507  
Yanıcı ark kaynağı (MIG) 120  
Yanıcı gazlar 363

Yardımcı bilgiler 573  
Yardımcı montaj 455  
Yeniden kristalleşme 214

Yığına alın kaynağı 155  
Yıpranma 331  
Yıpratmasız testler 482  
Yorulma dayanımı 224  
sınırı 224

Yorulma testi 480  
Yumuşatma işlemi 211  
Yumuşatma tava 209  
Yüksek dayanımlı çelikler 256  
Yüksek frekanslı (direnç) kaynağı 158  
Yüksek karbonlu çelikler 249  
Yüzey hataları 483  
Yüzey kontağı (TIG) 83  
Yüzey temizleme 370

## Z

Zirkon;  
kaynatılması 283  
özellikleri 282