

PUNTA KAYNAGI VE

BUZDOLABI SANAYİNDE UYGULANMASI

Mak. Müh. Turan BULDUK

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Eylül, 1992

Turan BULDUK' un YUKSEK LISANS TEZİ olarak hazırladığı
" Punta Kaynağı ve Buzdolabı Sanayiinde Uygulanması" başlıklı
bu çalışma, jürimizce lisansüstü tez yönetmeliğinin ilgili
maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Üye : Prof. Dr. Erdoğan FIRATLI

Üye : Doç. Dr. O. Şerif Komaç

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nermün Kurşunçöz

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu' nun

23 EKİM 1992 tarih ve **330 - 11** sayılı

kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Rüstem KAYA

ÖNSÖZ VE TESEKKÜR

Metaller arasında, elektrik iletkenliği yüksek olan bakırın bulunması ile punta kaynağına esas teşkil edecek prensipler ortaya çıkmıştır. Günümüzde, hemen hemen her yerde punta kaynağının kolaylıklarından faydalanırız.

Punta kaynağı, sistemin gelişmesiyle birlikte, çoğu birleştirme usullerini geride bırakmıştır. Bugün mikron seviyesindeki parçalar bile, punta kaynağıyla birleştirilebilmektedir. Günlük hayatımızda önemli yeri olan buzdolaplarının imalatında ise, punta kaynağının önemi inkar edilemez. Bu çalışmada, punta kaynağı esaslarıyla incelenmeye ve buzdolabı sanayiindeki uygulamaları değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmam sırasında katkılarını esigemeyen hocam,
Prof. Dr. Erdoğan FIRATLI,
bölüm hocaları ve bölüm arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ	I
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
SEKİLLER LİSTESİ	IX-X
TABLolar LİSTESİ	XI
1- PUNTA KAYNAĞI ESASLARI.....	1
1.1- Direnç Kaynağı Çeşitleri.....	3
1.1.1- Nokta Kaynağı.....	3
1.1.2- Dikiş Kaynağı.....	7
1.1.3- Alın Kaynağı.....	9
1.1.4- Kabartılı Direnç Kaynağı.....	10
1.2- Yapılış Sekline Göre Punta Kaynakları.....	13
1.2.1- Doğrudan Punta Kaynağı.....	13
1.2.2- Dolaylı Punta Kaynağı.....	15
1.2.3- Üst Üste Gelen Punta Kaynağı.....	16
2-PUNTA KAYNAĞINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER.....	17
2.1- Isı.....	17
2.1.1- Kaynak Akım Siddetinin Isıtma Üzerindeki Etkisi...19	19
2.1.2- Elektrot Kompozisyonu ve Tasarım Isıtma Üzerindeki Etkisi.....21	21
2.1.2.1- Elektrot Kompozisyonunun Etkisi.....21	21
2.1.2.2- Elektrot Tasarımının Etkisi.....23	23
2.1.3- Kaynak Kuvvetinin Isıtma Üzerindeki Etkisi.....23	23

2.1.4-	Zamanın Isıtma Üzerindeki Etkisi.....	24
2.1.5-	İş Parçası Yüzeyi Durumunun Isıtma Üzerindeki Etkisi.....	27
2.1.5.1-	Yüzey Hazırlama.....	28
2.1.5.2-	Yağ Tabakasının Etkisi.....	29
2.1.5.3-	Oksit ya da Pasın Etkisi.....	30
2.1.6-	Kaynak Aralıklarının Isıtma Üzerindeki Etkisi.....	31
2.1.7-	Yüzey Tamamlama Şartlarının Isıtma Üzerindeki Etkisi.....	32
2.2-	Elektrik.....	34
2.3-	Isı iletkenliği.....	34
2.4-	Isı Genleşmesi.....	34
2.5-	Yüzey Hazırlama.....	35
3-	PUNTA KAYNAĞINDA KALİTE VE KONTROLÜ.....	36
3.1-	Kalite Kontrol.....	37
3.1.1-	Gözle Kontrol.....	37
3.1.2-	Tahribatlı Muayene.....	38
3.2-	Direnç Kaynağı Kalitesini Etkileyen Faktörler.....	39
3.2.1-	Direnç Kaynağı Kalitesini Etkileyecek Nitelikteki İş Parçası Değişkenleri.....	40
3.2.2-	Girdi Stoklarının Kalite Kontrolü.....	42
3.2.3-	Elektrot Bakımı.....	43
3.2.4-	Proses içi Muayene.....	43
3.3-	Kaynak Hataları ve Önlenmesi.....	44
3.3.1-	Simetri Durumu.....	45
3.3.2-	Yetersiz Nufuziyet.....	46
3.3.3-	Aşırı Nufuziyet.....	47

3.3.4-	Gaz Kabarcıkları ve Gözeneklilik.....	47
3.3.5-	iç Catlaklar.....	48
3.3.6-	Dış Catlaklar.....	49
3.3.7-	Levha Ayrılması.....	50
3.3.8-	Fıskırma.....	51
3.3.9-	Bakır Birikmesi.....	52
3.3.10-	Yüzey Yanması.....	53
3.3.11-	Aşırı Ezilme.....	54
4-	PUNTA KAYNAK KABİLİYETİ.....	58
4.1-	Kaplanmış Çeliklerin Punta Kaynağı Yapılması.....	58
4.2-	Galvanizli Çeligin Punta Kaynağı.....	59
4.3-	Alüminyum Kaplanmış Çeligin Punta Kaynağı Yapılması..	63
4.4-	Kalay Kaplı ve Kalay-Çinko Kaplı Çeligin Punta Kaynağı Yapılması.....	64
4.5-	Farklı Metallerin Punta Kaynağı Yapılması.....	66
4.6-	Paslanmaz Çeligin Direnç Kaynağı.....	67
4.6.1-	Östenitik Paslanmaz Çeliklerin Kaynak Özellikleri.	69
4.6.2-	Martenzitik ve Ferritik Paslanmaz Çeliklerin Kaynak Özellikleri.....	70
4.6.3-	Paslanmaz Çeligin Direnç Kaynağı Yapılmasını Etkileyen Faktörler.....	71
4.6.3.1-	Isıya Karşı Duyarlılık.....	71
4.6.3.2-	Elektrik iletkenliği.....	72
4.6.3.3-	Isı iletkenliği.....	72
4.6.3.4-	Isı Genleşmesi.....	72
4.6.3.5-	Kaynak Akımı.....	73

4.6.3.6-	Kaynak Süresi.....	73
4.6.3.7-	Punta Aralıkları.....	74
4.6.3.8-	Isı Bozunmasının Etkisi.....	75
4.7-	Punta Kaynağına Alternatif Prosesler.....	76
4.7.1-	Divataya Karşı Punta Kaynağı.....	76
4.7.2-	Perçinlemeye Karşı Punta Kaynağı.....	77
4.8-	Farklı Metallerin Kaynak Yapılması.....	78
5-	FUNTA KAYNAK SİSTEMİ.....	80
5.1-	Kaynak Makineleri.....	80
5.1.1-	Elektrik Devresi.....	80
5.1.1.1-	Kaynak Transformatorü.....	81
5.1.1.2-	Transformator Gücünün ifadesi.....	84
5.1.1.3-	Transformator Primer Sargısını Değiştirme Anahtarı.....	86
5.1.1.4-	Sekonder Devrenin Özellikleri.....	86
5.1.1.5-	Elektronik Kumanda.....	88
5.1.2-	Kontrol Sistemi.....	89
5.1.2.1-	Kaynak Kontaktörleri.....	90
5.1.2.2-	Zaman ve Sıra Kontrolleri.....	93
5.1.2.3-	Isı Kontrolü.....	96
5.1.2.4-	Aşağı ve Yukarı Egim Kontrolü.....	97
5.1.2.5-	Akım ve Voltaj Regülatörleri.....	98
5.1.3-	Mekanik Kısım.....	101
5.1.3.1-	Tek Fazlı ve Üç Fazlı Doğru-Enerji Makinaları.....	106
5.2-	Elektrotlar.....	108
5.2.1-	Elektrotların Fonksiyonu.....	109
5.2.2-	Elektrotların Bakımı.....	110

5.2.3- Elektrot Malzemeleri.....	110
5.2.3.1- Bakıra Dayalı Alaşımlar.....	111
5.2.3.1.1- Sınıf 1 Malzemesi.....	111
5.2.3.1.2- Sınıf 2 Malzemesi.....	113
5.2.3.1.3- Sınıf 3 Malzemesi.....	114
5.2.3.2- Refrakter Metal Kompozisyonu.....	114
5.2.3.2.1- Sınıf 10 Malzemesi.....	115
5.2.3.2.2- Sınıf 11 Malzemesi.....	115
5.2.3.2.3- Sınıf 12 Malzemesi.....	115
5.2.3.2.4- Sınıf 13 ve 14 Malzemeleri.....	115
5.2.3.3- Mallory Elektrot Malzemesi.....	117
5.2.3.4- Elkoniteler.....	118
5.2.3.5- Nokta Kaynağı için Elektrot Malzemesi Seçimi..	122
5.2.4- Elektrot Tasarımı.....	123
5.2.4.1- Nokta Kaynağı için Elektrot Tasarımı.....	128
5.2.5- Elektrot Yuvaları.....	130
6-PUNTA KAYNAĞININ BUZDOLABI SANAYİNDE UYGULANMASI.....	135
6.1- Sistem.....	135
6.1.1- Kontrol Devresi.....	135
6.1.2- Mekanik Kısım.....	140
6.1.2.1- Basınç ve Soğutma Suyu.....	141
6.1.2.2- Mekanik Ayarlar.....	142
6.2- Uygulama Örnekleri.....	145
6.2.1- Buzdolabı Gövdesinde Punta Kaynağı.....	145
6.2.2- Raf imalatında Direnç Punta Kaynağı.....	146
6.2.3- Kondanser İmalatında Direnç Punta Kaynağı.....	152
SONUC.....	156
FAYDALANILAN KAYNAKLAR.....	158

Ö Z E T

Elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşümünün bir uygulaması olan punta kaynağı, oldukça ekonomik birleştirme yöntemidir. Punta kaynağı yapılacak malzemelerin cinsine bağlı olarak, hem makina dizayn edilebilir ve hemde kaynak parametreleriyle ayarlama yapılabilir.

Punta kaynağının esaslı 1815'li yıllarda bakırın tam keşfine dayanır. Bu tarihte toprak altında toplu olarak yığılan bakırın, güneş enerjisi tesiriyle birleştiğinin farkedilmesiyle punta kaynağı ortaya çıkmıştır. Teknolojinin hızla ilerlemesi, punta kaynağında elektronik kontrollü, milimetrik düzeyde yapılabilir hale getirmiştir.

Günümüzde sistemler, üretimin ekonomikliği ölçüsünde mükemmel olduğunu kabul eder ve uygulamaya çalışır. Bu çerçevede insan gücünün en az kullanılması büyük avantajdır. Özellikle buzdolabı sanayiinde, insan gücünü minimize eden en basit sistem ,punta kaynağıdır. Örneğin, bir buzdolabı rafının veya gövdesinin imalatında, hiçbir birleştirme yöntemi punta kaynağının yerine kullanılamaz.

Üretim endüstrisinde, dikiş makinalarından bilgisayara, araba jantlarından uçak gövdelerine kadar her kademedede punta kaynağı kullanılmaktadır. Ayrıca, metal esaslı her malzemenin kaynak edilebilir olması, büyük bir avantajdır. Örneğin, punta kaynağı olmasaydı; iki alüminyum parçayı birleştirmek için argon kaynağı kullanılacaktı. Bugün dizayn edilen modern sistemlerle, bir buzdolabı gövdesi yerinden alınmadan aksesuarları punta kaynağı ile birleştirilebilir.

Elektronik sistemlerin adapte edilebilir olması, işletmelerin işgücünü minimum düzeyde tutmak istemeleri, ekonomik ve pratik oluşu, punta kaynağını her geçen gündaha çok aranır hale getirmektedir.

SUMMARY

Resistance Spot Welding which is an application of the transforming from electrical energy to heat energy is quite an economical connection method. Depending on the kinds of materials being produce by resistance spot welding, both machine can be designed and the adjustments of the welding parameters can be made.

The pirinciple of resistance spot welding depends on the producing copper at the first time in 1815. It was realized that copper which was found under ground was welded due to the effect of solar energy. Thus, the resistance spot welding came into existences. Developments in technology, made the resistance spot welding electronically controlled and milimetric dimensions.

Espicially, in refrigerator industry the most simple system in resistance spot welding in which the human power is minimized. For example, in the production of the shelf or body of a refrigerator, neither electric arc welding nor MIG-TIG welding, oxygen welding can be used to replaese resistance spot welding.

In the production industry, resistance spot welding is used in all fields. For example, two aluminium pieces are welded cheaper by resistance spot welding than argon welding. Today, by using robot systems, refrigerator body is welded by resistance spot welding without manual control.

The popularity of resistance spot welding increases day by day on the account of being wconomics and practical, minimum work power, being adapted electronic systems.

SEKİLLER LİSTESİ

Sekil		Sayfa
1.1-	Direnç nokta kaynağında elektrotların ve kaynak edilen parçaların şematik görünüşü (1).....	2
1.2-	Nokta kaynağının elektrik devresinin gösterilişi (2)	4
1.3-	Nokta kaynağı uygulamasına ait örnekler (4).....	5
1.4-	Direnç nokta kaynağında kaynak bölgesindeki boyutlar (4).....	7
1.5-	Elektrik alin direnç kaynağı esasının şematik gösterilişi (4).....	9
1.6-	Kabartılı kaynak işleminin esası (4).....	11
1.7-	Bukel verme şekli ve formülü (12).....	12
1.8-	Doğrudan punta kaynağının şematik gösterimi (1)....	13
1.9-	Değişik düzenlemeler (1).....	14
2.1-	Isının etkisinin şematik gösterilişi (2).....	18
2.2-	Kaynak akımına göre nokta çapı kesme gerilimi, yüzey deformasyonu (1).....	22
3.1-	Yanlış ve doğru simetrik (8).....	45
3.2-	Yetersiz nüfuziyet (8).....	46
3.3-	Aşırı nüfuziyet (8).....	47
3.4-	Gaz kabarcıklı ve gözenekli kaynak (8).....	48
3.5-	İç Çatlaklar (8).....	49
3.6-	Dış çatlaklar (8).....	50
3.7-	Yüzey ayrılması (8).....	51
3.8-	Fıskırma (8).....	52
3.9-	Bakır birikmesi (8).....	53
3.10-	Yüzey yanması (8).....	54
3.11-	Aşırı ezilme (8).....	55

Sekil	Sayfa
3.12-	Kaynak noktalarının hat şeklinde dağılımı (8)..... 56
3.13-	Nokta kaynağının dayanıklılığını bozan hatalar(8). 57
5.1-	Nokta kaynak makinası kısımlarının şematik gösterilişi (8)..... 82
5.2-	Elektronik kumandada I.P.t grafiği (10)..... 88
5.3-	Basınç programlı makinalarda I.P.t grafiği (10).... 89
5.4-	Güç sağlama ünitesi ve ignitron tüpleri (8)..... 92
5.5-	Punta kaynak makinasının kontrol fonksiyonları(10) 95
5.6-	Akım ve voltaj dalga şekilleri (10)..... 100
5.7-	Ön ısıtma kontrolü ve voltaj (10)..... 100
5.8-	Nokta kaynağında kullanılan elektrotlar (4)..... 125
5.9-	Elektrotların uç formları (1)..... 125
5.10-	Elektrotların ısıya göre değişimi (12)..... 127
5.11-	Elektrot seçim nomogramı (12)..... 129
5.12-	Standart yuva, adaptör ve elektrotlar (1).... 132-133
5.13-	Elektrot tutucu dizaynı (11)..... 134
6.1-	Elektronik kontrol ünitesi (11)..... 137
6.2-	Kaynak çevrimi ve açılar (11)..... 139
6.3-	Tekimpulsü akım yüklemeli çevrim (11)..... 139
6.4-	Sogutma suyu devre şeması (11)..... 143
6.5-	Alt kolun yükseklik ayarının yapılışı (11)..... 144
6.6-	Raf tellerinin kaynak öncesi ve sonrası durumu(12) 147
6.7-	Çubuk şeklinde elektrotlar (12)..... 148
6.8-	Tellerin raflardaki pozisyonları (12)..... 149
6.9-	Kondanserlerin kesit görünüşü (12)..... 153
6.10-	Değişik kondanser resimleri (12)..... 155

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo	Sayfa
1.1- Benzer ve benzemez malzemelerin kaynak edilme kabiliyeti (12).....	6
2.1- Paslanmaz çeliklerin fiziksel özellikleri ve nominal kompozisyonları (1).....	33
3.1- Dayanıklılık (8).....	57
4.1- 1010 çeliğinin kaynak şartları (1).....	65
5.1- Çalışma faktörü ve güç (8).....	85
5.2- RWMA grup A elektrot malzemelerinin özellikleri(1)..	112
5.3- Elektrot malzemeleri ve özellikleri (4).....	116
5.4- Elektrotlar için minimum özellikler (4).....	116
5.5- Mallory elektrot malzemeleri özellikleri ve kullanım sahaları (12).....	120
6.1- Buzdolabı imalatında kullanılan malzemelerin kaynak kabiliyeti (11).....	151

1- PUNTA KAYNAĞI ESASLARI

Punta kaynağı, temas halindeki metal esaslı yüzeylerin elektrik akımının geçmesiyle oluşan dirençle birleşmesi işlemidir. İş parçaları, elektrotlara uygulanan elektrot kuvveti ile basınç altında tutulur. Ve iş parçalarının gösterdiği direnç ısıya sebep olur. Böylece iş parçalarının birleşmesi sağlanır. Bu birleşme bir noktada olduğu gibi, birden fazla noktada da olabilir. Elektrotlarla iş parçalarının temas yüzeylerinde, düşük volt ve yüksek amper vardır ve yüksek amper ergimeye sebep olur. (1)

Punta kaynağında, temas yüzeylerindeki kontak dirençlerinden de faydalanılmaktadır. Elektrotlar arasında ortaya çıkan ısı miktarı (Q), Joule Kanuna göre, Elektriksel işe eşdeğer olarak;

$$W = U.I.t \quad (W.s) \dots\dots\dots (1.1)$$

yazılabilir. Ohm Kanununa göre;

$$U = I.R. \quad (V) \dots\dots\dots (1.2)$$

yerine yazılırsa

$$W = I^2.R.t \quad (W.s) \dots\dots\dots (1.3)$$

elde edilir. Ayrıca

$$1 \text{ W.s. } 0.239 \text{ Cal} \dots\dots\dots (1.4)$$

eşitliği yerine yazılırsa;

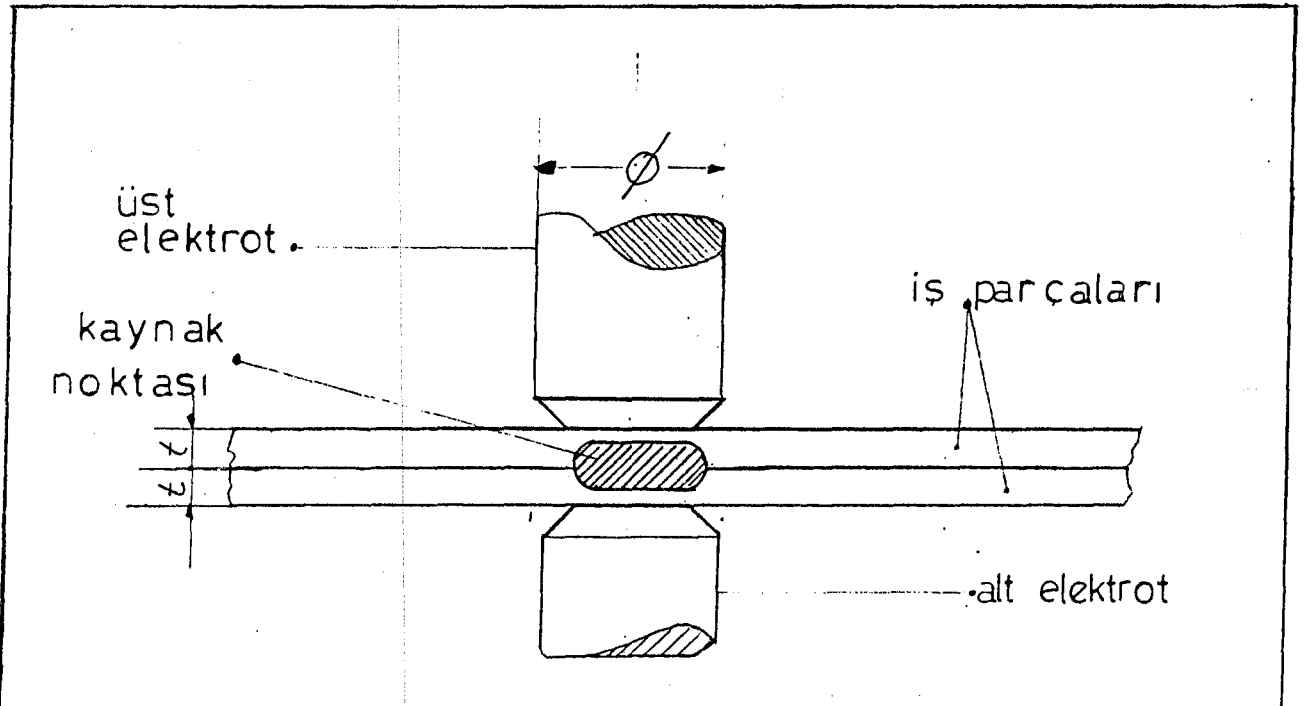
$$Q = 0.239 I^2.R.t \text{ (Cal)} \dots\dots\dots (1.5)$$

elde edilir. Bu ise direnç kaynağında ortaya çıkan ısıdır.

Bu ısının tümü, kaynak noktasında oluşturulan dikişte harcanmamaktadır. Isının bir kısmı parça boyunca yayılırken, bir kısımda elektrodun soğutulmasında kullanılan suya geçmektedir. Hatta, elektrot dizaynında hassas davranılmadığı

zaman elektrot kayıpları % 60-70' e varmaktadır.(4)

Sekil 1.1'de görüldüğü gibi, kaynak noktası temas yüzeyinde oluşmakta, tamamen dış yüzeylere kadar uzanmamaktadır. Sekilde, uygun biçimde yapılmış bir punta kaynağının yuvarlak yada oval şekilde olduğu gözlenmektedir; boyut ve şekil ise elektrotunkine benzer (genellikle yuvarlaktır). Kaynak bölgeleri, iş parçası kenarından yeterince uzaklıkta olmalıdır (Kenar uzaklığı), böylece elektrot kuvvetine dayanacak yeterli miktarda ana metal sağlanır ve kaynak işlemi sırasındaki bölgesel bozunmalar, metalin kaynak merkezinden dışarı taşmasına izin vermez. Aynı zamanda, punta kaynakları arasındaki uzaklıklar, iş metali dışına taşmayı engellemek için, yeterli derecede olmalıdır.



Sekil 1.1- Direnç nokta kaynağında elektrotların ve kaynak edilen parçaların şematik görünüşü (1)

Punta kaynağında kullanılan akım 1000 ile 50.000 amper, gerilim ise 1 ila 15 voltur. Bu şartlarda bir elektrik enerjisi, ancak transformatörler yardımıyla elde edilebilir.

Direnç kaynağında önemli olan kaynak yapılacak malzemenin direncidir. Örneğin, demirin direnci yeteri kadar yüksek olduğu için demir parçalarını kaynak etmek kolay, buna karşın alüminyumun direnci az olduğu için kaynatılması zordur.(4)

1.1- DİRENÇ KAYNAĞI CESİTLERİ

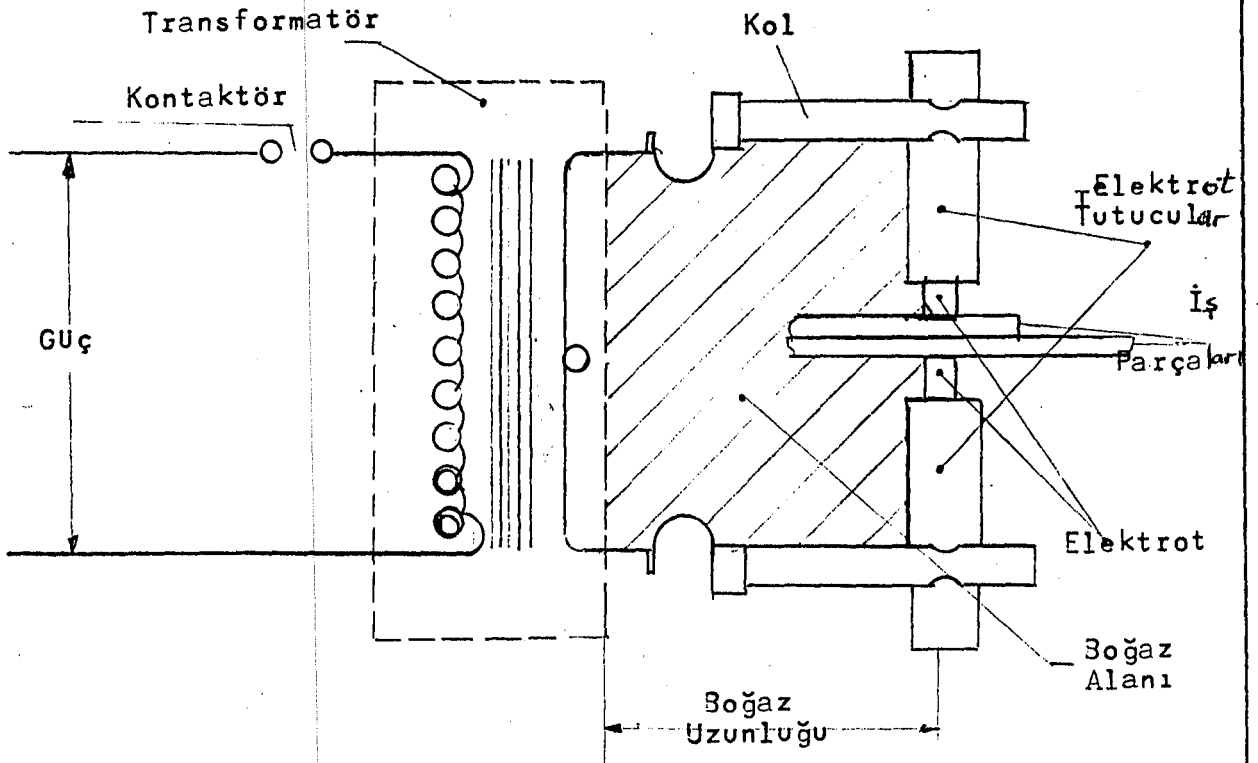
1.1.1- Nokta Kaynağı

Bir transformatörün sekonder devre akımı, üst elektrottan alt elektroda aralarına konmuş iş parçasından geçer. Bu esnada akım, elektrotlar arasındaki direnci yenerken iş parçasını ısıtır. Kaynak ısısi hasil olunca, parçalarının elektrot altında kalan kısımları elektrot kuvveti yardımıyla birbirlerine karışırlar. İş parçası yüzeyinde delik olmaması için elektrot uçları düzgün hazırlanmalıdır.(4,5)

Bu sistemde, değişik kalınlıklarda malzemeler kaynak yapılabilir. Kaynak olacak parçalar elektrot arasına sokulduktan sonra, pedala basılarak elektrotlar vasıtasıyla parçaların sıkıştırılması ve aynı zamanda şalter kapanacağı için kaynak trafosuna şebeke gerilimi uygulanması sağlanır. Bunun sonucunda, trafonun sekonderinde bir gerilim indüklenir. Bu gerilimin değeri, başta 12-15 V iken, elektrotlar kapanınca 2-5 volta iner. Sekonderden geçen akımın değeri 30.000 A'ı bulabilir. Sürekli çalışmada elektrotların çok ısınarak bitmelerini önlemek için, su ile soğutma uygulanır.(5)

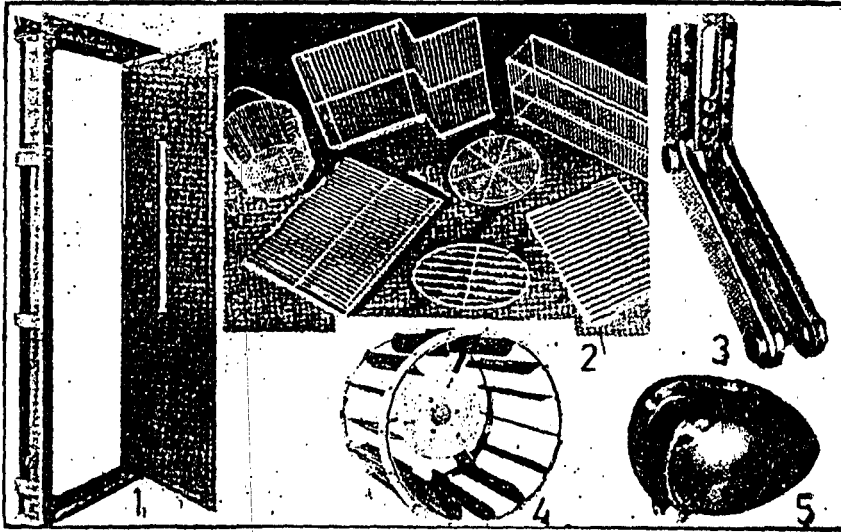
Kaynak bittikten sonra ayak pedaldan çekilirse mafsal etrafında hareketli olan üst elektrot yay ve ağırlığın etkisi alt elektrottan uzaklaşır. Aynı zamanda trafonun şebeke ile irtibatı kesilir.

Nokta kaynağı ile, perçin, vida veya lehimlenmesi gereken ince parçaların birleştirilmesi sağlanır. Akım ve kaynak süresini ayarlamak için, elektronik kumanda tertibatı kullanılır. Çok yüksek olan kaynak akımı ignitron kontaktörü (Elektronik bir lambadır) vasıtası ile trafonun sekonderinden sağlanır. Ignitor kontaktörünü ise sıcaklık ve zaman ünitesi kontrol eder. Böylece kaynak akımı ve kaynak süresi ayarlanır. (1)



Sekil 1.2- Nokta kaynağının elektrik devresinin gösterilişi (2)

Direnç nokta kaynağı, birleştirilen malzemeler bakımından diğer kaynak yöntemlerine kıyasla, daha fazla serbestliğe sahiptir. Bu yöntemden yararlanmak suretiyle, birçok metal ve metal çiftlerini, değişik biçim ve boyutlarda kusursuz olarak birleştirmek imkan dahilindedir. Tablo 1.1 de metallerin nokta kaynağına yatkınlıkları verilmekte, şekil 1.3 te ise bazı örnekler görülmektedir. (4,12)



Şekil 1.3- Nokta kaynağı uygulamasına ait örnekler
1. Asansör kapısı (profiller 15.10 - 30.10),
2. Çelik tellerden çeşitli birleştirmeler
3. Oto koltuk parçası,
4. Santrifuj hava üfleyici rotoru,
5. Basınca dayanıklı kap. (4)

Tablo 1.1- Benzer ve benzemez malzemelerin kaynak edilme kabiliyeti (12)

	Ni Alaşımı	Ni	Fosfor Bronz	Silikon Bronz	Nikel Gümüş	Pirinç Çinko	Bakır	Al Alaşımı	Paslanmaz Çelik						
										Diğer Kap.	Çinko Kaplı	Lekeli	Temiz		
F Temiz	■ A ■ A ■ A ■ A ■ A ■ A x A x D ■ B ▲ C ■ B ▲ B ■ A ● A	A h A h A h A h A h A h A h A fh A fh A fh A e A cd A cd A b A a													
			x A x A x A x A	A bh A bh A bh				x B x C	A bcd A bcd A b						
E Lekeli															
L Çinko Kaplı	■ B ■ B ■ B ■ B ■ B x B x D x B ▲ C ■ B ▲ B	B cdh B cd B cd B cd B cd B cd B B B B cd B cd B cd													
K Diğer Kaplı	x B x B x B x B x B x B x D x B x C ■ B	B cdh B cd B B B B B B B B B cd B cd													
Paslanmaz Çelik	■ A ■ A ■ A ■ A ■ A x A x D x B ● C	c c c c c c c c c c c e													
Alüminyum Alaşımı	x A x A ■ A ■ A	B B B eg B eg													
Bakır	x A x A ■ A ■ A ■ A x A x D	D D D fh D fh D fh D D fh													
Pirinç Çinko	x A x A x A x A x A ■ A	A A A A A A A													
Nikel Gümüş	▲ A ▲ A ■ A ■ A ▲ A	A A A A A													
Silikon Bronz	■ A ■ A ■ A ▲ A	A A A A													
Fosfor Bronz	■ A ■ A ▲ A	A A A													
Nikel	▲ A ▲ A	A A													
Nikel Alaşımı	▲ A	A													

a: ayar aralığı geniş,
b: kaynaklar raspa edilmeli,
c: kaplama kalınlığı homojen,
d: temiz elektrot,
e: yüksek akım - kısa zaman
f: ince levha kaynağı,
g: Siki kontrol,
h: düşük kaynak mukavemeti

●	Fevkalade
▲	İyi
■	Zayıf
X	Tatminkar Değil

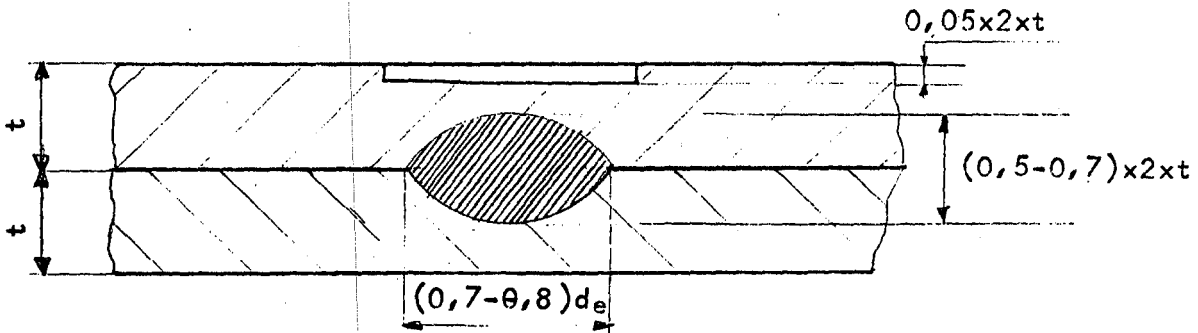
A	Mallory 3 veya 328
B	Mallory 328
C	Mallory 100 veya 328
D	Elkonite 2043

Kaynak Kabiliyeti	Elektrot Malzemesi
Elektrot Malzemesi	Özel Bilgi

Nokta direnç kaynağında kaynağın kalitesini belirleyen faktörlerden en önemli ve dikkat edileni, nokta çapıdır. Bu ise normal olarak

$$\text{Nokta Çapı} = (0.70-0.80) d_e \quad \text{..... (1.6)}$$

ifadesiyle elektrot çapına bağlı olarak verilir. Diğer boyutlar ise Şekil 1.4'te görülmektedir. (4)



Şekil 1.4- Direnç nokta kaynağında kaynak bölgesindeki boyutlar (4)

1.1.2 - Dikiş Kaynağı

Dikiş kaynağı, teze esas teşkil buzdolabı sanayiinde çok önemli değildir. Bununla birlikte hiç kullanılmadığını söylemekte yerinde olmaz.

Bu sistemde parçalar, nokta kaynağında olduğu gibi, aralıklı noktalar halinde birleştirilmez. Bir çizgi boyunca, kesintisiz kaynak edilir. Örneğin, içlerine akışkan konacak kutuların üretiminde bu yöntem kullanılır. Demir olmayan metallerin kaynağında, direncin az olması dolayısıyla, elektrotlardan ikisininin tahrikli olması gerekirken, demir esaslı malze-

melerde birinin tahrikli olması yeter. Diğeri sürtünmeyle döner.

Dikiş kaynağında farklı üç uygulama bulunmaktadır:

- a-Sürekli akımla dikiş kaynağı,
- b-Kesintili akımla dikiş kaynağı,
- c-Kademeli, gidiş- dönüş esasına göre dikiş kaynağı.

Akım kesilmesi olmadan ve sabit akım şiddeti ile dikiş kaynağı, sadece temiz ve ince parçaların (1 mm dolaylarında) kaynağında kullanılır. Parça kalınlıklarında aynı zamanda eşit olmalıdır. Aksi halde, akım kesilmesi tehlikesi olduğundan, dikişlerde kavrulma tehlikeleri ortaya çıkabilmektedir.

Kesintili akımla dikiş kaynağı ile, çeşitli malzemeler birleştirilmekte, uygulamada, yufkaçta denen disk elektrotlar sabit çevre hızını sahip olmaktadır. Temiz olmayan yüzeylerin kaynağında daha iyi sonuç alınmaktadır. Akım devreden periyodik olarak geçmektedir.

Kademeli gidiş- dönüş esasına göre dikiş direnç kaynağı, kesintili dikiş kaynağı ile karşılaştırılabilir. Seyrek olarak rastlanan bu uygulamada kaynaktan sonra her bir nokta için küçük bir geri hareketi yapılır ve o nokta tekrar hadeden geçirilir.

Dikiş kaynağında elde edilen dikişin genişliği ile kullanılan disk elektrodun temas yüzeyi genişliği arasında;

$$l = b + 1 \quad (\text{mm}) \dots \dots \dots (1.7)$$

l = disk genişliği,

b = dikiş genişliği,

eşitliği vardır. (3,4)

1.1.3- Alın Kaynağı

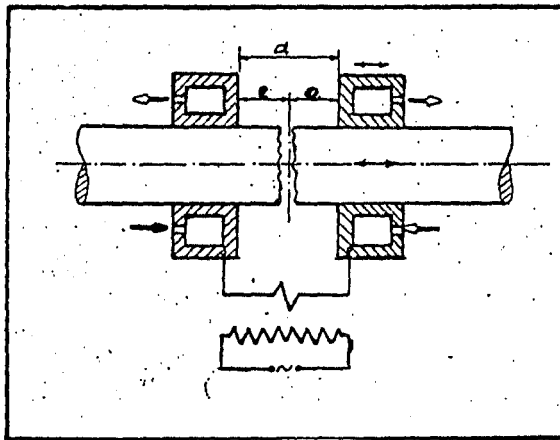
Buzdolabı sanayiinde, özellikle raf çevrelerinin kaynatılmasında, önemli yeri vardır. Flanş kaynağı da denir.

Alın direnç kaynağında, parçanın toplam temas yüzeyinden akım geçirilerek, bu kısım kaynak sıcaklığına getirilmektedir. Bu uygulamada, elektrot olarak tanımlanan parçalar, iş parçalarını tamamen veya kısmen kuşatmaktadır. Bu germe elemanlarının tipini kaynak yapılacak parçaların şekli, büyüklüğü birleşimleri belirlemektedir. Bağlantı elemanları iş parçalarının şişme doğrultusuna hareketli olarak düzenlenmektedir.

Bu elemanların işlevleri;

- a- Kaynak işlemi sırasında parçaları tam ölçüsünde tutmak ve konumunu muhafaza etmek,
- b- Kaynak akımını parçalara iletmek,
- c- Parçalara yığılma (şişme) kuvvetini iletmektir.

Alın kaynağında, bütün kesitte eşit akım yoğunluğu bulunduğundan, birim yüzeyde açığa çıkan ısı miktarı da eşit olmaktadır.



Sekil 1.5.- Elektrik alın direnç kaynağı esasının şematik gösterilişi (4)

Bu nedenle uygulamalarda, kesitlerin eş büyüklükte olması veya bir ön hazırlama ile bu şartın sağlanması gerekmektedir. Sıkıştırma uzunluğu, kaynak edilecek kesit ve malzeme türüne göre seçilmektedir. Bu uzunluk, daha iyi elektrik ve termik iletkenliğe sahip olan malzemelerde (düşük C'lu çelikler), düşük olanlara (yüksek C'lu çelik) kıyasla daha büyüktür. Bu nedenle, farklı malzemelerde eş tavlamaaların gerçekleştirilmesi sorunu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca kesit büyüdükçe kaynak akım devresinin kısaltılması gerekmektedir. Akım geçiren germe elemanlarının diyagonal düzenlemeleri ile, daha iyi sonuçlar elde edilebilmektedir. (4)

1.1.4- Kabartılı Direnç (Pres) Kaynağı

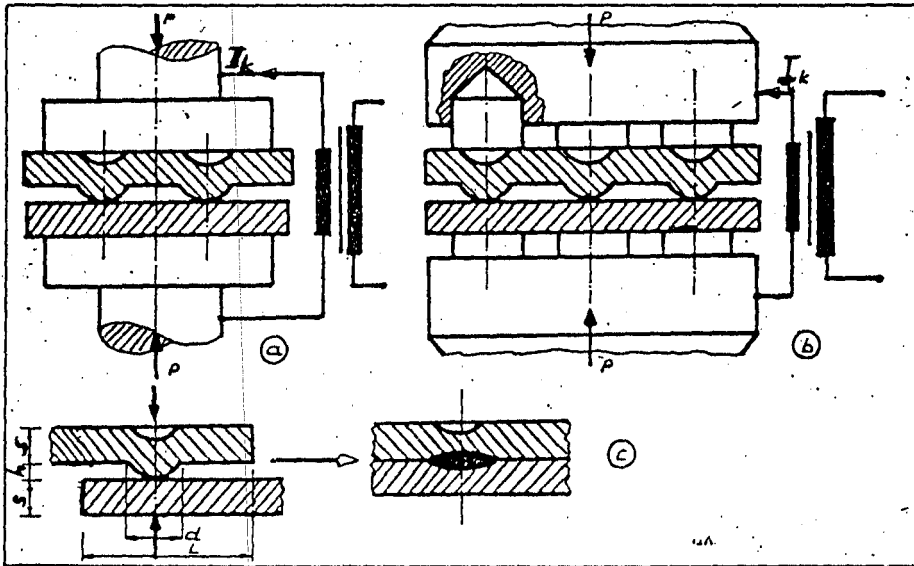
Kabartılı direnç kaynağı, seri imalat için ekonomik bir birleştirme yöntemidir. Uygulamadan kolaylığından faydalanılarak yoğunlukla sac ve tel malzemelerin tek işlemde iki veya daha fazla noktasının birleştirilmesi gerçekleştirilebilmektedir. Nitekim, buzdolabı sanayiinde en çok kullanılan kaynak yöntemidir. Uygulamada, kabartıya bukel de denmektedir.

Yöntemde kaynak akımı, temas yüzeylerinden aktığından, kaynak belirli kısımlarla sınırlandırılmıştır.

Pres direnç kaynağı, diğer kaynak yöntemleriyle (özellikle nokta kaynağı) kıyaslandığında üstün yönleri şunlardır:

- a- Elektrodun bir hareketli ile aynı anda birçok nokta kaynak edilebilmektedir,
- b- Kaynak akımı temas yüzeylerinde yoğunlaşmaktadır,
- c- Temas yüzeyleri kısmen tavllanmış olurlar,

- d- Elektrot yüzeyi nispeten büyük olduğundan, elektrot ömrü uzun olmaktadır,
- e- Yöntemde, şekil değişikliği temas yüzeylerinde fazla olduğu için dış görünüş güzeldir,
- f- Maliyet açısından oldukça tasarrufludur.



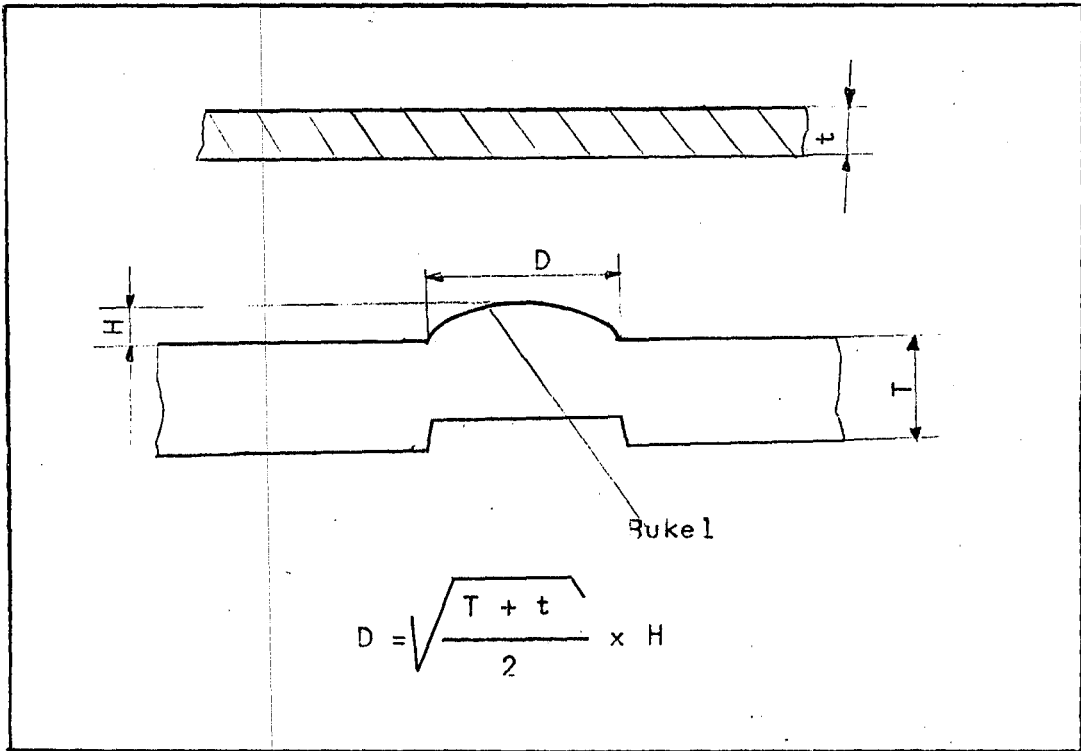
Şekil 1.6- Kabartılı (direnç) kaynak işleminin esası
 a. Düz elektrot
 b. Nokta sayısı kadar elektrotlu
 c. Kaynak öncesi ve sonrası (4)

Şekil 1.7'de bukel vermenin biçim ve boyutları verilmiştir.

Pres kaynağı yönteminde kaynak kalitesi, temas yüzeyleri fiziksel biçimi, boyutları ve sayısına bağlıdır. Kaynak şartlarında, adı geçen nitelikler mutlaka dikkate alınmalıdır

Elektrik direnç saplama kaynağı da, pres kaynağının özel bir hali olarak düşünülebilir. (4)

Direnç punta kaynağında, iş parçalarının ve elektrodun sekonder devre içindeki yeri ve düzenlemesi de, kaynağın doğrudan veya dolaylı (seri) olup olmadığını belirler. Şayet, sekonder akımı, kaynak noktasından veya noktalarından geçerse doğrudan kaynak olur. Böylece, akım kaynak noktasına atlayarak geçmez. Seri kaynakta ise sekonder akımının bir kısmı kaynak noktasının etrafından bir köprü (kısa devre noktası) yolu ile geçer. (1)



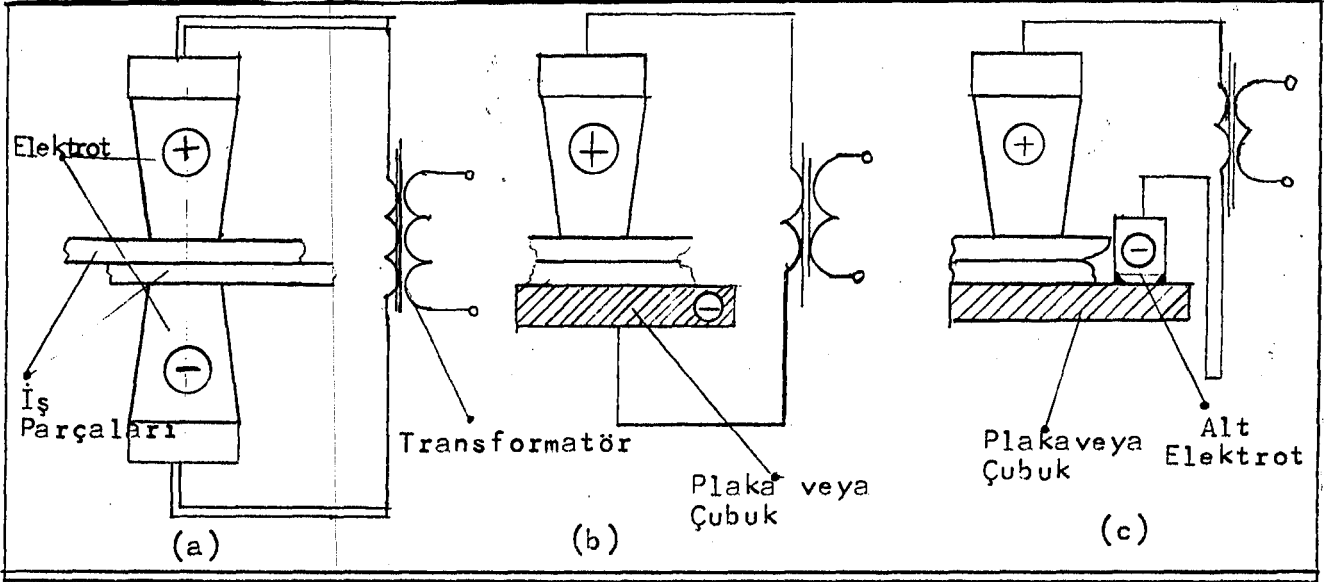
Şekil 1.7- Bukel verme şekil ve formülü (12)

1.2- YAPILIŞ SEKLİNE GÖRE PUNTA KAYNAKLARI

1.2.1- Doğrudan Punta Kaynağı

Direnç nokta kaynağı genellikle bu yöntemle yapılır.

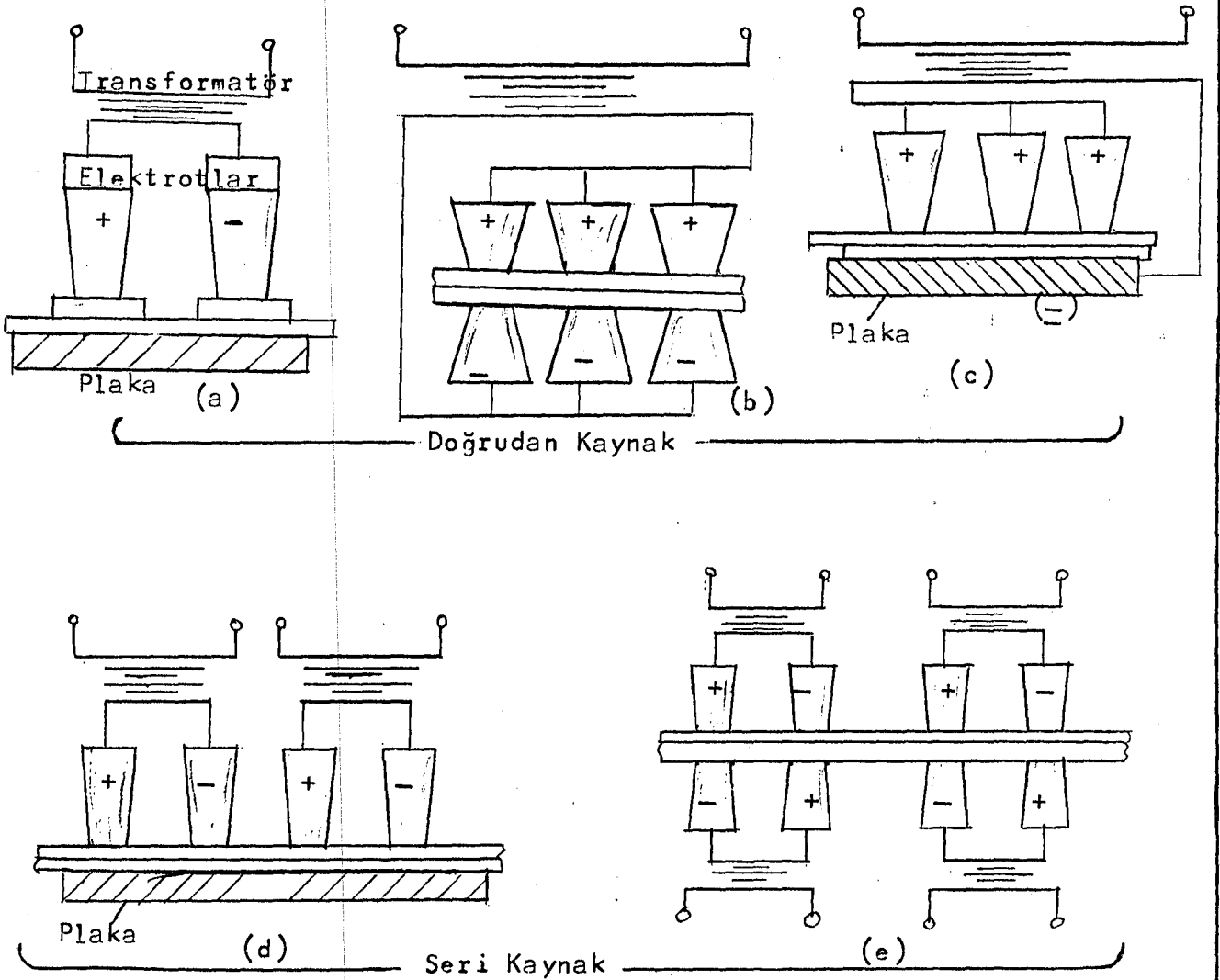
Sekil 1.8'de şematik olarak bu tip kaynak yapmak için kullanılan düzeneklerin şeması gösterilmiştir.



Şekil 1.8- Doğrudan punta kaynağının şematik gösterimi (1)

Bu düzenlemeler, özel ihtiyaçlara göre değiştirilebilir. Şekil 1.8'de (a)'da gösterilen ve karşılıklı alt ve üst iki elektrot arasında sıkıştırılan iki iş parçası, en yaygın düzenlemedir. Şekil 1.8'de (b)'de şematik görünüşte ise, iletken plaka veya çubukla alt elektrot olarak geniş bir alan kullanılır. Böylece, alt iş parçası daha az deforme olur, ısı kaynak bölgesinden dışarıya hızla yayılır. Şekil 1.8'de (c)'de ise, iletken bir parça alt iş parçasını kontrol etmesine ve aynı amaçla kullanılmasına rağmen, ikinci bir alt elektrodun kullanılması söz konusudur. (1)

Doğrudan kaynakta nokta sayısının birden çok olması durumunda, sekonder devrede farklı düzenlemeler gerekir.



Sekil 1.9- Bir veya daha fazla sekonder devre kullanılarak çok sayıda punta kaynağının aynı anda doğrudan ve seri olarak yapılabilmesi için düzenlemeler (1)

Sekil 1.9(a)'da gösterildiği gibi iki punta kaynağı yapmak için, iki üst elektrodu bir alt iş parçasına birleştirerek sekonder devre düzenlenebilir. Çubuk veya plaka diye

anılan malzeme iletken olmalıdır.

Şekil 1.9 (b) ve 1.9 (c)'de görüldüğü gibi, iki, üç yada daha fazla sayıda punta kaynağını, doğrudan kaynakla yapabilmek için, iki iş parçası üst üste (veya alın altına) getirilir ve tek bir transformatör sekonder devresi düzenlenir. Paralel punta kaynağı olarak adlandırılan bu metotta, kaynak kalitesinin aynı olmasını sağlamak için oldukça dikkatli olunmalıdır. Aksi halde, her bir elektroda gelen akım şiddeti aynı olmayacaktır. Ayrıca uç faktörü, yüzey durumu, elektrotlara gelen kuvvet, malzemenin fiziki yapısı göz önüne alınarak kaynak yapılmalıdır.

Şekil 1.9(c)'de görüldüğü gibi alt elektrotlar yerine iletken plaka kullanılması, kaynak kalitesine etki eder (alt izleri azaltır). (1)

1.2.2- Dolaylı Punta Kaynağı

Şekil 1.9(d) ve (e)'de şematik olarak seri kaynakla aynı anda birkaç punta kaynağı yapabilmek için gerekli düzenleme gösterilmiştir. Şekil 1.9(d)'de transformatörlerin sekonder devrelerinden herbiri iki punta kaynağı yapar. Akımın bir kısmı, üst iş parçası içinden kaynak noktasını atlayarak geçer. Paket tip transformatörler ve bunların ikiye ayrılan sekonder devre akımları kullanılarak, aynı anda ve uygun yolla dört punta kaynağı yapılabilir. Bu tip transformatörler çok noktalı bir kaynak sağlamak amacıyla, bir araya getirilebilir. Sekonder devrelerden biri açıkta bırakılmak suretiyle tek noktada kaynağıda yapılabilir. Şekil 1.9(e)'de itme - çekme yada

alt-üst seri punta kaynağı için yapılan düzenlemeler gösterilmektedir. Böylece, ayrı transformator sekonder sarımına bağlı, karşıt kutuplu iki elektrotla bir kaynak yapılabilir. Dolayısıyla, her bir sekonder devre için bir kaynak üretilir. Sekonder sarımının voltajları birleştiği için kaynak bölgesinde izafi olarak voltaj yükselir. Bu düzenlemeyle transformator gücü aza indirgenmiş olur. En çok dikkat edilmesi gereken şey (kısa devre) olayının minimize edilmesi gerektiğidir. (1)

1.2.3- Üst Üste Gelen Punta Kaynağı

Sızdırmaya karşı dayanıklılığın esas olduğu durumlarda, geniş aralıklı yerine birbiri üzerine binen punta kaynağı ile yapılır; fakat dik iş hattı yada iş parçası tekerlek elektrotların izleyebileceğinden çok daha küçükse yada iş parçasının durumu elektrodu engellemekte ise, içte kalan özel puntalar ayanlanmış direnç kaynağı metoduyla yapılır. (1)

2- PUNTA KAYNAĞINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

İlave malzeme kullanılmadan ve daha ekonomik olarak parçaların birleştirilmesinde kullanılan punta kaynağı, hassas bir işlemdir. Aşağıda açıklanacağı gibi, punta kaynağını etkileyen pek çok faktör vardır. Aynı zamanda kaynak sonrası içinde, malzemelerin elektrik iletkenliği, ısı iletkenliği, yüksek sıcaklıkta yüksek mukavemet, yüksek ısıl genleşme katsayısı ve yüksek temas direnci gibi önemli parametrelerinin de değişmesi veya çok az değişmesi gerekir.

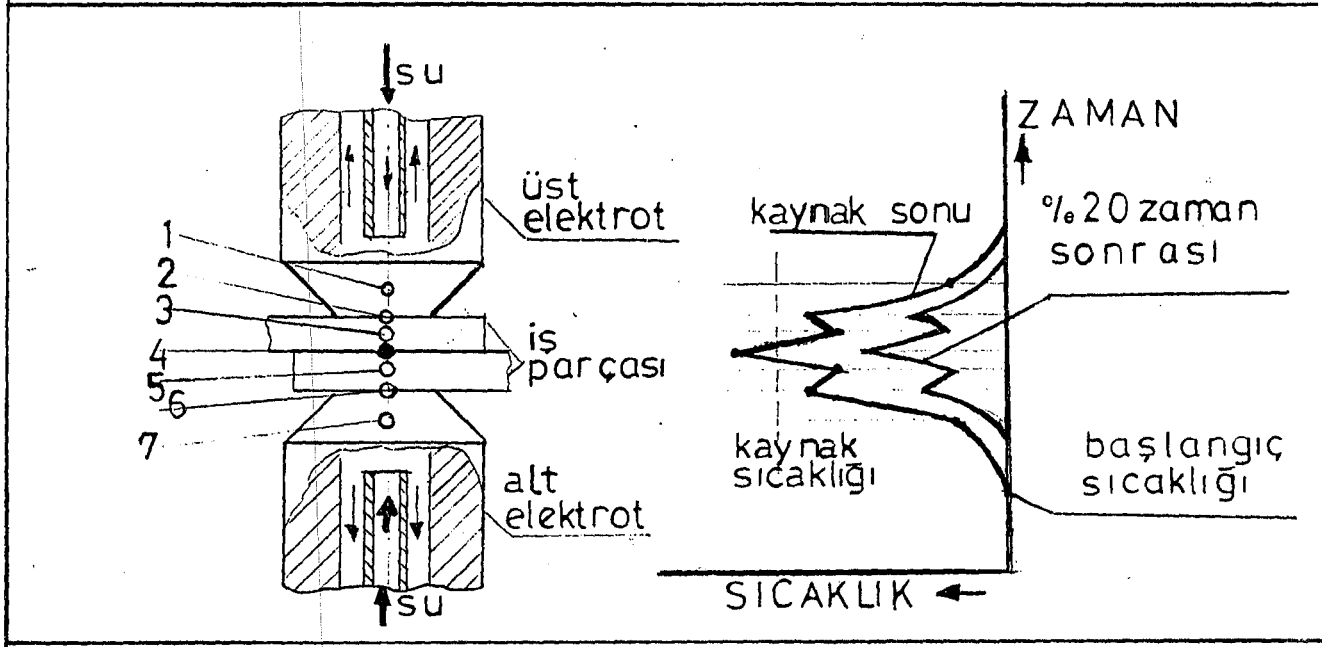
2.1.- ISI

Direnç kaynak makinaları, kaynak yapılan parçalarında kapsayan bir iletkenlik çevrimidir ve bir direnç serisidir. Herhangi bir noktadaki dirence bakmaksızın, yük akışı (özellikle amper cinsinden) devrenin her bölgesinde (sekonder-iş parçası çevrimi) aynı olmalıdır.

Özellikle paslanmaz çeliklerde, taneler arası korozyon olmaması için, kaynakta ortaya çıkan ısı, zaman, sıcaklık kontrol edilmelidir. Aynı zamanda kaliteli kaynak noktası için, ısı ve basınçta istenilen degerde olmalıdır. Öte yandan, herhangi bir noktada üretilen ısı, o noktadaki dirençle doğru orantılıdır. Sekonder devredeki elektrik sistemleri, devrenin diğer bileşenlerini göreceli olarak soğuk tutarak, ısıyı istenildiği yerde üretecek şekilde tasarlanmaktadır. (1,3)

İş parçalarındaki ve elektrotlardaki, ısı üretimi ve

dağılımının etkileri Şekil 2.1'de gösterilmektedir. Burada, (1) üst elektrot, (2) üst elektrot ve üst iş parçası arasındaki temas yüzeyi, (3) üst iş parçası, (4) alt ve üst iş parçaları arasındaki temas yüzeyi, (5) alt iş parçası, (6) alt elektrot ve alt iş parçası arasındaki temas yüzeyi ve (7) alt elektrodu göstermektedir.



Şekil 2.1- Nokta kaynağında ısının etkisinin şematik gösterilişi (2)

Bu noktalardan her birinde, o noktadaki direnç oranlı olarak ısı üretilir. En yüksek miktardaki ısı, kaynak noktası ya da iş parçalarının ara yüzeyinde istenir. (Şekil 2.1'de 4 noktası) ve ısıyı diğer noktalarda mümkün olduğunca düşürmek için tedbir alınmalıdır.

Kaynak başlangıcında tüm bölgelerin sıcaklıkları, Şekil 2.1'de "Başlangıç Sıcaklığı" çizgisiyle işaretlenmiştir. Direncin en yüksek olduğu yerde, yani iş parçalarının ara yüzeyi

olan 4 noktasında, sıcaklık aniden yükselmiştir. İkinci derecede en büyük dirence sahip noktalar 2 ve 6' dır, bu noktalar da sıcaklık aniden artmaktadır. Fakat bu artış 4'deki kadar hızlı değildir. 4 noktasında üretilen ısının daha yavaş dağılmasına rağmen, 2 ve 6 noktalarında üretilen ısı hızlı bir şekilde su soğutmalı elektrotlara doğru dağılmaktadır.

Kaynak süresinin yaklaşık % 20'si kadar süre geçtikten sonra, ısı akışı Şekil 2.1'deki iç eğriye karşılık gelir. Dışdaki eğri, kaynak süresi sonundaki ısı akışını temsil eder (Kaynak süresinin % 100'ü). Kaynak koşulları uygun biçimde kontrol edildiğinde, kaynak sıcaklığı, ilk olarak iş parçaları arasındaki ara yüzeye yani 4'e yakın bölgelere ulaştırılır. Isıtma periyodu sırasında, bu küçük ergimiş metal bölgeleri, kaynak noktasını oluşturmak üzere büyür ve sürekli bir hal alır.

Şekil 2.1'de gösterilen ısı dağılımı aynı zamanda, iş metali ve elektrotların göreceli ısı iletkenliğinden, boyutlarından, şekilden ve elektrotların soğuma hızından da etkilenir. (1,2)

2.1.1- Kaynak Akım Şiddetinin Isıtma Üzerindeki Etkisi

Kaynak akımı, transformatör sekonder bobini, bobini boynuzlara bağlayan esnek bağlar, boynuzlar, elektrotlar ve iş parçasından oluşan sekonder devrenin içinden geçer. Devrenin her biriminde aşağıdaki formüle göre ısı üretilir:

$$Q = I^2.R.t \quad (W.s.) \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Q: W.s (veya Joule) cinsinden ısı,
 I: Amper cinsinden akım şiddeti,
 R: Ohm cinsinden direnç,
 t: Saniye cinsinden akımın geçiş süresi.

Elektrotlardan ve iş parçalarından, ısının bir kısmı iletim, yayılım ve ışınım yoluyla kaybolmaktadır. Bu kayıpların boyutu pek bilinmemektedir.

Çeligin ısı iletkenliği, yaklaşık bakırın % 12'sidir sonuç olarak, eğer çeligin kaynağında bakıra dayalı elektrolar kullanılırsa, iş parçalarının ara yüzeyi boyunca (Şekil 2.1'de 4 noktası) üretilen ısı, kaynak bölgesinden dışarıya, elektrot yüzeylerinde (Şekil 2.1'de 2 ve 6 noktaları) üretilip su soğutmalı elektrotlara (Şekil 2.1'de, 1 ve 7 noktaları) iletilen ısıdan daha yavaş iletir. Sonuçta, iş parçalarının ara yüzeyde bir kaynak noktası ortaya çıkar. (1,3)

iletimle elektrotlara, ışınım ile sızan havaya ve taşıma elektrotlar arasında olmayan iş metal parçasına aktarılan ısıyı karşılamak için, yeterli ısı üretilmelidir. Çünkü ergimenin görüleceği bir alt limit vardır.

Aynı zamanda, kaynak akım şiddeti için bir de üst limit vardır. Eger kaynak akım şiddeti çok yüksekse, elektrotlar arasındaki iş metalinin tüm kalınlığı, kaynak bölgesi ergime noktasına ulaşana dek, plastik bölgeye kadar ısındır ve elektrotlar metalin içine gömüleceklerdir. Aynı zamanda elektrotların dış yüzeyleri aşırı ısınabilir ve yanabilir.

Sabit elektrot kuvvetinde, akım şiddeti alt limitte ise, düşük kaliteli kaynak noktası oluşur. Üst limitte ise, çukurlaşma, aşırı sıçrama ve kaynak noktasında aşırı büyüme gözlenir. Kaynak noktasının maksimum mukavemeti dağılımının görüldüğü akım şiddetinin hemen altındaki değerlerde elde edilir. Üretimde, akım şiddetinin ayarlanması da bu esasa dayanır.

Sekil 2.2'de kaynak akımının kaynak noktası çapı, kaynak noktasındaki kesme gerilimi ve elektrotların neden olduğu yüzey deformasyonu üzerindeki etkisi görülmektedir. Kalınlık, kesme mukavemeti ve çap ordinatları oluşturmaktadır. (1,2,10)

2.1.2- Elektrot Kompozisyonu ve Tasarımının Isıtma Üzerindeki Etkisi

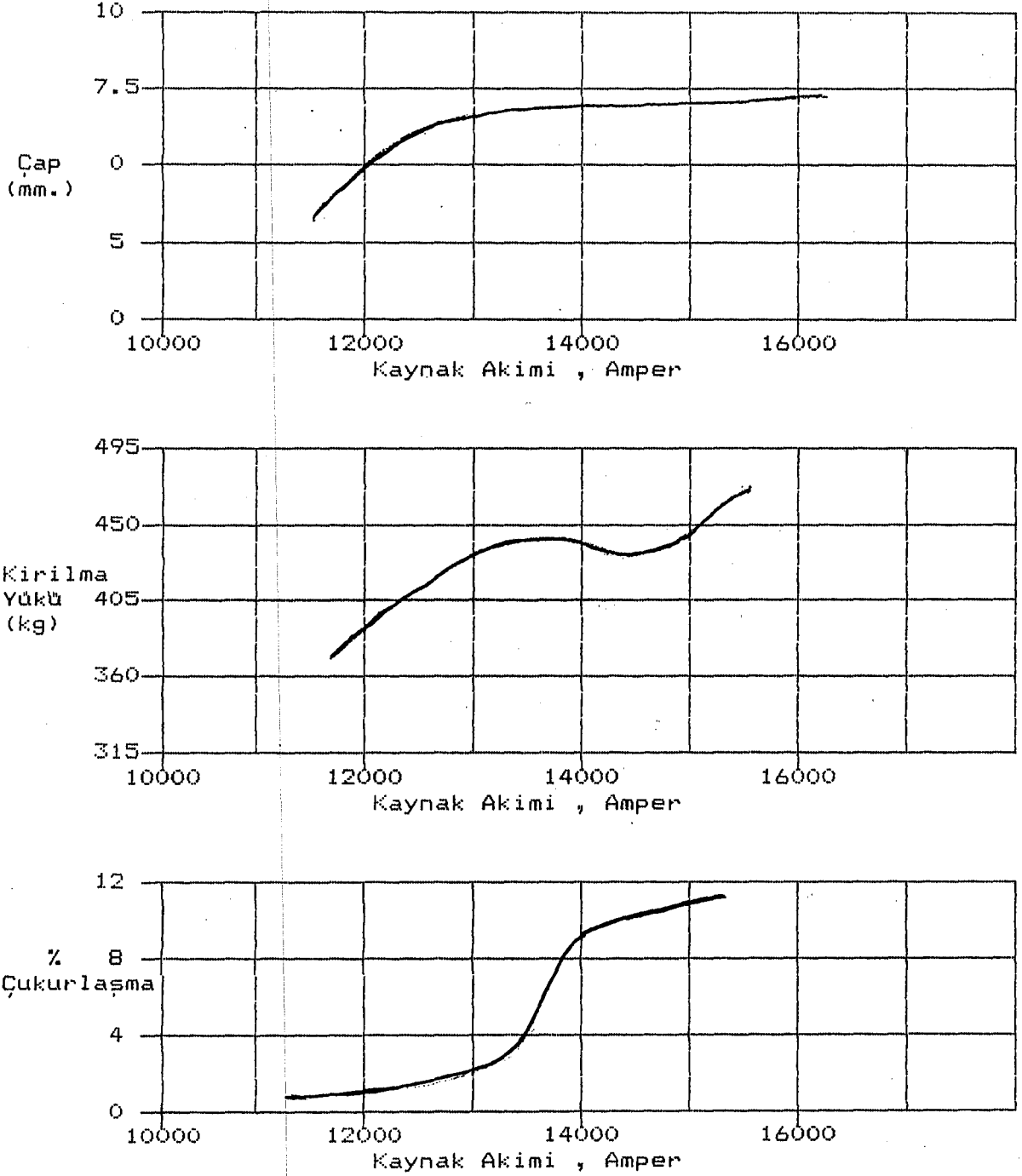
Elektrotlar, elektrot ısınmasını asgariye indirmek için yüksek elektrik iletkenliği ve düşük temas direncine sahip olmalıdır, aynı zamanda yüksek ısıl iletkenliği sayesinde ısıyı, elektrot ucu ve iş parçası arasındaki temas alanına yaymalıdır (Sekil 2.1'de 2 ve 6 bölgeleri). Elektrotlar, yüksek elektrot kuvvetinin tekrarlı olarak uygulanmasının oluşturduğu deformasyona direnç gösterecek kadar mukavemetli olmalıdır.(1)

2.1.2.1- Elektrot Kompozisyonunun Etkisi

Genellikle sert bir alaşım, büyük ısıl ve elektriksel dirence sahiptir ve elektrotlar için en iyi alaşımın seçilmesinde, ısıl, elektriksel ve mekanik özelliklerin uygun bir uzlaşma noktası bulunmalıdır.

Ticari anlamda saf bakır, mükemmel elektrik iletkenliğine sahiptir, fakat baskı kuvvetlerine karşı düşük direnci ve düşük tavlama sıcaklığı nedeniyle diğer bakıra dayalı alaşımlarla yer değiştirmiştir. Direnç punta kaynağı elektrotları için standart malzemeler olarak adapte edilen bakıra dayalı alaşımlar, ELEKTROTLAR kısmında tanıtılmaktadır.

Düşük Karbonlu Çelik, 0.7 mm. Kalınlık



Sekil 2.2- Düşük karbonlu çeligin kaynak noktası çapı, kesme gerilimi ve yüzey deformasyonunun kaynak akımına göre değişimi (1)

2.1.2.2-Elektrot Tasarımının Etkisi

Benzer kompozisyonda ve kalınlıkta iki iş parçası kaynak yapılacağında, elektrotların uç çaplarının aynı olması gerekmektedir. Öte yandan, eğer iş parçaları eşit olmayan kalınlıklardaysa, ısı dengesini sağlamak için, kalın parçaya temas eden elektrotun daha kalın olmasına ihtiyaç duyulabilir. Benzer olmayan metallerin kaynağında, eğer bir parça diğerinden daha yüksek elektrik direncine sahipse, yazılan kurallara dikkat edilmelidir. Fark, yüksek dirençli iş parçasına temas eden elektrot ucunun çapının arttırılmasıyla ya da düşük dirençli iş parçasına yüksek dirençli malzemeden bir elektrotun temas ettirilmesiyle dengelenebilir.

Kaynak noktasının çapı, elektrot temas alanının çapından biraz daha azdır. Elektrot uçları aşındıkça ya da "mantarlaşma" nedeniyle çapı büyüdükçe, kaynak noktasının çapıda büyür. Uç çapının % 5'den daha fazla büyümesi kaynak kalitesini etkileyebilir, çünkü, akım şiddeti düşer ve kaliteli kaynak noktası üretmek için, açığa çıkan ısı yeterli olmayabilir.

2.1.3- Elektrot Kuvvetinin Isıtma Üzerindeki Etkisi

Elektrot kuvveti, kaynak çevrimi sırasında, elektrotlar tarafından iş parçalarına uygulanan kuvvettir.

Elektrot kuvveti, operasyon sırasında dinamik bir kuvvet olup, genelde statik bir değer olarak ölçülmekte ve ifade edilmektedir ve kaynak makinasının hareketli parçalarının sürtünme ve ataletinden etkilenmektedir.

Akımın geçmesi için, punta kaynağı yapılacak iş parça-

ları, istenilen bölgede sıkıca ve birlikte ve tutulmalıdır. Elektrot kuvvetinin arttırılması, iş parçasının temas direncini azaltır. Sonuçta kaynak akımıyla temas halindeki yüzeylerin arasında açığa çıkan toplam enerji azalacağı için, elektrot kuvveti düşük olmamalıdır.

Elektrot kuvveti, kaynak akımı ve ekipmanın kapasitesi ile uyum halinde olmalıdır. Ayrıca, tam kaynamanın sağlanması için, yeterli sürede olmalıdır. Gerçekte, iş parçaları elektrot kuvvetinin olmaması veya çok az olması durumunda, yeterli temas yüzeyine sahip olmalıdır. Kaliteli kaynak noktasına sahip olabilmek için, elektrot kuvvetinin artırılması da deformasyona sebep olur.

Bazen, iş parçalarını sıkıştırmak için gereken süre normalden fazla olabilir. Bunun nedeni ise, "geri kaçma" dolayısıyla metalin soğumasının beklenmesi gerektirir. (1,4)

2.1.4- Zamanın Isıtma Üzerindeki Etkisi

Punta kaynağı sırasında, elektrotlara ve iş parçalarına dağılan sıcaklığa zamanın etkisi Şekil 2.1'deki iki eğriyle gösterilmektedir. İçteki eğri her bölgedeki sıcaklığı, kaynak tamamlandıktan ve % 20 daha zaman geçtikten sonraki duruma göre ifade etmektedir ve bu süre içinde temas halindeki iş parçalarındaki sıcaklık artışı (4 noktası), kaynak süresince diğer bölgelerdeki sıcaklık artışına bağlı olarak orantılı ve daha düşüktür.

$Q = I^2.R.t$ ısı formülü, toplam direnç sabit tutulduğu müddetçe, devrenin herhangi bir parçasında üretilen ısı miktarı, kaynak süresi (kaynak akımının geçtiği süre) ve akım

şiddetinin karesiyle doğru orantılı olduğunu gösterir. Isı transferi zamanın bir fonksiyonu olduğuna göre, akım şiddetinin ne kadar yükseldiğine bakmaksızın, uygun kaynak noktası boyutunun gelişmesi için gereken zaman, sadece belli bir limite kadar kısaltılabilir. Yüzey deformasyonu ve dağılma (metalin yayılması), özellikle de üç temas yüzeyinde birden ısının çok hızlı üretilmesinden meydana gelir. (Şekil 2.1'de 2,4 ve 6 bölgeleri)

Kaynak akım şiddeti, ilk basınç ve takip eden basınç arttığında kaynak süresinde bazı azalmalar gerçekleştirilebilir. Akımdaki yükselme sebebiyle, dağılmayı engellemek için daha yüksek ilk basınca ihtiyaç vardır. Yüksek basınç, sabit teması ve kaynak metali soğuyana dek yeterli elektrot basıncını korumak için gereklidir.

Kaynak çevrimi dört ana zaman dilimine ayrılabilir. Sıkıştırma, kaynak, bekleme ve bitirme.

Sıkıştırma süresi, açma anahtarının kapatılmasıyla kaynak akımının uygulanmaya başlaması arasındaki bekleme zamandır. Bu sayede selenoid kontrollü ana silindir vanasının hareketine geçmesi için, zaman sağlanır ve kaynak elektrodu iş parçasıyla temas haline getirilir, sonuç olarak da tam elektrot kuvvetini sağlar.

Kaynak süresi, kaynak akımının devre üzerinden geçtiği zaman aralığıdır.

Bekleme süresi, kaynak akımı kesildikten sonraki aralıktır. Elektrot kuvveti, iş parçası üstünde, puhta kaynağı metali katılaşıncaya kadar tutulur.

Kapalı kalma süresi, bekleme süresinin bitiminden di-

ger devirin sıkıştırma süresine kadar olan aralıktır. Otomatik çevrimde, kapalı kalma süresi, elektrotları çekmek ve işaretlemek ya da işin pozisyonunu değiştirmek için ihtiyaç duyulan süredir. El kontrollü operasyonda, kontrol ekipmanı tarafından maksimum periyot olarak sabitleme yoktur, buna karşın, operatörün yeni bir deviri başlatması için gereken zamana bağlılık vardır.

En basit kaynak çevrimi, kaynak aralığında homojen kaynak akımı ve elektrot kuvveti sağlar, fakat egim kontrolünün eklenmesi, kaynak akımının değişmesine neden olur. Egim kontrolüyle çalışan kaynak çevrimi, kaynak akımında, kaynak öncesinden yükselmeye, kaynak sonrasında düşmeye maruzdur.

Yukarı egim, tüm kaynak akımını anlık olarak uygulamak yerine, kaynak için ihtiyaç duyulan kaynak akımına düşük bir değerden bir kaç çevrimle yükselmesine olanak verir. Düşük bir ilk akım, ilk uygulandığında metalin dağılmasını azaltır ya da önler. Yukarı egim kontrolü, yüksek akım şiddeti değerlerinde ve kaplanmış metallerde kullanılır.

Aşağı egim, kaynak akımının aniden bitmesi yerine, kademeli olarak azalmasına izin verir, bu ise metaller arasında kaliteli kaynaklar üretmeye yardımcı olur. Bu özellik, düşük karbonlu çeliklerin kaynağında; eğer karbon miktarı % 0.15 'i aşmıyorsa kullanılabilir. Sertleştirilebilir çeliklerin kaynağında olduğu gibi, soğuma hızının sınırlı olması gerektiği hallerde de kullanılabilir. (1,7)

Kalın malzemelerin kaynağında ihtiyaç duyulan yüksek kaynak akımları ve uzun kaynak süreleri, elektrotların aşırı ısınmasına neden olur. Bu olay, akımı, kaynak sırasında artış-

lar halinde vererek en aza indirgenebilir. Isı, elektrotlardan, iş parçalarından daha hızlı yayılır. Bu demektir ki, soğuma süresi boyunca kaynak akımı yoktur ve elektrotlar ısılarının büyük bölümünü dağıtırken iş parçaları çok küçük bir kısmını dağıtmıştır. İş parçaları kaynak sıcaklığına getirilirken, elektrot sıcaklığı güvenli bir düzeyde kalır. Kaynak noktası yeterince soğuduktan sonra, ikinci bir kaynak noktasına geçilebilir.

Kaynak çevrimine eklenebilecek diğer iki faktör, dövme ve son ısıtmadır. Her ikisinde öncelikle, sertleştirilebilir karbon ve alaşım çeliklerinde kullanılır, düşük karbonlu çeliklerde kullanılmaz.

Kaynak şemasında, kaynağın kısmen soğumasına zaman bırakmak için, kısa bir süre akım kesilmesi gerçekleştirilir. Daha sonra elektrot kuvvetinde de artma gözlenir. Son ısıtma sırasında akım düşük bir degerdedir ve bir bekleme süresi bunu takip eder. Bu arttırılmış kuvvet dövme kuvveti olarak adlandırılır. Son ısıtma ve bekleme süresi olarak uygulanır. Elektrot kuvveti, dövme kuvvetine yükseldikten sonra son ısıtma akımı uygulanana kadar devam eder. (1)

2.1.5-İş Parçasının Yüzey Durumunun Isıtma Üzerindeki Etkisi

Yüksek kalitede verimli bir punta kaynağı elde etmek için, elektrotlara temas eden iş parçası yüzeylerinin direnci en asgaride tutulmalıdır. Bu, düzgün ve temiz iş parçası yüzeyi kontrol edilerek yapılabilir. Elektrotlarla temas eden iş parçalarının temas direnci, eğer çok yüksekse bu yüzeylerdeki

sıcaklık yükselmesi iş parçalarının birbirine temas eden yüzeyindeki kadar hızlı olacaktır. (Şekil 2.1'de 4,2,6 bölgeleri)

İş parçalarının yüzeyleri, mikron seviyesinde düzgün olmayabilir. Dolayısıyla, düşük değerlerde elektrot kuvvetleri kullanılırsa, temas yüzeyi gerçek temas yüzeyinin küçük yüzdeleriyle ifade edilebilir. Elektrot kuvveti arttıkça, gerçek temas yüzeyi artacaktır. Elektrik direncinin düşmesi sonucu da, daha yüksek mukavemetli kaynak noktalarına ulaşılabilecektir. Elektrot malzemesi iş metalinden yumuşak olursa, elektrotlarla iş parçaları arasında temas yüzeyi, iş parçalarının kendi temas yüzeylerinden daha sağlıklı olur.

Elektrot kuvveti, doğrudan $Q = I^2.R.t$ formülüne girmeseyse, elektrik direnci üzerindeki etkisi, kaynak yükünün artmasında doğrudan etkiye sahiptir. Yüzey direnci, elektrot kuvvetiyle ters orantılıdır. (1)

2.1.5.1- Yüzey Hazırlama

Punta kaynağı için tavsiye edilen pratik uygulamalarda iş metali pas, oksit, yağ, boya gibi şeylerden arındırılmış olmalıdır.

Kaynak yapılacak olan iş ya da en azından temas yüzeyleri, iş parçasının yabancı maddelerden arındırılmış olduğuna emin olacak şekilde temizlenmelidir. Fislik, pas ve oksit tabakası gibi elektrotlarla temas etmesi muhtemel şeyler temizlenmeli ya da kaynak yüzeyinin iyi çıkmasını garantileyecek kadar azaltılmalıdır. Aynı zamanda, yabancı maddelerin iş parçası yüzeyinden temizlenmesi, elektrotun yabancı madde kapması-

nı azaltır ve sonuç olarakta elektrot ömrünü uzatır.

Yağ ya da pislik tabakası iş parçası yüzeylerinden, buharlı yağ temizleyicileri ya da kimyasal banyolarla çıkarılır; bunun yanı sıra, punta kaynağı yapılmış yüzeylerin dikkatlice elle temizlenmeside yeterli olabilir. Oksit tabakaları mekanik yöntemlerle temizlenebilir. Fakat yüzeyde pürüzlere sebep olacak kadar keskin olmamalıdır. Soguk çekilmiş ya da su verilmiş çeliklerde , kaynak yapılacak yüzeyler işlenecek veya taşlanacaksa, kaynak noktalarının üst üste gelmesi ihtimali varsa ve mekanik yöntemlerle ulaşılması çok zor ise, bu metot pratik değildir.

Aynı zamanda, bazı metaller için indirgeyici bir atmosferde tavlama, başvurulabilecek bir yöntemdir.

Kum, iri kum tanesi ya da bilya kullanılarak yapılan aşındırıcı üfleme temizleme metodları, kum, pas gibi parçacıkların yüzeye gömülmesi nedeniyle tatminkar değildir. İnce, keskin çelik parçacıklar bazı uygulamalarda başarılı sonuçlar verebilmektedir.

2.1.5.2- Yağ Tabakasının Etkisi

Punta kaynağının kalitesi üzerinde, yağda sogutulmuş, sıcak çekilip suda sogutulmuş ya da soguk çekilmiş çeligin üzerindeki ince yağ tabakasının çok küçük etkisi vardır. Deneyler göstermiştir ki, üzerinde yağ tabakası bulunan ve punta kaynağı yapılan çeligin mukavemeti, üzerindeki yağ tabakası yağ temizleme yöntemiyle alınan ve punta kaynağı yapılan çeligin mukavemetinden % 2-3 daha düşüktür.

Aşırı miktardaki yağ, yağ temizleme operasyonu yapılırken silinmelidir. Yağ kendi başına kaynağa zararlı olmayabilir, ancak pislik ve diğer artıklar yağa yapışarak zayıf kaynak yapılmasına yol açabilmektedir.

2.1.5.3- Oksitlenmenin Etkisi

Paslı, ısıyla üretilmiş siyah ya da mavi oksit tabakasıyla kaplı çelik, üretimde punta kaynağı yapılabilir. Fakat kaynağın kalitesi ve yoğunluğu, bu tabakaların temizlendiği durumdan daha düşüktür. Oldukça kalın ve heterojen dağılmış pasla kaplı çelik, pratik üretimde, pas sökülmeden kaynak yapılamaz.

Üstü homojen, fakat kalın pasla ya da oksitle kaplı çelik, üretimde düşükten ortaya doğru bir akım şiddetinin bir seri artışıyla ve ilave dengeli dağılmış elektrot basıncıyla kaynak yapılabilir. Pas ya da oksidin elektrik iletkenliği sıcaklıkla artar ve bu tabakalar erime sıcaklığına yakın sıcaklıklarda iyi birer iletken olurlar. Tabakayı kırmak ve yük akışını sağlamak için değişken zaman gerektiğinden dolayı, elle yapılan zamanlama otomatik zamanlamadan daha başarılı sonuçlar vermektedir.

Elektrot basıncı, yüzey direnci ya da akıma bakmaksızın, metal ağır pas tabakası ya da oksitle birlikte kaynak yapıldığında, temas halindeki yüzeylerin üzerindeki pas tabakası ya da oksit, kaynak içerisinde kalır. Bu pislikler, metal içerisinde boşluklara, deliklere ve belirlenmesi güç bir takım iç hatalara neden olur. (1)

2.1.6- Kaynak Aralıklarının Isıtma Üzerindeki Etkisi

Ayrılma, ikinci kaynak noktası, birincisine çok yakın olduğu takdirde gerçekleşir. Akım, birinci kaynak noktası üzerinden ya da iki kaynak noktasında elektrotlar arasındaki metalden geçer. Akım dağılması, ikinci kaynak noktasındaki ana metalin temas direnciyle orantılıdır. Eger daha önce yapılan punta kaynağına olan uzaklık yeterli ise, iki nokta arasındaki direnç ihmal edilebilir. Kaynak noktaları arası uzaklık yeterli değilse, akımın önemli bir kısmı, birinci kaynak noktasına doğru ayrılır.

Yüksek elektrot kuvveti, yüksek akım, kısa kaynak süresi ve seri kaynak kullanılarak, kaynak noktaları arası mesafe azaltılabilir. Dolayısıyla, ayrılmanın etkisi minimize edilebilir.

Elektrot uçları arasındaki metalin sıcaklığı yükseldikçe, bu noktadaki direnç artar ve sonuçta ayrılma etkisinin artmasına neden olur. Yüksek elektrik direncine sahip metaller, düşük dirençli metallere göre, ayrılmadan daha az etkilenirler.

Düşük - karbonlu çelik iş parçalarında punta kaynakları arasındaki minimum açıklık, depolama kalınlığına, ergime bölgesinin çapına, ve temas halindeki yüzeylerin temizliğine bağlıdır.

Eger, punta kaynakları iş parçasının kenarına çok yakın bir noktada yapılıyorsa, burada elektrot basıncı ve ısıtmaya karşı dayanacak yetersiz metal parçası olabilir. Bu olay, sıcak metalin kaynak bölgesinden dışarı yayılmasına neden olarak hidrojen ısınma ve kenar boyunca parça mukavemetinin azalması-

la sonuçlanır. Punta kaynakları dik kenar ya da yan duvarlara çok yakın olduğunda da, elektrot ve iş parçası arasında ark oluşmasına veya temas halindeki yüzeylerin eğrilik yarıçapı nedeniyle birbirine uyum sağlamamasına neden olabilir. Metal kalınlığı nedeniyle büyük çaplı elektrotların kullanılması gerekiyorsa eksantrik yüzülü elektrotlar kullanılabilir.

İki metal parçasının üst üste binerek, enaz temas yüzeyine sahip olması, her ne kadar kalınlığa bağlı olsada, dolaylı olarak elektrot çapı ve ergime bölgesinin çapına da bağlıdır.

Tablo 2.1'de Direnç kaynağı yapılan paslanmaz çeliklerin fiziksel özellikleri ve nominal kompozisyonları verilmektedir.

2.1.7- Yüzey Tamamlama Şartlarının Isıtma Üzerindeki Etkisi

Punta kaynağı yapılan iş parçası porselen, emaye kaplama yapılacak, boyanacak ya da diğer dekoratif yüzey tamamlama işlemleri yapılacaksa, kaynak sonrasında, parçaların uyumu, yüzey durumu en az mukavemet kadar önemlidir. Aşırı oyuk açma, dış yüzeylerin aşırı ısıtılması serpinti ve yarıklar yüzey tamamlama işlemlerine engel olur ve kaçınılması zorunlu şeylerdir.

Direnç kaynağı programı ve şartları, minimum oyuk açma ve yeterli ısıtma ile birlikte yeterli mukavemete sahip olacak şekilde seçilmelidir. Bu özellikler, otomatik akım ve zaman kontrolüyle elde edilebilir. Elektrot yüzleri, punta kaynağı kalitesini bozacak kadar düzgünlüğünü kaybetmeden, düzenli aralıklarla kaplanmalıdır. Ayrıca, iş parçaları kaynaktan önce iyi temizlenmelidir. (1,5)

Tablo 2.1- Yaygın olarak direnç kaynağı yapılan paslanmaz çeliklerin fiziksel özellikleri ve nominal kompozisyonları. (1)

Tip	Nominal Kompozisyon %								Isıl İletkenlik Btu/cu.ft	Elektrik İletkenliği %(IACS) (a)	Ergime Aralığı (°C)
	C max.	Mn max.	P max.	S max.	Si max.	Cr	Ni	Diğer			
OSTENİTİK PASLANMAZ ÇELİKLER											
301.....	0.15	2.0	0.045	0.03	1.0	17.0	7.0	...	4.2	2.4	1400-1420
302.....	0.15	2.0	0.045	0.03	1.0	18.0	9.0	...	4.2	2.4	1400-1420
304.....	0.08	2.0	0.045	0.03	1.0	19.0	9.3	...	4.2	2.4	1400-1450
304L.....	0.03	2.0	0.045	0.03	1.0	19.0	10.0	...	4.2	2.4	1400-1450
309.....	0.20	2.0	0.045	0.03	1.0	23.0	13.5	...	4.0	2.2	1400-1450
310.....	0.25	2.0	0.045	0.03	1.0	25.0	20.5	...	3.6	2.2	1400-1450
314.....	0.25	2.0	0.045	0.03	1.0	24.5	20.5	...	4.5	2.2	.....
316.....	0.08	2.0	0.045	0.03	1.0	17.0	12.0	2-3 Mo	4.2	2.3	1370-1400
316L.....	0.03	2.0	0.045	0.03	1.0	17.0	12.0	2-3 Mo	4.2	2.3	1370-1400
317.....	0.08	2.0	0.045	0.03	1.0	19.0	13.0	3-4 Mo	4.2	2.3	1370-1400
321.....	0.08	2.0	0.045	0.03	1.0	18.0	10.5	(f)	4.1	2.4	1400-1425
347.....	0.08	2.0	0.045	0.03	1.0	18.0	10.5	(b)	4.1	2.4	1400-1425
348.....	0.08	2.0	0.045	0.03	1.0	18.0	11.0	(c)	4.1	2.4	1400-1425
MARTENZİTİK PASLANMAZ ÇELİKLER											
403.....	0.15	1.0	0.04	0.03	0.5	12.3	.....	...	6.4	3.0	1480-1530
410.....	0.15	1.0	0.04	0.03	1.0	12.5	.....	...	6.4	3.0	1480-1530
414.....	0.15	1.0	0.04	0.03	1.0	12.5	2.0	...	6.4	2.5	.....
431.....	0.20	1.0	0.04	0.03	1.0	16.0	2.0	...	5.2	2.4	1400-1450
440A....	(d)	1.0	0.04	0.03	1.0	17.0	.....	(g)	6.2	2.9	1370-1510
FERRİTİK PASLANMAZ ÇELİKLER											
405.....	0.08	1.0	0.04	0.03	1.0	13.0	.....	(h)	6.9	2.9	1480-1530
430.....	0.12	1.0	0.04	0.03	1.0	17.0	.....	...	6.7	2.9	1450-1510
430F....	0.12	1.25	0.06	(e)	1.0	17.0	.....	(i)	6.7	2.9	1450-1510
442.....	0.20	1.0	0.04	0.03	1.0	20.5	.....	...	5.5	2.7	1450-1510
446.....	0.20	1.5	0.04	0.03	1.0	25.0	.....	(j)	5.3	2.6	1450-1510
SERTLESTİRİLMİŞ PASLANMAZ ÇELİKLER											
17-7 PH..	0.07	0.70	0.02	0.01	0.4	17.0	7.0	1.15 Al	4.3	2.1	1420-1450
PH 15-7Mo	0.07	0.70	0.02	0.01	0.4	15.0	7.0	(k)	4.2	2.1	1420-1450

NOT : (a) Uluslararası Tavlanmış Bakır Standardi.

(b) Minimum Kolombiyum ve Tantalyum ihtiva eder.

(c) Co:0.20(max), Ta:0.10(max)

(d) Karbon Aralığı:0.60-0.70

(e) Minimum Kükürt:0.15

(f) Ti (min):5xC

(g) Mo:0.75(max)

(h) Al:0.1-0.13

(i) 0.6 Mo(ortalama)

(j) N:0.25(max)

(k) Mo:2.25, Al:1.15

2.2. ELEKTRİK

Özellikle paslanmaz çeliklerde, elektrik iletkenliğinin düşük olması, akım aynı olsa bile iş parçasının daha hızlı ısınmasına neden olur. Yani, paslanmaz çelikler, aynı kalınlıktaki karbon çelikleriyle karşılaştırılırsa, daha düşük akım şiddeti ve kaynak süresi kullanılabilir. (1)

2.3- ISI İLETKENLİĞİ

Isının kaynak bölgesinden dışarı doğru yayılma hızı, punta kaynağında kaynak noktası çapını etkiler. Punta kaynağında malzemenin ergime derecesi, kaynak için gerekli ısıyı sağlayacak ısı üzerinde de önemli etkiye sahiptir. Malzemenin ısı iletkenliğinin düşük olması neticesinde, kaynak için gerekli elektrot kuvveti artacaktır. Çünkü, iş parçaları yüzeylerindeki yapışma daha zor olacaktır. (1)

2.4- ISIL GENLEŞME

Malzemeler, değişen sıcaklıklarla birlikte genişir. Bu boyutsal değişimler ve ısı yayımının yavaş olması, ısıl genişlemelere sebep olabilir. Örneğin, ostenitik paslanmaz çeliğin 1000 °C civarında ısıl genişleme katsayıları, hem düşük karbonlu çeligininkinden yüksektir. Nokta ve projeksiyon (alın) kaynakları ile birleştirilen parçalarda, ısıl genişlemenin etkisi azdır. Çünkü, kaynak esnasında çok küçük bölgeler ısınmaktadır. (1)

2.5- YÜZEY HAZIRLAMA

Kaynak yapılacak yüzeylerden, yağın temizlenmesi gerekir. Aksi takdirde, çelik tarafından yağdaki karbon absorbe edilir ve sonuçta çelik taneler arası bozunmaya duyarlılık kazanır.

Pres operasyonları sırasında parlatılmış malzemelerin yüzeylerinin zarar görmesini engellemek için kullanılan koruyucu yapışkan kağıtlar, yaga daldırılmış olabilir. Böylece yapışkan madde malzemeye yapışabilir. Kaynaktan önce temizlenmelidir.

Kaynak yapılacak parçaların üst üste binen kenarları üzerindeki çapaklar temizlenmelidir. Çapakların alınmaması sonucunda, akım elektrot temas yüzlerinden geçmek yerine çapak üstünden geçerek kısa devre yapmasına neden olur.

Bu halde kaynak yapılırsa, hem kaynak istenilen kalitede olmaz, hemde elektrotlar arasında kıvılcımlar sıçrayarak patlamalara neden olur. Çapaklar, normal çeliklerde egeleme, taşlama v.s yöntemlerde giderilebilir. Paslanmaz çeliklerde ise, küçük bir demir bozulması bile taşlanmış veya egelenmiş bölgede aktif krom miktarını düşürür ve iş parçasının reddine neden olur. Paslanmaz çelikler, daha çok kimyasal yollarla (örneğin yüzeyde oluşan krom oksit tabakasının tuzlu suyla yıkanması gibi) temizlenir. Kalıntı ise, direnç kaynağında olumsuz etki yapmayacak derecede mikroskobik seviyede olur. (1,3)

3- PUNTA KAYNAĞINDA KALİTE ve KONTROLÜ

Düşük karbonlu çelik, uygun zaman, akım ve elektrot kuvveti kullanılarak başarılı bir şekilde dirençli punta kaynağı yapılabilir. Bu değişkenlerden herhangi birindeki makina kapasitesinin sınırlamaları, kısmen diğerlerinin uygun ayarlamaları yapılarak dengelenebilir.

Daha önceki deneyimlerin az olduğu kaynak uygulamalarında, kaynak programının belirlenmesi için, aşağıdaki adımlar çerçeve olarak kabul edilebilir:

A- Yapılacak kaynak ve kullanılacak elektrot için bir ön elektrot kuvveti seçilir. Uygulama değerleri, referans alınabilir,

B- Kaynak süresinin ve bekleme süresinin tesbit edilmesi akımın farklı oluşuna, kaynak sürelerinin ayrı oluşuna ve bekleme sürelerinin ayrı oluşuna göre düzenlenmelidir. Sıkıştırma süresi, çok hassas olmayabilir, genellikle uygulama başlangıcında geniş aralıklı tutulabilir,

C- Elektrot kuvvetini seçerken, kaynak süresi ve bekleme süresi dikkate alınmalıdır. Farklı akım düzeylerinde, geniş aralıklı elektrot kuvveti tercih edilebilir,

D- Kaynak akımını seçerken, kaynak süresi ve elektrot kuvveti ile ortalama bir akım değerinden hareketle denemeler yapılabilir. Amperaj çapı geniş tutulabilir,

Adımlarda belirtilen ikaz ve tavsiyeler çerçevesinde deneme üretimi yapılır. Kaynak kalitesi istenilen düzeyde olana kadar, parametrelerde değişiklik yapmak gerekir.

Bir direnç kaynağında kaynak programı, ekipmanın özel

niteliklerine, benzer işlerin yapılmasındaki tecrübe birikimine, müşterinin istegine ve kaynak esnasındaki özelliklere bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

Kaynak şartlarının üretim planının içinde ya da başında ayarlanması gerektiğinde kaynak süresi, bekleme süresi, ya da akımda hangisi en verimli ve uygunsa onun üzerinde gerçekleştirilir. (1,2)

3.1.- KALITE KONTROL

Dirençli punta kaynağında genel pratik uygulama, kalite kontrolü, sonuçların yoğunluğu, homojenliği ve kaynak özellikleri temeline oturtmaktır. Verilen bir iş emri için, tüm test sonuçlarına uygun ya da onları aşan değerler belirlenmelidir. Bir uygulamada yapılan tüm testler bir örnek için % 10 ortalama içerisinde kalmalıdır.

Punta kaynaklarının kalite kontrolü, genellikle, göz kontrolüyle ya da tahribatlı muayene ile yapılır. Tahribatsız test yöntemleri, dirençli punta kaynağının kontrolünde pek kullanılmayan yöntemlerdir.

3.1.1- Gözle Kontrol

Dirençli punta kaynağı montajının yüzeyinde, punta kaynağı şekil açısından homojen ve göreceli olarak düzgün olan, yüzey ergimesi görülmeyen, elektrot çukurlukları saç ayrılması görülmeyen, kaynak çevresinde normal dışı renkler bulundurmayan ya da diğer elektrot bakımsızlığından doğan şartları içermeyen bir yapıda bulunması gerekmektedir. Fakat, yüzey görünümü, her

zaman için punta kaynağı kalitesini belirlemek için iyi bir gösterge değildir. Çünkü ayrılma ve diğer yetersiz ısıtma nedenleri, yetersiz temas genellikle iş parçası üzerinde görülmeyen etkiler bırakır. (1)

3.1.2- Tahribatlı Muayene

Gerçek iş parçası üzerinde uygulanır. Küçük ve ucuz parçalar için üretim örnekleri, her makinadan ayrı ayrı alınmalıdır. Ayrıca, tahribatlı muayene için, gelişigüzel seçme yöntemine dayalı olarak, belirlenen düzenli aralıklarla numuneler alınmalıdır. Kaynak akımının, elektrotlarla birlikte diğer aksamada dağılmasından dolayı, test parçacıkları istenilen sonucu vermeyebilir. Bundan dolayı iş parçasından numune alınır. Üretilecek parça büyük ve pahalı ise, test için kullanılan parçalar referans alınabilir.

Punta kaynakları üzerindeki tahribatlı muayeneler, yırtılma, gerilme, soyma, ani darbe, burulma, sertlik ve makro dağılmayı içerir. Metal yorulması ve radyografi testleride aynı zamanda kullanılabilir.

Kaynağın mukavemeti genellikle yırtılma ve gerilme testleriyle belirlenir. Birleşim bölgesinin ilk beş testten birinde ayrılmasının görülmesi halinde, kaynak noktası çapının belirlenebilmesi için yaklaşım yapılır. Makro dağılmış örneğin incelenmesi ile, kaynak noktası çapı, temas durumu ve kaynak yapısını açığa çıkarabilir.

Kaynak noktası çapı ve temas noktası üzerindeki kalite standartları, özel isteklere göre değişkenlik gösterir. Özel isteklerin olmadığı durumlarda asgari nokta çapı 1.5 mm artı en

ince iş parçasının kalınlığının üç katı olmalıdır.

Temasın dış yüzeylere doğru uzanması veya ergimenin uzadığı derinlik, iş parçası kalınlığının % 20 -80'i olmalıdır. Maksimum mukavemet ise nokta çapının parça kalınlıklarının % 70'i kadar olduğunda elde edilir. Eşit kalınlıkta olamayan iş parçalarının kaynağında, kalın parçaya olan gömülmenin, ince parça üzerinde görülmesi gerekemeyebilir.

Yüzey tamamlamanın kritik olduğu yerlerde gömülmenin artması, renk bozulması, sıçrama ve parçaların birbirinden ayrılması, kaynak mukavemeti için önemlidir.

Punta kaynağı yapılmış düşük karbonlu çeligin mikro yapısı aşağıdaki özelliklere sahiptir:

1. Ergime bölgesinde sütunsu yapı vardır,
2. Oda sıcaklığında soğutulmuş, aşırı ısıtılmış yapıdan kademeli geçiş gösteren ısıdan etkilenmiş bir bölgeden, etkilenmemiş ana metalin orjinal yapısına geçiş ,
3. Aşırı ısınmış ve etkilenmemiş ara yüzeyde sığ bir ferritik bölge . Bu bölge iyi tanımlanamamaktadır, özellikle iki iş parçasının ara yüzeyinde görülmektedir.

3.2- DIRENÇ KAYNAĞI KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Kaynak kalitesini etkileyen faktörler, akıma ek olarak, elektrot kuvveti ve zamanlamadır. Direnç punta kaynağında, kaynağın kalitesini etkileyen değişkenler şunlardır:

1. Sürekli üretimde, belirlenen akımda, kaynak ekipmanının yoğun çalışma imkanı,
2. Kaynak yapılacak parçaların uyumu,
3. Ekipmanın mukavemet ve sağlamlığı,

4. Sıkıştırmanın yeterliliği.

İş parçalarını birleştirmek için punta kaynağı kullanıldığında, makina kapasitesi zorlanıyorsa; hızlı, ardışık ve çok sayıda punta kaynağı yapıldığında aşma olasılığı fazladır. Tezgah kapasitesini aşmak, transformatörün aşırı ısınmasına yol açarak, iş parçalarının az ısınmasıyla ve düşük kaliteli kaynakların üretilmesiyle sonuçlanır. Ya da, aşırı veya yeterli derecede uzun bekleme, ekipmanın zarar görmesine neden olabilir.

İş parçalarının kötü yerleştirilmesi, uygun temasın gerçekleşmemesine neden olabilir. kötü temas, akımın yetersiz olmasına, küçük çaplı kaynak noktalarına ya da yetersiz ergimiş kaynak noktalarına, yayılma nedeniyle geri çekilmeye neden olabilir.

Manyetik malzemeler, makinanın boğazında ya da yakının daysa güç ihtiyacını ve güç faktörünü etkiler. Makinanın yapılmasında mümkün olduğu kadar manyetik malzemeler kullanılmamalıdır. Ayrıca, tutucuları iş parçalarının yamulup bükülmemesi için yeterli mukavemete ve sağlamlığa sahip olmalıdır.

Kalın malzemelerin uzun kesitlerinin punta kaynağında, parametreler kaynak kalitesi üzerinde kritik etkilere sahiptir.

3.2.1- Direnç Kaynağı Kalitesinde İş Parçası Değişkenleri

İş metali kompozisyonunu, ısı işleme ve kaynak öncesinde soğuk çekme derecesini kapsar. Sertliğin, mukavemetin, bileşik kalınlığın, faz dağılımının ve alaşım miktarına malzemenin direnç kaynağı sonuçlarının kalitesinden emin olmak için ihti-

yağ duyulur. Kaynak kalitesi üzerinde büyük etkilere sahip iş metali özelliklerinin değişimi, ham malzemelerin çekme mukavemeti ya da sertliği ölçülerek, göreceli olarak daha basit testlerle belirlenir.

Punta kaynaklarının kalitesinin kontrol altına alınması için şu hususlara dikkat edilebilir:

1. Giren hammaddelerin standartlarının kurulması,
2. 1. adımda kurulan standartlara dayalı olarak, girdi stokunun kalite kontrol programının başlatılması,
3. Punta kaynağının yapılabilmesi için makina kapasitelerinin sistematik olarak belirlenmesi ve kayıt edilmesi,
4. Elektrot bakımı için bir programın başlatılması,
5. Proses için muayene ve kontrol için standartların kurulması.

Programın tamamı, belli bir çalışma ve gelişme periyodunun tamamlanmasından sonra etkili olmaya başlar.

Giren malzeme için standartlar, malzemenin en çok hangi özelliklerinin kaliteyi etkilediğini belirlemek için, tüm gelen çelik malzeme kaynakları üzerinde belli sürede bir çalışma yapılmalıdır. Bu çalışmaların sonunda bulgular malzeme için, fabrika satın alma şartnamesi adı altında toplanabilir.

Kalınlıktaki, çekme mukavemeti ve sertlikteki değişiklikler kaynak kalitesi üzerinde en çok etkiye sahip olduğu zaman, fabrika standartları bu özelliklere göre düzeltilir. Çekme mukavemetinin belirlenen belirlenen ortalama değer in % 10' luk sapma alanı içinde olması ve sertliğin belli bir değer de olması istenir.

Malzemeler dalgalanmalardan uzak olmalıdır ve herhangi bir yönde ve oda sıcaklığında düz olarak eğilebilmeli, ve eğme doğrultusu boyunca çatlak gözlenmemelidir. Aynı zamanda söz konusu malzeme dirençli punta kaynağı için kaynak yapılabilirlik testlerini geçmek zorunluluğu vardır.

3.2.2- Girdi Stoklarının Kalite Kontrolü

Tüm girdi stokları, gözle kontrol, rutin tanımlama ve bu kalite kontrol programının ilk adımı adı altında kaleme alınan özel satın alma şartnamesiyle kurulu kontrol prosedürlerine tabi tutulurlar.

Makina kapasitesi, malzemelerden alınan numune kuponları, her direnç punta kaynağı makinasının kapasitesini değerlendirmek ve kullanılan fabrika satın alma şartnamesine uygunluğunu sağlamak için, alınıp test yapılabilir. Bu kontrol değerlerinin kayıtları, üretim programlarını belirlemek için saklanabilir.

Bir makinada, bir üretim programı yapmadan önce, bu makinadaki kontrol değerleri en az dört çift numunenin kaynak yapılmasıyla test edilir. Bu numunenin üç adedi çekme - yırtma testlerinde ters yönde çekilir ve dördüncüsünde metalografik muayene için kesilir. Kaynak makinası, kaynaklar kalite kontrol standartlarına ulaşana kadar ayarlanır.

Makinanın çalışmasının homojen olup olmadığını anlamak için 25 test kaynağı yapılabilir. Bu 25 adetten, beşi kesilir ve 20'si de çekme - yırtılma testlerinde test edilir.

Eğer numuneler kabul edilebilir nitelikteyse, makina değerleri üretim için tasdik edilir. Her bir üretim başlangıcı

öncesi dört numune yapılır ve bu değerlerden hiçbirinin değişmediğine emin olunursa imalata devam edilir.

3.2.3- Elektrot Bakımı

Elektrot yüzü formunun, kaynak kalitesi üzerinde önemli etkisi olduğu bilinen bir gerçektir. Genellikle, en iyi punta kaynağı, yarıçap yüzü elektrotlarla yapılmaktadır. Elektrot yüzlerinin küresel yarıçapı 50 ile 150 mm arasındadır. Her iki parçada eşit kalınlıkta ise, kaynak nüfuzunun aynı olması için, 50 mm'lik bir yarıçap, normalde her iki elektrot yüzü içinde kullanılabilir.

Bazen düz yüzü bir elektrot, karşısında yarıçap yüzü elektrotla birlikte kullanılabilir. Farklı kalınlıklarda iki parça birleştirildiğinde, farklı yarıçapta elektrotlar kullanılabilir, bu bağlantı noktasında her iki iş parçasında da eşit nüfuz ve ısı dengesi kurulduğunu garanti edilir.

Yarıçap yüzü elektrotların yüzlerinin kenarları, 240 mesh alüminyum oksit ile kaplanarak korunabilir. Sekiz saatlik bir kullanım sırasında, elektrotlar değiştirilir ve aşınmış uçlar orjinal küresel şekle getirilmesi için, kroyucu bakım uygulaması olarak, makinada işlenir.

3.2.4- Proses İçi Muayene

Proses içi muayene için, üretim hattındaki gelişmiş güzel punta kaynağı yapılmış montajlar alınır ve metalografik test için kesilir, ya da çekme - yırtılma testiyle tahribatlı muayenede test edilir. Girdi stoklarının kalite kontrolü için yapı-

lan kaynak yapabilirlik testlerinde kaynağın nüfuzu bağlantı noktasında her parçanın kalınlığının en az % 50'si olmalıdır. Çekme ve yırtılma mukavemeti belirlenen değerlerden \pm % 10'dan fazla sapmamalıdır. Yapılan testlerin sıklığı montajın maliyetine ve kontrole olan gereksinime bağlıdır. (1,4)

3.3- PUNTA KAYNAĞI HATALARI ve ÖNLENMESİ

Direnç kaynağında çukurluklar ve renk kayıpları, bitirilmiş kaynakların görünüşünü kötüleştiren yaygın kaynak hatalarıdır. Kaynak noktasındaki çatlak ve boşluklar ve ana metallerdeki çatlaklarda aynı zamanda bilinen hatalardandır.

Çukurluklar, kaynak sıcaklığında elektrot kuvveti altında ana metalin plastik olarak deforme olmasının bir sonucudur. Elektrot yüzünün uygunsuz bakımı, aşırı elektrot kuvveti, aşırı kaynak akımı ve kaynak noktasının küçülmesi bilinen nedenlerdendir.

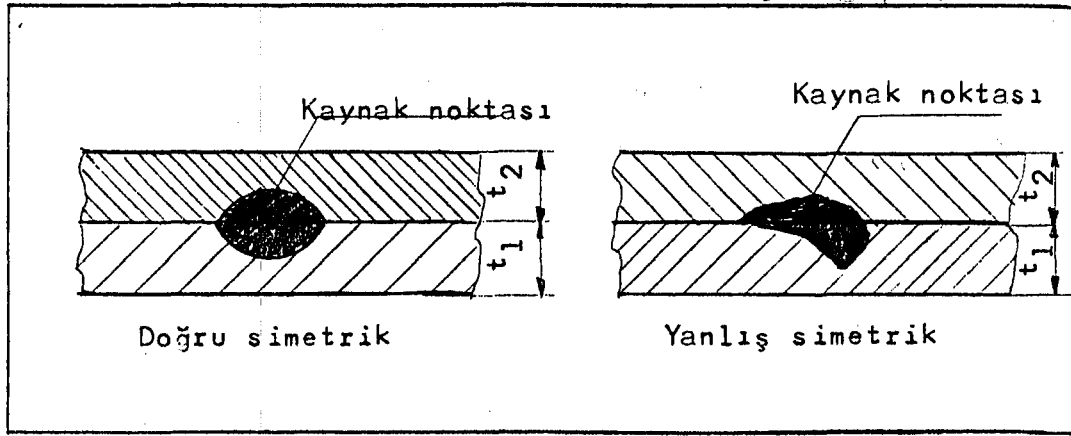
Ayrıca, 400 °C üzerindeki sıcaklıklarda tüm paslanmaz çelikler renk kaybına karşı duyarlıdır. Atmosferdeki oksijen, eğer elektrot, metal yeterince soğumadan önce çekilirse renk değişimine neden olur. Görünüşü güzelleştirmek ve az da olsa paslanmaya elverişli yüzeyleri atmosferlerden korumak için, metal yüzeyleri kaynak yapıldıktan sonra temizlenmelidir. Temizleme işlemi suyla parlatma, hafif çarklı parlatma ve yumuşak aşındırıcılarla yapılır.

Kaynak noktasındaki çatlaklar ve boşluklar, yetersiz dövme kuvveti ya da bekleme süresinin çok kısa olmasının bir

sonucudur. Yüksek sıcaklıklarda paslanmaz çeligin yüksek mukavemetli olması, sağlam bir kaynak noktası üretmek için yüksek elektrot kuvveti kullanmayı gerektirir. Düzgün yüzlü ve büyük çaplı elektrotlar, iş metali yüzeyinde düşük birim basınç sağlarlar. Küçük yarıçap uçlu bir elektrot ile iyi bir kaynak üretilebilir, fakat metalin yüzeyde ya da iki parçanın ara yüzeyinde dağılmasına veya aşırı çukurlaşmaya neden olabilir. Elektrotlar kuvvetine bağlı olarak kaynak akımı çok yüksek olduğunda, kaynak noktasında olabileceği gibi, çatlaklar, ısıdan etkilenen bölgede de olabilir. (5,6)

3.3.1- Simetri Durumu

İyi teşekkül etmiş bir kaynak noktası yatay ve düşey eksenlere göre simetrik olmalıdır.



Sekil 3.1- Yanlış ve doğru simetrik (8)

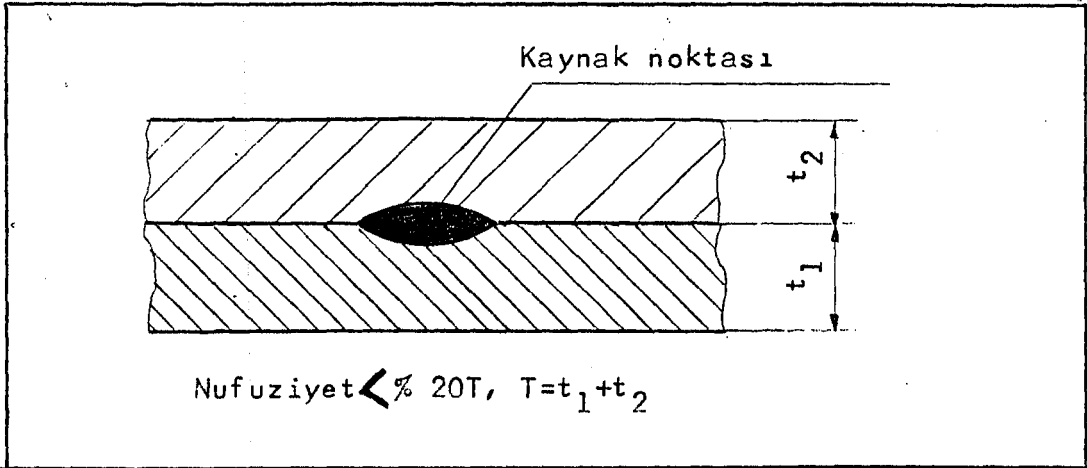
Simetriye Tesir Eden Faktörler:

- . Elektrotların yanlış hizalanması
- . Çok küçük ve farklı olan elektrot uçları
- . Uygun olmayan yüzey durumu (paslı, yağlı v.s. olabilir)
- . Uygun olmayan kaynak programı
- . Parçaların düzgün yerleştirilmesi. (8)

3.3.2- Yetersiz Nüfuziyet

Nüfuziyeti parça kalınlığının %20' sinden az olacak şekilde yapılan kaynaklardır.

NUFUZİYET:Erimenin parçalar içine uzanabildiği derinliktir.



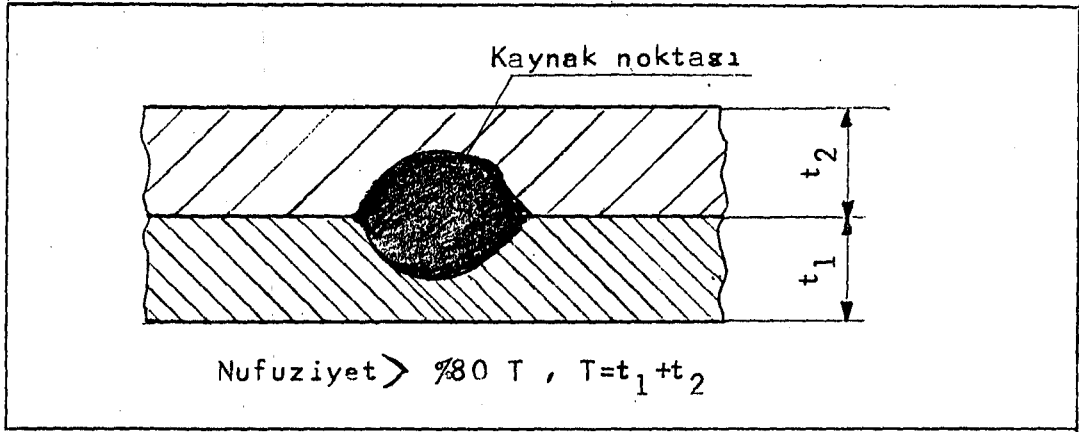
Sekil 3.2- Yetersiz nüfuziyet (8)

Yetersiz nüfuziyetin sebepleri:

- . Yetersiz kaynak akımı
- . Aşırı kaynak basıncı
- . Uygun olmayan ısı dengesi
- . Çok büyük elektrot ucu
- . Uygun olmayan yüzey durumu (8,9)

3.3.3- Aşırı Nufuziyet

Nufuziyeti parça kalınlığının % 80' inden fazla olacak şekilde yapılan kaynaklardır.



Sekil 3.3- Aşırı Nufuziyet (8)

Aşırı nufuziyetin sebepleri:

- . Uygun olmayan yüzey durumu,
- . Çok küçük elektrot ucu,
- . Uygun olmayan kaynak zamanı,
- . Yeterli olmayan kaynak zamanı,
- . Yeterli olmayan elektrot soğutması. (8)

3.3.4- Gaz Kabarcıkları ve Gözeneklilik

Kaynak akımı ve basıncının uygun olmayan şekilde tatbiki neticesinde meydana gelen gözenekli kaynak şeklidir.

Gaz kabarcıklı ve gözenekli kaynağı meydana getiren sebepleri:

- . Fıçkırma,
- . Uygun olmayan kaynak basıncı,
- . Uygun olmayan kaynak zamanı,
- . Uygun olmayan kaynak akımı yükselme hızı,
- . Uygun olmayan yüzey durumu. (8,12)



Şekil 3.4- Gaz kabarcıklı ve gözenekli kaynak(8)

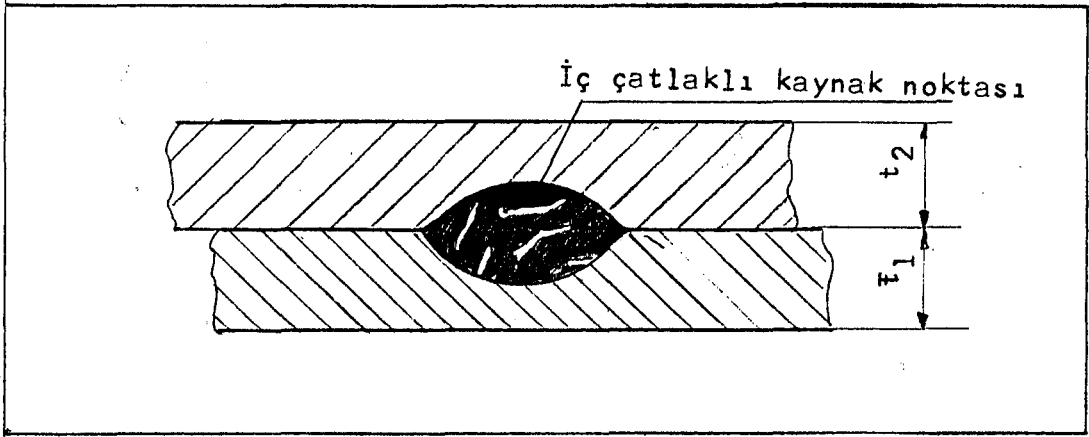
3.3.5- İç çatlaklar

Kaynak edilen kısmın iç bünyesinde meydana gelen enine ve boyuna çatlaklardır. Bunlar tahribatsız radyografi ile kesit alınarak incelenir.

İç çatlakların sebepleri:

- . Yetersiz kaynak basıncı,
- . Uygun olmayan kaynak sırası ve zamanı,

- . Elektrotların aynı hizada olmamaları,
- . Aşırı kaynak akımı,
- . Elektrotların yana kayması,
- . Yetersiz elektrot soğutması .



Şekil 3.5- İç çatlaklar (8)

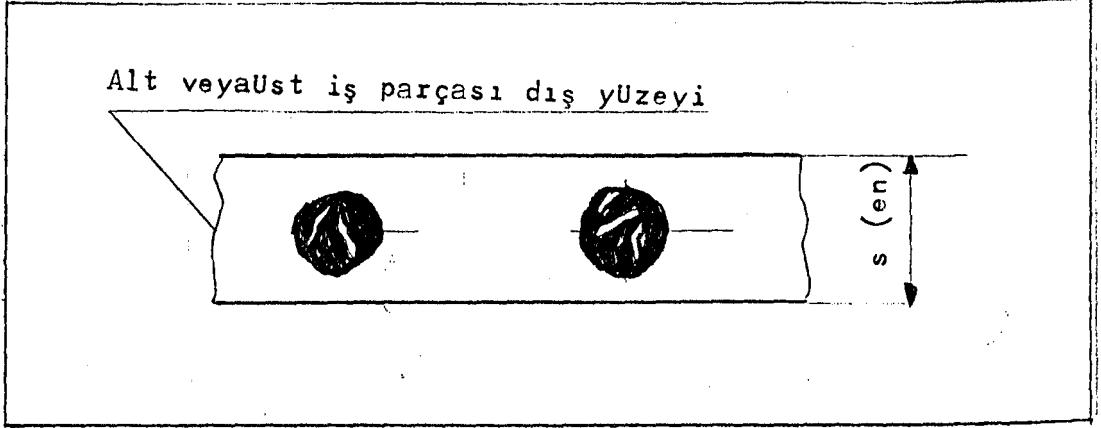
3.3.6- Dış Çatlaklar

Nokta kaynağının yüzeyinde meydana gelen çatlaklar olup, uygun olmayan bir kuvvet ile akım münasebetinin işaretidir.

Dış Çatlakların Sebepleri:

- . Uygun olmayan kaynak sırası zaman ayarı (basınç zamanı),
- . Elektrotların yanlış hizalanması,
- . Parçalarının düzgün yerleştirilmemesi,
- . Yeterli olmayan kaynak basıncı,

Kaynak basıncı, aşırı sıcaklığı meydana gelişini önler



Şekil 3.6- Dış çatlaklar (8)

mek için kafi derecede büyük olmamalıdır.

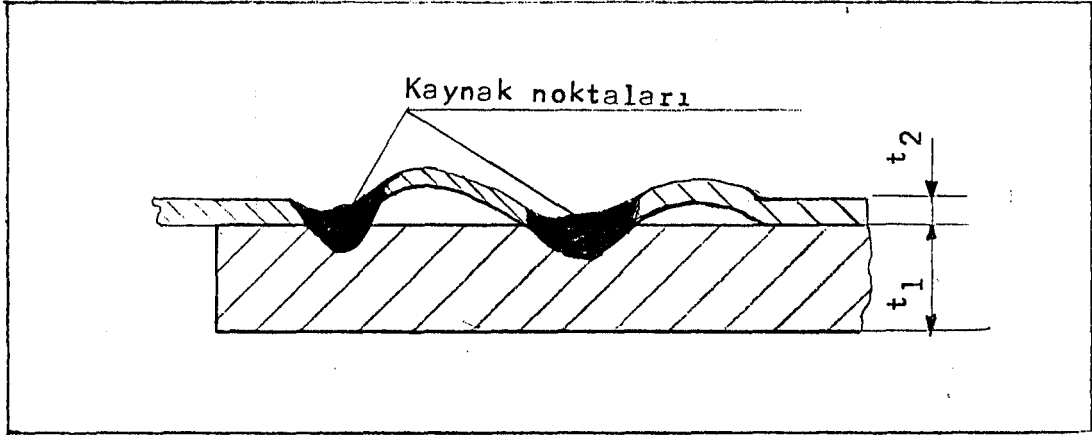
- . Aşırı kaynak nüfuziyeti,
- . Aşırı kaynak akımı,
- . Yetersiz elektrot soğutması

Ergimiş uygun olarak soğutma için basıncı yeteri kadar uzun müddet kalması gereklidir (8,1,12)

3.3.7- Levha Ayrılması

Kaynak noktası civarında levhaların birbirinden ayrılarak şişkinlikler meydana getirmesidir.

NOT: Eger ayrılma iki dış levha kalınlığının ortalamasının % 10'undan fazla değilse ayrılma normal olarak kabul edilir.



Sekil 3.7- Yüzey ayrılması(8)

Levha ayrılmasının sebepleri

- . Aşırı kaynak basıncı
- . Bir hizada olmayan elektrotlar
- . Çok küçük elektrot ucu
- . Fişkırma
- . Aşırı kaynak akımı
- . Parçanın düzgün yerleştirilmemesi
- . Aşırı kaynak zamanı
- . Levhalar arasındaki aşırı kalınlık farkı (8)

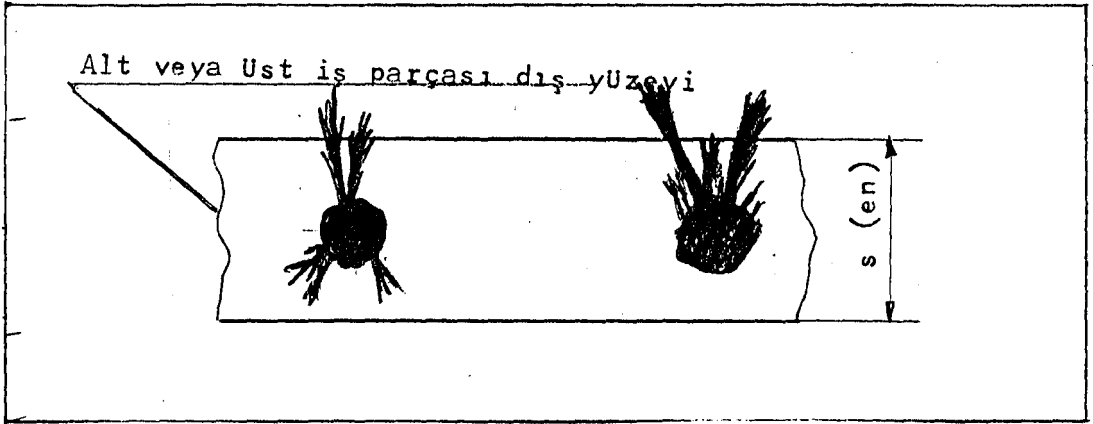
3.3.8- Fişkırma

Fişkırma, erimiş metalin kaynak bölgesinden dışarı taşmasıdır.

Fişkırmanın sebepleri

- . Uygun olmayan yüzey şartları (paslı, kirli, yağlı),

- . Yeterli olmayan kaynak basıncı,
- . Aşırı kaynak akımı,
- . Elektrot ucunun küçük olması,
- . Elektrotların bir hizada olması,
- . Elektrotların yana kayması. (8)



Şekil 3.8- Fışkırma (8)

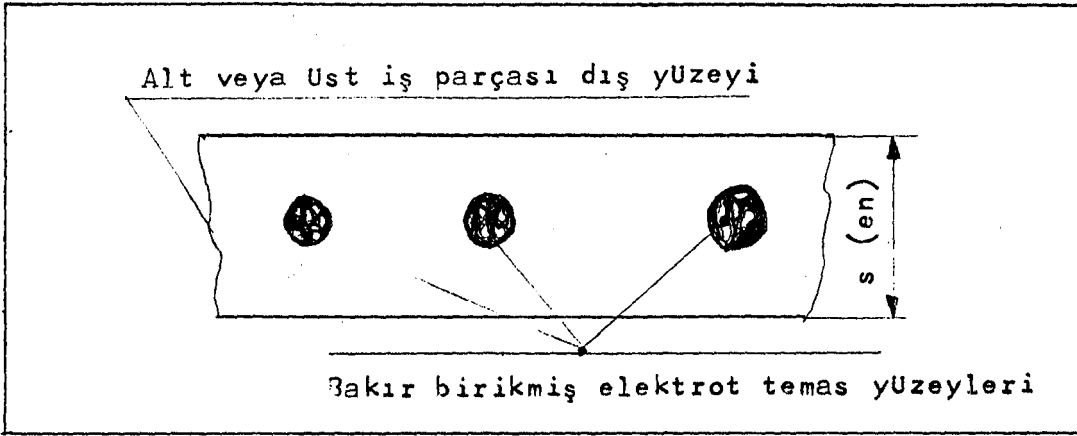
3.3.9- Bakır Birikmesi

Kaynak bölgesinde, elektrot uçlarından çıkan bakır parçalarının birikmesi demektir. Bakır birikmesi punta kaynağının korozyonuna (pasa) karşı hassasiyetini artırır. Temizlemek için tel fırça kullanılır veya kumlama yapılır. Temizlendiğini kontrol için % 10'luk ASETİK ASİT eriyiği sürülür. Bakır var ise satır siyahlaşır. (12,8)

Bakır birikmesinin sebepleri

- . Uygun olmayan yüzey hazırlama seçimi
- . Çok seyrek elektrot temizliği
- . Elektrot uçlarındaki rutubet

- . Aşırı kaynak akımı
- . Yeterli olmayan kaynak basıncı (8)



Sekil 3.9- Bakır birikmesi (8)

3.3.10 - Yüzey Yanması

Elektrotlarla temasda olan yüzeyin erimesidir.

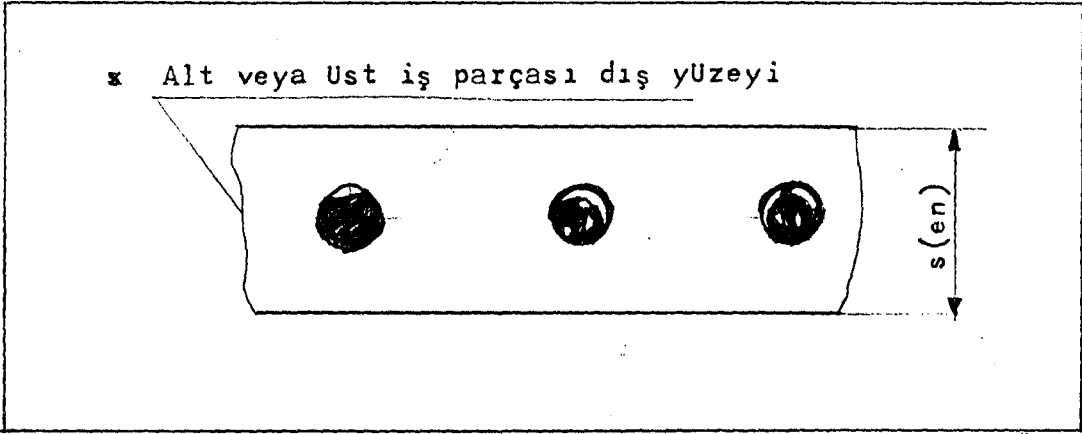
Yüzey yanmasının sebepleri :

- . Çok seyrek elektrot temizlenmesi,
- . Uygun olmayan yüzey durumu,
- . Yetersiz kaynak basıncı,
- . Aşırı kaynak akımı,
- . Parçaların düzgün yerleştirilmemesi,
- . Uygun olmayan kaynak zamanı,
- . Elektrotların yana kayması,

- . Yetersiz elektrot soğutması,
- . Uygun olmayan elektrot malzemesi,

Elektrot malzemesinin iletkenliği az veya çok olablilir.

(8,6)



Şekil 3.10- Yüzey yanması (8)

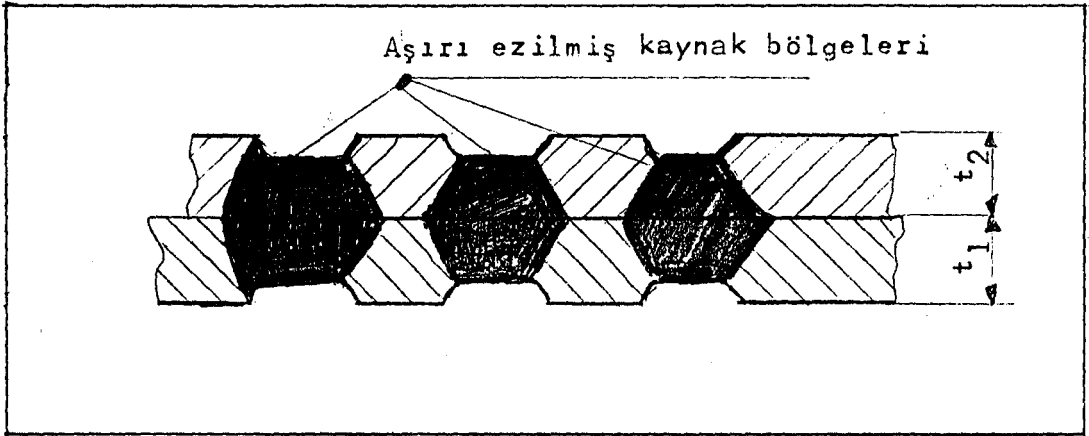
3.3.11- Aşırı Ezilme

Kaynak yüzeyinde derin çukurlar meydana gelmesi demektir. Ezilme: Ezilmenin meydana geldiği lezha kalınlığının % 10-20'si kadar olursa normaldir.

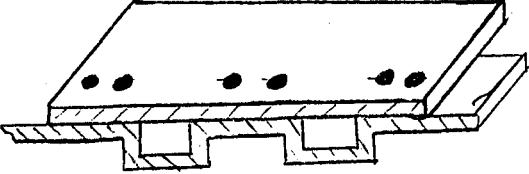
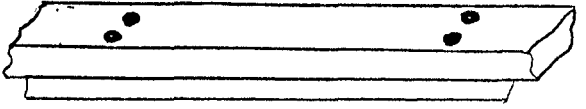
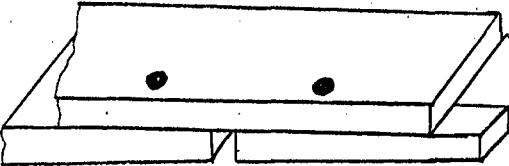

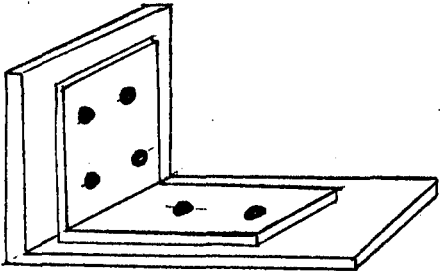
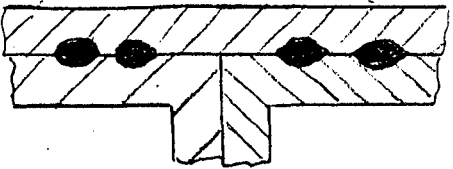
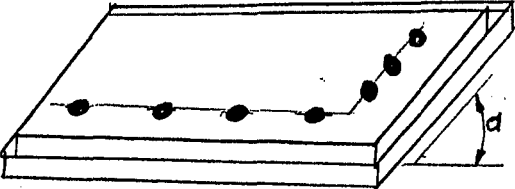
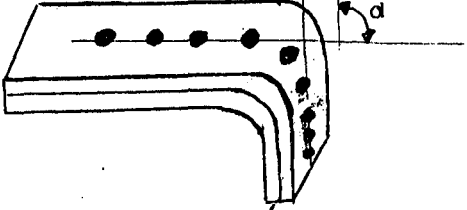
Aşırı ezilmenin sebepleri:

- . Çok küçük elektrot ucu,
- . Aşırı kaynak akımının oluşu,
- . Aşırı kaynak basıncı,
- . Fıskırma ,
- . Aşırı nüfuziyet ,

- . Aşırı yüzey ısınması,
- . Uygun olmayan dövme periyodu. (8,7)










Şekil 3.11 - Aşırı ezilme (8)

 <p>- 2 nokta kaynakli 3 grup</p>	 <p>- 2 nokta kaynakli 2 grup</p>
 <p>- 2 ayri nokta kaynagi</p>	 <p>- 5 nokta kaynakli 1 grup - 1 ayri nokta kaynagi</p>
 <p>- 4 nokta kaynakli bir grup - 2 nokta kaynakli bir grup</p>	 <p>- 2 nokta kaynakli 2 grup</p>
 <p>Eger $a < 30$ 7 nok.kay. 1 grup Eger $a > 30$ 4 nok.kay. 1 grup 3 nok.kay. 1 grup</p>	 <p>$a < 30$ 9 nokta kaynakli 1 hat $a > 30$ $R > 50$ mm 9 noktali 1 hat $a > 30$ $R < 50$ mm 3 noktali 3 hat</p>

Sekil 3.12- Kaynak noktalarının hat veya grup şeklinde dağılımı (8)

Tablo 3.1- Dayanıklılık (8)										
En ince sacın Kalınlığı, mm	0.25	0.30	0.50	0.55	0.60	0.70	0.75	0.80	0.95	1.00
Nokta Çapı, mm (teo. çekir. ϕ)	2.5	2.5	3.0	3.5	3.5	3.8	3.8	4.0	4.5	5.0
En ince sacın Kalınlığı, mm	1.25	1.30	1.50	1.60	2.00	2.40	2.50	2.80	3.00	3.20
Nokta çapı, mm (teo. çekir. ϕ)	5.5	6.0	6.5	6.5	7.5	8.0	8.0	8.0	8.5	8.5

HATA TİPİ		KABUL TOLERANSLARI															
Delik Nokta		Kabul Edilemez															
Çatlak Nokta																	
Boğalmış veya parça kopmuş nokta		Kalınlığı 2 mm den büyük mekanik fonksiyonu olan sac parçaları için kabul edilemez. <u>Uyarma :</u> Fakat tahribatsız deneyin, sonuç müspet ise kabul edilir.															
Çözülmüş Nokta	 e: enine sacın kalınlığı A: enine sacın üzerindeki çökme <table border="1" data-bbox="416 1480 1035 1605"> <tr> <td>e (mm)</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2.4</td> <td>2.5</td> <td>2.8</td> <td>3.0</td> <td>3.2</td> </tr> <tr> <td>A (mm)</td> <td>0.2</td> <td>0.2</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td>0.4</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> </tr> </table>		e (mm)	2	2	2.4	2.5	2.8	3.0	3.2	A (mm)	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5
e (mm)	2	2	2.4	2.5	2.8	3.0	3.2										
A (mm)	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5										
Deforme olmuş nokta		<u>Uyarma:</u> Fakat tahribatsız deneyin, dayanıklılık deneyi, müspet ise kabul edilir.															
Çok küçük nokta																	
Yanmış nokta																	

Sekil 3.13- Nokta kaynağının dayanıklılığını bozan hatalar (8)

4 - PUNTA KAYNAK KABİLİYETİ

Direnç punta kaynağında ham demir veya demir esaslı malzemelerin kaynağı yanında, alaşımlı demirlerin kaynağında yapılmaktadır. Genellikle ihtiyaç olmamakla birlikte, bazen de aksesuar olmak üzere kaynak yapılacak metaller, aynı gruptan maddelerle (metallerle) kaplanır. Bu nokta da esas olan, malzemenin özelliklerinin (özellikle elektrik iletkenliği) mümkün olduğu kadar az değişmesidir.

Kaynak şartları ve parametreleri açısından da bazı ufak sapmalar olması normal karşılanmalıdır. (4)

4.1- KAPLANMIŞ ÇELİKLERİN PUNTA KAYNAĞI YAPILMASI

Sıcak daldırma, elektro kaplama ya da diğer metodlarla düşük karbonlu çeligin paslanmaya dayanıklı metal ya da alaşımlarla (örneğin çinko, alüminyum, kalay ya da kalay - çinko) kaplanması ve punta kaynağı yapılması, büyük miktarda üretimlerde yer alır. Kaplanmış çelik (kurşun - kalay alaşımıyla kaplanmış çelik), otomobil susturucularının yapımında kullanılır ve genellikle punta kaynağı ile yapılır.

Dekoratif kaplama amacını taşıyan metalik kaplama malzemeleri (örneğin nikel ve krom kaplama), punta kaynağı yapılabilir. Bazen (kaplama kalınlığı ve özelliklerine bağlı olarak) de aynı kaynak koşulları altında, yani kaplamasız çeligin kaynak koşullarında, punta kaynağı yapılır. Dekoratif yüzeylerde çentik açmaktan kaçınma nedeniyle, çeligin punta kaynağı pek

sık kullanılmaz.

Fonksiyonel amaçlı olarak (sadece dekoratif değil) çelik, bir başka metalle bazen büyük miktarlarda üretim de punta kaynağı ile birleştirilmektedir. Örneğin, nikel kaplamalı çelik, elektrik ekipmanlarında kullanılmak üzere punta kaynağı yapılır, temel olarak da uçlar ve temas bölgeleri için hassasiyet dikkate alınır.

Fosfatlı çelik saçlar, temizlenmeden punta kaynağı yapılmaz. Metal olmayan kaplamaların yüksek elektrik direnci (kaplamanın kalınlığı ve tipine bağlı olarak değişim gösterir), yüksek elektrot kuvveti kullanmayı gerekli kılar ve aynı zamanda kaynak akımı başlatıldığında iş parçaları arasında aşırı kıvılcım çıkmasına neden olur. Bir kaplamanın kalınlığındaki değişim, elektrik direncini etkiler ve kaynağa engel olabilir. Aynı zamanda, elektrot uçlarında sık temizleme gerektirerek kötü biçimde çukurluklar açılabilir ve kaplama parçacıkları kaynak metaliyle karışabilir.

Çelik saç, bir üretim bazında, gelişigüzel bir şekilde boya ya da plastik kaplamalarla birlikte punta kaynağı yapılmaz. Buna rağmen, özel tasarlanmış tekniklerle ve özel olarak kullanılan elektrotlarla, büyük boyutlu üretimlerde, başarıyla organik kaplamalar ısıtılarak, nüfuz etmesi sağlanır. Kaplama kaynak bölgesinde yumuşatılır ve işin bitişik alanlarına doğru yer değiştirir. (1,5)

4.2- GALVANİZLİ ÇELİĞİN PUNTA KAYNAĞI

Doğrudan punta kaynağı, galvanizli çelik için tavsiye edilir. Çünkü, seri kaynakta birleşik olan paralel akım, gal-

vanizli çeligi kaynak yapmak için gereken normalden yüksek akıma eklendiğinde, aşırı elektrot ısınması ve kısa elektrot ömrüyle sonuçlanır. Büyük paneller (plaka) kaynak yapıldığında da, bogaz derinliği küçültmek için, kaynak makinası kurulup ayarlanabilir.

Çinko kaplı ince saçların kaynak yapabilme kabiliyeti, kaplama kalınlığı 0.005 den 0.025 mm' ye kadar olan aralıkta azalma gösterir. Buna rağmen, saçların kalınlığı 1,5 mm den yukarı çıktıkça, kaplama kalınlığına bakılmaksızın, kaynak yapabilme kabiliyeti artar. Sıcak daldırmayla galvanizleme yapılan çeliklerin kaynak kabiliyeti, çinko demir alaşımının kalınlığı ve homojenliğinden etkilendiği kadar, alaşımlanmamış çinkonun kalınlığından da etkilenir.

Tepesi kesik koni biçimdeki elektrotlar (F tipi) galvanizli çeligin punta kaynağında kullanılmak üzere tavsiye edilir. Koninin açısı 120° - 140° olmakla birlikte, oturma problemlerinin baş göstermesi halinde daha küçük açılar kullanılır. Elektrot yüzünün çapı, iki ayrı kalınlıktaki saçtan ince olanının dört ya da beş kat kalınlığında olmalıdır. Büyük yüz çapı, daha büyük akım gerektirir ve elektrot ömrünün kısılmasına neden olur.

Düz yüzlü elektrotlar (C tipi) tavsiye edilmez, çünkü ergimiş çinko, kaynak alanından dışarı çıkmaya zorlanır ve elektrot gövdesi üzerinde halka şeklinde yüzeyi saracak biçimde depolanır. Depolanmanın kalınlığı arttıkça, kaynak kalitesi düşer.

Taşınabilir kaynak tabancaları kullanıldığında, 25-50 mm yarıçaplı F tipi elektrot tavsiye edilir. Daha küçük yarıçaplar,

çukurlaşmanın artmasına neden olabilir ve daha büyük yarıçap da elektrot ömrünün kısalmasına neden olabilir.

RWMA sınıf 2 (bakır -krom) elektrot malzemesi, genelde en iyi elektrot ömrünü sağlar. Bir bakır- zirkonyum alaşımı da iyi elektrot ömrü sağlar, fakat elektrot yüzünün plastik deformasyona karşı dayanıklı olması için yeterince soğuk işlem geçirmiş olması sağlanmalıdır. Çinkonun elektrot yüzlerinde toplanması, bakır- krom ve bakır- zirkonyum alaşımlarının her ikisi için de bir problemdir ve elektrotlar düzenli aralıklarla temizlenmeli ve değiştirilmelidir.

Kaynak görünüşünün önemli olduğu yerler ve elektrot yapışmasından kaçınmak için, sınıf 1 kullanılabilir. Bu alaşımın yüksek iletkenliği, elektrot ve iş arayüzeyindeki ısınmayı azaltır. Deformasyona karşı direnci, sınıf 2 malzemesindeki kadar büyük değildir.

Elektrotların soğutulması işlemi uygun su akış hızıyla yapılır, soğutma gereksinimi, elektrot malzemesi ve boyutları iş metali ve çinko kalınlığı ve kaynak şartlarıyla değişir. Eğer su sıcaklığı 100 °C' yi aşarsa, elektroda suyun akış hızı arttırılmalıdır. Aşırı ısınma yumuşamaya neden olur ve elektrot yüzünde deformasyon oluşur. Aynı zamanda, elektrodun daha yüksek sıcaklığı, iş metali üzerinde çinko kaplamayla bakır elektrot malzemesinin alaşımlanma hızının artmasıyla sonuçlanır.

Çinko kaplanmış çelikte yeterli boyutta kaynak noktası elde etmek için, düşük karbonlu çeliktekinden daha yüksek akım şiddetine ve daha uzun kaynak sürelerine (% 25- % 50 veya daha uzun) ihtiyaç duyulur. Aynı zamanda, çinko- kaplı çelik için kaynak süresi aralıkları daha yakındır.

İş metali kalınlığına bağlı olarak, kaynak akımı, kaplanmamış elige göre %50 kadar daha büyük olabilir. İnce iş metalleri, orantılı olarak, kalın olanlara göre daha büyük akım şiddetine ihtiyaç duyarlar.

Çinko kaplamalı elik için kullanılan elektrot kuvveti, kaplanmamış elik için kullanılanıdan %10 ila %25 daha büyüktür. Elektrot kuvvetinde artış gereklidir, çünkü kaplama temas halindeki yüzeylerin temas direncini hemen hemen sıfıra indirir, aynı zamanda, yumuşayan çinko, mümkün olduğunca hızlı bir şekilde saçların arasından çekilerek ana metalin yumuşamasına imkan vermelidir.

Lehimlenmiş tipteki bağlantı noktalarından daha yüksek mukavemete sahip, çelikle elik arasında kaynaklar üretmek için, kaynak şartları, iş parçalarının temas halindeki yüzeyler arasındaki çinkoyu tamamen eritecek şekilde, yaklaşık elektrot yüzüyle aynı ölçüde olan kaynak noktasındaki çinkoyu sıkıştırıp dışarı çıkaracak kadar olmalıdır. Elektrotlar temas halindeki yüzeylerin üzerinde çinkonun ergimesinden kaçınılmalıdır, elektrot alaşımlanmasını en aza indirmek, yapışmayı ortadan kaldırmak ve maruz kalan iş parçaları üzerinde homojen bir çinko tabakası bırakarak paslanmaya dayanıklılık için de bu kaçınma gereklidir.

Bekleme süresi yeterli olmalıdır. Çünkü kaynaktan etkilenen bölge ve kaynak noktasındaki ısıdan çinko kaplamanın bir kısmı ergir. Bunu önlemek için elektrotların soğutulması ve dolayısıyla iş parçasının soğutulması yetmez. Bekleme süresi, çinkonun yeniden katılaşmasına izin vermelidir. İstenilen kaynak kalitesini elde etmek için, yukarı ve aşağı eğim kontrolü kay-

nak kullanılmasıda yardımcı olmaktadır.

Kaplaması kalın olan çelikler, normal çeliklere göre %45 fazla kaynak süresiyle kaynatılırlar. Veya kaynak akımını % 10 yükseltmek gerekmektedir. Kaplaması ince olan çelikler için ise ya kaynak süresi % 5-10 ya da kaynak akımı % 5 oranında azaltılır. (1)

4.3- ALUMİNYUM KAPLANMIŞ ÇELİĞİN PUNTA KAYNAGI YAPILMASI

Sıcak daldırma yöntemiyle her iki tarafı alüminyum kaplamalı çelik iki tip halinde bulunabilir. Birinci tip, yaklaşık 0,025 mm kalınlığında alüminyum -silikon alaşımı kaplıdır ve yüksek sıcaklıktaki uygulamalarda kullanılır (675 °C'a kadar). İkinci tip, yaklaşık 0,05 mm kalınlığındaki alüminyumla kaplanmıştır. İyi bir mukavemete sahip punta kaynakları, her iki tip alüminyum kaplanmış çelikle de yapılabilir.

Bu kaplamalar yüksek kaynak akım şiddeti gerektirir. Çünkü, yüksek ısı ve elektrik iletkenliğine sahiptirler. Kaplama yüzeyinin özel olarak temizlenmesine ihtiyaç yoktur. Yağ ve diğer yabancı maddeler, çözücü temizlemeyle ya da motorlu fırçayla hafif bir geçişle yüzeyden alınabilir.

Yüksek akım şiddeti, elektrot ve iş parçası arasındaki temas yüzeyinde önemli bir ısınmayla sonuçlanır. Elektrot yüzünde oluşan alüminyum kaplama, kaynak koşullarını değiştirebilir ve makina değerleri bir kaç iş parçası kaynak yapıldıktan sonra yeniden ayarlanmaya ihtiyaç duyulabilir.

F tipi (yarıçap) yüzü ve RWMA sınıf 2 malzemesinden yapılmış elektrotlar tavsiye edilir. Elektrot yüzünün yarıçapı,

0,6 mm'ye kadar kalınlıktaki saçlar için 25 mm, kalın saçlar için de 50 mm olmalıdır. Önceden belirlenen sayıda kaynaktan sonra, elektrot yüzleri 160 mesh ya da 240 mesh alüminyum oksit kaplı bezle yeniden açılmalıdır.

Kaynak süresi, kaynak akım şiddeti ve elektrot kuvveti, kaplanmamış çelik için tavsiye edilenlerle aynı ya da biraz daha fazladır. 0,7 mm kalınlığına kadar iş metali için, kaynak akım şiddeti, kaplanmamış düşük karbonlu çelik için kullanılan değerden %15 - 25 daha fazla olabilir. (1)

4.4 - KALAY KAPLI ve KALAY ÇİNKÜ KAPLI ÇELİĞİN PUNTA KAYNAGI YAPILMASI

Çeligin, kalay ya da kalay - çinkü ile kaplanması (sıcak daldırma ya da elektro kaplama) ticari olarak yapılmaktadır. Makina ayarları, düşük karbonlu kaplamasız çeligininkinden daha kritiktir, ve düşük ataletli kaynak başlığına sahip makineler tavsiye edilir. 0,08 mm kalınlığında, % 80 kalay ve 20 % çinküden oluşan kaplamalı çelik, 0,03 mm kalınlığında saf kalayla kaplı çelikten daha kolay kaynak yapılır.

Tepesi kesik koni şeklindeki elektrot yüzleriyle (F tipi) RWMA sınıf 2 malzemesinden yapılmış elektrotlar tavsiye edilir. Sınıf 1 elektrot malzemesi, kalay ya da kalay çinkü kaplı çeliklerin kaynagında iyi sonuçlar vermektedir, fakat elektrot ömrü kısalmaktadır. Koninin tepe açısı 120° olmalıdır.

Eğer malzeme kalınlığı müsaade ediyorsa, bir malzemenin çukurlaşmasının istenmediği durumlarda, bu malzemeyle birlikte, düz yüzlü bir elektrot (C tipi) kullanılabilir ve ikinci malzemeyle birlikte de yarıçap yüzlü elektrot kullanılabilir. Ek

akıma ihtiyaç duyulur, çünkü akım yoğunluğu düşüktür. İkinci malzemede daha büyük çukurlaşma oluşur ve elektrot ömrü kısalmır. İlk olarak, elektrotlar malzeme yüzeyine yapışabilir, fakat yapışma bir kaç kaynak yapıldıktan sonra azalır.

Genellikle kısa kaynak süreleri kullanılır ve kaynak akımı ayarlanabilir. Böylece kaplamanın malzemeler arasından dışarı yayılması önlenir. Buna rağmen, kalay ya da kalay çinko kaplamaların hiçbirisi temas halindeki yüzeylere yapışmamalıdır. Lehim tipi bağlantı noktalarının oluşmasını engellemek için, elektrot kuvveti, ana metal yumuşamaya başlamadan önce, ergimiş kaplamayı dışarıya atmak için yeterli olmalıdır. Optimum elektrot basıncı 700 kg/cm²'dir, daha büyük basınçlar çukurlaşmaya neden olur. (1,2,7)

Parametre	1mm Kalınlık		3mm Kalınlık	
	Kaplamalı	Kaplamasız	Kaplamalı	Kaplamasız
Kaynak süresi (.02 sn)	13	10	42	26
Kaynak akımı (A)	14.000	9.500	20.000	19.000
Elektrot Kuvveti (kg)	295	225	910	820
Kaynak aralığı (mm)	20	20	50	45
Nokta çapı (mm)	5.3	4.8	12.2	8.4
Temas mesafesi (mm)	16	12.7	3.2	22.2
Not: Elektrot malzemesi RWMA sınıf 2 dir.				

4.5 - FARKLI METALLERİN PUNTA KAYNAĞI YAPILMASI

Düşük karbonlu çelik, iki metalin alaşımı olan kaynak noktasını oluşturarak, diğer demir içeren pek çok metalle ve demir dışı metalle dirençli punta kaynağı yapılabilir.

Farklı metaller arasında punta kaynağı yaparken, iki metalin farklı özelliklerini dengelemek ve arayüzeyin her iki tarafında da hemen hemen aynı kalınlığa sahip bir kaynak noktasının üretilmesi için ısı dengesi sağlanmalıdır. Daha az ısı üreten ve iletimle daha büyük ısı kaybına sahip olan, elektrik iletkenliği ve ısı iletkenliği yüksek metale, daha çok ısı sağlanmalıdır. Farklı iki metalin elektrik iletkenliğinin aynı olması halinde, ergime noktası yüksek olan iş parçasında daha çok ısıya ihtiyaç vardır.

Kaynak yapılan iki metal iletkenlik açısından büyük farklılık göstermiyorsa; daha küçük yüz çapına sahip elektrot kullanarak ya da bağlantının daha iletken kısmına daha yüksek yüz direncine sahip (örneğin, RMWA B grubu elektrot malzemesi) elektrot oturtularak, tatminkar bir ısı dengesi kurulabilir. İki iş metali arasındaki daha büyük farkları dengelemek için, her iki metod aynı anda kullanılabilir.

Yukarıda tarif edilen ikinci metodda yapılan bir (daha yüksek - dirençli malzemedan yapılma elektrot yüzü) değişimle daha iletken bir iş parçası elde edilebilir. Metal yüzeyine daha az iletken ince bir tabaka ya da elektro kaplama gibi bir kaplama yöntemiyle sağlanabileceği gibi, çok düşük iletkenliğe sahip bir parçanın elektrot ve iş parçası arasına konmasıyla da

-saglanabilir.

Yalnız başına kullanılabilecek ya da yukarıda anlatılan metodlardan biri ya da birkaçıyla kombinasyon halinde kullanılabilecek başka teknik de, bağlantı noktasında elektrik iletkenliği yüksek olan malzemenin kalınlığını yükseltmektedir. (1,2,8)

4.6- PASLANMAZ ÇELİĞİN DİRENÇ KAYNAĞI

Paslanmaz çelikler, punta, dikiş ve projeksiyon gibi metodlarla direnç kaynağı yapılmaktadır. Genelde, kaynak süresi ve kaynak akım şiddeti karbon çeligi için kullanılanlardan küçük olmasına rağmen, elektrot kuvveti daha fazladır.

300 serisi ostenitik paslanmaz çelikler, düşük karbonlu karbon çelikleri hariç diğer tüm metallerden daha sık direnç kaynağı yapılır. Tercihen, direnç kaynağı yapılacak paslanmaz çelik maksimum % 0,08 karbon içermesi gerekir (304, 316 ve 347 tiplerinde olduğu gibi). Buna rağmen, daha yüksek karbon içeren çelikler örneğin 301, 302, 309 ve 310 tipi, sıkça direnç kaynağı yapılır ve iyi sonuçlar alınır.

Martensitik ve ferritik çeliklerin her ikisi birden tatminkar bir şekilde kaynak yapılabilir. Martensitik çelikler daha az sıklıkta direnç kaynağı yapılır, çünkü mikro yapı, kaynak yapıldığı halde sert ve kırılmandır. Kaynak şartlarının tam kontrolüne ihtiyaç duyulur ve en iyi sonuçları almak için son kaynak tavlama işlemleri kullanılmalıdır.

Kaynak mukavemeti açısından ostenitik ve çökelek sertleştirmeli paslanmaz çeliklerde punta kaynağı, eğer kaynak sonrası ısıtma işlemi tabii tutulduysa, yüksek olmayan sıcaklıklarda

iyi bir çalışma performansı sağlar.

Punta, projeksiyon ve dikiş kaynakları, ostenitik paslanmaz çeliklerde atmosfere açık ortamlarda yüksek paslanma direncine sahiptir. Çünkü çoğu direnç kaynağı uygulaması için kullanılan kısa kaynak süreleri sırasında, direnç kaynaklarında tanecikler arasındaki karbürün hissedilir derecede oluşması pek gerçekleşmez. Cözeltiyle iyileştirilmiş ana metalin tanecikler arasındaki korozyona karşı direnci, daha uzun kaynak süreleriyle birlikte, geleneksel ark kaynağı kullanılmasına göre, etkilenmeye daha az meyillidirler.

Paslanmaz çeligin direnç kaynağı için gereken transformator kapasitesi, eşdeğer kalınlıktaki her hangi bir metalinkinden, diğer tüm kaynak şartları aynı olmak koşuluyla daha azdır.

Makinalar, tek fazlı dalgalı akım güç sağlama ünitesi ya da üç fazlı güç sağlama ünitesi kullanılır. Üç fazlı güç sağlama ünitesiyle yapılan bir kaynak, genelde tek fazlı güç sağlama ünitesiyle yapılandan biraz daha yüksek kaynak akımı ve daha uzun kaynak süresi gerektirir. Tek fazlı ve üç fazlı güç sağlama ünitelerinin her ikisinde de, elektrotların şekli, kuvveti ve malzemesi benzer ya da aynıdır.

Paslanmaz çeligin direnç kaynağı için eş zamanlı zamanlama kontrol üniteleri tercih edilir, çünkü, kısa kaynak süresi içerisinde bir ya da iki devirlik bir değişim kaynak süresinde büyük yüzdelerlik değişimlere neden olur. Akım ve gerilim düzenleyicileri, makina boyutu ve güç sağlama kapasitesine bağlı olarak istenir.

Paslanmaz çeligin dirençli punta kaynağı, karbon çeliginin direnç punta kaynağından büyük ölçüde farklı değildir, fa-

kat paslanmaz çeligin kompozisyonu ve fiziksel özellikleri, kaynak süresine ve kaynak akım şiddetini daha yakından kontrol etmeyi gerekli kılar. (1,3)

4.6.1- Ostenitik Paslanmaz Çeliklerin Kaynak Özellikleri

Ostenitik paslanmaz çelik, katı çözelti içerisinde karbon içerir. Çelik 425 - 820 °C sıcaklık aralığına kadar ısıtıldığında, karbon kromla birleşir ve tanecik sınırlarında krom - karbür bileşiği ile sonuçlanır. Karbür oluşması malzemeyi tanecikler arası bozulmaya daha duyarlı hale getirir. Ostenitik paslanmaz çeliklerde tanecikler arası bozunma şunlar tarafından yönlendirilir: (a) karbon miktarı; (b) karbonun çözünebilirliği; (c) bir ya da birden fazla stabilizasyon elementinin bulunması; (d) 425-820 C° aralığında, gerçek metal sıcaklığının 650 C° a yaklaşması; (e) metalin bu sıcaklık aralığında tutulduğu zaman periyodu. İlk üç faktör ancak kompozisyonun uygun seçilmesiyle kontrol edilebilir; geriye kalan ikisi de kaynak şartlarının ayarlanmasıyla, örneğin, ısı girdisi, punta boyutu, üretim hızı ve soğutma önlemleriyle kontrol edilebilir.

Ostenitik paslanmaz çelikler arasındaki kompozisyon farklılıkları, kaynak sırasında çeligin özelliklerini ve kullanım sırasındaki performansının her ikisini birden etkiler. 302, 304 ve 304 L karbon miktarı yönünden büyük ölçüde farklılık gösterir, bu da ana metalin ısıdan etkilenen bölgelerinde oluşabilecek krom karbür miktarının bir göstergesidir. Çok düşük karbonlu ostenitik çeliklerde, karbon miktarı % 0.030 'u aşmıyorsa karbür çökmesi ve taneler arası bozunmaya duyarlı-

lığı yok denecek kadar azdır. Tip 316, 316 L ve 317 çürümeye karşı direnci arttırmak için molibden katkısı içerir. Kaynak, molibden hem zararlı hem de faydalıdır. 321, 347 ve 348 tipi çelikleri kapsayan stabilize paslanmaz çelikler, taneler arası bozunmaya karşı direnci azaltmayan tercihli karbürleri oluşturan titanyum yada kolonbiyum - tantalyum ilavesi içerirler, böylece kaynak sırasında tanecikler arası krom karbür oluşması etkili biçimde önlenir.

Ostenitik paslanmaz çeliklerde işlenebilirliği artırmak için isteğe bağlı olarak kükürt, fosfor ve kurşun gibi elementler eklenir. Bu çelikler direnç kaynağı için tavsiye edilmezler. Buna rağmen bu serilerde, paslanmaz çeliğin kaynağı için kullanılandan daha kısa kaynak süreleri kullanarak ve elektrot kuvvetinin hızlı tekrarlanmasıyla kabul edilebilir kaynakların yapıldığı sıkça görülmektedir.

4.6.2 - Martenzitik ve Ferritik Paslanmaz Çeliklerin Kaynak Özellikleri

Martensitik çeliklerin sık kaynak yapılan tipleri arasında 403 , 410, 414 ve 431 yer alır. Bu çelikler tavllanmış halde, direnç kaynağı yapılabilir. İlk hale bakılmaksızın, kaynak yapma işlemi kaynağa bitişik bölgelerde sertleştirilmiş martenzit oluşmasına neden olur. Bu bölgenin prosedürüyle belli bir dereceye kadar kontrol edilebilir olmasına rağmen, temelde karbon miktarına bağlıdır. Isıdan etkilenen bölgede metalin sertliği arttıkça çatlamaya olan duyarlılığı artar ve tokluğu düşer. 403 ve 410 tipinde olduğu gibi, maksimum karbon miktarı % 0.15 olan çeliklerde kaynak sonrası ısıtma işlemi ya-

pılmaksızın tatmınkar kaynaklar yapılabilir. 420 ve 420 A tipi çeliklerdeki gibi, yüksek karbon içeren çelikler genellikle kaynak sonrası ısıtıl işlem yapılmasını gerektirir.

Krom miktarı da aynı zamanda göz artı edilemeyecek kadar kaynak davranışını etkiler. Martensitik ve ferritik paslanmaz çelikler oda sıcaklığında kırılğandır ve eğer kaynak yapıldığı halde kullanılması uygun değilse, kaynağı tavlama işlemi takip etmelidir. Kaynak sonrası tavlama, kırılğanlığı azaltmasının yanı sıra taneler arası bozunmaya karşı direncin artmasına sebep olur. Pek çok bozucu ortamda, ferritik paslanmaz çelikler östenitik paslanmaz çeliklerden daha az paslanma direncine sahiptir. (1,7)

4.6.3- Paslanmaz Çeligin Direnç Kaynağı Yapılmasını Etkileyen Faktörler

Dikkatli ilgi gerektiren, östenitik paslanmaz çeligin özellikleri arasında düşük elektrik iletkenliği, düşük ısı iletkenliği, yüksek sıcaklıkta yüksek mukavemet, yüksek ısıtıl genleşme kat sayısı ve yüksek temas direnci yer alır.(1)

4.6.3.1- Isıya Karşı Duyarlılık

Paslanmaz çeliklerin bozulmaya karşı direnci, genelde bu malzemelerin kullanılmasında temel nedendir, ancak ısıyla zıt yönde etkilenebilir. Direnç kaynağında, üretilen ısı, zaman ve sıcaklık, ısının ters etkilerini ortadan kaldırmak için kontrol edilmelidir, (temelde karbür oluşumu en az da tutulmalıdır) aynı zamanda istenilen kaynak özelliklerini elde etmek için yeterli ısı ve basınç uygulanmalıdır.

4.6.3.2- Elektrik iletkenligi

Ham karbonlu çelikle karşılaştırıldığında, paslanmaz çeliklerin düşük elektrik iletkenligi, aynı akım şiddetiyle daha hızlı ısı üretimiyle sonuçlanır. Sonuçta, paslanmaz çeliğin kaynağında, aynı kalınlıktaki karbon çeliğinin kaynağıyla karşılaştırıldığında, daha düşük bir akım şiddeti ya da daha kısa bir kaynak süresi, ya da her ikisinin birden kullanılması gerekecektir. (9)

4.6.3.3- Isı iletkenligi

Paslanmaz çeliğin ısı iletkenligi karbon çeliğinkinden daha düşüktür. Bu demektir ki ısı kaynak bölgesinden dışarı karbon çeliğinden daha yavaş yayılmaktadır.

Paslanmaz çeliklerin ergime sıcaklıkları, kaynakta ergimeyi sağlamak için gereken ısı miktarı üzerinde, etkiye sahiptir. Ostenitik paslanmaz çelik 1370 - 1420 °C arasında değişik aralıkta erimekte ve martenzitik ve ferritik alaşımlar 1400 - 1500 °C arasındaki aralıklarda erimekte. Düşük karbonlu ham çelik 1480 - 1530 °C arasındaki sıcaklıklarda erir. (1)

4.6.3.4- Isı Genleşmesi

Ostenitik paslanmaz çelik, değişen sıcaklıkla birlikte, ham karbonlu çelikten daha büyük boyutlarda genişir ve temas geçer. Bu boyutsal değişimler ve daha yavaş ısı difüzyonu ostenitik paslanmaz çeliklerde, bozunmaya neden olan daha büyük ısı genleşmelerle sonuçlanır. Ostenitik paslanmaz çeliklerin 0 ve 980 °C arasındaki ısı genleşme katsayıları, ham düşük

karbonlu çelikle karşılaştırıldığında daha yüksektir.

Paslanmaz çeligin düz kromlu serileri (martensitik ve ferritik), ham düşük karbonlu çelikten daha düşük ısı genleşme katsayılarına sahiptir. Bu paslanmaz çelikler için karşılık gelen katsayılar 0 - 980 °C için normal çeligininkinden düşüktür.

Punta ve projeksiyon kaynağıyla birleştirilen montajların üzerinde, ısı genleşmesinin etkisi çoğunlukla çok küçüktür, çünkü kaynak sırasında göreceli olarak çok küçük bir alan ısıtılmaktadır. Dikiş kaynağında, etki daha büyüktür çünkü kaynak süreklidir. Paslanmaz çeligin temas direnci, karbon çeligininkinden fazladır ve sonuçta iyi direnç kaynakları yapmak için daha büyük elektrot kuvvetine ihtiyaç vardır. Homojen temas direncini korumak için, kaynak öncesi temizleme yapılması şarttır. (1,7)

4.6.3.5- Kaynak Akımı

Paslanmaz çeligin elektrik iletkenliği benzer karbon miktarındaki karbon çeligin % 15-25'i ve ergime sıcaklığı da yaklaşık % 90'ıdır. Bu demektirki, kaynak yapmak için gerekli akım şiddeti, karbon çeligi için gerekenden daha düşüktür. Kaynak akım şiddeti, karbon çeligi için önerilenle aynı, yarısı veya biraz fazlası olabilir. Kaynak akım şiddeti, elektrik iletkenliği ve ergime sıcaklıklarıyla tam orantılı değildir, çünkü diğer değişkenler, ayarlamaların kaynak süresinde ve elektrot kuvvetinde yapılması gerektirir.

4.6.3.6- Kaynak Süresi

Ostenitik ve çökelek sertleştirmeli paslanmaz çeliklerin

göreceli ısı iletkenlikleri, karbon çeliginin % 30 - 35' idir. Çünkü ısı, kaynak alanından dışarı karbon çeligindeki kadar hızlı yayılmaz, böylece daha az kaynak süresine ihtiyaç duyulur. Aynı zamanda, kaynak süresi genellikle o kadar kısadır ki, 1 devirlik bir değişim aşırı sayılabilmektedir, devir uygulamada yaklaşık 0.02 saniyeye karşılık gelir. Bu yüzden kaynak süresi, hassas olarak kontrol edilmelidir. Örneğin, 1.5 mm. kalınlıktaki paslanmaz çelikte, akımdaki bir birimlik değişim, kaynak süresinin % 10 değişimine neden olur. Fakat, 0.15 mm. kalınlıktaki malzemelerin kaynağı sırasında, bir birimlik akım değişimi, kaynak süresinin % 50 değişmesine neden olur.

4.6.3.7- Punta Aralıkları

Bir puntadan diğerine köprü etkisi, paslanmaz çeligin kaynağı için, karbon çeliklerinin kaynağındakinden daha azdır, çünkü paslanmaz çeligin elektrik iletkenliği düşüktür. Bu demektir ki, puntalar daha yakın aralıklı olabilir ve temas için üst üste binme karbon çeligindekinden daha az olabilir.

Paslanmaz çelik punta kaynağı elektrotları, karbon çeligi kaynak yapmak için kullanılan elektrotlarla aynı ölçülerdedir, fakat paslanmaz çeliklerde elektrot kuvveti fazla olduğu için, elektrot yüzündeki birim basınç daha büyüktür. Bu demektir ki, elektrot, karbon çeliginin punta kaynağı yapılması için kullanılanlardan daha sert bir malzemeden yapılabilir.

Akım gereksinimleri genelde düşüktür ve özetle, daha düşük elektrik iletkenliğine sahip elektrot malzemesi kullanılabilir. Genelde RMWA sınıf 2 ve sınıf 3 malzemeleri (bakır alaşımları) tavsiye edilir, fakat bazı uygulamalar için refrakter metaller (sınıf 10-14) kullanılabilir. Standart ve

özel tasarım elektrotlar, paslanmaz çeligin direnç punta kaynağında kullanılır. (1,3)

4.6.3.8- Isı Bozunmasını Etkisi

Ostenitik paslanmaz çeligin ısı genleşme katsayısı karbon çeligininkinden önemli derecede yüksek olduğu için, ısıtılan metalin genleşmesi ve çekmesi ele alınmalıdır. Direnç kaynağında metal hızla ısıtılıp bir bozulma hareketi görülür. Bu olay saçlarda dalgalı yüzeye neden olur ve uzun kaynaklar yapıldığında o kısmın çektiği gözlenir.

Punta kaynağında, bağlantı noktalarının iç tarafındaki kaynakların boyutunun küçültülmesiyle, çekme de azaltılabilir. Punta kaynağı çapı için güvenli üst limit, kaynak yapılacak en ince saçın kalınlığının dört ile beş katı arasındadır. Eger daha küçük çaplı ve daha çok sayıda punta kullanılacak olursa, bu yolla kaynak metalinin toplam hacmi aynı olduğu halde, bozunma az olacaktır.

Isı bozunmasını kontrol etmede yeterli su soğutması da yardımcı olmaktadır. Punta kaynağı sırasında, ergimiş metalin ark yaparak ya da parlayıp dışarı sıçraması sonucu dışarı dağıtılmasına neden olarak, yüksek kaynak akımı kullanmak, düşük elektrot basıncı ve iki iş parçasının ara yüzeyinde küçük temas alanı bulunması gösterilebilir. Küçük temas alanı genellikle, çok sivri kubbeli elektrotlar ya da çok küçük yüz yarı çapı kullanmanın sonucudur. Elektrotlar etrafında bol miktarda su çevrimi, alt ve üst elektrotların her ikisinde birden metal sıçramasını azaltır ve daha geniş aralıklarda kaynak akımı ve elektrot basıncı kullanılmasına izin verir.(1,4)

4.7-PUNTA KAYNAĞINA ALTERNATIF PROSESLER

Punta kaynağı, bazı uygulamalarda verilen iş parçalarını birleştirmek için yegane ekonomik metoddur. Bu yargı, örneğin, fren kanatlarının kovana tutturulması için doğrudur.

Belirli koşullar altında, punta kaynağı, perçinleme veya vidalama ya da diğer kaynak metodlarıyla yer değiştirir. çünkü punta kaynağı, hızlı, verimli, düşük maliyetli bir işlemdir ve bazen, çok rekabetli, bir ortam olan, atılabilir kutu gibi ürünlerin imalatında kullanılır. (1)

4.7.1 - Civataya Karşı Punta Kaynağı

Dirençli punta kaynağı, yeniden değiştirilmesi gerekmeyen parçaların birleştirilmesinde sıkça kullanılır. Elektrik iletkenliğinin de sözkonusu olduğu işlemlerde vazgeçilmesi zor olan bir yöntemdir.

Bağlantıların yapılmasında mekanik birleştirme usülleri yerine, punta kaynağı ile birleştirme uygulanırsa, özellikle montaj süresi büyük ölçüde azalmış olur. Bu yüzdendir ki, tekrar sökülmesi ihtimali olmayan bağlantı pozisyonlarında punta kaynağını tercih etmek oldukça ekonomik ve pratiktir.

Civata ile bağlantı yapmada, civata deliğinin delinmesi için markalama, delik delme, (gerekliyorsa) kılavuz vida deliği açma, civatayı sıkma sırasıyla birer operasyondur ve hepsi de zorunludur, zaman alıcıdır. Özellikle titreşimli çalışma hallerinde, tedbir alınmazsa, civatalı bağlantının deforme olması bile sözkonusu olabilir. Tüm bunlara karşılık punta kaynağında, istenen tek şey, elektrot dizaynı ve makina ayarıdır.

Punta kaynağı ile yapılan birleştirmelerin en büyük dezavantajı ise, birleştirmenin iptal edilmesi, yani parçaların birbirlerinden ayrılması gerektiğinde kendini gösterir. Parça formunu bozmadan, parçaları ayırmak oldukça zordur ve çoğu zaman imkansızdır. (12)

4.7.2 - Perçinlenmeye Karşı Punta Kaynağı

Punta kaynağı hızlı bir şekilde yapılabilir, kaynak süresi saniyenin onda biri civarındadır. Punta kaynağı, küçük yuvalara dirseklerin tutturulmasında, ev ve otomatik el aletlerinde, otomotiv parçalarında perçinleme ile de rekabet eder durumdadır, bazen ondan önce bile gelir.

Perçinleme de civata ile bağlantıda olduğu gibi, oldukça pahalı bir sistemdir. Civata ile karşılaştırıldığında, zaman açısından daha pratik olsa bile punta kaynağına rekabet etmesi çok zordur. Perçinlenmenin civatalamaya göre bir dezavantaj ise, demontaj esnasında parça formunun bozulabilirlik oranının yüksek oluşudur.

Değişik uygulamalarda, punta kaynağının düşük maliyetli olduğu, örneğin, bir saat kutusunun desteklerinin birleştirilmesinde, perçinlenme metoduyla mümkün olandan daha düzgün ve sağlam birleştirme sağladığı görülmüştür.

Kaynakla yapılan montajlar, gözle muayene edilip, numune montajlar çekme testleriyle tahribatlı muayeneye tabi tutulabilir. Perçinlenmeyle kıyas yapıldığında, kaynağın önemli farklarla avantajlı olduğu gözlenir.

Perçinlenmede montaj gereği perçin malzemelerinin yumuşak olması, mukayemet açısından büyük bir dezavantajdır. Yük

ve mukavemet süz konusu olduğu zaman, perçinle birleştirmek ekonomik değildir. Bu yüzden punta kaynağını tercih etmek, akıllıca bir alternatiftir. Çünkü, kaynak yapılan parça mukavemetinin her bir parçanın, parça mukavemetine erişmesi çok zor bir prosedür değildir.

Lehimleme de punta kaynağına göre oldukça meşgul edici ve yorucudur. Mukavemet açısından, istenilen şartları temin etmenin zor olduğu lehimlemede, zaman ve malzeme önemli parametrelerdir. Bunun yanında lehimleme ekipmanının teferruatlı oluşu bir istenmeme nedenidir. (12)

4.8 - Farklı Metallerin Kaynak Yapılması

Farklı metallerin punta kaynağı yapılmasına, buzdolabı sanayiinde pek rastlanmaz. Kompresör motoruna ait birkaç parça farklı olmalarına rağmen birleştirilirken, daha ekonomik yöntemlere başvurulur.

Çeligi bir başka metale direnç kaynağı yaparken, malzeme özelliklerini gözönünde bulundurmak gerekir. Çünkü, en başta malzemelerin elektrik dirençleri farklı olabilir. Dolayısıyla da maksimum elektrik direnci iki iş parçasının ara yüzeyinde olmayabilir. Maksimum elektrik direncinin, çeligin içinde olması normaldir, çünkü, elektrik direnci yüksektir. Çeligin düşük elektrik iletkenliği, diğer iş metalinin kaynak bölgesinde daha büyük ısı kaybına neden olabilir, ısı iletkenliği fazladır.

Paslanmaz çeligin düşük elektrik iletkenliği bir puntadan diğerine köprü etkisi olasılığını azaltır. Halbuki paslanmaz çeligin bir başka metale direnç kaynağı yapılması halinde, ısı ve elektrotun hareketi dikkatli bir şekilde kontrol edilme-

lidir. Çok küçük ısı değerleri, yeterli kaynak mukavemetini üretmesi için, paslanmaz çelikde yeterli nüfuzu sağlayamaz ve aşırı ısı da çukurlaşma ve bağlantının kenarına yakın puntadan diğer metalin dağılmasına neden olur.

Örneğin, ostenitik paslanmaz bir çelik, bir bakır alaşımına punta kaynağı yapılabilir. Burada kaynak koşulları dikkatlice kontrol edilmeli paslanmaz çelikde çatlağı önlemek için düşük ataletli kaynak başlığıyla birlikte hızlı elektrot hareketi ve yeterli elektrot kuvvetine dikkat edilmelidir. (12,1)

5 - PUNTA KAYNAK SİSTEMİ

5.1 - KAYNAK MAKİNELERİ :

Direnç nokta kaynağında kullanılan makineler otomasyon derecesine bağlı olarak basit ve ucuz veya komplike ve pahalı olabilir. Şekil 5.1 de nokta kaynağı şematik olarak gösterilen kaynak makineleri aşağıdaki üç ana sistemden oluşurlar :

1 - Elektrik Devresi :

Elektrik devresi kaynak transformatörü, primer sargı sayısı değiştirme anahtarı ve sekonder devreden oluşur. Sekonder devre kaynak edilen parçalara akım ileten elektrotları da ihtiva eder.

2 - Kontrol Sistemi :

Bu sistem; kaynak akımının başlatılmasını, işlemlerin sürelerinin belirlenmesini ve bu işlemlerin belli bir sıra içerisinde gerçekleşmesini sağlar. Ayrıca primer sargı sayısını değiştirme anahtarı yerine veya buna ilave olarak kaynak akımının şiddetinin ayarlanmasında kullanılabilir.

3 - Mekanik Kısım :

Mekanik kısım, gövde, kaynak kuvvetini sağlayan ekipmanları ve elektrotların soğutma devresini ihtiva eder.(11)

5.1.1 - Elektrik Devresi

Direnç nokta kaynağında kullanılan kaynak makineleri tek veya üç fazlı şebekeden alınan alternatif akımı, 2-20 volt gibi düşük bir gerilme indirgerler.

Makinanın tek veya üç fazlı olarak seçiminde, makinanın

kapasitesi, ilk yatırım, işletme ve bakım masrafları göz önüne alınır.

Tek fazlı makinalar üç fazlı makinalara nazaran daha çok kullanılırlar. Tek fazlı makinalar üç fazlı makinalara nazaran, daha basit ve ucuzdurlar, işletme ve bakım masrafları da daha düşüktür.

Kaynak makinasının elektrik devresi, kaynak transformatorü, primer sargı değiştirme anahtarı ve sekonder devreden ibarettir. Elektrik devresi şekil 5.1 de görülmektedir. Sekonder devre, transformatorün sekonder uçlarından itibaren kaynak edilen parçalara akımın iletilmesini sağlayan kısımdır. Elektriksel açıdan, elektrotlarda sekonder devrenin bir parçasıdır. (11,12)

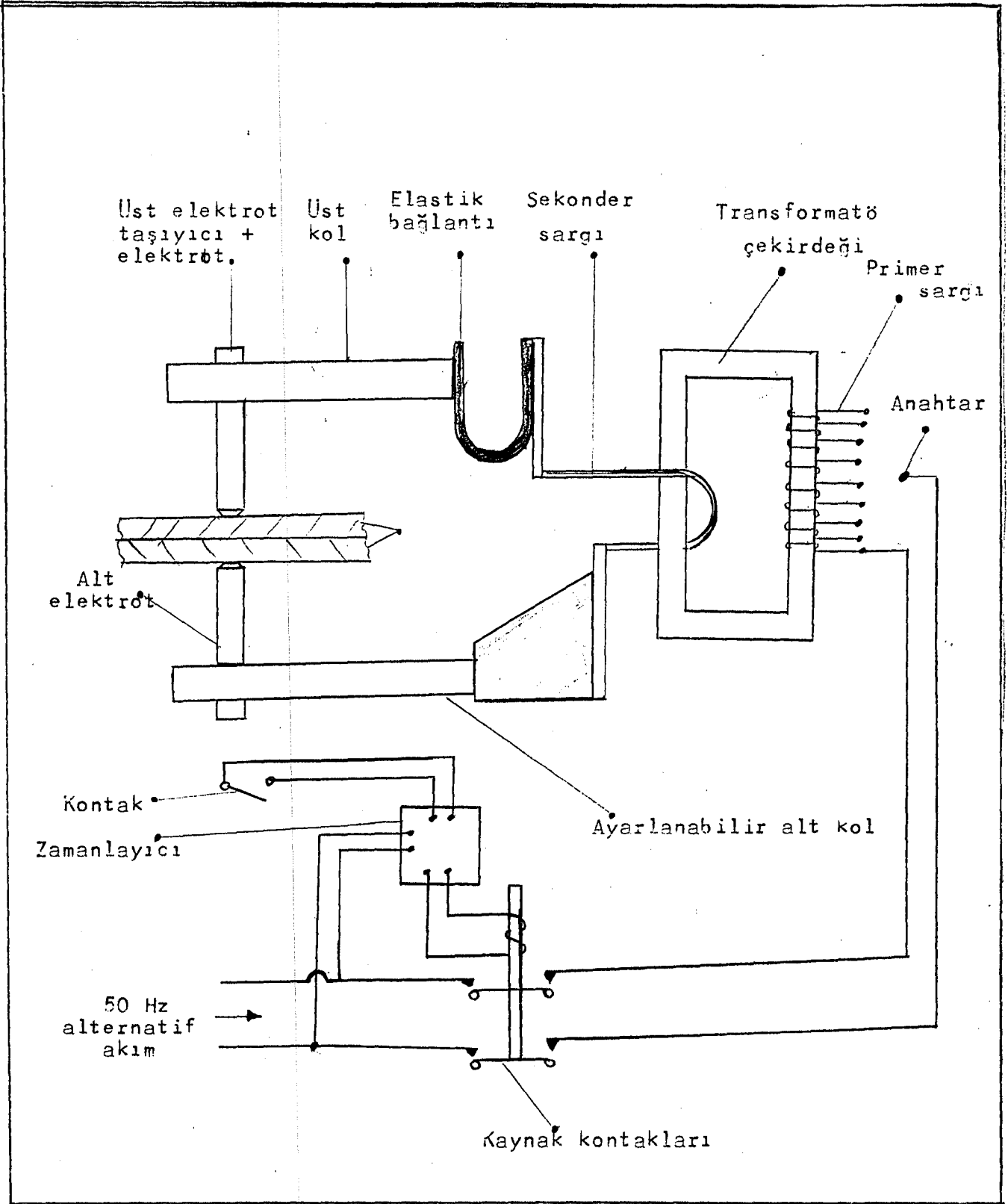
5.1.1.1 - Kaynak Transformatorü

Kaynak transformatorü yüksek gerilimdeki şebekeden alınan gücü, düşük gerilimdeki hemen hemen eşdeğer bir güce çevirir.

Transformator devresi esas olarak ;

- Bir manyetik devre,
- Şebekeye bağlanmış primer sargı,
- Elektrotlara kaynak için gerekli gücü sağlayan sekonder sargıdan (genellikle 1 veya 2 sargıdan oluşur) ibarettir.

Transformator sarımları üç temel düzenleme şekli vardır. Çok adımlı sarım, seri- paralel sarım ve çok adımlı seri- paralel sarım. Çok adımlı sarım, sekonder voltajı ve akımı, etkili sarım sayısını değiştirmek için bir primer sarım bobin ve bir yada birden fazla açma - kaplama anahtarını ihtiva eder.



Sekil 5.1- Nokta kaynak makinası kısımlarının şematik gösterilişi (8)

Alıcıların sayısı transformatör tarafından tedarik edilen, farklı sekonder voltaj adımları yada değerlerinin sayısını belirler. Sekiz açıcının kullanımı yaygın olup RMWA standartlarında kabul edilmiştir.

Seri paralel sarım, seri ya da paralel şekilde bağlanabilen iki primer bobin içermektedir. Bobinler üzerinde ara açıcılar yoktur ve bu sarım, sekonder voltajın sadece iki değerini sağlar. Çok - adımlı bir seri - paralel sarım, açıcıların seri-paralel sarımlara eklenmesiyle elde edilir. Bu tür sarım, her transformatörün açısı için iki ayrı sekonder voltaj sağlar. Sonuç olarak, seri - paralel sarımlı bir transformatör, sekiz açıcıyla en düşük sekonder voltaj üretir.

Sekonder sarımın yüksek akım çekmesi gerektiği için, büyük bir kesit alanına sahip olması gerekmektedir. Düşük kapasiteli donanımlara bakmaksızın sekonder sarım devir - daim yapan suyla soğutulur. Primer sarım ise, suyla soğutulmuş sekonder sarıma temas yaparak soğutulur.

Çok büyük transformatörler üzerinde, yay temas anahtarları yeterli değildir ve vidalı çubuk köprüler kullanılır.

Akım varken açıcı anahtarlar çalıştırılmamalıdır, çünkü uçlar arasında meydana gelen ark büyük ihtimalle temas yüzeylerinde zarara sebep olacaktır.

Sekonder voltaj aynı zamanda elektronik faz dönüşüm kontrol üniteleriyle de kontrol edilebilir. (1)

Transformatörün primer sargı sayısının, sekonder sargı sayısına oranı çevirme oranı olarak adlandırılır. Primere tatbik edilen gerilim V_1 ve sekonder de elde edilen gerilim V_2

ise sargı sayısı ile bu gerilimler arasında aşağıdaki bağıntı mevcuttur.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \text{Çevirme oranı} \dots (5.1)$$

Primer ve sekonder devreden geçen akımları da sırayla I_1 ve I_2 ile gösterelim. Transformatördeki güç kaybını ihmal edersek;

$$V_1 \cdot I_1 = V_2 \cdot I_2 \dots (5.2)$$

eşitliğini yazabiliriz.

5.1 ve 5.2 eşitliklerinden hareketle ;

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} \dots (5.3)$$

eşitliği elde edilir.

Sekonder devreden geçen akım, bu devrenin direncine bağlıdır. Sekonder devrenin direncini Z_2 ile gösterirsek belirli bir sekonder geriliminde devreden geçen akım,

$$I_2 = \frac{V_2}{Z_2} \dots (5.4)$$

eşitliği ile bulunur. (8)

5.1.1.2 - Transformatör Gücünün İfadesi

Punta kaynağı makinaların da, akım toplam işlem zamanının sadece bir bölümünde geçer. Bu zamanın toplam işlem zamanına oranına, çalışma faktörü denir ve yüzde olarak ifade edi-

lır. Örneğin % 50 çalışma faktörü, her bir dakikada 30 sn akımın geçtiğini ifade eder.

Kaynak transformatörlerinin gücü % 50 çalışma faktöründe KVA (Kilovoltamper) olarak verilir. Bu güç, transformatörün ısınma limitlerini aşmadan, % 50 çalışma faktöründe sürekli çalışmada verebileceği maksimum güçtür. Bu değer imalatçı tarafından makinenin katalogunda belirtilir. Bu değer bilmesi diğer çalışma faktörlerinde transformatörden emniyet ile çekilebilecek maksimum gücün hesaplanmasını sağlar. Eğer % 50 çalışma faktöründe çekilen güç P-50 ise bir f çalışma faktöründe çekilebilecek maksimum güç P-f aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$(P-50) \cdot \sqrt{50} = (P-f) \cdot \sqrt{f} \dots \dots \dots (5,5)$$

Tablo 5.1' de % 50 çalışma faktöründeki gücün kesri olarak çeşitli çalışma faktörlerinde maksimum mücade edilen güçler verilmiştir.

Tablo 5.1- Çalışma faktörü ve güç(8)			
Çalışma faktörü %	$\frac{P-f}{P-50}$	Çalışma faktörü %	$\frac{P-f}{P-50}$
1	7.08	30	1.2
2	5.00	35	1.195
3	4.07	40	1.115
5	3.15	50	1.000
7.5	2.57	60	0.912
10	2.23	70	0.843
15	1.82	80	0.787
20	1.56	90	0.745
25	1.41	100	0.707

Örneğin 100 kVA'lık bir kaynak transformatörü % 25 çalışma faktöründe kullanılırsa (her bir dakika boyunca 15 saniye akım geçiyor) maksimum müsaade edilen güç 141 kVA'dır. Eger aynı transformatör % 70 çalışma faktöründe kullanılırsa maksimum müsaade edilen güç 84 kVA' dır.

% 50 çalışma faktöründeki güç konvensiyonel güç ve % 100 çalışma faktöründeki güç te nominal güç olarak adlandırılır(12)

5.1.1.3- Transformatör Primer Sargı Sayısını Değiştirme Anahtarı

Bir kaynak makinası, çok değişik kalınlıklardaki parçaları kaymak etmek için kullanılır. Bu durum kullanılan kaynak akımının şiddetinin ayarlanabilir olmasını gerektirir. Kaynak akımının ayarlanmasında kullanılan yollardan biride, primer devrenin sargı sayısının değiştirilmesidir. Bunun için primer devre üzerine bir ayar anahtarı yerleştirilir. Bu anahtar çevrilerek primer devredeki sargı sayısı değiştirilir. Anahtarın pozisyonu 1 ise en düşük ayarı (sekonder voltajın en düşük değerine tekabül eden) gösterir. Bazı anahtarların 0 konumu olabilir, bu konumda transformatörün şebeke ile bağlantısı kesilmiş olur. Bu anahtar daha çok monofeze kaynak makinalarında kullanılır. (10,8)

5.1.1.4- Sekonder Devrenin Özellikleri

Şekil 5.1' de gösterildiği gibi, sekonder devre, kaynak akımının transformatörden elektrotlara ve iş parçasına taşır. Sekonder devrenin ya da bir başka deyişle döngünün boyutları, kaynak makinasının performansını büyük oranda belirler. Sekon-

der devre kabaca, boğaz yüksekliği çarpı boğaz derinliğiyle tanımlanır. (Şekil 5.1 'e bakınız)

Alternatif akım güç hattında mümkün olan minimum voltajla birlikte, yeterli akım şiddetini elde etmek için, kaynak bölgesi hariç, diğer tüm noktalarda, sekonder devredeki direnç ve reaksiyon, pratikte en asgari de tutulmalıdır.

Sekonder devrenin parçaları olarak seçilen bileşenlerin malzemeleri, düşük elektrik dirençli ve iletkenlerinde büyük kesit alanlı olmaları gerekir, fakat gerekenden de uzun olmamalıdır. Boğaz derinliği ve yüksekliği, iş için gerekli olandan fazla olmamalıdır.

Bilinen bir kaynak operasyonunda, alternatif akım güç hattı üzerindeki kVA ihtiyacı açısından ilgili çalışmanın sonuçları ele alındığında, örneğin 1100 mm yerine 450 mm boğaz derinliği kullanıldığında, aynı sekonder (kaynak) akım şiddetini elde etmek için 1/3 fazla güç sarfetmek gerektiği sonucu ortaya çıkar. Kesin sonuçlar her zaman makinaya, işe ve kaynak parametrelerine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

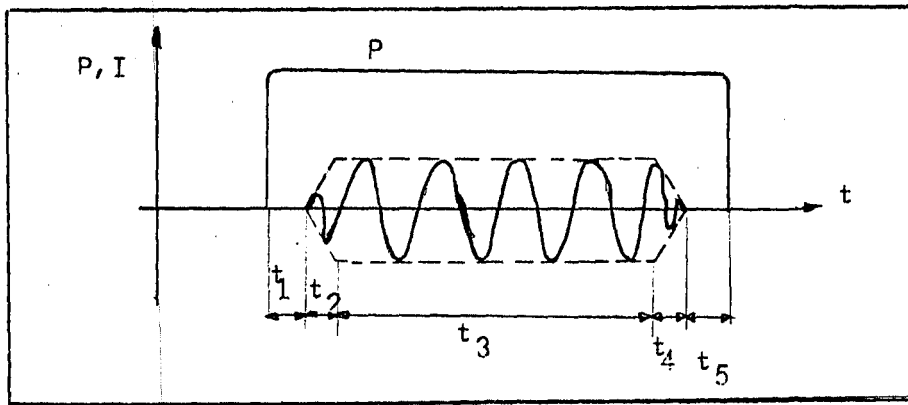
Makinanın kolları (ya da boynuzları) arasına yerleştirilen manyetik malzemeler, malzemenin kalınlık ve boyutlarına bağlı olarak sekonder akım şiddetini azaltır, çelik iş metalinin ya da sabitleyici yardımcı parçaların sekonder döngüye yakınlaştırılmasından mümkün olduğunca uzak durulmalıdır. Alternatif akımın frekansındaki herhangi bir yükselme, aynı zamanda ve aynı kVA ihtiyacında, sekonder akım şiddetinin düşmesine neden olur. (1,B)

5.1.1.5 - Elektronik Kumanda

Kaliteli bir kaynak için şu şartların sağlanması gerekir:

1. Kaynak sırasında akım şiddeti sabit kalmalıdır.
2. Kaynak başlangıcında ve bitiminde akım şiddeti ani artışlar ve ani düşüşler göstermemeli, uygun bir artış hızı göstermelidir.
3. Kaynak akımı ile kaynak basıncının başlangıç ve bitişleri arasındaki zaman farkı çok hassas ayarlanabilmeli, sabit kalmalıdır.
4. Elektrot baskı kuvveti, istenilen şiddette olmalı ve sabit kalmalıdır.

Bütün bu şartlar büyük oranda, elektronik kumanda ünitesi tarafından, hassas olarak kontrol edilebilmektedir. Elektronik kumandalı kaynak makinasında I, P, t grafiği aşağıda görüldüğü gibi olmaktadır. (Şekil 5.2)

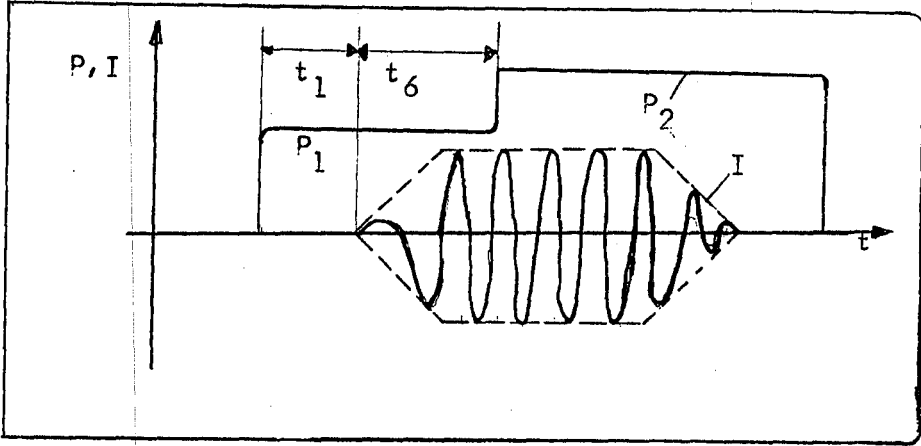


Şekil 5.2 - Elektronik Kumanda da I, P, t Grafiği (10)

Elektronik kumanda ünitelerinde, grafikteki 7 büyüklük ayrı ayrı hassas bir şekilde ayarlanabilmektedir.

Bundan başka, elektronik kumandalı kaynak makinalarında,

elektrot baskı kuvvetini belirli programa uygun olarak kaynak sırasında kademeli değiştirmek mümkündür. (Basiñ programlı makinalar) böyle bir makinanın P,I,t grafiği aşagıdaki gibi olmaktadır. (Sekil 5.3)



Sekil 5.3 - Basiñ Programlı Makinalarda I,P,t Grafiği (10)

Ayrıca seri punta kaynağı, gerektiren işlerde, istenilen değerlere ayarlanabilen aralıklarla kaynak olayını seri olarak tekrarlatmak mümkündür (Tekrarlı kaynak). Eğer kaynatılacak parçanın şekli, belirli bir geometrik çizgi üzerinde sabit aralıklarla puntalar gerektiriyorsa, parçaya kaynak periyotlarıyla uyumlu bir hareket verecek hareket mekanizmasına elektronik ünite tarafından kumanda etmek mümkündür. (10)

5.1.2 - Kontrol Sistemi

Elektrik kontrolleri direnç kaynağı makinelerinde üç ana fonksiyonu yerine getirir; (a) yük akışının başlatılması ve kaynak transformatörüne gelerek sona ermesi (b) akım şiddetinin boyutunun kontrolü ve (c) zamanlama ve kaynak makinasının mekanik operasyonlarının kontrolü. Kontroller üç gruba ayrılır:

kaynak kontaktörleri, zamanlama ve sıra kontrolleri, diğer yük kontrolleriyle regülatörler.

5.1.2.1- Kaynak Kontaktörleri

Kaynak kontakörleri, elektrik gücü devresini açmak ve kesmek için gerekli araçlardır. Direnç kaynağı makineleri üstünde kontaktörler ve diğer kontroller, kaynak transformatorünün primer devresine uygulanırlar. Bir kaynak kondaktörü, elektrik güç hattından makinaya dek açma düğmesiyle birlikte en üst pozisyonda, en yüksek girdiyi alabilecek büyüklükte olmalıdır. Üç tip kondaktör, direnç kaynağı makineleri üzerinde kullanılmaktadır: Mekanik, manyetik ve elektronik.

Mekanik kontaktörler, tek kutuplu ya da çift kutuplu tiptedir ve bir ayak pedalı ya da motor sürücülü bir kol yardımıyla çalıştırılır. Ayak pedalıyla yapılan operasyonda, pedalin hareketi ilk olarak sıkıştırma basıncını uygular ve elektrikselsel teması kapatır. Pedalin sonraki hareketinde ise devre açılır ve aynı zamanda kaynak kuvvetini de arttırır.

Manyetik kontaktör, elektrik devrelerini kapatmak için bir elektromagnet kullanılır. Manyetis enerjisini boşalttıgında, devre yer çekimi kuvveti ve yay basıncı yardımıyla açılır. Tek kutuplu, iki kutuplu ve sekronik kesicili tipte manyetik kontaktörler bulunabilmektedir. Sekronik devre kesicili tip dalgalı akım sıfıra yaklaştığında güç devresini açar, sonuç olarak köprü süresini azaltarak elektrot ucunun daha uzun ömürlü olmasını ve iş parçası üzerinde daha az iz bırakmasını sağlar.

Elektronik kontaktörler, kaynak transformatorünün birinci sarımına olan yük akışını kontrol etmek için, ingnitron tüp-

leri, thyatron tüpleri ya da silikon kontrollü düzenleyiciler kullanılır. Ignitron tüpleri, oldukça yüksek kaynak-makinası akımı gerektiren hallerde ya da dakikada yapılacak kaynak sayısının çok büyük olduğu uygulamalarda kullanılırlar. Thyatron tüpleri ya da silikon kontrollü düzenleyiciler, ignitron tüplerine göre çok düşük akım şiddetindeki uygulamalarda kullanılır. (40 amper'den daha düşük)

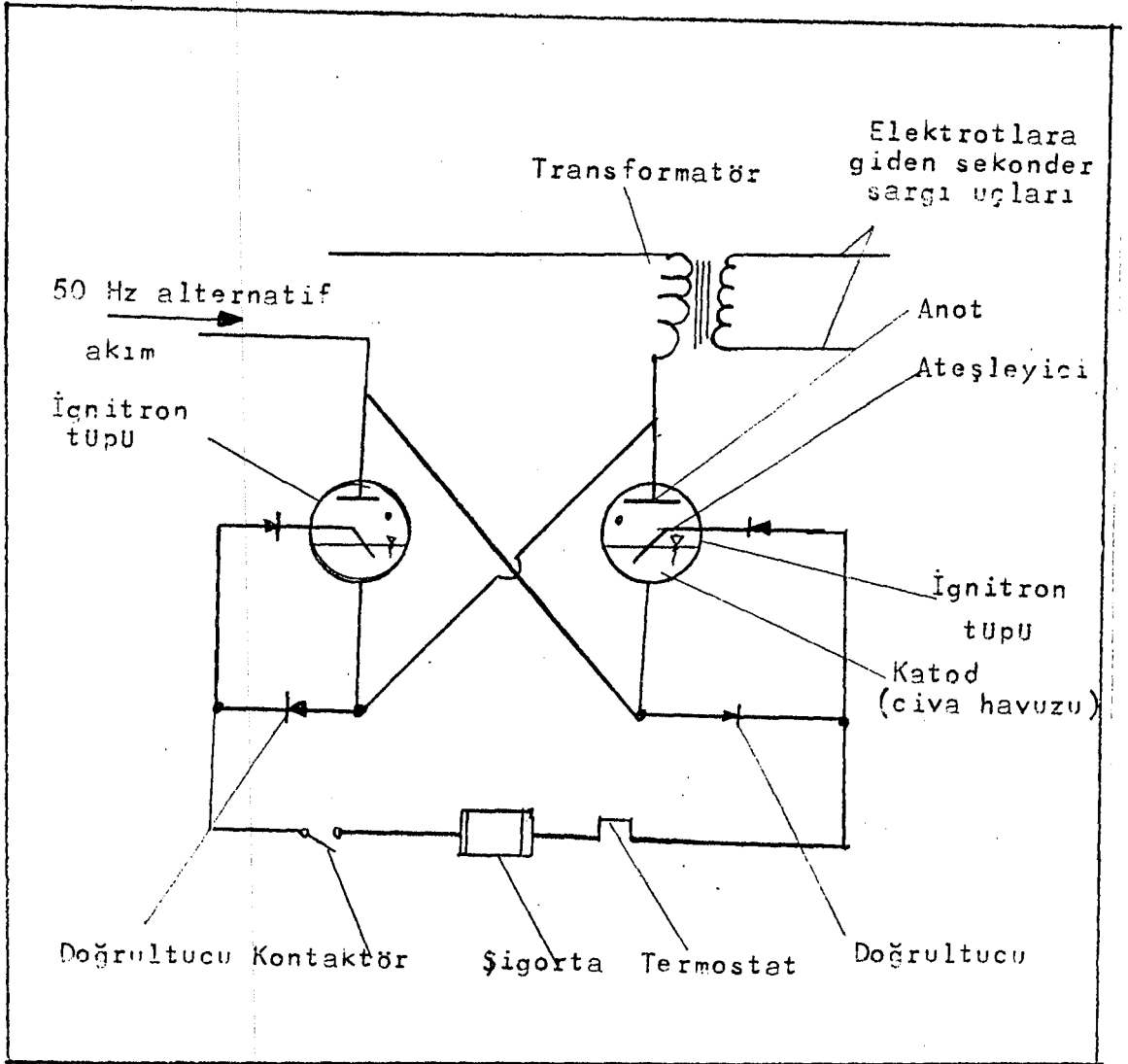
Elektronik kontaktörler, senkronik olsunlar ya da olmasınlar, akım dalgası sınıfından geçerken her zaman için devreyi açarlar.

Bir ignitron kontaktörü, ters paralel şekilde bağlı iki ignitron tüpünden oluşur. Böylece bir tüp, kaynak akımının pozitif yarı devrini taşıırken diğeri de negatif yarı devrini taşır.

İki ignitron tüplü bir elektronik kontaktörün kontrol devresi ve güç-sağlama ünitesinin şematik bir diyagramı, Şekil 5.2 'de gösterilmektedir. Yarı iletken tip düzenleyiciler akımın, sadece kontaktörden civa havuzundan yapılma katoda gitmesini sağlamak için kullanılır. Kontrol devresi sigortası, ignitronların korunmasını ve kontrol devresinin güç devresinden korunmasını sağlar. Elektronik ısı kontrolüne sahip makinalarda bu düzenleyiciler, thyatron tüpleri ve silikon kontrollü düzenleyicilerle yer değiştirmiştir.

Ignitron tüpü aynı zamanda bir düzenleyicidir, dalgalı akımı iletmek için iki tüpe ihtiyaç duyulur. Bu iki tüp birlikte, kaynak transformatörünün primer sarımına gelen yük akışını kontrol eden, tek kutuplu elektronik bir açma-kaplama anahtarıdır.

İgnitron tüplerinin çoğu su soğutmalı olup, aşınmaya karşı paslanmaz çeliklerden yapılmış su tesisatına sahiptir. Termostatik bir anahtar da, tüp içindeki sıcaklığın çok yüksek seviyelere gelmesi ihtimaline karşı çalışmayı durdurmak üzere tüplerden birine monte edilmiştir (Şekil 5.4' de gösterilmektedir). Diğer ignitron tüpü selenoid operasyonlu su vanasını kontrol eden termostatik anahtarı sahiptir ve soğuyan suyu korur.



Şekil 5.4 - Güç sağlama ünitesi ve ignitron tüpleri, elektronik kontrol devresi (8)

Kontaktör kontrol devresi kapandığında, kaynak devresini çalışır hale getirir. Kontrol devresi için gerekli voltaj, şebekeden alınır. Her bir ignitron tüpü, her temas halindeki yarım devir için bir ateşleyiciyle faal hale geçirilir, bu da kontrol devresinin zamanlayıcısının her kapatışıyla enerjik hale gelmesi demektir.

Bir elektronik kontaktörün yapması gereken devir sayısı, ignitron tüplerinin derecesini aşmaktaysa; iki kontaktör yardımcı kontrolle birlikte yükün dönüşümlü olarak birinden diğerine akmasını sağlayarak kullanılabilir. İki kontaktörde bu şekilde çalışmaktaysa, kabul edilebilir en yüksek devir sayısı ve ortalama zaman ikiye katlanır. Buna rağmen, maksimum yük aşılamaz, çünkü her hangi bir andaki yükün tamamı sadece bir kontaktör tarafından taşınmaktadır.

5.1.2.2 - Zaman ve Sıra Kontrolleri

Kaynak makinasına yük akış süresi, bir kaynak zamanlayıcısıyla kontrol edilir. Kaynak makinasının toplam operasyon deviri ise, sıra kontrolüyle ya da zamanlayıcıyla kontrol edilir. Zamanlayıcı elemanlar iki tiptir: eş zamanlı ve eş zamanlı olmayan.

Eş zamanlı olmayan bir zamanlayıcı, yük akışını, yük şekline göre gelişigüzel noktalarda başlatıp bitirebilmektedir. Makinaya giren yük değerleri ve zamanlamadaki değişmeler, dalga şekli üzerinde kaynak kontaktörünün gelişigüzel noktalarda açılıp kapanmasının sonucudur. Zaman değişkeni en az artı eksi yarım devirdir. Genellikle, eş zamanlı olmayan bir sistemle

yapılan zamanlamada, kaynak zamanları 20 ya da daha fazla devir için yeterli derecede doğrudur, çünkü, değişim yüzdesi düşüktür ve genellikle de ihmal edilebilir.

Eş zamanlı bir zamanlayıcı, doğru zamanlama periyodu sağlar ve her kaynak yapıldığında güç devresi voltajına göre aynı noktada (elektrik açısı) kaynak transformatörünün primer devresini kapatır. Sonuç olarak dalga şekli tutarlıdır ve kaynak transformatörüne taşınan enerji ardışık operasyonlar için aynıdır.

Bu açılardan doğruluk ve yeniden üretilebilirlik sağlamanın yanı sıra eş zamanlı zamanlayıcı, yükün kısa süreliğinden kaynaklanan ilk yükteki değişimleri bertaraf eder.

Eş zamanlı bir zamanlayıcı diğerinin yerine de kullanılabilir, fakat daha pahalı olmakla beraber verimli olabilmesi için ısı kontrolüyle birlikte çalışması gerekmektedir. Sıralı zamanlayıcılar çoğu punta kaynağı devirlerinde ihtiyaç duyulan dört temel basamağı kontrol etmek için kullanılır.

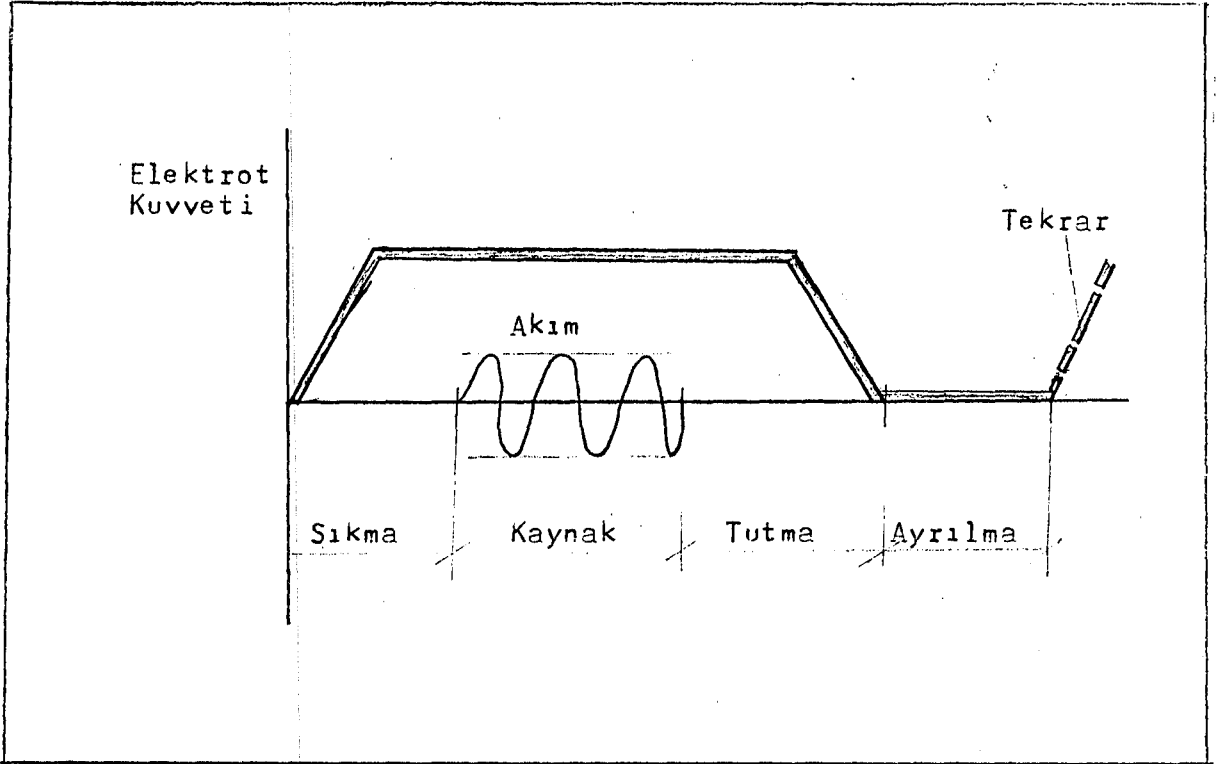
Bu adımlar şunlardır:

1. Elektrotların yaklaştırılması ve kuvvet uygulanması,
2. Kaynak yükünü boşaltmak ve korumak,
3. Kaynak yükünü kapatmak ve elektrot gücünü kaynak külçesi katılaşıncaya kadar korumak.
4. Elektrotları açmak,

1. Adımın süresi sıkıştırma zamanı, 2. adımın süresi kaynak zamanı, 3. adımın zamanı sabit tutma süresi ve 4. adımın süresi işi bitirme zamanı olarak adlandırılır. Bitirme zamanı, iki pozisyonlu seçici anahtar yardımıyla sağlanır.

Seçici anahtarın bir pozisyonu, başlatma anahtarı kapalı tutulduğu sürece makinanın devir yapmasına izin verir; diğer pozisyon ise sadece başlatma anahtarı açılıp yeniden kapanmadan, makina yeniden başlatıldıktan sonrasına kadar tek bir seriye izin verir.

Aşağıda zamanlı normal bir punta kaynak makinası kontrol fonksiyonları şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.5- Punta kaynak makinasının kontrol fonksiyonları (10)

Bütün zamanlar, bilhassa kaynak zamanı, şebeke frekansı ile tam senkronizasyon içinde çalışır. Kaynak zamanı kademeli olarak şebeke dalgalarını sayarak (Dijital) çalışır. Diğer zamanlar ise bir kapasitörün kademesiz şarj edilmesiyle (analog) temin edilir. (10)

5.1.2.3 - Isı Kontrolü

Kaynak transformatörüne ait pirimer devre üzerindeki açma kapama anahtarı, kaynak akımının ayarlanması için transformator sarım oranının değiştirilmede kullanılır. Orta derecede ayarlama gerektiğinde ya da kaynak akımı çok ince ayarı istendiğinde elektronik kontrol kullanılır. Eş zamanlı zamanlama kontrolleri kullanıldığında, elektronik ısı kontrol cihazı (ekipmanı) standarttır ve eş zamanlayıcı olmayan kontrol devrelerinede eklenebilirler.

Elektronik ısı kontrolü için, yarı, iletken tip düzenleyiciler, thyatron ya da silikon kontrollü devrelerle yer değiştirmektedir. Bu tip tüpler ya da düzenleyiciler, kaynak akımını her ateşleme sırasında kontrol ederler. Ignitor ateşlemesinin geçikmesi, thyatron şebekesine ateşleme sinyalinin gecikmeli uygulamasından dolayıdır. bu gecikme, genellikle bir ısı ayarlama kadranıyla kontrol edilir. Uygunlanan voltaj dalgası geciktirildikçe, ortalama akım azalır. Isıdaki ya da enerjideki azalma, uygulanan yükün amper cinsinden karesiyle değişim gösterir. (şekil 5.4)

Otomatik kontrollü ısı kontrol devreleri, bir kaynak serisi boyunca, kaynak akımının düzeyini değiştiren tüm aksesuarların temelini teşkil etmektedir. Sonuç olarak, akım ve voltaj regülatörlerinin, yukarı eğimli ve aşağı eğimli kontrol devrelerinin, ani soğutma ve tavlama kontrol devrelerinin kullanılması, kaynak makinasında kontrol devrelerinin ısı kontrol devreleriyle kullanılmasını gerektirir.

Kaynak akımındaki dalgalanmaları asgariye indirmek için ısı kontrol birimi tam ısı kapasitesi düzeyinde çalıştırılmalı-

dir. Maksimum % 30 kaynak çevriminin kullanıldığı bir kaynak akımında, gecikme açısından birkaç derecelik fark, kaynak akımında % 10'luk bir değişime sebep olacaktır. Lineer voltajdaki değişimler % 10'luk bir değişim yaratabilmek için, sinüzodal lineer voltajı yeterli derecede bozacaktır. Sonuç olarak, bir açma-kapama anahtarı, akımdaki büyük değişimler de transformator sarım oranını değiştirmek için kullanılması gerekmektedir ve ısı kontrolü sadece akım şiddetini hassas ayarlanmasında kullanılmalıdır.

Güç ihtiyacı, ısı kontrolünün akım şiddetini ayarlama da kullanıldığı hallerde daha büyüktür. Eger ısı kontrolü kullanılırsa, maksimum değere bağlı olarak KVA ihtiyacı, sekonder akım değerinin karesiyle doğru orantılı değişim gösterir. Örneğin eger, kaynak akım şiddeti ısı kontrolünün maksimumunun % 80'ine ayarlandığında kVA ihtiyacı yine maksimum değerinin % 80'i olacaktır. Eger sekonder voltaj, açma-kapama anahtarıyla, transformator sarım oranı değiştirilerek, maksimum değerinin % 80'ine getirilirse, kVA ihtiyacı maksimum değerinin % 64'ü olur.

(1)

5.1.2.4- Aşağı ve Yukarı Egim Kontrolü

Yukarı egim kontrolü, kaynak akımını düşük bir değerde başlatıp tam kaynak akımına dek artış oranını kontrol etmek için kullanılır.

Aşağı egim kontrolü, kaynak devri sonunda maksimum değerden daha düşük bir değere düşürmek için kullanılır.

5.1.2.5- Akım ve Voltaj Regülatörleri (Düzenleyicileri)

Elektronik akım regülatörleri, değişik durumlarda, kaynak makinası boğazına manyetik malzemelerin yerleştirilmesi sonucu meydana gelen impedans ya da voltaj değişimlerini dengeleyerek sabit tutmak için kullanılır. Akım regülatörleri, primer akıma dayalı olarak, faz şebekesinin geribildirimli kontrolünü sağlar.

Kaynak elektrotları arasındaki voltaj, önceden ayarlanan referans voltajıyla gerçek elektrot voltajını karşılaştıran sabit bir değer arasında korunabilir ve ısı kontrolü içinde otomatik düzeltmeler yapar.

Voltajdaki sapmalar, kaynak voltajında bir düşmeye sebep olarak, kaynak akımına yeni bir yön vermek suretiyle elektrotlar arasındaki metalin üstünden geçerek, akım düşmesine neden olur. Bir voltaj regülatörü sayesinde, sapmalar oluştuğunda kaynak voltajı otomatik olarak yükselir ve kaynak bölgesinde gerekli akım korunur.

Sekonder voltaj gereksinmelerindeki çok büyük değişiklikler, voltaj ve akım regülatörleri tarafından dengelenmez ve değerler iş parçalarındaki uygun kaynak akımının sağlamak ve korumak için yeniden ayarlanmalıdır. Otomatik olarak akım ya da zamanlamayı ayarlayan özel geribildirimli kontrol üniteleri, farklı iş-metal kalınlıklarının, kaynak yapılan parça sayısını, elektrot uçlarının kenar değişimlerini, işdeki değişiklikleri, cihaz donanımı ya da ortam şartları, kaynak sonuçlarını etkilemekteyse, dengeleme işlemi için kullanılır.

Akım veya güç kontrolü, triyor veya ignitron anahtarıyla yapılır. Triyor veya ignitronun ateşleme noktası değiştirilerek kaynak trafosu dolayısıyla yükün her sinüs yarı dalgasında devreye girmesi sağlanır.

Tristor veya ignitron, bir akım pulsuyla ateşlenir. Bu akım pulsu, şebeke frekansıyla senkron olarak şu şekilde tekrarlanır.

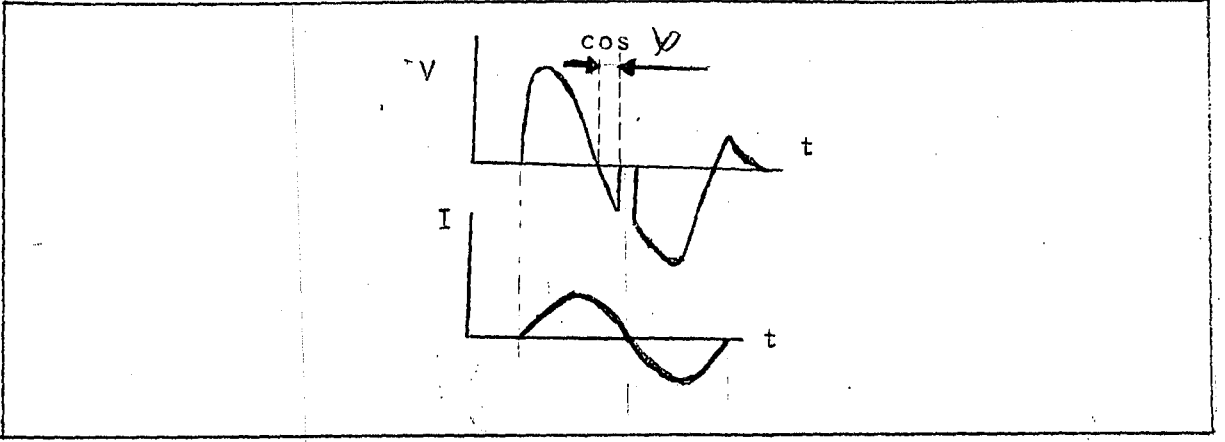
a) Tristor veya ignitronun hersinüs yarım dalgasındaki ateşleme noktası, yani kaynak trafosunun enerjilenmesi anı bütün yarım dalgalar için hep aynı noktada olur. İlk devreye girerken ani yükselen aşırı başlangıç akımlarını önlemek için sadece ilk ateşleme noktası 87° olarak ayarlanmıştır.

b) Otomatik olarak her pozitif yarım dalganın devreye girmesiyle, kaynak trafosu daima tam dalga adetli akımlarla çalışır.

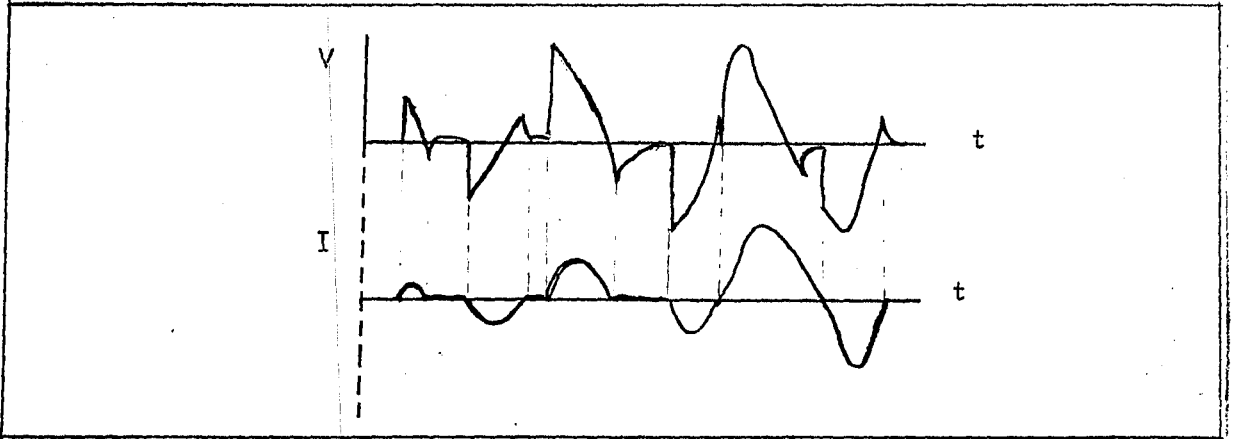
Bu şekilde kaynak trafosunun devamlı aynı yönde manyetikleşmesi önlenmiş olur, aksi takdirde çok büyük manyetizma ve buna bağlı aşırı dengesiz başlangıç akımları meydana gelebilir. Başlangıç akımının büyüklüğü tamamen trafonun doyum noktasına bağlı olduğundan, çok doyumlu trafolar sadece senkron kontrol sistemleriyle kontrol edilmelidir. Senkronizasyon, aynı zamanda asenkron kontrol sistemlerine göre çok daha hassas çalışmayı mümkün kılar.

Ateşleme noktası, sinüs yarım dalgasında başlangıç noktasından son noktaya kadar bir akım regülatörüyle kaydırılabilir. Bu ise, bir potansiyometre ayarlıyarak yapılır. Böylece kaynak trafosundan geçen akım miktarı kontrol edilmiş olur. Şekil 5.6'da $\cos\phi$ açısında ateşleme yapılan voltaj ve akım dalga şekilleri gösterilmiştir.

İki ters paralel bağlı tristorlerden akım taşıyana, karşı emf ile söndürülür ve ikinci tristor devreye girer. Kaynak trafosunu endüktansına bağlı olarak akım, sıfır çizgisini



Sekil 5.6- $\cos \phi$ açısında akım ve voltaj dalga şekilleri (10)



Sekil 5.7- Dn ısıtma kontrolü ve voltaj (10)

geçerek karşı emf tristoru söndürünceye kadar devam eder.

Cosy regülatörü sayesinde, akım regülatörünün Cosy ayar değerinden yukarıya ayarlamak mümkün değildir.

Özel uygulamalarda bilhassa galvanizli çeliklerde ve çok ince saçların kaynatılmasında, bu kontrolle kaynak akımının artışı ayarlanan süre içinde olur.

Şekil 5.7'de ön ısıtma kontrollü bir sistemde voltaj ve akım dalga şekillerini göstermektedir.

Akım zamanı başlangıcında, akım çok düşüktür ve yavaş yavaş artmaya başlar. Bu sayede, kaynak esnasında sıçramalar azalır ve elektrot malzemesi daha ekonomik kullanılmış olur. Aynı zamanda kaynak yapılacak malzemedeki birikmiş kirler, bu düşük ısı sırasında buharlaşır yanıp ortadan kaybolur, kısacası kaynak yeri bir nevi önceden temizlenmiş olur.

Diğer taraftan, bu ayar sayesinde, kaynak akımı ayarı daha az kritik olur. Dikişli kaynak makinelerinde disklerin ilk dönmesi anındaki başlangıç şartlarına akımın adaptasyonu, bu kontrol sayesinde mümkündür. (10)

5.1.3- Mekanik Kısım

Mekanik yapı özelliklerine bakarak, dört temel direnç punta kaynak makinası vardır. Sallanan - kollu, sıkıştırıcı, taşınabilir ve çok elektrotlu makineler.

Sallanan - kollu makineler en basit sabit punta kaynağı makineleridir ve ayak - kontrollü, hava - silindirli ya da motorla çalışarak kullanılacak şekilde yapılmışlardır. Makina, çalıştırma metoduna bakmaksızın, transformatör, dik ayarlanabi-

lin alt yatay boynuz, açma kapama anahtarı, hareketli kola bağlı bir üst boynuz ihtiva eder.

Hareketli - kollu makinalar 300 - 1200 mm boğaz derinliğinde ve transformatör kapasitesi 10 ila 300 kVA arasında imal edilir.

Ayakla kontrol edilen hareketli- kollu makina, bir çubukla bağlı iki basit koldan ve bir yaydan oluşur. Ayak koluna uygulanan kuvvet, yaydan hareketli kol çubuğuna, oradanda kaynak elektrotuna iletilir. Bu makina en iyi atelyeye uygulanabilir olup, kısa üretim sürelerinde kullanılabilir.

Havayla çalışan bir makinada, ayak koluyla yer değiştirmiş bir hava silindirine ve ayakla çalışan bir makinadaki gibi bir yaya sahiptir. Hava silindirin darbesi, gerekli elektrot sıcaklığına, silindirin çapıda gerekli elektrot gücüne ve boğaz derinliğine oranlı olmalıdır. Verilen her hangi bir silindir çapı; darbe ve çalışma hava basıncı, kaynak gücü ve elektrot açıklığı arttıkça azalır. Hareketli kol ekseni ve silindir bağlantısı arasındaki uzaklık değişmez. Herhangi bir silindir tarafından sağlanan kaynak kuvveti, hava basıncıyla doğru orantılıdır ve basınç regülatörüyle kontrol edilir.

Motorla- çalışan makinalar, ayakla - çalıştırılan makinalara çok benzemekle birlikte, hareketli - kolun ayakla çalıştırılan bir mil yerine güç- sürmeli bir mülle çalışması yönünden birbirinden farklıdırlar. Makina, yay tamamen sıkıştırılmadan çalışmaya başlatılmaktadır, çünkü bu motorun durmasına neden olur. Elektrot açıklığı, boğaz derinliği ve kaynak milinin yükselmesine göre belirlenir. Kaynak kuvveti, yay sıkıştırmasının miktarına ve baskı oranına bağlıdır.

Motorla çalıştırılan makinalar genelde, ayakla çalıştırılan ya da havayla çalışan makinalara göre ayarlanması ve kontrol etmesi daha güç makinalardır ve uzun süreli üretim için ya da orta basınçlı havanın ya da basınçlı havanın elde edilmesi güç olduğu durumlarda en uygun modeldir.

Eski tip makinalar, düz bir doğru üzerinde dik hareket edebilen bir kaynak başlığı ve üst elektrotta sahiptir. Kaynak başlığı mil yatağı içine konur. Bu makinalar, 1300 mm' ye kadar bogaz derinliğine ve 5- 600 kVA ya da daha fazla transformator kapasitesine sahiptir. Bazı tezgah üstü modeller, 25-50 mm' lik bogaz derinliğine, 5 kVA'dan az güç ihtiyacına sahip olup radyo araç- gereç, dişçilik, mücevherat işlerinde kullanılmaktadır.

Kaynak kuvveti, hava ya da hidrolik silindirle sağlanır; elle kontrol ise sadece küçük, tezgah üstü tip makinalarda kullanılır.

Hava silindirleri genelde, kaynak transformatorü 300 kVA ya kadar kapasiteli makinalarda kullanılır, fakat pratik kullanım alanı, transformator kapasitesi 500 kVA' dan büyük makinalardır.

Baskı tip kaynak makinaları, punta ve iz düşüm (projeksiyon) kaynağının her ikisi içinde tasarlanmıştır. Tablalar ya da düzlemler, projeksiyon kaynağı için gerekli sabitleştirme kalıpları olarak sağlanmıştır ve sabitleştirici, elektrot tutucular da punta kaynağı için dizayn edilmiştir. Plakalar, tokmak ve hava yada hidrolik silindirler, tek bir merkez doğruya sahiptir. Standart makinaların üstünde, punta kaynağı elektrotları, merkez doğrunun 150 mm önünden bağlanmıştır. Alt plakayı destekleyen dizlik, punta kaynağı elektrotlarının boyalarının

ya da izdüşüm kaynağı kapılarının kalınlığındaki değişimleri dengelemek için dik olarak ayarlanabilir. Bazı punta kaynağı uygulamalarında, iş parçasına açıklık kazandırmak için, dizlik bir kol ya da boynuzla değiştirilebilmektedir.

Taşınabilir makinalar, ya da tabancalar için makineye getirilmesinin pratik olmadığı durumlarda punta kaynağı yapmak için kullanılır ve genellikle de dört temel birimden oluşur:

1. Taşınabilir kaynak tabancası,
2. Kaynak kontaktörü ve sıra zamanlayıcısı gibi elektriksel kontroller,
3. Sekonder kablolar ve kaynak tabancasıyla transformatör arasındaki gücü taşımak için gereken hortum.

Taşınabilir kaynak tabancası, su soğutmalı elektrot tutucuları, hava veya hidrolik silindir, el sapı ve başlatma anahtarından oluşur. Tabanca genellikle ayarlanabilir bir dengeleme ünitesinden asılır.

Kaynak kuvveti, hava ya da hidrolik silindirle sağlanır. Hidrolik basınç, genellikle, bir hidrolik iticisiyle sağlanır.

Taşınabilir makinadaki sekonder kayıpların fazla olması nedeniyle, bu makinalarda kullanılan transformatörler, eşit değerdeki sabit makinelerin kullandığı sekonder voltajın iki ya da dört katını kullanırlar.

Transformatör, açıcı anahtarları, elektriksel kontroller ve hava hattı aksesuarları, çalışma alanının üstünde bir kirişe bağlanır. Kirişin diğer ucundaki yay dengeleyicisidir ve kaynak tabancasını karşı yönden dengeler. Tabanca, dengeleyicinin dik hareketinin kapasitesi kadar bir hareket yeteneğine sahiptir ve çalışanın ulaşabileceği bir noktadadır. Kiriş 360° döndürülebi-

lır ve sonuçta sekonder kabloların uzunluğuna bağlı bir çalışma alanı sağlar.

Kaynak akımı, transformatör uçları arasında iletilir ve tabanca uçları ikinci bir kablodan, genellikle de düşük impedanslı ya da tepkisiz olarak iletilir. Bu tipte bir kablonun, iç direnci sıfıra yakındır ve yüksek bir g faktörüne neden olur, kVA gereksinimini azaltır. Fakat, su soğutması gereklidir. Sekonderin elektrik kablolarıda dahil olmak üzere hava ya da hidrolik basınc hortumları, soğutma suyu hortumları ve başlatma anahtarının kablosu, genellikle düşük voltaıda çalıştırılır.

Taşınabilir kaynak makinalarının bazı tipleri, transformatör ve tek bir taşınabilir ünite içinde toplanmışlardır, fakat bunlar daha önceki paragraflarda tarif edilen ayrı birimlerden oluşan makinalara göre daha düşük kapasiteye sahiptir.

Çoğu kez metal parçaları takviye olmaksızın kullanmak için verimli değildir, şeklinin uygun olmayışı nedeniyle yerleştirilip sıkıştırmak ve kaynak yapmak için birden fazla adamı istihdam etmek gerekebilir. Üretim hacmi yapılması gereken kapital yatırımları karşılayacak kadar yüksek olduğunda, tek adamla verimli kullanım için taşınabilir bir tabancayı özel bir kaynak makinasına adepte etmek ekonomik olabilmektedir.

Çok elektrotlu makinalar, özel amaç makinaları olarak adlandırılırlar ve genellikle özel bir iş için tasarlanıp yapılırlar. Bu makinalar, çok sayıda montajın yapılacağı durumlarda ya da bir montajda çok sayıda kaynağın yapılacağı durumlarda, makinanın ilk maliyetinin yüksek olmasına rağmen, punta kaynağının her seferinde bir tane yapılmasından daha ekonomik

oldugu durumlarda kullanilir. Bu makinalarin çogu, çok transformatorlü tiptedir, her kaynak tabancası ya da tabanca çiftleri kendi özel transformatorüne bağıdır ve tüm kaynaklar seri halde yapılabilecegi gibi sıraylada yapılabilirler. Bu tür servisler için üretilen transformatorler, iki sekonderle bağlanır ve her transformatorë iki tabanca saglama imkanı verir.

Örneğin, 50 mm çaplı ikili hava silindirleri, 0,6 mm kalınlığında soguk haddelenmiş çeligin punta kaynagi yapılmasında kullanilabilir. İkili silindirler 100 mm çapında ise 3 mm kalınlığındaki çelige kadar kaynak yapılabilirler. Punta kaynagi aralıkları, silindir çapı tarafından sınırlanır. Küçük çaplı yüksek basınçlı hidrolik silindirler, daha kalın metaller için kullanilabilirler.

Çok elektrotlu punta kaynagi makinalarının asıl kullanım alanı, otomotiv endüstrisidir. Makinaların mekanik kısmı ile ilgili detaylar altıncı bölümde buzdolabi sanayiinde sıkça kullanılan bir model üzerinde incelenecektir. (1,10,12)

5.1.3.1 - Tek Fazlı ve Üç Fazlı Dogru - Enerji Makinaları

Punta kaynagi makinalarının seçimi, tek fazlı ve üç fazlı enerji makinaları arasında, makina yeterliliği ilk operasyon ve bakım masraflarına göredir. Elektrik gücünün sınırlı olduğu bir fabrikada, yüksek kapasiteli bir makinaya ihtiyaç duyulduğunda, güç faktörü ve güç kaynagındaki üç faz arasındaki yük dengesi ele alınmalıdır.

Tek fazlı makinalar, üç fazlı makinalardan daha yaygın

olarak kullanılmaktadır. Tek fazlı makinalar, üç fazlı makinalardan daha basittirler, satın alma maliyeti daha düşüktür ve makinanın kurulması, bakımı daha kolaydır. Uygun kontrollere yapılarak cihaz donanımı yapıldığında, tek fazlı makinalar üç fazlı makinalar kadar performansa sahiptir ve aynı ölçüde ve hızdadır.

Tek fazlı makinaların iki dezavantajı düşük güç faktörü (yaklaşık % 40 - % 50) ve yüksek kVA ihtiyacıdır (yaklaşık aynı kapasitedeki üç fazlı makinaların iki katı). Bir direnç kaynağı için ihtiyaç süresi çok kısa olduğundan, kaynak sırasında tüketilen elektrik gücü miktarı küçük bir değerdir. Bununla birlikte, eğer kaynak makinasının yükü, bir fabrikada toplam elektrik yükünün hissedilir bir parçasıysa; kullanım dışında hazır beklemede sarfedilen enerji, kaynak anındaki harcanan enerji güç faktörü, tek fazlı makina kullanıldığında, üç fazlı makinanın sadece tek fazını çekse bile daha büyük olacaktır. Eğer kaynak makinası yükü toplam fabrika elektrik yükünün küçük bir bölümü ise, yada büyük elektrik gücünün elde edilebildiği endüstriyel alanlarda ise, sabit elektrik giderleri genellikle minimumdur.

Tek fazlı makinaların düşük güç faktörleri ve yüksek kVA ihtiyacı, çoğu durumda maliyet avantajları nedeniyle göz ardı edilmektedir. Pekçok tek fazlı makinanın kullanıldığı fabrikalarda, kVA ihtiyacını azaltmak için yük ağırlığı üç faz arasında dağılacak şekilde bağlantı yapılabilir.

Üç fazlı makinalar, elektrik gücünü güç sağlama hattından üç fazın hepsini de alırlar ve genelde iki tiptedirler. Tek fazlı makinalardan sadece elektrik ve konstrüksiyon (yapı)

bakımından farklıdırlar. Tek fazlı bir makinanın transformatörü, tek sarıma sahiptir. Üç fazlı makina, üç primer sarımlı bir transformatöre sahiptir.

Üç fazlı makinalar, tek fazlı makinalara göre güç faktörü ve kVA ihtiyacı yönünden daha avantajlıdır. Aynı kapasitede üç fazlı bir makinanın güç ihtiyacı, tek fazlı makinaninkinden % 50 daha azdır. Bu ihtiyaç güç sağlama hattının üç fazına birden dağılır.

Çok sayıda makinanın yer aldığı ya da güç kaynağı yeterli olduğunda, üç fazlı makinaların ekstra maliyeti göz ardı edilebilir. Aynı zamanda üç fazlı bir makina ince bir metalin kaynağında ya da kaynak zamanının üç ya da daha az devirli olması halinde uygun değildir. Üç fazlı makinalar, genellikle çok elektrotlu ya da çok transformatörlü makinalara uygulanmaz .
(1,12)

5.2 - ELEKTROTLAR

Direnç kaynağında, iş parçasını sıkıştıran ve sekonder uçlarına bağlanan iletkenliği yüksek malzemelere ELEKTROT adı verilir. Bu elektrotların şekli, kaynak ve makinanın şekliyle yakından ilgilidir.

Kaynak kalitesinde, elektrot biçim ve özelliklerinin büyük etkisi görülmektedir. Uygun elektrot seçildiği zaman hata payı azalmaktadır. Ayrıca seçilen elektrotun kaynak şartlarından minimum zararı görmesi içinde gerekli tedbirler (su ile soğutma v.b.) alınmalıdır. Elektrotların belli başlı özellikleri şunlardır:

- 1 - Yüksek elektrik ve termik iletkenlik,

- 2 - Yüksek mekanik dayanım,
- 3 - Yüksek sıcaklıkta sertlik,
- 4 - Kaynak noktasında yapışmama kabiliyeti,
- 5 - Kaynak amacına uygun uç şekli ve koruyucu tedbirleri içermesi.

Elektrotlar (ki genellikle bakır alaşımdır) yapılacak işin durumuna göre uygun formlarda hazırlanmalıdır. Bunu yapan makina gücü (kVA), elektriksel yeterlilik (temas yüzeyinin yeterli olması ve kısa devre olmaması) gibi etkenlerde gözönünde bulundurulmalıdır. (12)

5.2.1 - Elektrotların Fonksiyonu

Dirençli punta kaynağında elektrotlar üç ana fonksiyonu yerine getirir:

- 1 - Kaynak akımının iş parçasına iletilmesi,
- 2 - Tatminkar bir kaynak üretmek için, kaynak alanı içinde iş parçalarına gereken güç miktarının iletilmesi,
- 3 - Isıyı kaynak bölgesinden dışarıya hızla yaymak.

Kaynak operasyonu sırasında, elektrotlar, yüksek sıcaklıklarda büyük basma kuvvetlerine maruz kalmaktadır, bu nedenle sık sık yeniden kaplanıp periyodik olarak da yenilenmeleri gerekmektedir. Çünkü, iş parçalarına iletilen akım sabit alanda odaklanmalıdır ve elektrotlar aşırı deformasyona uğramadan uygulanan kuvvetlere direnç gösterebilmelidir. Elektrot kuvveti, ısıtılmış iş parçalarını birlikte sıkıştırmasının yanı sıra, akımın odaklanma alanına akımın geçmesini sağlar. (1,10)

5.2.2 - Elektrotların Bakımı

Dirençli punta kaynağında, istenilen bir kaynak kalitesi elde etmek için şekil, ölçüler, elektrot uçlarının ya da temas yüzeylerinin durumu oldukça önemlidir. Elektrot uçlarının şekil ve ölçüleri mekanik aşınma ve deformasyonu ya da ''mantarlaşıma'' sı, uç malzemesine ve tasarımına, operasyon sıcaklığına, kaynak kuvvetine, ısıtma ve soğutma hızlarına bağlı olarak etkilenir.

Elektrot ucu ve iş parçası arasında alaşım meydana gelmesi, elektrot ucu bozulma hızını arttırır. Bozulma özellikle, kaynak yapılırken bakır alaşımli elektrotların kullanılması halinde, iş metalin kalay, çinko ya da aliminyum kaplandığı durumlarda elektrot metaliyle alaşım oluşturma şansı nedeniyle oldukça yüksektir.

Bu tür hatalı, zayıf ya da yanlış kaynaklardan, düzensiz şekilde kaynaklardan, hatalı çukurlardan, yanma ya da çalışma yüzeyinin renginin atmasından ve çalışma yüzeyine elektrot toplanmasından kaçınmak için elektrot ucunun durumu dikkatli bir şekilde tasarlanmalıdır. Elektrot uçları programlı (düzenli) aralıklarla gerekiyorsa kaplanmalı ve değiştirilmelidir.

Elektrot bakım programı, atelye ya da fabrikanın kendi özel ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde düzenlenmelidir. Koruyucu bakım, çok elektrotlu tutucuların kullanıldığı durumlarda her puntada direncin homojenliğini sağlamak açısından oldukça önemlidir. (1,12)

5.2.3 - Elektrot Malzemeleri

Punta kaynağı için kullanılan elektrot malzemeleri, ye-

terli ısı ve elektrik iletkenliğine, ve yeterli derecede düşük temas direncine sahip olmalıdır, böylece iş parçasının yanması ya da elektrotla alaşım yapması engellenir ve aynı zamanda çalışma basıncı ve sıcaklıklarında deformasyona direnç göstermesi için yeterli mukavemete de sahip olur. Çünkü elektrotun iş parçasıyla temas eden bu kısmı, kaynak sırasında sıcaklıkla doğru orantılı olarak ısınır, aynı zamanda buna ek olarak sertlik ve tav sıcaklığına da dikkat edilmelidir.

Elektrot malzemeleri RMWA tarafından iki kompozisyon grubu içinde sınıflandırılır. Bakıra dayalı alaşımlar ve refrakter-metal kompozisyonları. Bu sınıflandırmalar, çok geniş alana yayılmış kaynak elektrotu malzemelerini, çoğu uygulamaya cevap verecek nitelikte, içinde bulundurmaktadır. (12)

5.2.3.1 - Bakıra Dayalı Alaşımlar (RWMA Grup A)

Tablo 5.2'de, çeligin dirençli punta kaynağı için kullanılan elektrot malzemeleri olan bakıra dayalı alaşımların minimum özellikleri verilmektedir. Bu grup sınıf 1, 2 ve 3'ü kapsar. Ayrıca malzemelerle ilgili özellikler Tablo 5. 3'de verilmektedir.

5.2.3.1.1 - Sınıf 1 Malzemesi

Bakıra dayalı bir alaşım olup %1 kadmiyum ve % 99 bakır içeren kompozisyondadır. Yüksek elektrik ve ısı iletkenliğinin yanı sıra, yüksek mukavemet ve sertliğe sahiptir. Sınıf 1 malzemesi, ısıl işleme tabi tutulmaz, ancak soğuk işleme (deformasyonla) mukavemeti arttırılıp sertleştirilebilir, bu da

Tablo 5.2- RWMA Grup A, Sınıf 1,2,3 Elektrot Malzemelerinin Minimum Özellikleri (1)

Elektrot Capi (mm)	Gerilim (kg/cm)			Rockwell B			Elektrik İletkenliği (% IACS) (*)			Çekme Mukavemeti (kg/cm)			Uzama (50 mm de %)		
	S1	S2	S3	S1	S1	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
	<u>YUVARLAK CUBUK MALZEMELER</u>														
25'e Kadar	1230	2461	3515	65	75	90	80	75	45	4220	4570	7050	13	13	9
25-50	1055	2110	3515	60	70	90	80	75	45	3870	4150	7030	14	13	9
50'den Büyük	1055	1760	3515	65	65	90	80	75	45	3515	3870	6680	15	13	9
	<u>KARE DİK DÖRTGEN VE ALTİGEN CUBUKLAR</u>														
25'e Kadar	1410	2461	3515	55	70	90	80	75	45	4220	4570	7030	13	13	9
25'den Büyük	1055	1760	3515	50	65	90	80	75	45	3515	3870	7030	14	13	9
	<u>DÖVMELE</u>														
25'e Kadar	1410	1550	3515	55	65	90	80	75	45	3170	3870	6610	12	13	9
25-50	1055	1475	3515	50	65	90	80	75	45	2820	3870	6610	13	13	9
50'den Büyük	1055	1410	3515	50	65	90	80	75	45	2820	3870	6610	13	13	9
	<u>DÖKÜM MALZEMELER</u>														
Tamamı	....	1410	3165	..	55	90	..	70	45	....	3170	5980	..	12	5
<p><u>Nominal Kompozisyonlar:</u> Sınıf 1 (S1), %1 Kadmiyum, geriye kalanı bakır; Sınıf 2 (S2), %0.8 krom, geriye kalanı bakır; Sınıf 3 (S3), %0.5 Berilyum, %1 Nikel veya Kobalt, geriye kalanı bakır.</p> <p>* : Uluslararası tavlama bakır standardı.</p>															

yüksek elektrik ve ısı iletkenliği üzerinde bir etki yaratmaz. Sınıf 1 malzemesi, kalay kaplı düşük karbonlu çeligin, çinko ya da kromun; pullu sıcak çekilmiş düşük karbonlu çeligin; aliminyum ve magnezyum alaşımları gibi bazı demir dışı metallerin punta kaynağının yapılmasında ısrarla tavsiye edilir. Bu malzeme, çekme çubuk, dövme, folyo ve plaka halinde bulunabilir. (1)

5.2.3.1.2 - Sınıf 2 Malzemesi

Bakıra dayalı bir alaşım olup, kompozisyonu % 0.8 krom, geri kalanıda bakır olacak şekildedir ve yüksek mekanik özelliklerinin yanısıra sınıf 1 malzemesine göre düşük elektrik ve ısı iletkenliğine sahiptir. Optimum fiziksel ve mekanik özellikler, ısıl işleme ya da bir ısıl işlem soğuk deformasyon kombinasyonuyla geliştirilir. Sınıf 2 malzemesi en iyi genel amaçlı elektrot malzemesidir ve çok geniş çapta metalle ve farklı durumlarda kullanılabilir.

Sınıf 2 malzemesi, soğuk çekilmiş düşük karbonlu çeligin, nikel kaplamalı çeligin, sıcak çekilmiş tuzlu suda soğutulmuş düşük karbonlu çeligin, paslanmaz çeligin ve bakıra dayalı alaşımların, örneğin silikon bronz ve nikel gümüşün punta kaynağı yapılmasında kullanılır. Bu malzeme aynı zamanda kollar, miller, kalıplar, plakalar, tabanca dişleri ve yük taşıyan direnç ekipmanı parçaları için de uygundur. Sınıf 2 malzemesi çekilmiş çubuk, folyo rulosu, plaka ve dövülerek şekillendirilmiş hallerde elde edilebilir durumdadır. Sınıf 2 elektrotları bu çalışmada elektrot malzemesinin tanıtıldığı tüm örneklerle kullanılabilir.

5.2.3.1.3 - Sınıf 3 Malzemeleri

Bakıra dayalı bir alaşım olup, % 0.5 berilyum, % 1.0 nikel (bazen iptal edilir), % 1.0 kobalt, kalanıda bakır olan bir kompozisyona sahiptir. Sertleştirilir bir alaşım olan sınıf 3 malzemesi, yüksek mekanik özelliklere sahip olmasına rağmen, sınıf 1 ve sınıf 2 malzemelerinin sahip olduğu elektrik ve ısı iletkenliğinden daha düşük değerlere sahiptir.

Sınıf 3 malzemesinin yüksek sertliği, iyi aşınma direnci ve yüksek tav sıcaklığı orta derecedeki elektrik iletkenliğiyle biraraya geldiğinde (%45 ' den %50 'ye IACS) bu onu, yüksek basınç ve iş parçası direncinin yüksek olduğu punta kaynağı uygulamalarında iyi bir malzeme yapar. Bu malzeme kalın düşük karbonlu çelik kesitlerinde, paslanmaz çelik malzemelerde kullanılabilir.

Sınıf 3 malzemesi, çekme çubuk, folyo, döküm ve dövülmüş hallerde elde edilebilir durumdadır. (1,10)

5.2.3.2 - Refrakter Metal Kompozisyonu (RWMA GrupB)

Tablo 5.4 'te, çeligin direnç punta kaynağında elektrot malzemesi olarak kullanılan refrakter metal kompozisyonları için, minimum özellikler verilmektedir. Bu grup sınıf 10 ile 14 arasını kapsar.

Bu elektrot malzemeleri, yüksek ısı, uzun kaynak süresi, yetersiz soğutma ya da yüksek basıncın, bakıra dayalı alaşım- larda hızlı bozunmaya yol açtığı hallerde kullanılmaktadırlar. Bunların arasında seçme yaparken, her uygulama için ayrı ayrı, elektrot tasarımı ve iş parçası, karşı elektrot ve punta

kaynağı ekipmanının tipi bazında, ele alınmalıdır. Bir bakır alaşımı çelığe kaynak yapıldığında, grup B elektrodu bakır alaşımına teması sağlamak ve grup A sınıf 1 ya da sınıf 2 elektrodu çelığe teması sağlamak için kullanılır. (1,12)

5.2.3.2.1 - Sınıf 10 Malzemesi

Yüksek ergime noktalı bakır- tungsten refrakter metaldir ve bakıra dayalı alaşımların yüksek sertlik ve diğer refrakter metal kompozisyonlarınınca sağlanan yüksek mukavemet arasında dengeli olmayı gerektiren punta kaynağı elektrotu yüzlerinde kullanılmak üzere tavsiye edilir. (1)

5.2.3.2.2 - Sınıf 11 Malzemesi

Hacime, %42 bakır, %58 tungsten kompozisyonunda bir refrakter metaldir ve yüksek sertliğine karşılık sınıf 10 malzemelerinden daha düşük elektrik iletkenliğine sahiptir. Özellikle de demir içeren metallerin punta kaynağında, örneğin, paslanmaz çelikte kullanılması tavsiye edilir. (1)

5.2.3.2.3 - Sınıf 12 Malzemesi

Bir bakır - tungsten refrakter metaldir ve sınıf 11 malzemesinden daha yüksek sertliğe ve daha düşük elektrik iletkenliğine sahiptir. (1)

5.2.3.2.4 - Sınıf 13 ve 14 Malzemeleri

Sırasıyla alaşımlanmamış tungsten ve alaşımlanmamış

molibden içerir. Bu iki malzemenin özellikleri, genellikle bakır alaşımlarının birleştirilmesi dışındaki uygulamalarda, düşük karbonlu çeligin dirençli punta kaynağında gerekli değildir.

Özel alaşımlar, örneğin bakır- zirkonyum ve bakır- kadmiyum- zirkonyum sınıf 1 ve sınıf 2 malzemelerine benzer özelliklere sahiptir ve direnç kaynağı elektrotları olarak kullanılırlar. Bu malzemeler, çinko, alüminyum, kalay, kadmiyum kaplanmış çeligin ve alüminyum, magnezyum alaşımlarının punta kaynağı için uygundur.

Sınıf 1 malzemesinin kullanılabilirdiği herhangi bir uygulamada, elektrot yüzünün tavlama karşı yüksek direnci gerekiyorsa, sınıf 13 ve 14 malzemeli elektrotlar kullanılabilir.

Tablo 5.3- Elektrot Malzemeleri ve Özellikleri (4)			
MALZEME	Bileşim %	Elektrik İletkenliği (a /mm ²)	Brinell Sertlik (daN.mm ²)
Elektrolit Bakır	99.9 Cu	56	85-105
Gümüş-Bakır	2-8 Ag	50-29	80-20
Kadmiyum-Bakır	0.9-1.2 Cd	50-45	100-120
Krom-Bakır	0.7 Cr	47	150-170
Berilyum-Bakır	0.6-1.3Be, 0.3Ni	53-30	136-290
Volfram-Bakır	0.06-0.29 Cr 55-60 W	25-22	225

Tablo 5.4- Refrakter Metal Kompozisyonlu RWMA Grup B Elektrot malzemeleri için minimum özellikler (4)			
Sınıf	Rockwell Sertliği	Elektrik İletkenliği % IACS (c)	Basma Mukavemeti (kg/cm ²)
10	B72	35	9490
11	B94	28	11250
12	B98	27	11950
13	B69	30	14060
14	B85	30	.....

(c) : Uluslararası Tavlama Bakır Standartları

5.2.3.3- Mallory Elektrot Malzemeleri

Buzdolabı sanayiinde kullanılan ve en yüksek verime sahip elektrot malzemesidir. Daha önce anlatılan elektrot malzemelerinden pek farkı yoktur. Sadece, kaynak edilecek parçaların fiziksel ve kimyasal yapısı belli olduğundan, yapı itibariyle (dizayn ve alaşım) özelleştirilmiştir. Mallory elektrot malzemeleri Türkiye piyasasında üretilmekte ve tüketilmektedir.

Mallory elektrot malzemesinin en önemli özelliği, yüksek iletkenliğini, mukavemetini ve sertliğini "çökeltme sertleştirme" (precipitation - hardening) metoduyla kazanmış olmasıdır. Ayrıca diğer malzemelerden farklı olarak, ilk göze çarpan 500 °C sıcaklığa kadar özelliklerini kaybetmemesidir. Çeşitleri şöyledir:

Mallory 3 ; Krom - bakır alaşımı olup özellikle çelik levhaların nokta ve dikiş kaynağı için uygundur. Mallory 3 malzemesinden yapılan döküm parçalar çok iyi sonuç vermektedir. Bu malzemeden, paslanmaz soğutma borularıyla birlikte dökülen nokta ve dikiş kaynağı için deve boynu, elektrot mili elektrot yatağı, gibi parçalar mevcuttur. Bu soğutma borusu ile birlikte yapılan dökümlerde soğutma işlemi daha randımanlı olmaktadır.

Mallory 328 ; "Mallory 3" den geliştirilmiş olan bu malzeme içine zirkonyum ilave edilmiş bir bakır krom alaşımıdır. Mallory 3' den daha üstün vasıfları haizdir.

Çetin çalışma şartlarında çatlamaya ve yapışmaya mukavimdir. Özellikle teneke ve diğer kaplanmış çeliklerin kaynağında olduğu kadar normal çelik levhaların kaynağında da uy-

gundur. Aliminyum alaşımları ve paslanmaz çelikler içinde kullanılabilir.

Mallory 100 ; Bu alařım kobalt ve berilyum ihtiva etmekte olup iletkenliđi oldukça iyidir. Mallory 3 ve 328'den daha serttir. Özellikle ısı iletkenliđi dūřuk alařımlar ve paslanmaz elik gibi yūkksek dirençli levhaların kaynađı için uygundur. Bundan bařka bilhassa bukel kaynađı kalıplarında elektrot olarak veya "elkonite " geçme yūzey parçalarına destek olarak kullanılmaya çok uygundur.

Mallory 73 ; Bakır, berilyum ve kobalt alařımıdır. Son derece sert ve ařınmaya mukavimdir, ancak iletkenliđi nisbeten dūřuktur. Bu sebepten dolayı uzun ebatlı "alın kaynak kalıplarında" kullanılmaya mūsaittir. Yūzeyinde, zamanla berilyum oksit tabakası teřekkūl ettiđinden, kullanma sahası sınırlıdır.

Elkaloy A ; Kadmiyum - bakır alaşımı olup kaplanmış çeliklerin kaynağında kullanılmaktadır, ancak Mallory 328'in sahip olduğu yūkksek sertliğe ve deformasyona, mukavemete sahip değildir. Diđer Mallory bakır alaşımlarında ayrı olarak Elkaloy A özelliklerini bir tavlama sonucu elde etmektedir. Őekil 5.10'da Mallory 328, Mallory 3 ve Bakır-kadmiyum alaşımının ısıya gōre değişimi verilmiştir.

5.2.3.4 - Elkoniteler

Elkoniteler, gerçek alaşım meydana getirmeyen metallerin, toz metal metallurjisi teknikleriyle birleştirilmesinden elde edilmektedir. Bu Şekilde elektrik iletkenliği iyi, sert-

ligi yüksek ve yumuşama ısısı son derece yüksek malzemeler elde edilmektedir.

Bu özelliklerin bir kısmı ideal elektrot özellikleridir, ancak toz metallurjisi tekniğiyle imal edilmelerinden dolayı, bünyelerinde sert ve yumuşak zerrecikler ihtiva etmektedirler. Yüksek akım ve yüksek basınç kullanılan punta kaynağında kullanıldıklarında, yumuşak kısımlar aşınmakta ve sert kısımlar ise çikinti olarak kalmaktadır. Bunun sonucu olarak kaynak esnasında temas noktalarında yüksek direnç meydana gelmekte ve yüksek akım yoğunluğundan dolayı parçalar yanmaktadır.

Bu sebeplerden dolayı, Elkonitelerin kullanılma sahası bukel kaynağı ve alın kaynağı için geçme yüzey parçalarıyla sınırlıdır.

Sıcak perçinleme gibi uygulamalarda yumuşama ısılarının ve temas dirençlerinin yüksek olması Elkoniteler için bir avantaj teşkil etmektedir. Çeşitli mallory elektrot malzemelerin özellikleri ve kullanma sahaları Tablo 5.5'te özetlenmiştir.

Mallory alaşımlarının özellikleri genellikle ısı işleme sonucu elde edildiğinden, bu malzemelerin birbirine kaynak edilmesinden kaçınılmalıdır. Halbuki Elkoniteler 1000 °C'ye kadar özelliklerini muhafaza etmektedirler.

Direnç kaynağı malzemesi olarak kullanılan Elkonitelerin esneme kabiliyeti yoktur ve dolayısıyla geçme parça halinde kullanıldıklarında kırılma ihtimali vardır. Bu bakımdan bu çeşit geçme parçalara, uygun bir destek yapılmalıdır.

Elkonite parçaların destek parçalarına tutturulmaları

Tablo 5.5- Mallory Elektrot Malzemelerinin Özellikleri ve Kullanma Sahaları

Elektrot Malzemesi	Ebat		Sertlik e			iletkenlik % IACS	Yumuşama İsisi C	%0.2 uzama mukavemeti		Gerilme Mukavemeti		50 mm malzemede uzama %	Tavsiye Edilen Kullanma Sahası
	inc	mm	Rockwell	Vickers	Brinell			ton/inc	kg/mm	ton/inc	kg/mm		
Mallory 3 ve 328													
Cubuk(yuvarlak)	0.31	8	75-80B	138-150	137-150	80	500	31	49	34	53	15	Mallory 3
Cubuk(kare,dikdört- gen)	0.31-1.0	8-25	80-83B	150-158	150-159	80	500	31	49	34	53	15	Celik nokta ve dikis kaynagi
Dövme	1-1.5	25-38	75-80B	138-150	137-150	80	500	31	49	34	53	15	Mallory 328
Döküm	1.5-2	38-50	70-75B	126-138	125-137	80	500	31	49	34	53	15	Celik,kaplamis celik ve hafif alasiilar icin paslanmaz celik icin Mallory 100'e alternatif teskil etmektedir.
	2'ye kadar	50'ye kad.	70-75B	126-138	125-137	80	500	31	49	34	53	15	Mallory 3 ve 328
	2'den yuk.	50'den yu.	65-70B	116-126	116-125	80	500	31	49	34	53	15	Elkonite Isaretler icin destek
	---	---	60-83B	108-158	107-159	80	500	20	31	30	47	15	
	---	---	65-74B	116-135	116-135	75	500	18	28	22	34	15	
Mallory 100													
Cubuk(yuvarlak,kare, dikdortgen)	---	6-25	90-103B	180-240	185-258	50	500	40	63	45	71	10	Is veya mukavia alasiilarin ve paslanmaz celigin nokta ve dikis kaynagi kor,alin ve bukel kaynagi kaliplari,Elkonite gecme parcalari icin destek
Dövme	---	---	90-103B	180-240	185-258	45	500	40	63	45	71	10	
Döküm	---	---	90-103B	180-240	185-258	45	500	35	55	40	63	6	
Mallory 73													
Cubuk	---	---	38-42 C	350-420	345-400	23	300	67	105	75	118	4	Ince celik levhalarin kaynagi icin uzun kor kaynak kaliplari
Dövme	---	---	38-42 C	350-420	345-400	23	300	67	105	75	118	4	
Döküm	---	---	38-42 C	350-420	345-400	20	300	44	69	50	79	2	
Elkolay A	3												
Sert Çekme Cubuk	--- - 1 8	10-25	51-64 B	94-114	88-105	85	250	25	40	30	47	20	Kaplamis celiklerin nokta ve dikis kaynagi
Elkonite													
20 w J	---	---	97-101 B	---	---	27-31	1000	---	---	42	66	---	Her turli celik icin bukel kaynagi
30 w J	---	---	99-101 B	---	---	27-30	1000	---	---	44	69	---	Alin ve kor kaynak kaliplari,gecme parcalari her turli celik kaynagi icin
20 K J	---	---	30-36 C	---	---	20-24	1000	---	---	38	60	---	'den buyuk percinlerin sicak percin- lenmesinde Hafif sicak percin mullari
100 M	---	---	85-95 B	---	---	30	1000	---	---	35	55	---	Yumusak lehim kalibi gec.Por.sert lehimleme mullari.
100 W	---	---	50 C	---	---	30	1000	---	---	22	35	---	

1 Mallory 3 ve 328 icin ayri ozellikler verilmiş olmakla beraber hakiki calisma sartlarinda 328 bu ozelliklerini 3'e nisbette daha cok muhafaza eden.Bu husus sekillerdeki mukayeseli sertlik de de gorulmektedir.

Mallory 328'in yumusama isisi 525 C'dir.

2 Vickers Elmas piranil ve Brinell degerleri Rockwell degerlerinden hesaplanmis olup yaklasik degerlerdir.
Tablodaki degerler tipik degerler olup opesifikasyon degerleri olarak kabul edilmeledir.

için tavsiye edilen usül, gümüş kaynağıdır. Ancak, iyi bir şekilde tutturulmuş olsa dahi, destek elemanı saf bakır gibi yumuşak bir malzeme olduğunda, Elkoniteden mamul geçme yüzey elemanlarının çatlama ihtimali mevcuttur. Bu bakımdan destek parçasının Mallory 100 veya 328 gibi, sert malzemeden imal edilmesi tavsiye edilmektedir.

Elkonite parçalarının kaynağı "Easy - flo" no.2 veya no.3 gümüş kaynağı alaşımı ve "Easy - flo" pastası ile yapılmaktadır. Küçük parçalar için no.2 kullanılabilir, ancak büyük parçalar için no.3 kullanılmalıdır.

Kaynak şu sıra takip edilerek yapılır:

1- Elkoniteden mamul geçme parça ve parça destek parçası, her türlü yağdan iyice temizlenmelidir. Kaynak edilecek yüzeyler temiz bir şekilde işlenmiş olmalıdır.

2- Elkonite'nin kaynak edilecek yüzeyi, " Easy-flo" pastası ile kaplanmalıdır.

3- Geçme parça, şalomo ile pasta eriyinceye kadar ısıtılmalı ve gümüş alaşımı kaynak malzemesi tatbik edilmelidir. Bütün yüzey alaşım ile ısıtılmalıdır, eğer burda güçlük çekiliyorsa "Tenacity flux" no.6 pastası kullanılmalıdır.

4- Elkonite geçme parçanın yüzeyi tamamen gümüş alaşımıyla kaplandığında, destek parçasının yüzeyine "Easy - flo" pasta sürülür ve destek parçası ısıtılır. Pasta eridiğinde Elkonite geçme parça yerine oturtmalı ve kaynak alaşımı eriyinceye kadar ısıtmaya devam edilmelidir. Lüzum görülürse, ilave gümüş alaşımı bu sırada tatbik edilebilir. Alaşım eridiğinde, Elkonite geçme parça destek üzerinde oynatılarak bütün yüzeyin ıslanması temin edilmelidir. Son olarak birleştir-

rilmiş parçalar yavaş yavaş soğutulur ve pasta artıkları sıcak suda tel fırça ile temizlenir. (10,12)

5.2.3.5- Nokta Kaynağı İçin Elektrot Malzemesi Seçimi

Nokta kaynağı için elektrot malzemesi seçiminde düşünülmesi gereken temel teknik hususlar, kaynak edilecek malzemenin ısı ve elektrik iletkenliği, sertliği ve erime ısıdır.

Genel kaide olarak yüksek ısı ve elektrik iletkenliğini havi malzemelerin kaynağı, iletkenliği yüksek elektrot kullanılmasını gerektirmekte, buna karşılık iletkenliği düşük malzemelerin kaynağında, nisbeten iletkenliği düşük elektrotlar kullanılabilir. .

Sert malzemelerin nokta kaynağında, yüksek basınç kullanılmakta ve bu da malzemesi sert elektrot gerektirmektedir. Kaynak edilecek malzemenin erime ısı düşük olduğu nisbette, kaynak esnasında kendini koyuvermesi ihtimali çoğalmakta ve iletkenliği yüksek elektrot kullanmayı gerektirmektedir.

Değişik kalınlıkta aynı cins malzemenin kaynağında düşünülmesi gereken en önemli unsur, malzemenin elektrik direncidir. Yüksek dirençli kalın bir levha, daha ince bir malzemeye kaynak edildiğinde, elektrik akımına karşı kalın levhadaki yüksek direnç ısının bu kısımda toplanmasına ve dolayısıyla kaynağın kalın malzeme içine gömülmesine sebebiyet verir.

Kaynak edilecek malzemeler arasında kalınlık farkı fazla olmadığında, kalın malzeme tarafında uç çapı daha büyük elektrot kullanılarak, bu kısımda akım yoğunluğu azaltılır ve kaynağın malzeme içine gömülmesi önlenir.

Kalınlık farkı büyük olduğunda, Mallory 100 gibi iletkenliği düşük bir elektrot ince levha tarafında ve Mallory 3 gibi iletkenliği yüksek bir elektrot da kalın levha tarafında kullanılmalıdır. Bu şekilde, ince levhada meydana gelecek ısı çoğalacak ve böylece ince ve kalın malzemedeki ısı dağılımı dengelenmiş olacaktır. (12)

5.2.4- Elektrot Tasarımı

Elektrot tasarımı, elektrotun dört yapısal özelliğini içerir; yüz, sap ya da gövde, elektrot tutucusuna tutturma yöntemleri, soğutma önlemleri (Şekil 5.8 ve 5.9)

Punta kaynağı elektrodu, iş parçasına doğrudan, ergime noktasının üstünden ya da altından temas eder ve bu küçük alan, kaynak sırasında tekrar eden yüksek sıcaklık ve basınca maruz kalır; böylece kopma olasılığı (kimyasal reaksiyonla ya da oksitlenme olabilir), alaşımın ve deformasyon, elektrot tasarımının başlıca ilgi alanıdır. Elektrot metali, iş metalinin ortamla etkileşimi ve alaşım yapmasını azaltırken, birinin yatkınlığı diğeri için önemlidir. Deformasyon gösterilen direnç, elektrot malzemesinin sertlik ve mukavemetine bağlıdır. Elektrot ucunun ölçüsü ve şekli, bazen elektrot malzemesinin içindeki uzlaşmayı dengelemek için iyileştirilip, geliştirilebilir.

Elektrot yüzeyinin ölçüleri, iş metalinin kalınlıkları kaynak külçesinin arzu edilen ölçüleri, şekli ve monte edilen parçanın boyutuna göre tesbit edilir.

Elektrot yüzü şekilleri, RWMA tarafından standartlaştırılmıştır. Şekil 5.9' da 6 adet standart yüz ya da burun

şekli gösterilmiş ve A'dan F'ye kadar harflerle isimlendirilmiştir. A tipi (noktalı) uca sahip elektrotlar, çap ucu çok geniş olan uygulamalarda kullanılırlar. D tipi yüzler (eksantrik), köşelerde ya da yukarı dönük kanatlarda kullanılırlar. Elektrot yüzlerini kaplamak için, kaynak makinası içinde ya da dışında özel aletler bulunur.

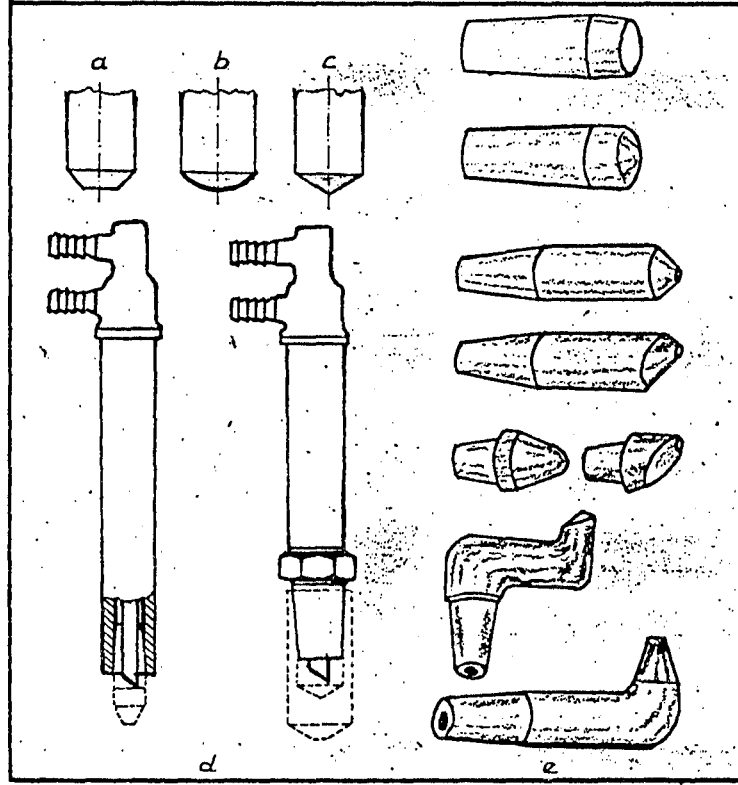
Elektrotlardaki soğutma delikleri, yuvarlak ya da kanallı şeklindedir. Kanallı delikler, yuvarlak deliklerden daha büyük soğutma yüzeyi sağlarlar. Soğutma delikleri, elektrot mukavemetini tehlikeye sokmaksızın, elektrot yüzüne mümkün olduğunda yakın olmalıdır.

Şekil 5.8'de gösterilen elektrot tasarımları, tüm uygulamalar için kullanılmaz. Aynı zamanda diğer elektrotlar da düğme şeklinde, tek bükümlü ve çift bükümlü, kare ya da dikdörtgen yüzler, düzensiz eksantriklik, erkek ya da dişli incelemeye ya da dişli başlıklar gibi değişik tiplerdedir.

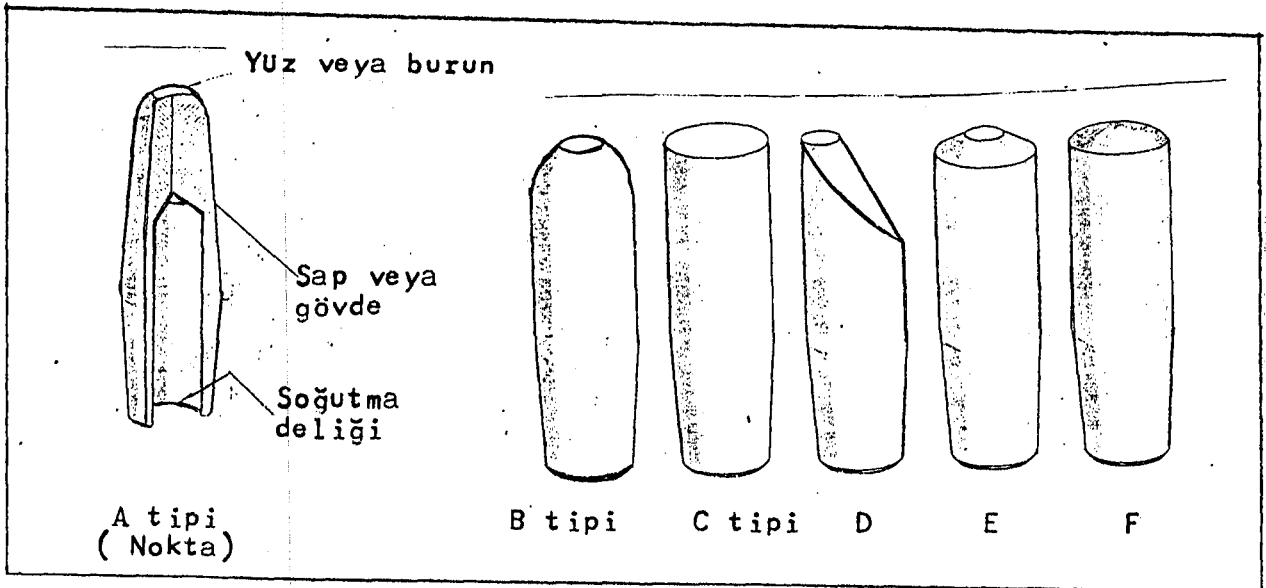
Değişik uç tasarımındaki düğmeler ya da başlıklar, özel adaptör saplarla kullanılırlar ve standart yuvalara yerleştirilirler. Kendi uygun adaptörleriyle değiştirilebilirler.

Elektrot ucunun çapı ya da temas yüzeyi, kaynak noktasının boyutlarını kontrol eder. Eğer, ucun çapı çok küçük ise meydana gelen punta kaynağı şartları sağlıklı olsa bile, kaynak zayıf olabilir. Küçük çaplı uçlar, aynı zamanda, ısı konsantrasyonu ve yüzeyde izlere, çökmelere neden olur.

Büyük çaplı yüzeylere sahip elektrotlar, yetersiz elektrot basıncı nedeniyle, özellikle de yüksek kaynak akım şiddetinde aşırı ısınmaya yol açar ve deliklere ya da kötü yüzey oluşumuna neden olur.



Şekil 5.8- Nokta kaynağında kullanılan elektrotlar (4)



Şekil 5.9- Nokta kaynağında kullanılan elektrotların uç formları (1)

Aşağıdaki amprik formülü kullanarak A, B, C, D, E ve F elektrotlarının yüz çapı belirlenebilir.

$$\text{Yüz çapı (mm)} = 2,54 + 2t \dots\dots\dots(5,6)$$

t; elektrotla temas eden ana metalin mm cinsinden kalınlığı.

Elektrotların sınıflandırılarak isimlendirilmesi için, RWMA dört parça kod numarası belirlenmiştir (Bakıra dayalı alaşımlar için) :

1 - A'dan F'ye kadar harfler yüz tipini gösterir (Şekil 5.9'a bakınız)

2 - 1'den 5'e kadar olan numaralar, RWMA'ya göre elektrot metalinin sınıfını gösterir.

3 - 3'den 7'ye kadar olan bir numara, RWMA sap ucunun incelenmesini, 3.175 ile çarpıldığında da karşılık gelen gövde çapını gösterir. (mm olarak)

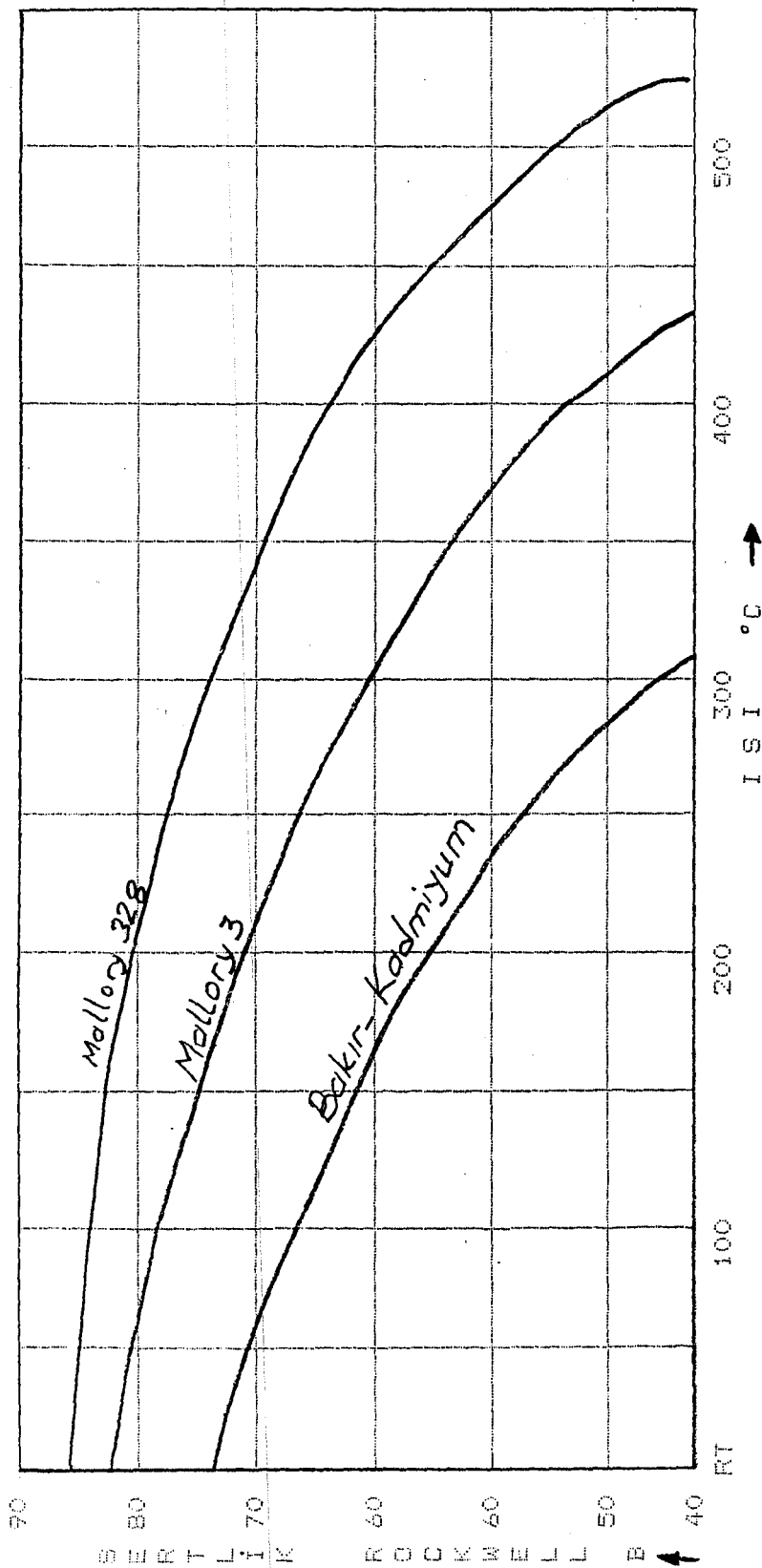
4 - İki haneli bir sayı da, elektrot uzunluğunu 6,35 mm'lik artış değeriyle ifade eder.

Sonuç olarak, RWMA kod numarası A - 2516 olan bir elektrot, A tipi yüze sahip (noktalı), sınıf 2 malzemesinden yapılmış, sap sonunda RWMA incelme ve 15.875 mm gövde çapında 101.6 mm uzunluğundadır.

B grubu (refrakter metal) elektrotlar için, isimlendirme kodu kurulmamıştır. Çünkü bu elektrotlar, yüz kaplaması takma düğme gibi ya da diğer standart olmayan formlarda kullanılmaktadır.

Elektrot biçim ve boyutları, ısı iletkenlik, akım yoğunluğu, kontakt direnci ve kaynak noktası için ön görülen boyutlara göre seçilmektedir. Elektrot ana uç biçimlerinden,

(ref. 12)



Sekil 5.10- Mallory 32B, Mallory 3 ve Bakır Kadmiyum alaşımının ısıya göre değişimi

türev biçimler de geliştirilebilmektedir.

Uç biçimi düz elektrotlar, özellikle yüzeyleri düz ve temiz çelik malzemeler ile demirdışı metaller için uygundur.

İyi iletken metaller ve alaşımlarının kaynağında (örnek olarak Al ve pring gibi) küresel uç biçimli elektrotlar kullanılır.

Konik uç biçimli elektrotlar da ise, okside olmuş ve yüzeyleri kavlanmış saçlar kaynak edilebilir. Şekil 5.11'de elektrot seçimi için nomogram verilmiştir.

5.2.4.1- Nokta Kaynağı İçin Elektrot Tasarımı

Nokta kaynak elektrotlar, bir sarf malzemesi olmalarından dolayı, mümkün olduğu kadar ufak, ekonomik ve randımanı yüksek olarak dizayn edilmelidir. Gerektiğinden fazla çap ve uzunluk malzeme sarfiyatından başka birşey değildir.

Mümkün olan her yerde, standart elektrotlar kullanılmalı, hususi hallerde de uygun bir elektrot yatağı dizayn edilerek yine standart ve dolayısıyla ekonomik bir elektrot kullanılmalıdır.

Tecrübe göstermiş tirki, en uygun elektrot şekli tepe açısı 120° olan kesik koni biçimidir.

Elektrot uç çapı için, amirik olarak şu formül yazılabilir :

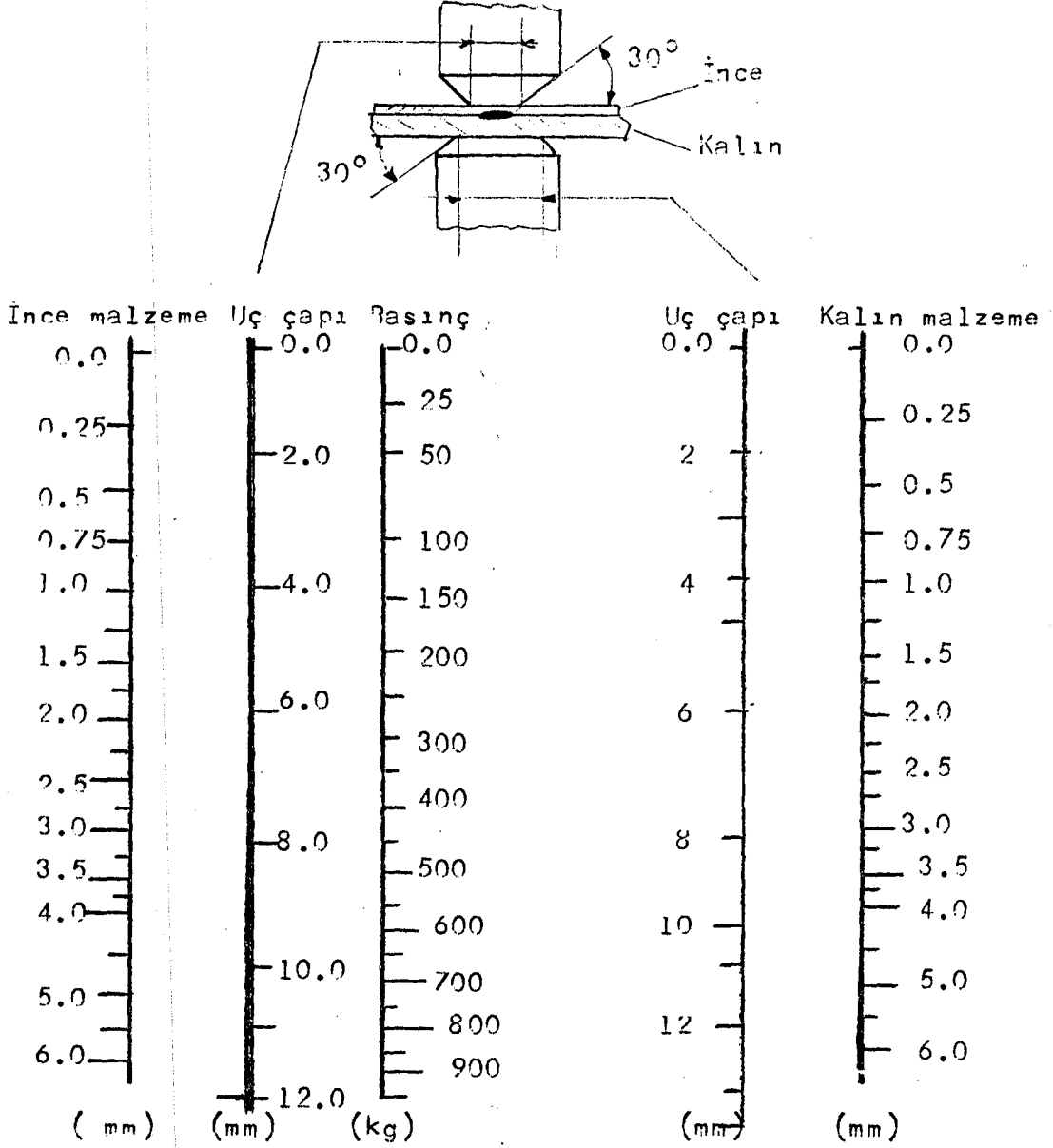
$$D = \sqrt{t} \dots\dots\dots (5,7)$$

D: uç çapı (mm)

t: malzeme kalınlığı (mm)

Elektrotların yeterli şekilde soğutulması lazımdır.

(Ref. 12)



Bu nomogram Mallory 3 ve 328 elektrotlar için kullanılabilir. Sağ ve sol tarafta levha kalınlıkları bulunur. Bir çizgi ile birleştirilir. Arada kalan bölge, tavsiye edilen uç çapını ve basıncı verir. $D = t$ formülü kullanılarak çizilmiştir. D , uç çapı (mm), t ise malzeme kalınlığıdır (mm).

Şekil 5.11- Nokta kaynağı için elektrot seçim nomogramı

Sogutma suyu deliginin kesit alanı elektrot gövdesinin % 30- 40' ını olmalıdır. Sogutma suyu deliginin elektrot ucuna 15-18 mm kadar yaklaşması gerekmektedir.

Elektrot yatağına monte edilecek sogutma suyu borusu, elektrotteki sogutma suyu deliginin tam ağızına getirebilecek şekilde ayarlanabilir olmalıdır. Aksi takdirde, elektrot içinde su dolaşımı sağlanamayacağından sıcak su birikintisi veya buhar meydana gelecektir ki bunun zararı hiç sogutma yapmaktan daha çoktur.

Elektrot yatağına girecek konik kısım, hassas şekilde işlenmediginde, yatak elektrot arasında elektrik iletkenligi zayıflayacağı gibi su sızıntılarında meydana gelecektir.

İyi bir punta kaynağı yapabilmek için; kaynak edilecek plakaların kalınlığına göre, en uygun elektrot ucunun seçilmesi veya hazırlanması gereklidir.

Elektrot ucunun genel formülü (amprik) :

$$d = (2e + 3) \text{ mm} \dots\dots\dots (5,8)$$

$$r = (25e + 50) \text{ mm} \dots\dots\dots (5,9)$$

Formüller de ;

d = Elektrotun ucu (mm)

D = Elektrotun dış çapı (mm)

r = Elektrot ucu kavisinin yarı çapı (mm)

e = Kaynak edilecek plakaların en incisinin kalınlığıdır (mm). (8,10)

5.2.5 - Elektrot Yuvaları

Dirençli punta kaynağında, elektrotlar makina içinde bağlanmış durumdaki yuvalara yerleştirilir, böylece, elektrot konumu iş parçalarına göre uyumlu hale getirilir. Çoğu yuva, elektrotları geri çekmek için bir çekici mekanizmaya ve su

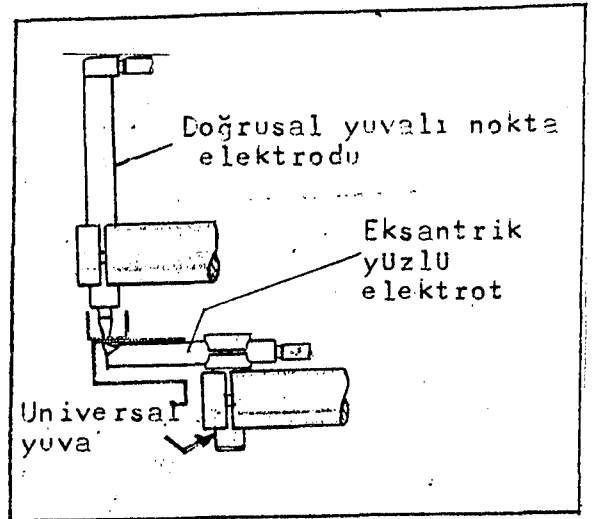
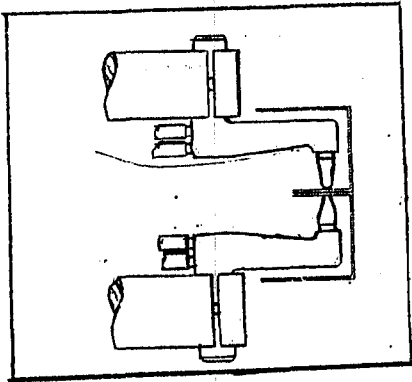
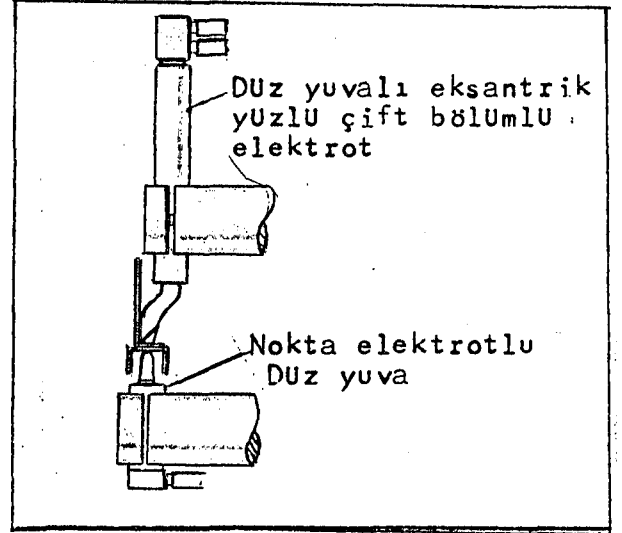
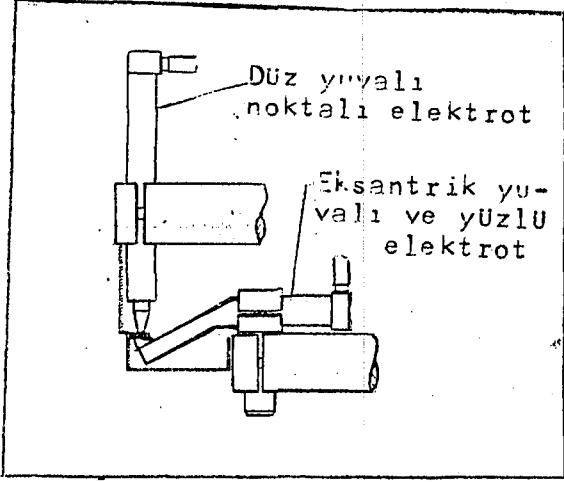
soğutması sağlamak için de hortum bağlantılarına sahiptir. Yuvalar, eğimli sap ve dış açılmış sap elektrot ya da adaptörler için ve düğme tip ve başlık tip elektrotlar için düz ve eğik tasarımlarda yapılmaktadır.

Eğimli saplı elektrot yuvaları, düz olabileceği gibi 90° ya da 30° eğimli olabilmektedir. Dış açılmış saplı elektrotlar için, yuvalar düzdür, fakat 90° 'lik ve 30° 'lik adaptörleri vardır. Universal ve kollu tip yuvalar, göreceli olarak uzun ve ince uzantılara sahiptirler, bu sayede düğme tip elektrotlar yerleştirilebilir.

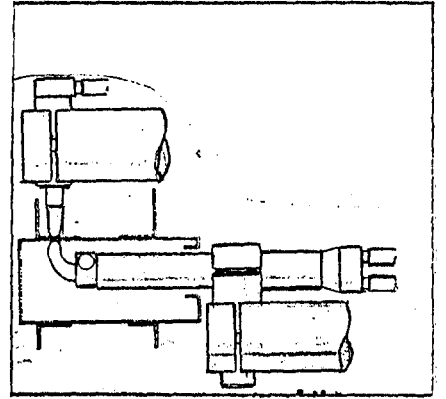
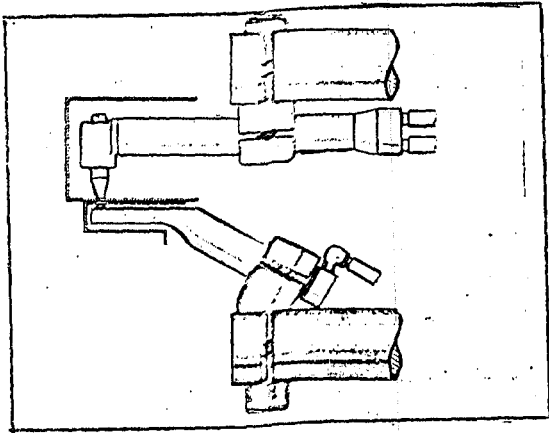
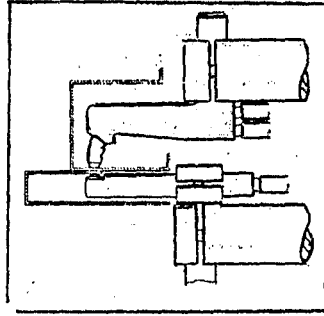
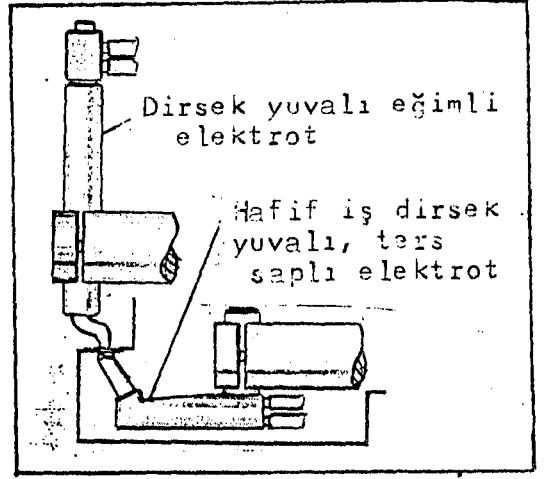
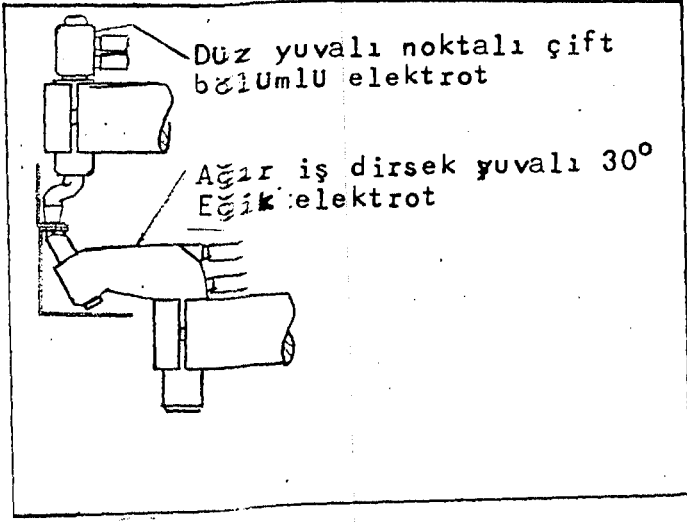
Şekil 5.12'de bazı, standart yuva, adaptör ve elektrotların değişik iç çapları konfigürasyonu (dağılım) ve birleştirme şekilleri gösterilmektedir.

Çok elektrotlu yuvalar, geleneksel (konvansiyonel) punta kaynağı makinalarını kullanarak, bir montajda iki ya da daha fazla sayıda punta kaynağı aynı anda yapma imkanını sağlar. Genelde üst elektrot olarak kullanılan bu elektrotlar, yaylara, mekanik araçlara ve hidrolik dengeleyicilere sahiptir. Böylece aynı büyüklükteki iki kuvvet, iş parçası üzerine aynı anda uygulanabilir eşit elektrot kuvveti, her bir punta kaynağında eşit kaynak kalitesini korumaya yardımcı olur. Elektrot, doğrudan ya da seri punta kaynağı yapmak için değişik kombinasyonlarda transformatöre bağlanabilir.

Alt elektrot, tüm üst elektrotların ihtiyacını karşısında gelecek hususunda yuvaları olan bir metal parçası da olabilir. Her bir elektrot için, sabit oturtturulmuş uçlar da olabilir. Yeterli su soğutması ve elektrotların elektrik bağlantılarının yapılması için önlem alınmalıdır. (1)



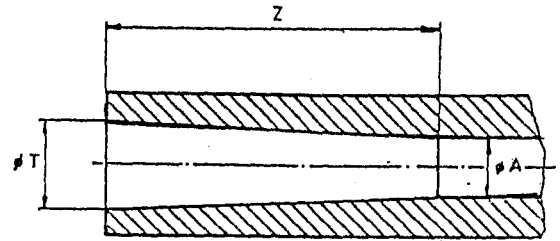
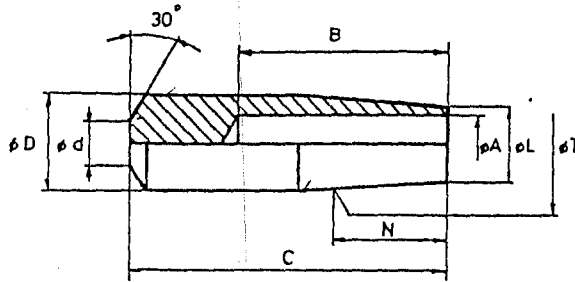
Şekil 5.12(a)- Değişik formlarda punta kaynağı yapmak için standart yuva, adaptör ve elektrotlar (1)



Şekil 5.12 (b)- Standart yuva, adaptör ve elektrotlar (1)

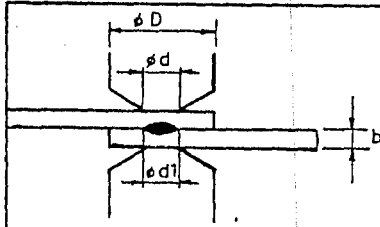
GENEL TOLERANS

Boy	Çap	Açıl
± 1	$\pm 0,05$	$\pm 10'$



ELEKTROD TUTUCUSU

MAKİNA AYAR AÇISI 2° 51'



Elektrod tipi	b (mm)	D (mm)	d (mm)	d1 (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	L (mm)	N (mm)	T (mm)	Z (mm)
S1	0,5	13	4	3÷3,5	8	15	30	11,1	16	12,7	47
S2	1,0	13	6	4÷4,5	8	30	45				
S3	1,5	13	6	5÷5,5	8	45	60				
S4	2,0	16	7	6÷6,5	10	24	40	13,5	20	15,5	55
S5	2,5	16	8	7÷7,5	10	39	55				
S6	3,0	16	9	8÷8,5	10	56	70				
S7	4,0	16	11	10÷10,5	10	33	50				
S8	5,0	20	13	12÷12,5	11	58	75	16,5	25	19	
S9	6,0	20	15	13÷14	11	60	80				

Şekil 5.13- Elektrod tutucusu dizaynı için amperik formül ve pratik değerler (II)

6 - PUNTA KAYNAGININ BUZDOLABI SANAYIİNDE UYGULANMASI

Punta kaynağı, perçinle birleştirmeden civatalı birleştirmeye kadar hemen hemen tüm birleştirme işlemlerinde, ekonomik ve pratik olması nedeniyle tercih edilmektedir. Bunun yanında bazı dezavantajlarının olması normal karşılanmalıdır.

Buzdolabı sanayiinde yan mamul girdilerinin yüksek olması mamulün fiyatını da etkiler. Piyasa şartlarında da, fiyatta büyük etkisi olan işçilik zamanı v.b. girdilerin minimize edilmesi gerekir. Sonuçta, özellikle soğutucu aksamın ve iç aksamın imalatında punta kaynağına baş vurmak en ekonomik çaredir.

6.1 - SİSTEM

Buzdolabı sanayiinde kullanılabilecek kaynak makinalarını genellikle alternatif akımla çalışmakta ve daha çok nokta kaynağı esasına dayanmaktadır.

6.1.1 -Kontrol Devresi

Kaynak makinaları 220 veya 380 volt 50 Hz. elektrik enerjisi ile beslenecek şekilde üretilirler. Özellikle birden fazla nokta kaynağını aynı anda yapan kaynak makinaları 380 volt, 50 Hz. elektrik enerjisi ile beslenirler (R,S,T fazları kullanılır).

Kaynak makinalarının enerji besleme bağlantısı, makinanın yakınına konacak ve gücüne uygun olan en az sigorta veya bıçaklı şartel bulunan panodan yapılmalıdır (Özellikle üç fazlı olanlarda). Bu durumda makinaya tehlike anında müda-

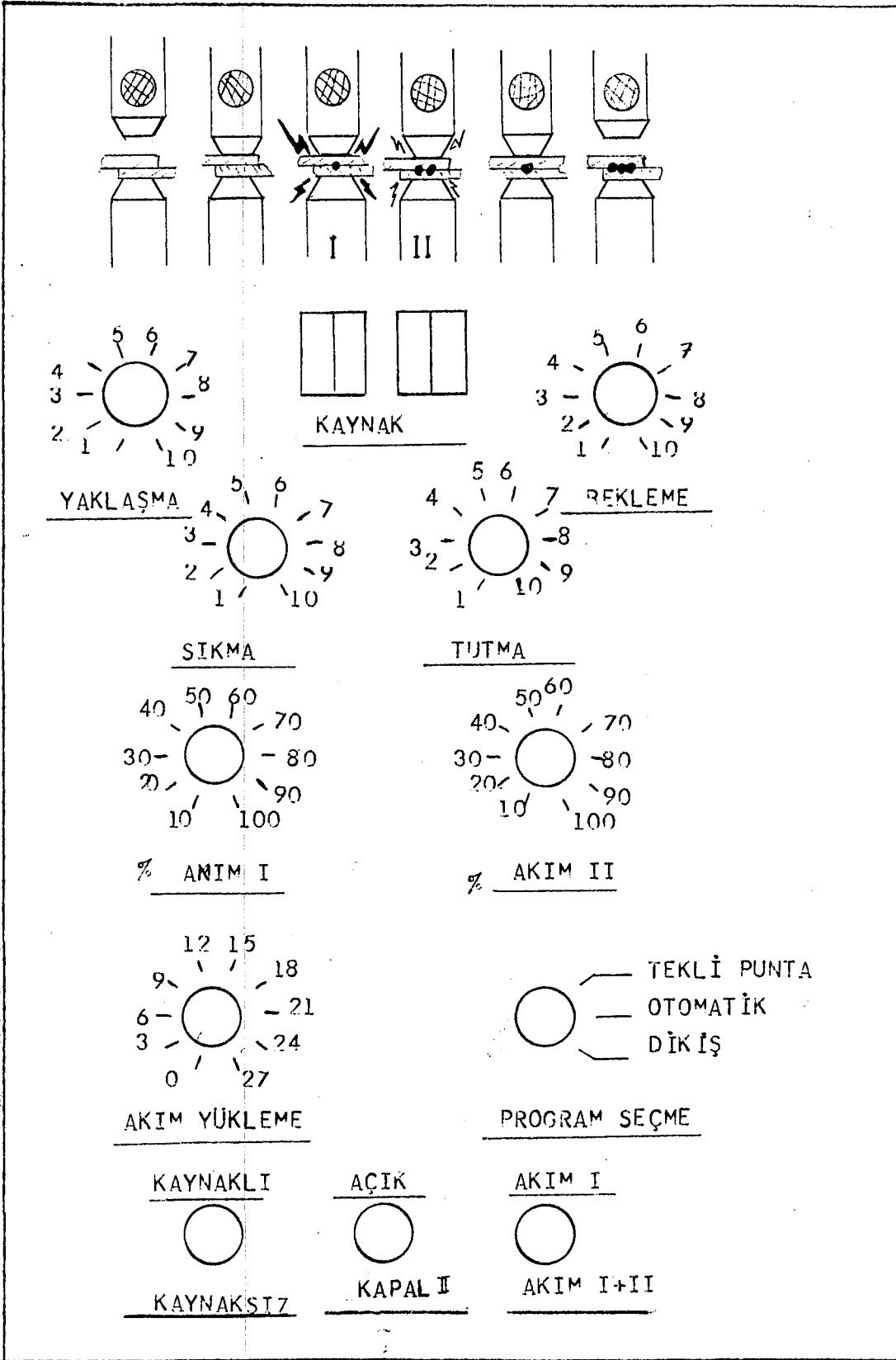
hale kolaylaşır ve gereksiz zaman kaybı önlenmiş olur. Bıçaklı şartel veya sigorta yerine, manyetik veya termik kesici koymak, en idealidir, fakat işletmenin ana trafosunda kesici varsa her makinaya ayrı ayrı koymaya gerek kalmayabilir.

Enerji besleme bağlantıları, çok hassas şekilde yapılmalıdır. Topraklama kablosunu da faz için kullanılan kablonun yarısını seçmek mümkündür. Eger, işletmede topraklama tesisatı mevcut değilse mutlaka gerçekleştirilmelidir.

Buzdolabı parçaları yapmak için dizayn edilen kaynak makinaları, genellikle elektronik bir devre ile kumanda edilir. Şekil 6.1'de ön cephesi şematik olarak görülen bu elektronik üniteden kaynak akımından kaynak zamanına kadar olan tüm parametreler ayarlanabilir.

Elektronik kontrol ünitesinde zaman ayarı, akım büyüklük ayarı yapma imkanının yanında değişik programlar (Otomatik çalışma, tekli çalışma, dikiş kaynağı) seçme imkanı mevcuttur. Şekil 6.1'de üst sırada bulunan ledler Şekil 6.2'deki çevrim zamanlarına uyan sırayla yanarlar. Lambanın yanma süreleri altlarındaki düğmelerden ayarlanır.

Yaklaşma zamanı, pistonların iş parçasına yaklaşması için gereken zamandır. Burada piston silindirlerinin çapı, kullanılan akışkan basıncı yaklaşma zamanını etkileyen faktörlerdir. Şekil 6.1'deki şematik şekilde, kaynak silindirinin ve buna bağlı olarak üst elektrodun (alt elektrodun sabit olduğu makinalarda); üst konumundan hareketle alt elektrotta bastığı anda, birinci ledin sönmesi temin edilecek şekilde yaklaşma zamanı ayarlanır. Makinanın çalışması denenererek de yaklaşma zamanı ayarlanır.



Şekil 6.1- Raf kaynak makinasının elektronik kontrol ünitesinin önden şematik görünüşü (11)

Sıkma zamanı yaklaşma zamanı ledinin yanma süresinde sistem basıncında bir düşme görülür. Bir müddet sonra tekrar yükselir elektronik üniteyedeki sıkma ledi sistem basıncı tekrar set edilen değere gelince söner.

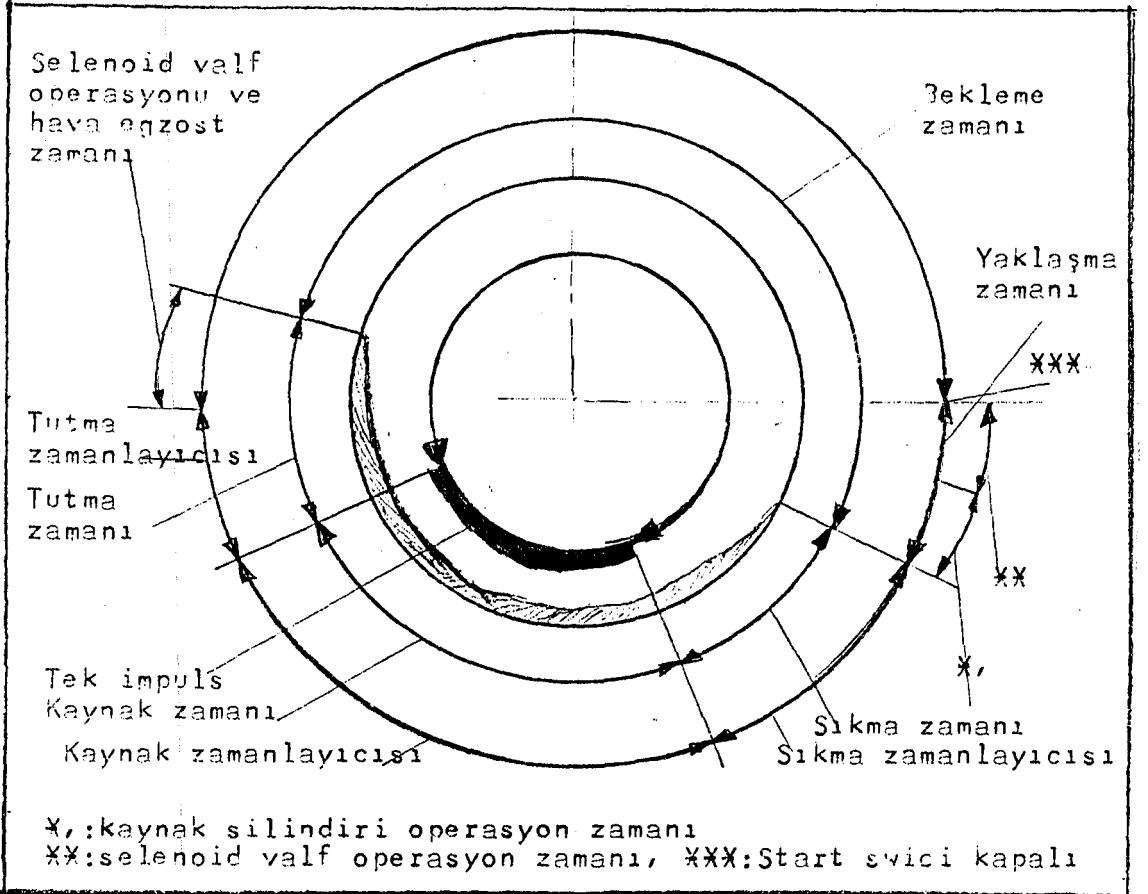
Kaynak Zamanı (1.kaynak zamanı),Şekil 6.1'deki elektronik kontrol ünitesinde anahtar akım bir yönünde ise, makina bu sürede kaynak yapar. Bu sürede malzemenin cins ve kalınlığına göre ayarlanır. Pratikte her bir rakamın değeri bir cycle (saykıl = 0.02 sn.) dir.

Kaynak zamanı (ikincisi), 1. kaynak zamanının tutma süresine ilave edildiği konumlarda (ki bu ünitenin kendi işlevidir), kaynak zamanı 1. ve 2. kaynak zamanlarının toplamına eşittir. Mertebesi, ledin altındaki çift haneli numarator- den ayarlanır.

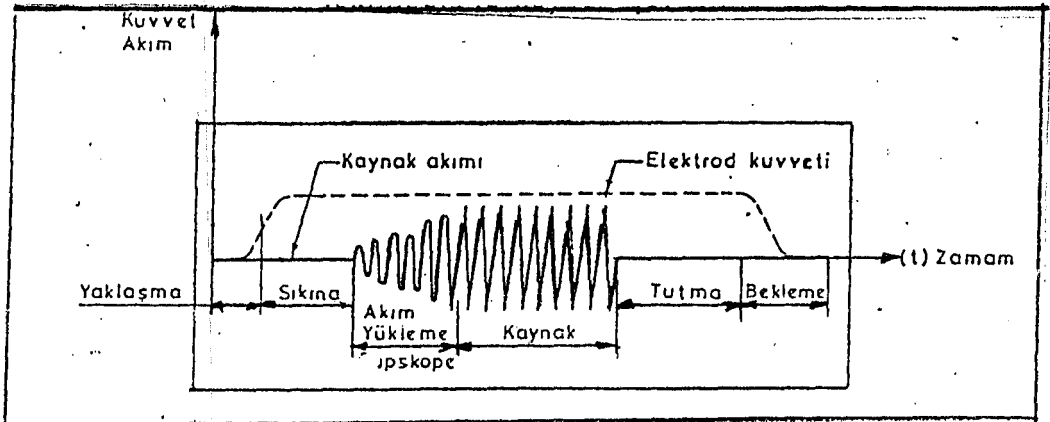
Tutma zamanı, kaynak akımının devreden geçmesinin kesilmesiyle başlar. Kaynak işlemi bittiği andan itibaren üst elektrotun baskı kuvvetinin, hemen kaldırılmaması gerekir. İş parçalarının soğuması ve bu arada tam nüfuziyet sağlanması için, bir süre daha beklenmelidir. Tutma zamanı bittiği anda (led söndüğünde) silindirlere yukarı kalkar. Tutma zamanı Şekil 6.1'de görülen şemada "tutma" yazan butondan ayarlanır.

Bekleme zamanı tekli punta kaynağı yapılması halinde söz konusu değildir. Yani, eğer kaynağın sürekli olması, çevrimleri ardı ardına devamı isteniyorsa, bekleme zamanına ihtiyaç duyulur. Bu da birinci kaynak çevrimi ile ikinci çevrim arasındaki bekleme (kaynak olmadan) süresini ayarlar. Şekil 6.1'deki altında "bekleme" yazan düğmeden ayarlanır.

Kontrol ünitelerinin bazılarında akım ayarı için



Sekil 6.2- Kaynak çevrimi ve açıların şematik gösterilişi(11)



Sekil 6.3- Tekimpulsu akım yüklemeli kaynak çevrimi(11)

çift düğme bulunmaktadır. İkinci düğme, Şekil 6.1'deki kontrol ünitelerinde söz konusudur. Birinci düğmede, akım şiddetini transformatör gücünün % 10'dan % 100'e kadar ayarlanmasını temin içindir. Pratik olarak, kaynatılacak malzeme çapına kalınlığına v.b. bağlı olarak ayarlanabilir.

Elektronik kontrol ünitelerinde bulunması gereken diğer bir düğmede akım yükleme düğmesidir. Bu düğme ile, kaynak süresince verilen akımın sıfırdan ayarlanan mertebeye yükselme aralığı (zamanı) ayarlanır. Sıfır konumunda ise kaynak süresinde verilen akım anında maksimum değerinde verilir. Şekil, 6.3'te akım - zaman eğrileri verilmiştir.

Ünite üzerinde kaynaklı - kaynaksız düğmenin bulunması da, özellikle ilk ayarda kolaylık sağlamaktadır. Düğme kaynaklı konumunda olduğu zaman bile ünite üzerindeki ledlerin yanması operatör için fikir vermektedir. Yine ünite üzerinde bulunabilecek bir düğmede, "açık - kapalı"dır ki ünitenin devrede veya devre dışı olmasının sağlamak için kullanılır. Anahtar, besleme gerilimine tesir etmez. Kapalı da olsa, makında gerilim olması söz konusudur. (11,10)

6.1.2- Mekanik Kısım

Buzdolabı parçaları, özellikle raf ve kondanser üretiminde kullanılacak kaynak makineleri özel dizayna sahip olmalıdır. Çünkü ekonomiklik açısından seri üretim ve zaman esas kriterlerdir. Örneğin, bir kondanseri ona uygun aparatlar dizayn etmeden imal etmek oldukça pahalı ve zordur. Aynı şekilde raf imalatında da ince ve kalın çelik telleri birbirine kaynak ederken hem ölçüye uygun, hem de az zamanda imal etmek

için aparat şarttır. Hatta, makinanın kapasitesine (gücüne) göre, elektrot ölçülerini de mümkün olduğu kadar uzun tutmalıdır.

Piyasada 30 KVA'dan 500 KVA'ya kadar kaynak makinaları bulunmaktadır. Bu makinalar da ortalama olarak dakika da 20 ila 100 çevrim yapabilmektedir. Makinaların çalışacağı yer saptanırken aşağıdaki hususlara dikkat etmekte fayda vardır:

a- Elektronik kontrol ünitesinin muhafaza edilmesi için titreşimden uzak olmalıdır,

b- Makina tozsuz, nemsiz yerlerde işletilmelidir,

c- İş etüdüne uygun olacak, iş akışına uyacak yere makina yerleştirilmelidir,

d- Makinanın su ve hava bağlantısı (ihtiyaç varsa) kolayca yapılabilecek yerde olmalıdır,

Yukarıdaki tavsiyeler çerçevesinde saptanan yer, işletmenin imkanları dahilinde zemin düzenlenmelidir. (11)

6.1.2.1- Basınç ve Sogutma Suyu

Makinalarda, ihtiyaç duyulduğu zaman hava ve su bağlantıları elektrik bağlantısından önce yapılırsa bir kazaya sebebiyet verilmemiş olur. Makinanın yapacağı işe göre de hidrolik veya pnömatik basınç ayarlanmalıdır. (Örneğin raf imalatında kullanılan pnömatik silindirli makina için 7 kp/cm² basınç idealidir). Hava ile çalışan makinalar için su filtresine ve yağlayıcıya ihtiyaç vardır. Bu, silindirlerin ömrünü önemli ölçüde etkiler. Sogutma suyu ise, kireç yapmayan yumuşak ve temiz su kaynağından temin edilmelidir. Su sı-

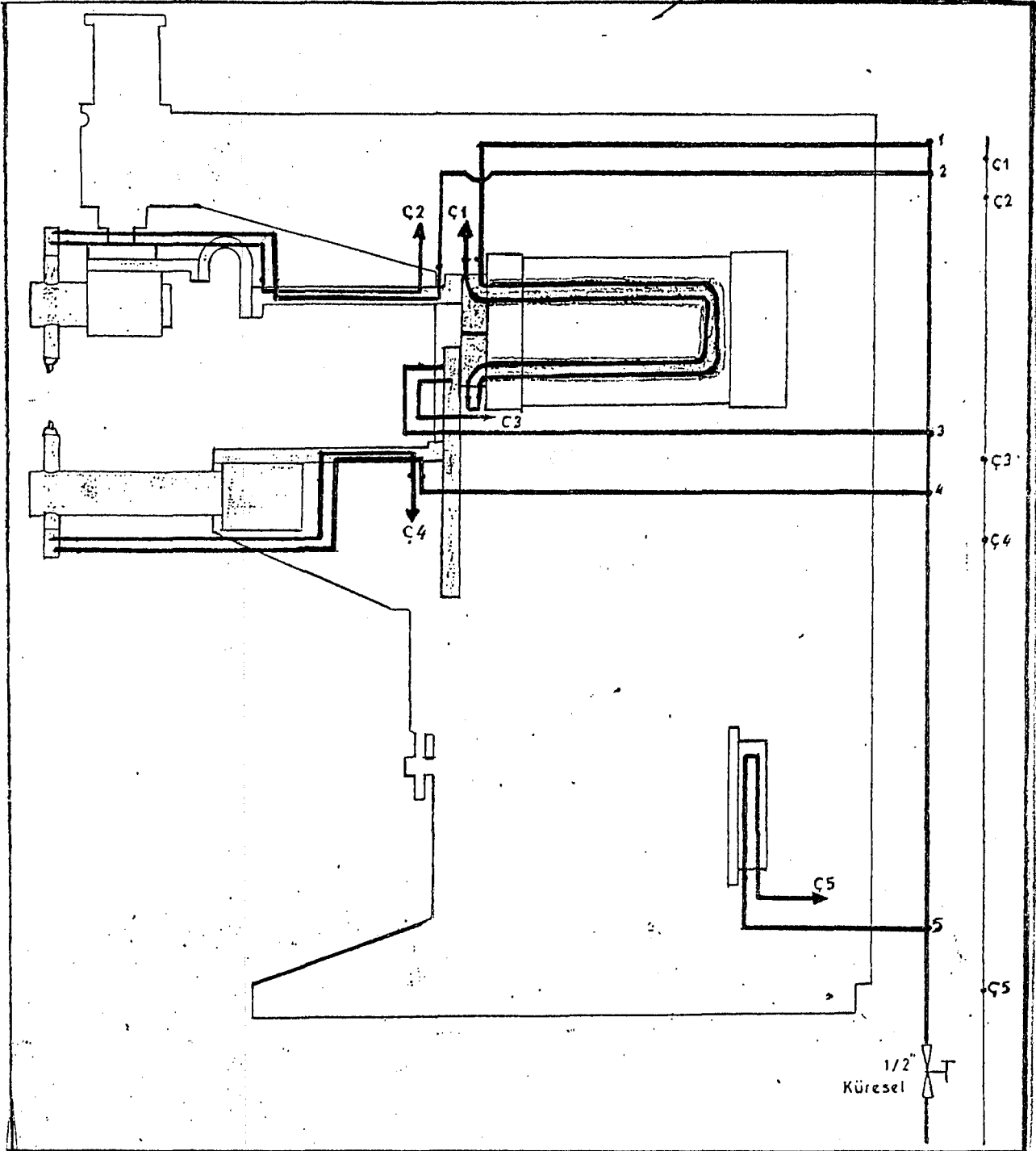
caklığı ortalama 25°C, basıncı ise 2 ila 5 kp.cm² olmalıdır. Makinanın su ihtiyacı, firma tarafından etikete mutlaka yazılmalıdır. pratikte, genellikle soğutma suyu için saf su kullanılır ve eşanjör devresi dizayn edilir. Şekil 6.4'te ise soğutma suyu devresi görülmektedir. Makinaya su tesisatı bağlandıktan sonra, kaçak olup olmadığı mutlaka tesbit edilmelidir. (11,12)

6.1.2.2- Mekanik Ayarlar

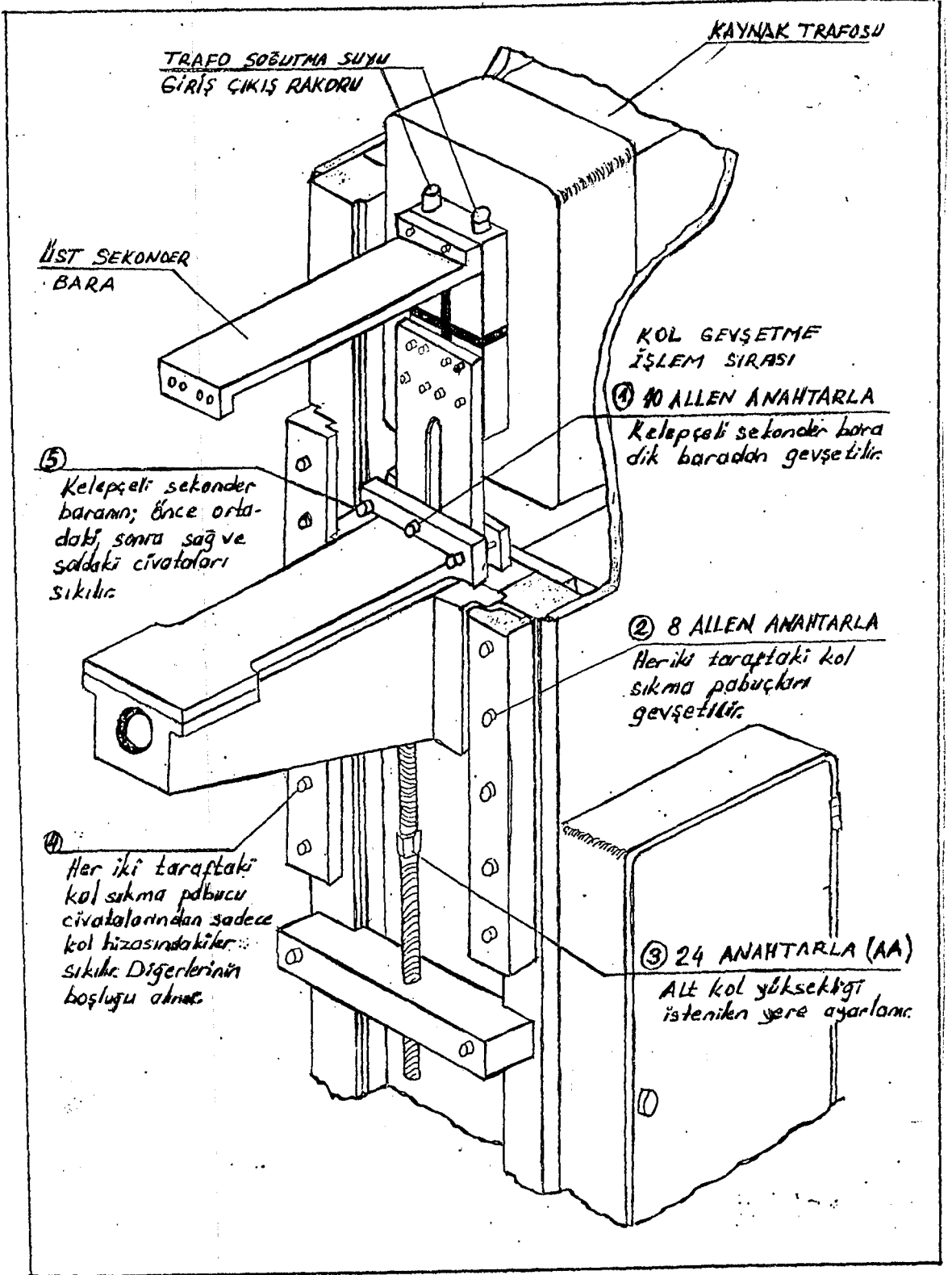
Makinanın mekanik ayarları yapılırken elektrik bağlantısını kesmek gerekir. Kaynak yapılacak işin türüne bağlı olarak, elektrot tutucuların yüksekliği değiştirilebilir. Elektrotlar uzatılıp - kısaltılabilir. Şekil 6.5'te yine raf imalatında kullanılan bir makinanın mekanik ayarının yapılması şematik olarak tarif edilmektedir. Elektrotlar arası açıklık, şekildeki sıra takip edilerek, istenilen ayara getirilebilir. Fakat, makinanın sekonder kayıplarını en azda tutmak için, alt kolu, iş parçalarının müsaade ettiği ölçüde en üst konuma getirmelidir. Tüm bu ayarlar yapılırken, sekonder uçlarında zımpara ile parçaların şeklini bozmadan temizlenmelidir. Ayrıca, değişmemesi gerekir.

Elektrot baskı kuvveti ayarı ise, sisteme bağlanan bir regülatörle ayarlanmalıdır. Bu ayarın değeri, yine kaynatılacak malzemelerin cinsine bağlıdır.

Trasformatörlerin makinaların gövde tabir edilen ve sistemin ayakta durmasını temin eden parçaların uygun yerine konması gerekir. Bu yerde , ayar imkanı olmalıdır. Ayrıca makinanın otomatik ve verimli kaynak yapması için triistor



Sekil 6.4- Punta kaynak makinasının soğutulmasında soğutma suyu devre şeması (11)



Sekil 6.5- Kaynak makinasının alt kolunun yükseklik ayarının yapılışı (11)

(veya ıgnitron) v.s. nin ayarlanabilir konumunda olması gerekir. Aynı zamanda makinanın her tarafına ulaşma (tamir - bakım esnasında) imkanı olmalıdır. (10,11)

6.2 - UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Punta kaynağının buzdolabı imalatında kullanıldığı başlıca yerler, saç gövde, raf ve kondanser (yoğuşturucu) lerdir.

6.2.1- Buzdolabı Gövdesinin Punta Kaynağı

Uygulama için takip edilen buzdolabı üretiminde 0,70 mm, 1.5 mm ve 2 mm kalınlığında saçlar kullanılmaktadır. Burada, pres v.b. makinalarda değişik formlar verilmiş saçlar, özel olarak nokta kaynağı esasıyla düzenlenmiş punta kaynak makinalarıyla birleştirilebilir. Genelde takip edilen sıra ve kullanılan tabirler şöyledir:

- 1- Ön ayaklar ön alt saca puntalanır (punta kaynağı yapılır),
- 2- Alt menteşe grubu ön alt saça puntalanır,
- 3- Kabin dibine arka takviyeler puntalanır,
- 4- Puntalı ön alt saçlar kabin dibine puntalanarak dolabın alt kısmı oluşturulur,
- 5- Kabin grubu, arka duvara puntalanarak arka duvar grubu oluşturulur.
- 6- Arka duvar grubu, U şeklinde bükülmüş buzdolabı gövdesine puntalanır,
- 7- Köşe iç kısımlarına köşe takviyeler puntalanarak oluşturulan buzdolabı grubunda rijitlik sağlanır

Buzdolabı grubunda, daha sonra poliüretanla ısı yalıtımı ve şekil düzgünlüğü sağlanır. Daha sonra, iç gövde de yerleştirilince, raf ve kondanser takmaya hazır hale gelir.

Punta kaynağının gövdesinde en az kullanıldığı buzdolabında ise, ayarlı ayak somunları ve sağ sol takviyeler puntalanır.

Kaynak yapılırken çok uçlu nokta kaynağı şekli verilmiş makinalar kullanılır. (12)

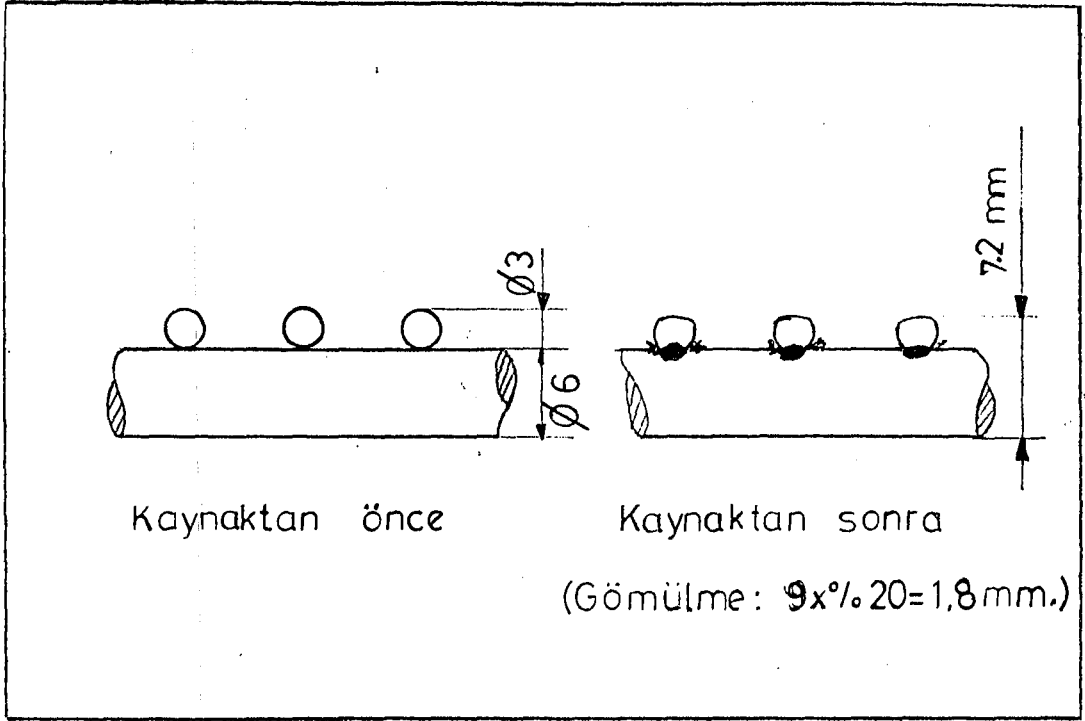
6.2.2- Raf İmalatında Direnç Punta Kaynağı

Buzdolabının iç kısmında, malzemelerin konulması için dizayn edilen rafların esas metali, düşük veya orta karbonlu çeliktir. Son zamanlarda, plastik esaslı raflar dizayn edilmiş olmasına rağmen, çelik esaslı raflar kadar tatmin edici sonuçlar vermemektedir.

Rafların imalatında, direnç kaynağının kullanılması, en ekonomik metoddur. Kaynak esnasında, daha önceki sayfalarda açıklanan tüm hususlara dikkat edilmelidir.

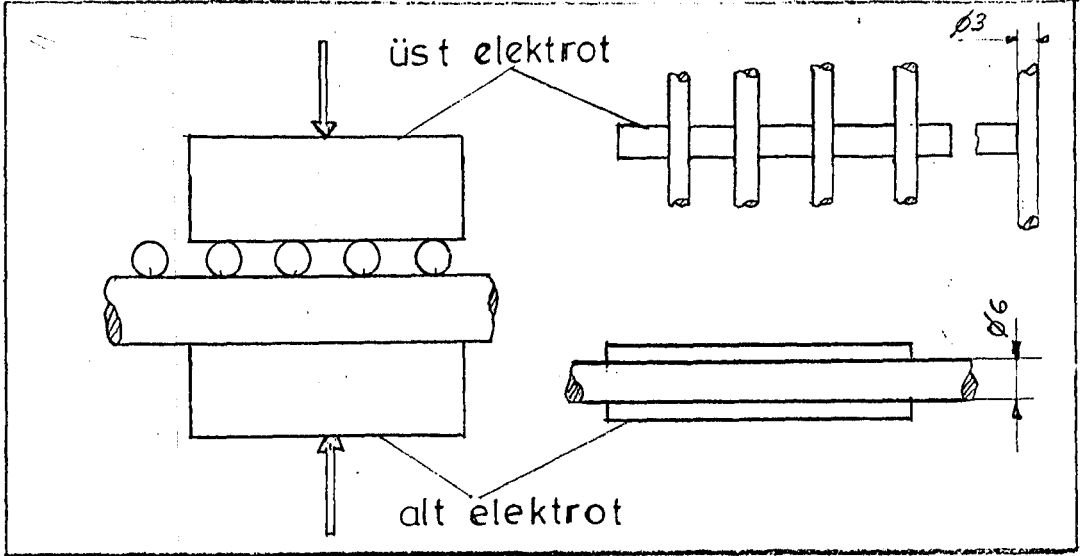
Buzdolabı rafları genellikle bir kalın - bir ince tel kombinezonundan oluşmaktadır. Örneğin; 6 mm çapındaki tel - 3 mm çapındaki tel, 7 mm çapındaki tel - 3 ve 5 mm çapındaki tel ve 6 mm çapındaki tel - 2,5 mm çapındaki tel gibi. Temas yüzeyleri de, kaynak öncesi bir nokta şeklindedir. Şekil 6.6' da kaynak öncesi ve sonrası raf tellerinin durumu gösterilmiştir.

Rafların kaynağı için, normal tip kaynak makinaları kullanılabilir.



Şekil 6.6- Raf tellerinin kaynak öncesi ve sonrası durumu. (12)

Rafın tipine ve dizayn özelliklerine göre, nokta şeklinde kaynak yapılabildiği gibi, birden fazla noktanın aynı anda kaynatıldığı kabartılı direnç kaynağında yapılabilir. Nokta kaynağı için, RWMA Grup A tipi, A, B, C, D, E, F yüzey tipli elektrotlar kullanılabilir. Birden fazla noktanın kaynağında ise, Mallory Elektrot Malzemelerinden çubuk şekilde olanları kullanılabilir. Bu çubuk elektrotlar dikdörtgen kesitlidir ve aynı anda kaynatılacak nokta sayısına göre, uzunluk tesbit edilmelidir. Bu elektrotların alan kullanım yüzdesi oldukça düşüktür. Örneğin, 3000 mm^2 'lik elektrot yüzeyinin 300 mm^2 'si efektif olarak kullanılabilir (10). Bu değerler de % 7 ile % 30 arasında değişmektedir. Şekil 6.7'de rafın kaynağından her hangi bir pozisyonun şematik görünüşü verilmiştir.

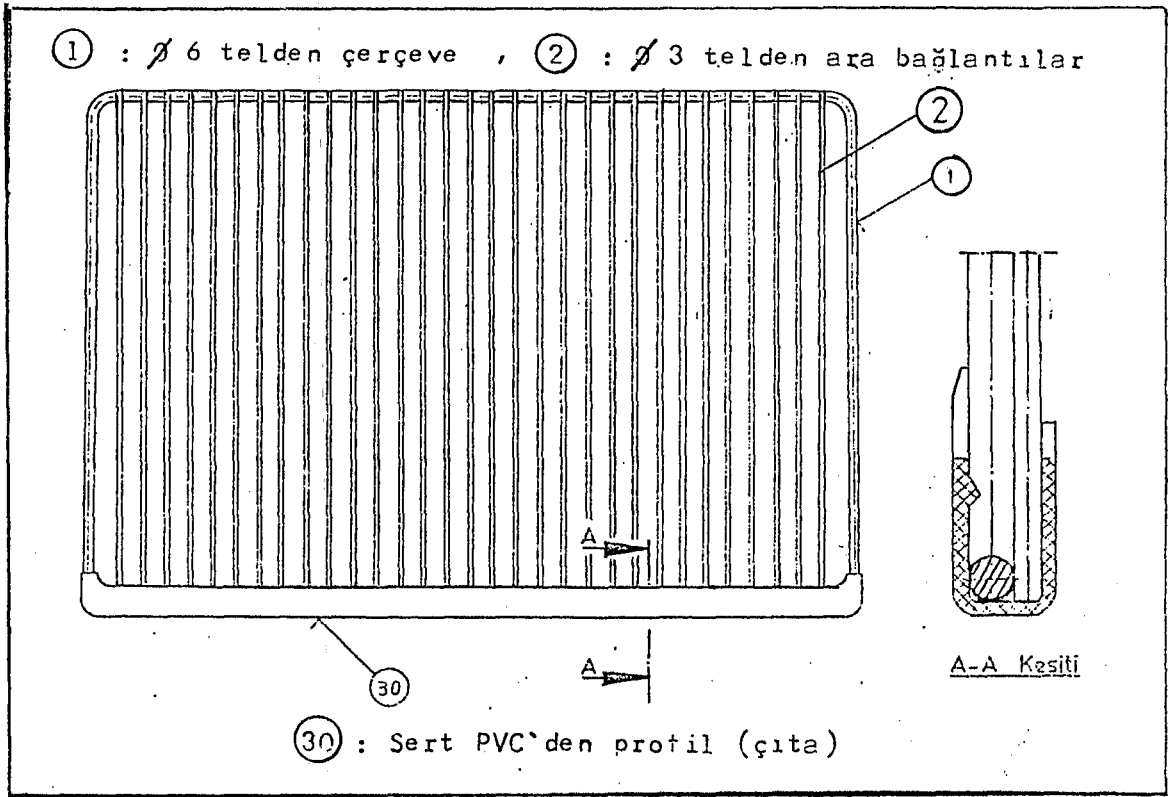
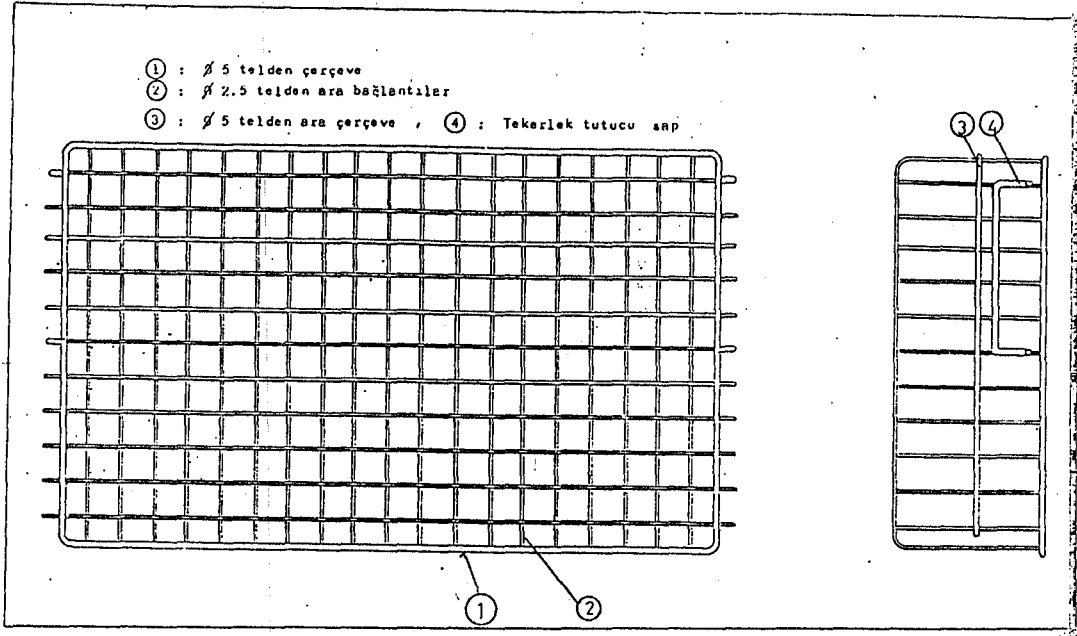


Şekil 6.7- Çubuk şeklinde elektrotlar ve raf telleri, alan kullanım yüzdesinin gösterilişi. (12)

Raflarda, genellikle kalın tellerden çerçeve ve benzeri kısımlar, ince tellerden de ara bağlantılar yapılmaktadır. Dolayısıyla, alt ve üst elektrotların ölçü olarak birbirinden ayrı olması normaldir ve gereklidir. Çünkü, akım yoğunlukları ve alan kullanım yüzdeleri farklıdır. Şekil 6.7'de iki değişik raf şekli görülmektedir.

Rafların direnç kaynağı için daha önce form verilmiş parçalar, uygun sabitleyicilerle sabitlenerek kaynak yapılır. Sabitlenmediği zaman, elektrotlar arasında oluşan manyetik alanın tesiriyle, şekil bozuklukları ve kaynak hataları ortaya çıkmaktadır.

Çelik tellerden raf imalatında, kaynak noktası mukavemetinde, geniş periyotlu değişimler olmaz, kaynak mukavemeti telin temas yüzeyinin bir fonksiyonu olur ve telle mukavemetinden de (sertliğinden) etkilenmektedir.



Sekil 6.8- Kalın ve ince tellerin raflardaki pozisyonları.(12)

Tel kaynaklarında maksimum mukavemet, % 30 gömülmeyle sağlanır. Gömülme yüzdesi, kaynak yapılacak tellerin toplam yüksekliğinin, küçük telin çapına bölünüp 100 ile çarpılmasıyla elde edilir. En ideal olanı ise, kaynak esnasında olabildiğince az çapak çıkması (metalın sıçramaması) ve yüzey düzgünlüğü için % 20 gömülmenin sağlanmasıdır.

Raf imalatında, kaynak parametrelerindeki çok küçük olmayan sapmalar, kaynak kalitesini olumsuz etkiler. Örneğin elektrot kuvveti tel çapına bağlıdır. Kaynak süresi, kaynak akımı, renk kaybı ve metal sıçraması, elektrot kuvvetinin fonksiyonudur. Ayrıca, renk kaybindan kaçınmak için kısa kaynak süresi tercih edilir.

Ayrıca, rafın punta kaynağı bittikten sonra hazır hale gelmesi için;

a- Yaklaşık 0,5 mm polietilen kaplanmalıdır,

b- Buzdolabı içerisinde ön tarafa gelecek kısma profil (çita) takılmalıdır,

c- Rafın köşegenler arasında, kaynak sırasındaki ısıl gelişmelerden dolayı atıklıklar olmaktadır. Atıklıklar yatay olabileceği gibi, dikey de olabilir. Bu ölçü farkının, dolabın içine giremeyecek kadar olmaması gerekir.

d- Polietilen kaplaması mutlaka gözeneksiz olmalıdır.

Tablo 6.1' de Karbonlu ve paslanmaz çeliklerin punta kaynağı için pratik değerler verilmiştir. (12)

Tablo 6.1- Buzdolabı imalatında kullanılan malzemelerin kaynak kabiliyeti (11)

0/0 03 C (KARBONLU ÇELİKLER)

Orta kaynak kalitesi (Kaynak zamanı uzun, akım düşük.)

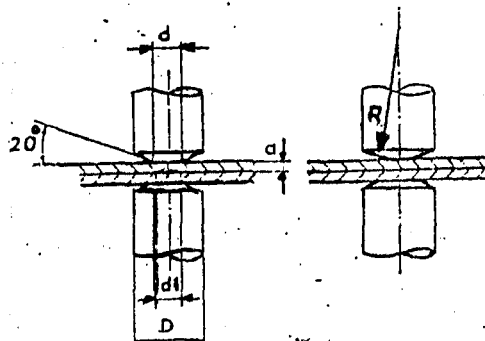
Saç kalınlığı a	Elektrod kuvveti		Kay. akımı kA	Kay. zamanı cycles	D Min.		Elektrod d		R		Kaynak çapı d1		
	inch	mm			lbs	kp	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm
.02	0,5	132	60	4	10	.40	10	.16	4	2.0	50	.14	3,5
.04	1,0	220	100	5	20	.48	12	.24	6	3.0	75	.18	4,5
.06	1,5	330	150	6	40	.63	16	.24	6	3.0	75	.22	5,5
.08	2,0	440	200	7	50	.63	16	.28	7	3.0	75	.26	6,5
.10	2,5	550	250	8	75	.75	19	.32	8	3.0	75	.30	7,5
.12	3,0	660	300	9	100	.75	19	.35	9	4.0	100	.34	8,5
.16	4,0	836	380	10	165	.99	25	.43	11	4.0	100	.41	10,5

Yüksek kaynak kalitesi (Kaynak zamanı kısa, akım yüksek.)

.02	5,0	330	150	6,5	3	.39	10	.16	4	2.0	50	.14	3,5
.04	1,0	550	250	9	6	.47	12	.24	6	3.0	75	.18	4,5
.05	1,25	660	300	10	8	.47	12	.24	6	3.0	75	.20	5,0
.06	1,50	770	350	11	10	.63	16	.24	6	3.0	75	.22	5,5
.08	2,0	1100	500	14	15	.63	16	.28	7	3.0	75	.26	6,5
.10	2,5	1540	700	16	25	.75	19	.32	8	3.0	75	.30	7,5
.12	3,0	1760	800	18	30	.75	19	.35	9	4.0	100	.34	8,5
.16	4,0	2750	1250	22	45	.98	25	.43	11	4.0	100	.41	10,5

PASLANMAZ ÇELİKLER

Saç kalınlığı a	Elektrod kuvveti		Kay. akımı kA	Kay. zamanı cycles	D Min.		Elektrod d		R		Kaynak çapı d1		
	inch	mm			lbs	kp	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm
.02	0,5	385	175	3,8	4	.63	16	.16	4,0	2.0	50	.14	3,5
.03	0,75	660	300	6,0	5	.63	16	.18	4,5	3.0	75	.16	4,0
.04	1,0	880	400	7,6	7	.63	16	.20	5,0	3.0	75	.18	4,5
.06	1,5	1430	650	11,0	10	.75	19	.24	6,0	3.0	75	.22	5,5



6.2.3- Kondanser İmalatında Direnç Punta Kaynağı

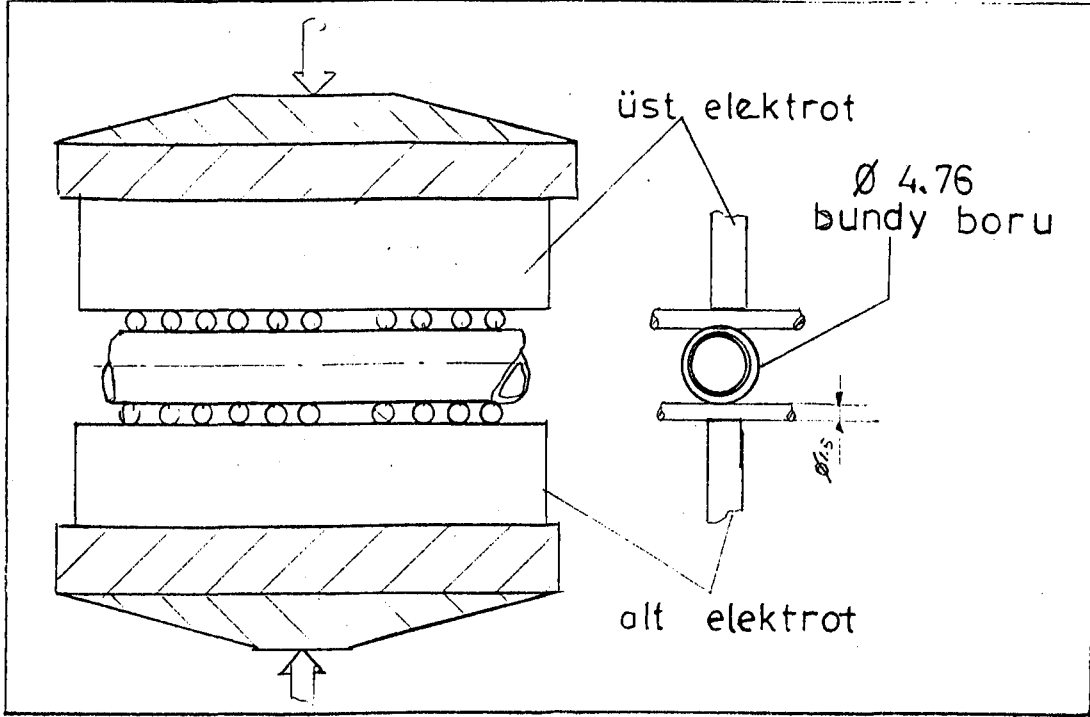
Ev tipi buzdolabının genellikle arka kısmında panel şeklinde bulunan kondanserler, temel görev olarak soğutucu akışkanı yoğunlaştırırlar. Bu yüzden sıcaklıklar ortam sıcaklığının üstündedir.

Kondanserlerin de, raflar gibi esas maddesi metaldir. Genellikle, kondanser üretiminde boru ve tel kombinezonları kullanılmaktadır. Boru esas olmak zorundadır, fakat, tellerin yerine saçlar kullanılarak aynı sonuca varılabilir. Teller veya saçlar, boru ile birleştirilirken, direnç punta kaynağı kullanılması kaçınılmazdır. Çünkü, soğutma yüzeyinin artması ve formun sabitlenebilmesi için kullanılan tel veya saçlar, alternatif metodlarla oldukça pahalı olarak imal edilebilir.

Kondanserlerde kullanılan borular, esas itibarıyla çeliklidir. Bu boruların imalatı için, yaklaşık 10 mm eninde saçlar kesilir (rulo halinde). Daha sonra bu saçlar bakırla kaplandıktan sonra, kıvrılarak ve uygun atmosferden geçirilerek bakırların kaynaması sağlanır. Çift Katlı Bakır kaynaklı çelik boru diye anılır.

Kondanserlerin imalatında kullanılan tellerin çapı 1-2 mm dir. (En çok 1.5 mm çapında teller kullanılır). Orta karbonlu çelikten ve düşük karbonlu çelikten imal edilen teller, ortalaması 37 kg/mm² olmak üzere 20 - 50 kg/mm² mukavemete sahiptir. Kaynak esnasında da bu hususa dikkat edilmelidir. Kondanser imalatında kaynak esnasında dikkat edilecek husus, tel ve borular kaynatılırken kaynak mukavemetinin istenilen seviyede olmasıdır. Çünkü Şekil 6.9 de görüldüğü gibi, teller

altta ve üstte olmak üzere boruya kaynak edilmektedir. Kaynak sonrasında ise borunun özelliklerinin (özellikle çap ovalitesi, mukavemet ve esneklik) değişmemesi veya çok değişmesi gerekir. Kaynak parametrelerindeki ufak değişimler kaynak kalitesini etkiler.



Sekil 6.9- Kondanserlerin kesit görünüşü ve elektrot alan kullanım oranı.(12)

Kondanserlerin kaynağı için uygun makineler mutlaka dizayn edilmelidir. Çünkü, nokta şeklinde olan temas yüzeyi sayısı oldukça fazladır. Örneğin, 150 -200 mm boyda 25 -50 kaynak noktası olabilmektedir. Kondanser kaynak makinalarında, elektrot alan kullanım yüzdesi % 10 ile % 40 arasında değişmektedir. (Şekil 6.9)

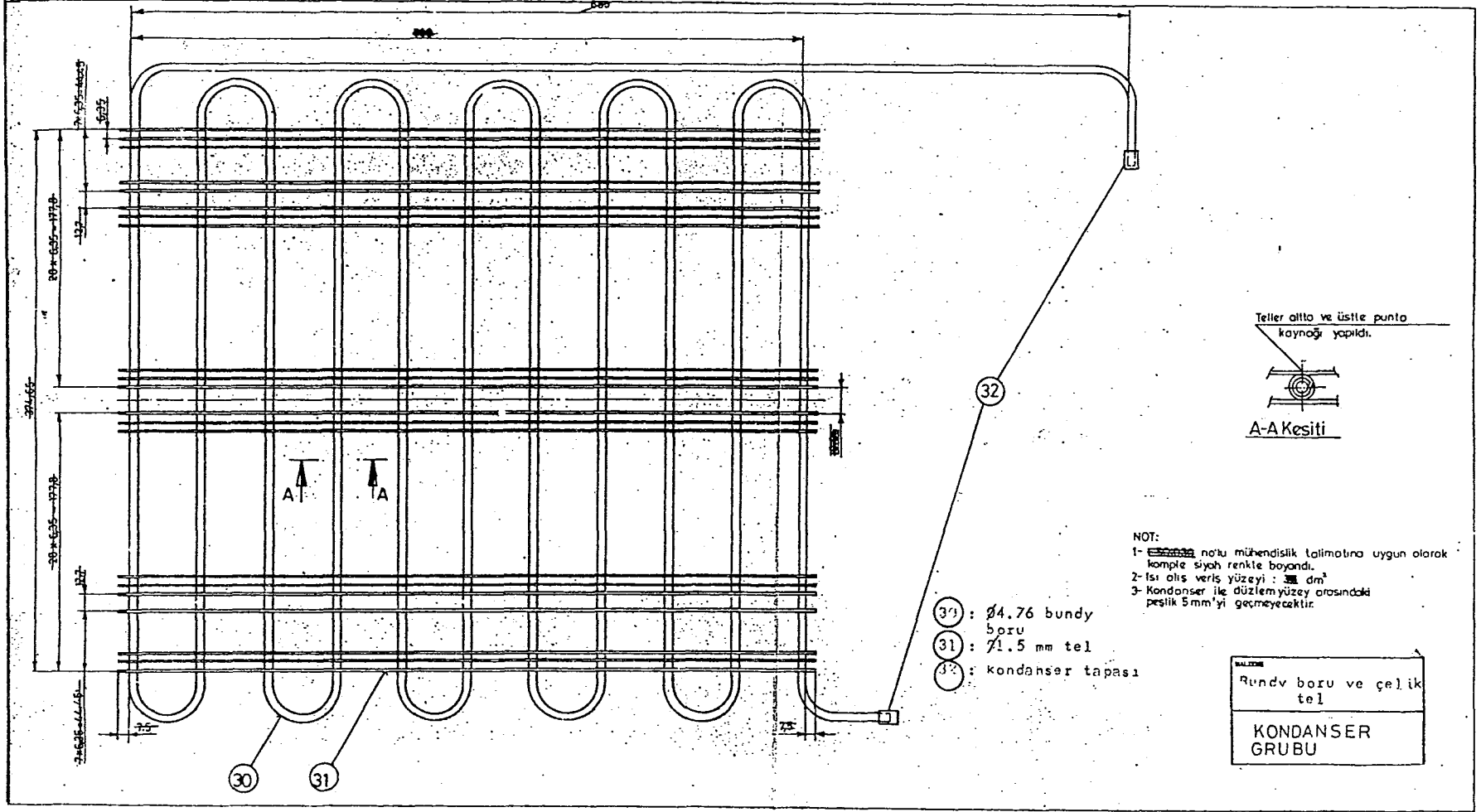
Kaynak sırasında daha fazla noktanın kaynak yapılması, en idealidir. Bunun için, daha yüksek güçlü kaynak makinaları kullanılmalıdır. Genellikle, 150 - 250 kVA trafo gücüne sahip

makinalar kullanılır.

Kondanser kaynağında görülebilen başlıca hatalar;

- a- Kaynak noktası mukavemetinin zayıf olması,
- b- Tüm telleri aynı mukavemette kaynak edilmemiş olması
- c- Boruların ezilmesi,
- d- Tellerin borulara çok derin gömülmesi,
- e- Isıdan dolayı boruların katlarının ayrılması ve kullanılmaz hale gelmesi,
- f- Kaynak akımının dengesiz olması sonucunda mamulun deforme olması (ısı genişmeden dolayı),
- g- Tel çaplarının ve boru çapının düzensiz değişiminden dolayı şekil bozukluğu, olarak sıralanabilir.

Şekil 6.10'da değişik kondanselerler görülmektedir. (12)



SONUÇ

Uygulama alanı çok geniş olmasına rağmen hakkında detaylı yerli çalışmanın çok az yapılmış olduğu Rezistans Direnç Kaynağı, en ekonomik birleştirme metodlarından birisidir. Çalışmamızda, punta kaynağında detaylara girilmiş, fakat özellikle buzdolabı üretiminde gerekli bilgilere dikkat çekilmiştir.

Çalışma esnasında yabancı literatür taranmış, konu ile ilgili kısımlar alınmıştır. Yerli literatürden de çerçeve olarak faydalanılmıştır. Punta kaynağı konusunda yayınlar yeterli olsa bile, özel bir konuda yapılmış çalışma pek azdır. Özellikle buzdolabı sanayiini çok ilgilendirmesine rağmen, yazılı belgeler, şartname ve atölye içi talimatlar şeklinde bulunmaktadır. Çalışma sırasında, makina imalatçısı firmalarla görüşülmüş ve onların kayıtlarda bulunmayan pratik bilgi ve değerleri derlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca, buzdolabı parçaları üreten işletmelerin yöntemlerinden de kısmen faydalanılmıştır.

Ülkemizde, oldukça geniş sahası olmasına rağmen, beyaz eşya da takip edilen imalat metodu, punta kaynağıdır. Beyaz eşyada işletmelerin işletme politikası olarak mamul parçalarını yan sanayilere yaptırması, yan sanayilerde teknolojiyi çok yakından takip etmemesi dolayısıyla imalat metodları çok belirgin olarak tanımlanmamıştır. Punta kaynağında, çok önemli olmasına rağmen kaynak parametrelerine çok dikkat edilmemektedir. Çalışmamızda kaynak parametreleri, detaylarıyla anlatılmaya çalışılmış, gerekli hususlara dikkat çekilmiştir. Özellikle raf ve kondansörlerin imalatında kullanılan çubuk

elektrotların malzemeleri ve kullanım şekilleri açıklanmıştır. Az kullanılmasına rağmen, kaplanmış malzemelerin punta kaynağında da dikkat çekilecek hususlar vardır. Raf ve kondansatörlerin rezistanç direnç kaynağında en çok ihmal husus, ısının etkileri ve hassas dizayn edilmeyen elektrot ve diğer bağlantı parçalarından dolayı ısı kayıplarının çok fazla olmasıdır. Çalışmamızda, her bir kaynak parametresinin, çok önemli olan ısı üzerindeki etkileri, teker teker açıklanmıştır.

Buzdolabı sanayinde kullanılan makinalar, kısaca tanıtılmıştır. Önemli olan parçalar hakkında (elektrotlar, trafo, ıgnitron kondaktörü veya tristör) detaylı bilgiler verilmiştir.

Çalışmamızı punta kaynağı ve buzdolabında kullanılması konusunda, boşluğu doldurma ve faydalı olma ümidindedir.

FAYDALANILAN KAYNAKLAR

American Welding Society, Metals Handbook, Altıncı Cilt

Sayfa 401 -425 ve 456-465

Kearns, W. H. , 1980 , American Welding Society, 8th Edition

Volume 3, Miami ,U.S.A.

I.T.Ü. Makina Fakültesi, 1989 , II. Ulusal Kaynak Sempozyumu

Bildiri Kitabı, 384. sayfa, Maçka, İSTANBUL

GULTEKİN, Nurullah, 1988, Kaynak Tekniği, Cilt I , 325 sayfa

I.T.Ü., İSTANBUL

SENEL, Kemal, Maden Sanatları El Kitabı, Yeni Kitap Basım Evi

KONYA

BODUR, B., BAŞOĞLU, C., SENER, T., Endüstriyel Elektrik, TTK Basım

Evi, ANKARA

Derlikon Kaynak Elektrotları Dergisi, 1985, Sayı 2, İSTANBUL

Direnç Nokta Kaynaklarının Kalitesi, OYAK-RENAULT Fabrika

Sartnamesi, 32-00-001

Meteor Elektrikli Sanayi Makinaları El Kitabı, 1990 , İSTANBUL

Coşkunöz Makina Sanayii Kitabı, Kaynak Makinalarında Elektronik

Kumanda, 1988, BURSA

Mistaş Makina İmalat Sanayii Kullanma Kitabı, 1990 ,BURSA

Makina İmalatçıları ile Yapılan Kişisel Görüşmeler, 1991-1992