

**GELENEKSEL VE ELEKTRONİK KAYNAK MAKİNALARINDA
AKIM VE GERİLİMİN SIÇRAMA VE NÜFUZİYETE OLAN ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ**

Muhsin Uğur DOĞAN

**Zonguldak Karaelmas Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Mühendislik Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

ZONGULDAK

Mayıs 2007

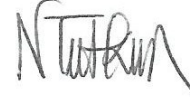
KABUL:

Muhsin Uğur DOĞAN tarafından hazırlanan “GELENEKSEL VE ELEKTRONİK KAYNAK MAKİNELERİNDE AKIM VE GERİLİMİN SIÇRAMA VE NÜFUZİYETE OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Mühendislik Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 30./4./2007

Başkan: Yrd. Doç. Dr. Ertan ÖZTÜRK (ZKÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Nedim TUTKUN (ZKÜ)



Üye : Doç. Dr. Nizamettin KAHRAMAN (ZKÜ)



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. / / 2007



Doç. Dr. Mustafa SÖZEN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Yüksek Mühendislik Tezi

GELENEKSEL VE ELEKTRONİK KAYNAK MAKİNALARINDA AKIM VE GERİLİMİN SIÇRAMA VE NÜFUZİYETE OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Muhsin Uğur DOĞAN

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Ertan ÖZTÜRK

Mayıs 2007, 81 sayfa

Kaynak makinalarının gelişimi, kaynak teknolojisinin daha verimli ve ekonomik olarak kullanılabilmesinde önemli bir etkiye sahiptir. İlk zamanlarda kullanılan geleneksel kaynak makinalarının yerini yeni nesil elektronik kaynak makinaları almaktadır. Geleneksel ve yeni nesil kaynak makinaları kıyaslayacak olursak, öncekinde şebeke enerjisi şok ünitesi dahil 3 adımda kaynak için gerekli enerjiye dönüşürken, yeni nesillerde bu işlem 5 adımda gerçekleşir. Geleneksel güç kaynaklarında şebeke enerjisi doğrudan transformatöre girer, burada gerilim düşerken akım yükselir ve doğrultucu ünite yardımı ile alternatif akım doğru akıma çevrilmiş olur. Yeni nesil güç kaynaklarında ise şebeke enerjisi önce bir doğrultucudan geçirilir, daha sonra doğrultulan akım inverter yardımıyla yüksek frekanslı alternatif akıma dönüştürülür. Bu frekans aralığı güç kaynağının tasarımı ile bağlantılı olarak 20 kHz ile 100 kHz arasındadır. Yüksek teknolojiye sahip makinalarda 100 kHz kullanılmaktadır. Bu aşamadan sonra, yüksek frekanslı alternatif akım önce bir transformatörden, sonra ikinci bir doğrultucu üniteden geçirilip, şok ünitesi yardımı ile kaynak için elverişli hale getirilir.

ÖZET (devam ediyor)

Kaynak işleminde, kaynak dikiş görünümü ve ekonomikliğini etkileyen önemli faktörler sıçrama ve nüfuziyettir. Sıçrama, damlaların kaynak metaline düşmesidir. Kaynak işlemi esnasında, sıçrama kaynak dikişi üzerinde, dikişin kenarlarında ve nozulun içinde görülür. Sıçramalar birim metre kaynak dikişi için ilave tel sarfiyatını arttırır, ayrıca sıçramaların temizlenmesi de masraf gerektirir. Nüfuziyet, kaynak işleminde esas metalde erimenin oluşturduğu derinlik olarak adlandırılır. Ark kaynağında nüfuziyetin en önemli yönü, kaynak metali bileşimi üzerine yaptığı etkidir. Düşük akım şiddeti ile kaynak yapılması, uygun tel çapının seçilmemesi yetersiz nüfuziyete neden olur. Nüfuziyet derinliği tel çapı, kaynak akımı, kaynak gerilimi, kaynak hızı, parça kalınlığı ve torcun tutuluş eğimi gibi pek çok faktörden etkilenir.

Bu çalışmada, geleneksel ve yeni nesil elektronik kaynak makinelerinde sabit gerilimde, akımın değiştirilmesi ile kaynak dikiş görüntüsü, sıçrama ve nüfuziyete etkileri; sabit akımda, kaynak geriliminin değiştirilmesi ile kaynak dikiş görüntüsü, sıçrama ve nüfuziyete olan etkileri ve darbeli arkın sıçrama ve nüfuziyete olan etkileri deneylerle incelendi. Elde edilen sonuçlarla, uygun kaynak parametreleri seçildiğinde sıçramaların azaldığı ve nüfuziyetin arttığı gösterilmiştir.

Anahtar Sözcükler : Kaynak Makineleri, Sıçrama, Nüfuziyet, Akım, Gerilim

Bilim Kodu : 608.01.05

ABSTRACT

M.Sc.Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF CURRENT AND VOLTAGE ON SPATTER AND PENETRATION IN THE CONVENTIONAL AND ELECTRONIC WELDING MACHINES

Muhsin Uğur DOĞAN

**Zonguldak Karaelmas University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department Of Electrical And Electronics Engineering**

Thesis Advisor : Asst. Prof. Ertan Öztürk

May 2007, 81 pages

Development of the welding machines has an important effect on application of the welding technology in an economic and productive aspect. Early used conventional welding machines have been replaced with new generation electronic machines. If we compare the conventional welding machines with new generation machines, in the formers network energy, including shock unit, is transformed into necessary energy for welding by 5 steps, whereas in the latters, this process occurs by 3 steps. In the traditional power sources, network energy enters the transformator directly, where the tension decreases, current increases and alternative current has been transformed into direct current by the help of rectifier unit. At the new generation power sources, first network energy is passed through a rectifier, then rectified current is transformed into alternative current having high frequency. In connection with the design of the power source, this frequency interval is between 20 kHz and 100 kHz. In the high technology machines, 100 kHz is used. After this stage, alternative current having high frequency is passed through first a transformator, then a rectifier unit and it becomes ready for the welding by the help of shock unit.

ABSTRACT (continued)

In the welding process, spatter and penetration are important factors that affect the seam profile and economy of welding. At the spatter, drops don't fall down on the welding metal. At the time of welding process, spatter is seen on the welding seam, at the edge of the seam and in the nozzle. Spatters increase extra wire expense for per metre of the welding seam, also cleaning of spatters require expense. Penetration is called as the depth caused by the melt at the base metal in the welding process. In the arc welding, the most important side of the penetration is its effect on the welding metal component. Welding with low current intensity, not choosing the suitable wire diameter cause inadequate penetration. Depth of the penetration is affected by many factors such as wire diameter, welding current, welding voltage, welding speed, thickness of the material and holding slope of the torch.

In this study, appearance of welding seam and effects on the spatter and penetration, for a stable voltage by changing the current, appearance of welding seam and effects on the spatter and penetration for a stable current by changing the welding voltage and effects of pulsed arc on the spatter and penetration have been investigated by experiments. According to the results, it has been shown that spatters have been decreased and penetration has been increased when suitable welding parametres have been chosen.

Key Words : Welding Machines, Spatter, Penetration, Current, Voltage

Science Code : 608.01.05

TEŞEKKÜR

Çalışmam boyunca yönlendirici ve yol gösterici olan, değerli görüş, öneri ve deneyimlerini benden esirgemeyen danışman hocam Yrd.Doç.Dr. Ertan ÖZTÜRK'e, tezin şekillenmesine yardımcı olan değerli görüşlerinden dolayı tez jüri üyesi Yrd.Doç.Dr. Nedim TUTKUN'a teşekkür ederim. Z.K.Ü Teknik Eğitim Fakültesi, Metal İşleri Öğretmenliği Bölümü öğretim üyesi ve tez jüri üyesi Doç.Dr. Nizamettin KAHRAMAN'a özellikle deney sonuçlarının yorumlanması konusundaki yardımlarından dolayı teşekkürü borç bilirim. ODTÜ Kaynak Teknoloji Merkezindeki, deneysel çalışmalarında yardımcı olan Uzman Caner BATIGÜN'e, Araştırma Görevlisi Selçuk SAKINMAZ'a ve kaynak merkezi çalışanlarına, deneylerin yapılması sırasında desteklerini esirgemeyen Keyvan Kaynak A.Ş'i çalışanlarına, hoşgörülerinden ve maddi ve manevi desteklerinden güç aldığım Gedik Kaynak A.Ş'ne, Murat HAMARAT'a, desteklerinden güç aldığım çalışma arkadaşlarıma, ilgi ve desteğini her zaman yanımda hissettiğim eşime teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
BÖLÜM 1 TANITIM VE AMAÇ.....	1
1.1 KAYNAK TEKNOLOJİSİ	1
1.1.1 Tozaltı Kaynağı	3
1.1.2 TIG Kaynağı.....	3
1.1.3 MIG-MAG Kaynağı	4
1.1.4 Örtülü Elektrot ile Ark Kaynağı.....	5
1.2 KAYNAK MAKİNALARI.....	5
1.3 ÇALIŞMANIN AMACI	8
1.4 TEZ PLANI.....	11
BÖLÜM 2 MIG-MAG KAYNAK YÖNTEMİ VE KAYNAK MAKİNALARI	12
2.1 MIG-MAG KAYNAK YÖNTEMİ	12
2.1.2 Tel Sürme Tertibatı.....	15
2.1.3 Akım Üreteçleri.....	16
2.1.4 MIG-MAG Kaynağında Kullanılan Tüketim Malzemeleri	19
2.1.4.1 Tel Elektrotlar.....	19
2.1.4.2 Koruyucu Gazlar.....	21
2.2 MIG-MAG KAYNAK PARAMETRELERİ	24

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.2.1 Birinci Derecede Ayarlanabilir Parametreler.....	25
2.2.1.1 Akım Şiddeti.....	25
2.2.1.2 Ark Gerilimi	26
2.2.1.3 Kaynak Hızı.....	26
2.2.2 İkinci Derecede Ayarlanabilir Parametreler	27
2.3 GELENEKSEL KAYNAK MAKİNELERİ VE ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLER..	28
2.4 YENİ NESİL ELEKTRONİK KAYNAK MAKİNELERİ VE ÖZELLİKLERİ	35
2.5 EVİRİCİ GÜÇ KAYNAĞININ FONKSİYONEL PRENSİBİ.....	40
BÖLÜM 3 DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	43
3.1 DENEY MALZEMELERİ	43
3.1.1 Esas Metal.....	43
3.1.2 Tel Elektrotlar	43
3.1.3 Koruyucu Gazlar	44
3.2 DENEY DONANIMLARI	44
3.2.1 Kaynak Akım Üreteçleri.....	45
3.2.2 Ampermetre ve Voltmetre	47
3.2.3 Isıtıcı	47
3.2.4 Otomatik Araba.....	48
3.2.5 Metal Kesme testeresi.....	48
3.2.6 Zımparalama Makinesi	49
3.3 DENEYLERİN YAPILIŞI.....	49
3.4 GELENEKSEL KAYNAK MAKİNALARINDA DGM TEKNİKLERİNİN DENEYLERLE GÖSTERİLMESİ.....	53
BÖLÜM 4 DENEYSEL SONUÇLAR.....	58
4.1 AKIM ŞİDDETİNİN KAYNAK DİKİŞİNE OLAN ETKİSİ.....	58
4.2 KAYNAK GERİLİMİNİN KAYNAK DİKİŞİNE OLAN ETKİSİ	61
4.3 DARBE AKIMININ VE KAYNAK HIZININ KAYNAK DİKİŞİNE ETKİSİ	65

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
4.4 NÜFUZİYET DENEYLERİ	67
BÖLÜM 5 YORUMLAR	76
KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	81

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Gazaltı Kaynağının Prensibi.....	12
2.2 Mıg- Mag Kaynak Donanımı Blok Şeması.....	13
2.3 Tel Besleme Ünitesi.....	15
2.4 Yatay Karakteristiğe Sahip Bir Makinanın V- I İlişkisi.....	16
2.5 Ark Uzunluğunu İçten Ayar Yardımı İle Ayarlanması.....	17
2.6 Düşey Ve Yatay Karakteristiği Gösteren Akım-Gerilim Grafiği.....	18
2.7 Geleneksel Mıg- Mag Kaynak Makinesinin Blok Diyagramı.....	29
2.8 Mıg- Mag Kaynak Akım Üreteçleri ve Akım Karakteristiği.....	31
2.9 Sekonderi Transistor Den Ve Primeri Transistörden Kumandalı Evirici Blok Şemaları ve Akım Şekilleri.....	33
2.10 Darbeli Akımın Zamana Bağlı Değişimi.....	35
3.1 Deneyleerde Kullanılan Kaynak Makinaları.....	45
3.2 Deneyleerde Kullanılan Ampermetre Ve Voltmetrenin Gösterilmesi.....	47
3.3. Deneyleerde Kullanılan Otomatik Arabanın Resimlerle Gösterilmesi.....	48
3.4 Deneyleerde Kullanılan Metal Testere Makinasının Resimlerle Gösterilmesi.....	49
3.5 Deneyleerde Kullanılan Zımparalama Makinesinin Resmi.....	49
3.6 Deneyleerin Yapılışı Sırasındaki Resimler.....	50
3.7 Tel Sürme Kartı Ve Tel Sürme Motorunun Resmi.....	53
3.8 Tel Sürme Hızının Potansiyometresi 0.Kademede Olduğunda, Osiloskoptaki Tristör Tetikleme Sinyalinin Görüntüsü.....	54
3.9 Tel Sürme Hızının Potansiyometresi 7.Kademede Olduğunda, Tristör Tetikleme Sinyalinin Osiloskoptaki Görüntüsü.....	54
3.10 Tel Sürme Hızı Potansiyometresi 10. Kademede Olduğunda Tristör Tetikleme Sinyalinin Osiloskoptaki Görüntüsü.....	55

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.11 Tel Sürme Hızı Potansiyometresi 15. Kademede Olduğunda Tristörün Tetikleme Sinyalinin Osiloskoptaki Görüntüsü.	56
3.12 Tel Sürme Hızı Potansiyometresi 18. Kademede Olduğunda, Tristörün Tetikleme Sinyalinin Osiloskoptaki Görüntüsü.	56
3.13 Tel Sürme Hızı Potansiyometresi 22. Kademede Olduğunda, Tristörün Tetikleme Sinyalinin Osiloskoptaki Görüntüsü.	57
4.1 Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinalarında Karışım Gaz İle Farklı Kaynak Akımlarında Elde Edilmiş Dikiş Görüntüleri.	58
4.2 Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinalarında Co ₂ Gaz İle Farklı Kaynak Akımlarında Elde Edilmiş Dikiş Görüntüleri	59
4.3 Geleneksel Kaynak Makinasında Karışım Gaz İle Farklı Kaynak Akımlarında Elde Edilmiş Kaynak Dikiş Görüntüleri.	60
4.4 Geleneksel Kaynak Makinasında Karışım Gaz İle Farklı Kaynak Akımlarında Elde Edilmiş Kaynak Dikiş Görüntüleri.....	61
4.5 Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinalarında Akım Sabit İken Kaynak Gerilimi 20, 24, 28, 32 Volt Olduğundaki Kaynak Görüntüleri.....	62
4.6 Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinalarında Akım Sabit İken Kaynak Gerilimi 20, 24, 28, 32 Volt Olduğundaki Kaynak Görüntüleri.....	63
4.7 Geleneksel Kaynak Makinalarında Tel Hızı Sabit Tutulup Kaynak Gerilimin 20, 24, 28 Ve 32 Volt Olduğunda Kaynak Dikiş Görünümleri	63
4.8 Geleneksel Kaynak Makinalarında Tel Hızı Sabit Tutulup Kaynak Gerilimin 28, 32 Volt Olduğunda Kaynak Dikiş Görünümü.	64
4.9 Yeni Nesil Makinada Darbeli Kaynak Yöntemiyle 170 Amperde Tüm Kaynak Parametreleri Sabit, Kaynak Hızının Değiştirilmesi Sonucunda Oluşan Kaynak Dikiş Görüntüsü.	66
4.10 Yeni Nesil Makinada Darbeli Kaynak Yöntemiyle 145 Amperde Tüm Kaynak Parametreleri Sabit, Kaynak Hızının Değiştirilmesi Sonucunda Oluşan Kaynak Dikiş Görüntüsü.	66
4.11 Yeni Nesil Makinada Darbeli Kaynak Yöntemiyle 200 Amperde Tüm Kaynak Parametreleri Sabit, Kaynak Hızının Değiştirilmesi Sonucunda Oluşan Kaynak Dikiş Görüntüsü.	67
4.12 Kaynatılan Malzemelerin Testere İle Kesilirkenki Görüntüsü.	67

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
4.13 Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinaları İle Farklı Kaynak Akımlarında (Tel Hızı) Elde Edilen Nüfuziyet Görüntüleri	68
4.14 Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinaları İle Farklı Kaynak Gerilimlerinde Elde Edilen Nüfuziyet Görüntüleri	69
4.15 Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makineleri İle Farklı Akımlarda Elde Edilen Nüfuziyet Görüntüleri	70
4.16 Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinaları İle Değişik Kaynak Gerilimleri Elde Edilen Dikiş Görüntüleri (%100 Co ₂).	71
4.17 Geleneksel Kaynak Makinaları İle Farklı Kaynak Gerilimleri Elde Edilen Dikiş Görüntüleri.....	73
4.18 Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinaları İle 170 A Darbeli Kaynak Akımında Değişik Kaynak Hızlarında Elde Edilmiş Nüfuziyet Görüntüleri.	74
4.19 Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinaları İle 200 A Darbeli Kaynak Akımında Değişik Kaynak Hızlarında Elde Edilmiş Nüfuziyet Görüntüleri	75

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Çeliklerin Kaynağında Kullanılan Tellerin Kimyasal Bileşimi.....	20
3.1 Deneylede Kullanılan Telin Kimyasal Bileşimleri.....	44
3.2 Deneylede Kullanılan Gazların Karışım (%) Oranları.....	44
3.3 Pako Şalterin Konumuna Göre Boşta Çalışma Gerilimleri.....	46
3.4 Geleneksel Yeni Nesil Kaynak Makinelerin Özellikleri.....	46
3.5 Yeni Nesil Kaynak Makinelerde Kaynak Gerilimi Sabitken, Kaynak Akımının Değiştirilmesi.....	51
3.6 Geleneksel Kaynak Makinelerinde Gerilim Sabitken, Kaynak Akımının Değiştirilmesi.....	51
3.7 Yeni Nesil Kaynak Makinelerinde Tel Hızı Sabitken, Kaynak Gerilimin Değişmesi...52	
3.8 Geleneksel Kaynak Makinalarında Tel Hızı Sabitken, Kaynak Geriliminin Değişmesi.....	52
3.9 Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinasında Darbeli Akım Ve Kaynak Hızının Parametreleri.....	53

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AA	:Alternatif akım
A (I)	:Amper
C	:Kondansatör
DA	:Doğru Akım
F	:Frekans
kHz	:Kilo Hertz
Hz	:Hertz
MHz	:Mega hertz
L	:Bobin
V	:Volt
SG1	: Gazaltı Kaynak Teli (Yumuşak çeliklerin kaynağı için)
SG2	: Gazaltı kaynak Teli
SG3	: Gazaltı Kaynak Teli (Az karbonlu düşük alaşımlı çelikler için)
B	: Beyz
C	: Kolektör
E	:Emiter
An	: Anot
K	: Katot
G	:Geyt
I_G	:Temel Akım Şirketi
I_p	: Darbeli Akım
t_p	: Darbe Süresi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

f	: Darbe Frekansı
I_{eff}	: Ortalama Akım Şiddeti
Mn	: Mangan
Si	: Silisyum
Ar	: Argon
CO₂	: Karbondioksit
He	: Helyum
O₂	: Oksijen
mm	: Milimetre
m/dk.	: Metre/dakika
cm/dk.	:Santimetre/ dakika
lt/dk.	:Litre/dakika
DSP	:Sayısal İşaret İşleme
IGBT	:Yalıtılmış Kapılı Bipolar Transistör
MAG	:Metal Aktiv Gaz
MIG	:Metal İnört Gaz
TIG	:Tugsten İnört Gaz
DGM	:Darbe Genişlik Modülasyonu
DSM	:Darbe Süre Modülasyonu
MOSFET	:Alan Etkili Metal Oksit Transistör
BJT	:İki Kutuplu Birleşmeli Transistör
SCR	:Silikon Kontrollü Doğrultucu

BÖLÜM 1

TANITIM VE AMAÇ

1.1 KAYNAK TEKNOLOJİSİ

Kaynak olayı birden fazla parçanın ısı, basınç veya her ikisi birden kullanılarak, aynı cinsten ve ergime aralığı aynı veya yaklaşık bir malzeme ilave edilerek veya edilmeden birleştirmesi olarak tanımlanmaktadır. Metal ve alaşımlarının birleştirilmesinde ilave bir malzeme kullanılıyorsa buna da ilave metal veya kaynak teli denir.

Günümüzdeki konstrüksiyonlar iş verimi ve güvenliğini arttırmaya, boyutları ve ağırlığı küçültmeye, aynı zamanda malzeme ve üretim masraflarını azaltmaya yöneliktir. Buna paralel olarak birleştirme teknolojisi de gelişmesine rağmen sürekli bir şekilde yeni problemlerle karşı karşıya kalınmaktadır. Gelişen günümüz endüstrisinde ihtiyaç duyulan malzeme özelliklerinin çok çeşitli olması da farklı özelliklere sahip bu metalsel malzemelerin en uygun biçimde nasıl birleştirilebileceği sorusunu ortaya çıkarmaktadır. Bu soruya, gelişmekte olan kaynak teknolojisi en iyi cevabı verebilmektedir.

Bilindiği gibi, günümüzde metal ve metal olmayan birçok malzemenin birleştirilmesinde değişik kaynak yöntemleri uygulanmaktadır. Ayrıca, kaynak teknolojisi konusundaki gelişmeler elektronik ve bilgisayar alanındaki gelişmelerle daha da hızlanmıştır. Bugünkü teknikte, kaynak yöntemlerinin yaygın uygulanabilmesi, mikro birleştirmelerden yüksek nüfuziyet derinliği isteklerine kadar ihtiyaçları giderebilmesi nedenine dayandığı gibi, başlangıçta ortaya çıkan problemlerin büyük çapta çözümlenmiş olmasına da borçlu bulunmaktadır. Modern kaynak yöntemleri olarak da tanımlanan bu yeni uygulamalar bir yandan birleştirilmelerde öngörülen koşullara bağlı olarak seçilip kullanılmakta, diğer yandan yeni isteklere göre gelişmelerini sürdürmektedirler (Eryürek, 2006).

Örtülü elektrot kullanarak elle yapılan ark kaynağında, güvenilir bir kaynak bağlantısı elde edilebilmesi için, kaynakçının belirli bir düzeyde yetiştirilmesi ve kaynak hızının sınırlı olması gerekir. Bu iki hususta sonucun pahalı olmasına ve hızlı yapılması gereken işlerin belirli bir temrin süresinden önce bitirilememesine neden olmaktadır. Özellikle kalın parçaların kaynağında kaynak süresi çok uzun olmakta, elektrot çapı belirli bir ölçüden sonra artırılamamaktadır. Örneğin; 6 mm den daha kalın çaplı elektrotlar kullanıldığında, kaynakçının, kaynak işlemi esnasında kaynak banyosunu kontrolü altında tutması zorlaşmaktadır. Kaynak esnasında curufun temizlenmesi ve elektrotun değiştirilmesi için geçen zaman kaynak süresini aşmakta, her elektrotun uç kısmında 25-30 mm.'lik bir kısım kullanılmadan atılmakta, buda maliyeti etkilemektedir.

Akım şiddetini artırarak, erime süresini kısaltmak da iyi sonuç vermemektedir, zira bu uygulamada da elektrot fazlaca ısıtıldığından, örtü ark bölgesinden önce yanarak bozulmakta ve kendisinden beklenen görevi yerine getirmemektedir. Ayrıca elle yapılan kaynakta, hızın belirli bir değerin üzerine çıkması, kaynakçının kaynağa hâkimiyetini güçleştirmektedir.

Kaynak maliyetini düşürmek, temrin süresini kısaltmak ve kaynakçı faktörünün dikişin kalitesine olan etkisini azaltmak için, günümüz kaynak teknolojisinde, mekanize veya otomatik kaynak yöntemleri diye adlandırılan bazı modern yöntemler geliştirilmiştir. Bütün bu kaynak yöntemlerinde ana konu, çıplak elektrot telini, mekanik bir tertibat yardımı ile otomatik olarak sürekli ilerletip akımı ark bölgesine çok yakın bir yerden vererek, telin yüklenebileceği akım şiddetini artırıp, erime gücünü yükseltmektir. Yalnız burada en önemli husus elektrot örtüsünün görevini yapacak bir faktörün devreye sokulmasıdır (Tülbenççi, 1990).

Elektrot Örtüsünün görevleri içinde en önemlisi, bir koruyucu gaz atmosferi oluşturarak, kaynak banyosunu havanın oksijen ve azotunun olumsuz etkilerinden korumasıdır. Geliştirilen yöntemlerde örtünün yerini alacak olan nesne, muhakkak bu görevi yüklenmiş olmalıdır. Bu konuda yapılan çalışmalar sonucunda, iki ayrı yoldan gidilerek bugün tozaltı ve gazaltı diye adlandırdığımız kaynak yöntemleri geliştirilmiştir.

1.1.1 Tozaltı Kaynağı

Tozaltı kaynak yönteminde ark, bir mekanizma tarafından otomatik olarak kaynak bölgesine gönderilen çıplak tel elektrot ile esas metal (iş parçası) arasında oluşur ve bir kanaldan devamlı olarak üzerine gelen özel bir tozun altında yanar. Ark, bir toz örtüsü altında kaldığından etrafa ışınım yapamaz ve ark enerjisinin büyük bir kısmı kaynak için sarf edilmiş olur. Bu yöntemde tel elektroda uç kısmına yakın bir yerden ve özel bir bakır kontak tarafından akım verildiğinden, çok yüksek akım şiddetlerine çıkmak mümkündür. Önemli avantajlara sahip tozaltı kaynak yönteminin bazı dezavantajları vardır ki, bunlar uygulama alanını sınırlamaktadırlar. Bu yöntem ince sacların kaynağı için elverişli değildir, elle kullanılmak üzere geliştirilmiş donanım iyi sonuç vermemiştir. Tozaltı kaynak yöntemi ile sadece çeliklerin kaynatılabilmesi, araştırmacıları, diğer metal ve alaşımlarının kaynağı içinde otomatik ya da yarı otomatik kaynak yöntemlerini geliştirmeye zorlamıştır (Ertürk, 1994).

1.1.2 TIG Kaynağı

Geliştirilen kaynak yöntemlerinin başında 1930'lu yıllardan beri bilinen Tungsten Inert Gas kelimelerinin baş harflerinden oluşan TIG kaynak yöntemi gelmektedir. Bu yöntemde kaynak için gerekli ısı enerjisi bir Tungsten elektrot ile iş parçası arasında oluşturulan, ark tarafından sağlanmakta ve kaynak bölgesi, elektrotu çevreleyen bir gaz nozulundan gönderilen asal gaz (helyum ya da argon) tarafından korunmaktadır. Kaynak için ilave metal gerektiğinde, oksii-asetilen yönteminde olduğu gibi, tel elektrot kaynakçı tarafından kaynak bölgesine sokulmaktadır.

TIG kaynak yöntemi çok geniş bir uygulama alanına sahiptir, demir ve demir dışı metaller ile bunların alaşımlarının kaynağında başarı ile kullanılabilen ve bütün kaynak pozisyonlarında sağlıklı sonuçlar alınabilmektedir. Bu yöntem ince levhaların kaynağında çok başarılı sonuçlar vermesinin yanı sıra, kalın parçalara da kolaylıkla uygulanabilmektedir. Kaynakçı, kaynak banyosunu kaynak süresince çok iyi bir biçimde görebilmekte dolayısı ile de banyoyu kontrol altında tutabilmektedir. Banyo üzerinde curuf olmayışı da dikişte curuf kalma tehlikesini ortadan kaldırmaktadır. Önceleri sadece doğru akım ile kullanılan bu yöntem, yüksek frekans sisteminin geliştirilmesi sonucu, alternatif akım ile de uygulanabilir hale gelmiştir (Tülbentçi, 1990).

1.1.3 MIG-MAG Kaynağı

Eriyen elektrot ile gazaltı kaynak yöntemlerinde bir makaradan sürekli olarak kaynak bölgesine beslenen çıplak bir tel elektrot kullanılır. Ark, tel ile iş parçası arasında oluşturulur ve bu ark içinde eriyen tel, kaynak metalini meydana getirir, aynı zamanda bölge koruyucu bir gaz atmosferi ile sarılarak havanın olumsuz etkileri uzaklaştırılmış olur. Geliştirilen ikinci yöntem ise önceleri alüminyum ve alaşımlarının kaynağında, sonraları da diğer metaller ve alaşımlarının kaynağında uygulanan MIG (Metal Inert Gas) kaynak yöntemi olmuştur. Bu yöntemde ark, helyum ya da argon gibi asal bir gaz atmosferi altında ve iş parçası ile kaynak metali gereksinimini karşılayan, bir bobinden sürekli gelerek eriyen bir elektrot arasında oluşmaktadır. Yöntemin uygulanması çok basittir; kaynak operatörü hiçbir zorlukla karşılaşmaz, topraklama kablosunu iş parçasına bağlayıp, torcun ucundaki tel elektrotu, kaynak ağzına değdirmek yeterlidir, zira sistem uygun ark boyunu kendisi otomatik olarak ayarlamaktadır.

Uygulama kolaylığı nedeni ile bütün demir dışı metal ve alaşımlarının kaynağında aranan bir yöntem haline gelen MIG yönteminin, karbonlu çelikler için uygulama alanı bulamamasında, asal gazın pahalı olması başlıca etkindir (Tülbentçi, 1990).

Karbonlu ve az alaşımlı çeliklerin kaynağını ekonomik hale getirmek için, araştırmacılar 1950'li yılların başında karbondioksiti koruyucu gaz olarak kullanmaya başlamışlardır; karbondioksit gibi aktif bir koruyucu gaz altında yapılan bu kaynak yöntemine de MAG (Metal Aktiv Gas) yöntemi adını vermişlerdir (Tülbentçi, 1988).

Karbonlu yada az alaşımlı çeliklerin kaynağında, koruyucu gaz olarak sadece karbondioksitin kullanılması halinde, kaynak esnasında oluşan reaksiyonlar sonucu bir miktar alaşım elementi oksidasyonla kayb olduğunda, dikişin üzerinde çok ince bir curuf tabakası oluşur ve bu da çok kolay bir şekilde kalkar (Anık; Vural, 1993).

Karbondioksitin kullanılması, sıçrama açısından da ciddi sorunlar ortaya çıkartmaktadır. Bu gaz altında yapılan kaynakta metal geçişi (transfer biçimi) çoğunlukla kısa devre arkı biçimindedir. Damlacıklar iri ve kararsız bir biçimde banyoya ulaşır, bu nedenle sıçramalar da artar.

1.1.4 Örtülü Elektrot ile Ark Kaynağı

Örtülü elektrot ile ark kaynağı bir ergitme kaynak yöntemidir ve bu yöntemde ark örtülü elektrot ile iş parçası arasında yanar, bu şekilde hem örtülü elektrotun teli ve örtüsü hem de iş parçası ergiyerek kaynak metalini oluşturur. Elektrot örtüsünü oluşturan maddelerin ark içinde yanarak ergimesi ile arkı çevreleyen ve ergimiş kaynak banyosunu atmosferin olumsuz etkilerinden koruyan bir gaz ve de kaynak banyosunu örterek hava ile temasını kesen, yavaş soğumasını sağlayan bir curuf tabakası oluşur. Curuf tabakasının dikiş üzerinden bir sonraki dikiş oluşturulmadan mutlaka temizlenmesi gereklidir.

Kaynak için gerekli koşullardaki elektrik akımı, bu iş için geliştirilmiş bir kaynak akım üretici tarafından sağlanır. Kaynakçı elektrotu penseye takar ve iş parçasına değdirerek arkı oluşturur. Arkın başlatılması, yanması, ark boyunun ayarı, kaynak hızı ve ergiyen elektrot metalinin kaynak ağzını doldurması için gerekli el hareketleri tamamen kaynakçı tarafından yapılır, bu yöntemde kaynağın kalitesine kaynakçının deneyimi ve el becerisinin etkisi çok önemlidir (Tülbentçi, 1988).

1.2 KAYNAK MAKİNALARI

Kaynak makineleri endüstriyel uygulamalarda malzemelerin birleştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kaliteli bir kaynak dikişi için dikiş süresince sabit akımın, diğer bir deyişle sabit bir arkın mevcut olması gerekir. Sabit akımlı değişmeyen bir ark için ise kaynak makinesi ile kaynak arkının uyumlu çalışmaları, yani ortak bir noktada çalışmaları gerekir. Bu işlemde birinci derecede fonksiyonu olan kaynak makinesi, dolayısıyla kaynak makinesinin karakteridir.

Kaynak makinesinin bir statik bir de dinamik karakteri vardır. Kaynak hatasını minimuma indirmek için kaynak sırasındaki arkın süreksizlik noktalarının süresini kısaltmak gerekir. Bu da kaynak makinesinin dinamik davranışı ile ilgili olup, günümüzde yeni geliştirilen elektronik makineler sayesinde mümkün olabilmektedir. Uygulamada karşımıza çıkan kaynak makineleri verdikleri akım şekline göre iki ana gruba ayrılırlar. Bunlardan birinci grup, doğru akım jeneratörleri ve doğrultuculardan oluşan doğru akım kaynak makineleri, ikinci grup ise transformatör ve eviriciden (frekans değiştirici) oluşan alternatif akım kaynak makineleridir (Karadeniz, 1985).

Kaynak makinesi ile kaynak arkı kaynak işlemini birlikte gerçekleştirirler. Dolayısıyla kaynak işleminde harcanan enerji açısından kaynak makinesi üretici, kaynak arkı tüketici durumundadır. İyi bir kaynak dikişi, yani değişmeyen bir ark için kaynakta enerji üreticisi ile enerji tüketicisi arasında bir arz talep dengesi olması gerekir. Kaynak işleminde kaynak yerine ne gereğinden daha az ne de gereğinden daha fazla enerji verilmelidir. Her iki durum da kaynak kalitesini düşürür. Bu nedenle akımın iyi ayarlanması ve ayarlanan akımın kaynak işlemi boyunca mümkün olduğunca değişmeyip, sabit kalması gerekir (Karadeniz, 1997).

Tristör, transistör ve triyak kontrollü elektronik kaynak makinelerinde şebekeden çekilen alternatif akım doğrudan bir transformatöre girer. Burada akımın frekansı değişmez, sadece akımı ve gerilimi kaynak işlemine uygun hale (küçük gerilim, büyük akım) getirilir ve daha sonra doğrultma köprüsünde doğrultulur, arkasından bir çekirdekli bobinden geçirilerek ve filtre edilerek kaynak için gerekli koşullarda doğru akım elde edilir. Gücü kontrol eden devreler ve doğrultucunun çıkış akımından aldıkları sinyalleri geri besleme sisteminde giriş kontrol sinyalleri ile karşılaştırılarak açısız kontrol ve kumanda sistemi ile doğrultucu çıkış değerleri ayarlanır (Karadeniz, 1995).

MIG –MAG kaynağında kullanılan kaynak akım üreteçlerinin Volt-Amper (VI) karakteristiği örtülü elektrot ile yapılan elektrik ark kaynağı ve TIG kaynağında kullanılan akım üreteçlerinin gibi düşey karakteristikli olabildiği gibi bunlardan çok farklı olan, yatay karakteristikli tipler çok daha yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Karadeniz, 1985). Düşey karakteristikli akım üreteçlerinde ark geriliminin önemli bir büyüklükte değişmesine karşın akım şiddetindeki değişim çok azdır. Bu olay ark boyunun kaynakçı tarafından ayarlandığı örtülü elektrot ile ark kaynağı ve TIG kaynağında çok önemli bir özelliktir, kaynakçının el hareketleri nedeni ile ark boyunda bir değişme olduğu zaman ergime gücünde meydana gelen değişim çok azdır ve bu da düzgün kaynak dikişi için çok önemli bir etkidir. Ark boyunun kaynak donamını tarafından ayarlandığı ve sabit tutulduğu MIG-MAG yönteminde bu karakteristiğe sahip bir akım üretici kullanıldığında ark boyunun değişmesi, yani ark geriliminin değişmesi sonucu ark boyunu sabit tutabilmek için ark boyunun kumanda alan bir elektronik tertibat yardımıyla tel sürme tertibatının motor devri değiştirilir (Karadeniz, 1995).

TIG yönteminde kullanılan kaynak makineleri, örtülü elektrot ile ark kaynağında kullanılan türdekiler gibi sabit akım, diğer bir tanım ile düşey karakteristikli akım üreteçleridir. Sabit akımlı kaynak akım üreteçleri düşey tip volt-ampere karakteristiğine sahiptirler ve bu sayede, ark boyu değiştiği zaman akım sabit kalabilmektedir. Eğimi fazla olan bir volt-ampere eğrisinde kaynak çalışma aralığında ark geriliminde değişimlere bağlı olarak akımdaki değişimler oldukça küçüktür. TIG kaynak yönteminde, kaynatılan malzemenin türüne göre hem alternatif akım hem de doğru akım kullanıldığından, modern kaynak makineleri her iki tür akımı da gerektiğinde sağlayabilecek türde tasarlanmışlardır. İyi bir kaynak makinesi hem alternatif hem de doğru akım sağladığında, kaynak akımını sabit tutabilmeli ve ayrıca doğru akımda tutuşmayı, alternatif akımda ise arkın sürekliliğini sağlamak için bir yüksek frekans jeneratörüne sahip olmalıdır. Son yıllardaki birçok uygulamada bu konuda darbeli akım da kullanılmaktadır.

Kaynak teknolojisindeki en son gelişmelerden bir tanesi hatta en önemlisi evirgeç türü akım üreteçlerinin uygulamaya girmiş olmasıdır. Evirgeçler daha önceleri uçak endüstrisinde, güç kaynağı uygulamalarında ve kontrol devrelerinde doğru akım üretiminde kullanılmaya başlanmış ve kazanılan deneyimler bunların kaynak endüstrisinde de güç kaynağı olarak kullanılmasına olanak vermiştir.

Evirici türü kaynak akım üreteçlerinde alışılmış redresörlerde olduğunun aksine giriş akımının tek faz veya üç faz olması çıkış akımının karakterini, biçimini etkilemez. Zira giriş akımı öncelikle doğrultulmakta ve daha sonra yüksek frekanslı alternatif akıma ve oradan da doğru akıma döndürülmektedir. Bu bakımdan, giriş akımının tek faz veya üç faz olmasının önemi yoktur.

Güç elektroniğinin kaynak teknolojisi ile beraber düşünülmesi yeni güç kaynaklarının geliştirilmesine neden olmuş ve kaynak teknolojisinde devrim olarak adlandırılan yeni tip makineler üretilmiştir. Eviriciler, gün geçtikçe ülkemizde de tanınmakta ve kullanım oranı artmaktadır. Geleneksel tip güç kaynaklarından evirici tip yeni nesil makinalarına geçiş süreci, gelişmiş ekonomilerde tamamlanmak üzere olup, ülkemizde ise henüz başlangıç aşamasındadır. Geleneksel güç kaynakları ile yeni nesil elektronik kaynak makinalarını kıyaslayacak olursak, geleneksel makinelerde şebeke enerjisi şok ünitesi ile beraber 3 adımda kaynak için gerekli enerjiye dönüşürken, yeni nesillerde bu işlem 5 adımda gerçekleşir. Geleneksel güç kaynaklarında şebeke enerjisi doğrudan transformatöre girer,

burada gerilim düşerken akım yükselir ve doğrultucu ünite yardımı ile alternatif akım doğru akıma çevrilmiş olur. Evirici tip güç kaynaklarında ise şebeke enerjisi önce bir doğrultucudan geçer, doğrultulan akım tekrar ikinci bir üniteden geçirilerek yüksek frekanslı alternatif akıma dönüşür. Bu frekansın değeri güç kaynağının dizaynı ile orantılı olarak 20 kHz ile, 100 kHz arasında değişir. Yüksek teknolojiye sahip makinelerde 100 kHz kullanılmaktadır. Bu aşamadan sonra yüksek frekanslı alternatif akım önce bir trafodan sonra tekrar bir doğrultucu üniteden geçip, şok ünitesi yardımı ile de kaynak için elverişli hale gelir. Trafo büyüklüğü çalışma frekansı ile ters orantılıdır. Frekans yükseldikçe trafo boyutları küçülür. Aynı kaynak akımını veren geleneksel güç kaynağı ile evirici güç kaynağı arasında 10–20 kat arasında ağırlık farkı vardır. Bu nedenle yeni nesil elektronik makineler oldukça hafif olup taşınabilme özelliğine sahiptir. Günümüzde 3,25 çaplı her türlü elektrotu yakabilen kaynak makinelerinin ağırlığı sadece 4 kg civarındadır. Trafolardaki farklılıktan dolayı iki tip güç kaynağının enerji verimleri de farklıdır. Yeni nesillerde güç katsayıları 0,95–0,99 aralığında iken, geleneksel makinelerde bu 0,7- 0,8 aralığındadır. Enerji kaybı açısından da elektronik makinaların oldukça avantajlı olduğu görülmektedir. Enerji sarfiyatı olarak da karşılaştırıldıklarında, örneğin 200 A kaynak akımı verebilen geleneksel güç kaynağı yaklaşık 12 KVA şebekeden enerji çekerken, aynı şartlarda evirici 6 KVA şebekeden enerji çekmektedir. Enerji sarfiyatlarının düşük olması da tercih edilme sebeplerindedir.

1.3 ÇALIŞMANIN AMACI

MAG ve MIG kaynak yönteminde, kaynağın ekonomikliğini etkileyen önemli faktörler nüfuziyet ve sıçramadır. Esas metalde erimenin oluştuğu derinlik nüfuziyet olarak adlandırılır. Hem gerilim hem de akım arktaki ısıtmaya katkıda bulunduğu bunların herhangi birinin değişimi nüfuziyeti etkileyecektir. Ancak gerilimin kaynak sırasındaki şiddeti başka faktörler göz önüne alınarak saptanır. Kaynak dikişinin genişliği ve yüzey profili ark uzunluğuna bağlı olup buda gerilimle çok yakından ilişkilidir. Genel olarak yüksek gerilimler (yani uzun ark boyu) geniş kaynak dikişleri verir. Diğer taraftan çok düşük gerilimler (yani kısa ark boyu) kaynak ağızlarında yetersiz erime olasılığı ile birlikte yüksek profile sahip dar kaynak dikişleri oluşturur. Bu nedenle kaynakçı kararlı ark ve başarılı bir kaynak yüzey profili veren bir gerilim ve ark boyu seçer. Gerilim belirli bir değerde tutulduktan sonra akım, nüfuziyeti kontrol eden temel faktör haline gelir.

Ark kaynağında nüfuziyetin en önemli tarafı, kaynak metali bileşimi üzerine yaptığı etkidir. Erimiş banyo, elektrot ve esas metal karışımından meydana gelmiştir. Bunların oranları büyük ölçüde ısı girdisi tarafından tayin edilir. Çünkü ısı girdisi hem elektrot erime hızını ve hem de nüfuziyeti kontrol eder. Bir kaynak metali, dolgu teli veya elektrot tarafından sağlanan erimiş metalle iş parçasından eriyen metalin karışması ile olur. Erimenin bütün malzeme kalınlığı boyunca olmaması şeklinde ortaya çıkan, kaynaklanmamış kısımların bulunmasıdır (Anık; Vural, 1998).

Uygun tel çapının seçilmemesi, akım şiddetinin uygun seçilmemesi yetersiz nüfuziyete neden olur. Nüfuziyet derinliği tel çapı, kaynak akımı, ark boyu, kaynak hızı, koruyucu gaz türü, parça kalınlığı ve torcun tutuluş eğimi gibi pek çok faktörden etkilenir.

Sıçrama kaynaklı birleştirmelerde arzu edilmeyen bir olgudur. Her şeyden önce kaynak malzemesi israfıdır. Pahalı olan kaynak telinin ziyan edilmesidir. Sıçrayan damlacıkların iş parçasının her tarafına yayılarak yapışması ve bunun giderilmesi için iş parçasının temizlik işlemine tabi tutulması maliyeti etkilemektedir. Kaynakçılar zamanlarının önemli bir kısmını kaynak tabancası ucuna ve gaz memesi içine sıçrayarak yapışan çapakların neden olduğu sorunları gidermek için harcamak zorunda kalmaktadır. Eğer seçilen tel çapı için kaynak akım şiddeti çok düşükse veya aşırı uzun ark boyu, yani yüksek ark gerilimi söz konusu ise eksensel olmayan şekilde geçen damlacıklar iş parçası (esas metal) üzerine büyük sıçramaların düşmesine neden olur ve kaynağı izleyen bir temizleme işlemi gerektirir. Sıçrama kayıpları kaynak işleminin yapıldığı ve kararlı arkın muhafaza edildiği bütün kaynak parametrelerine bağlıdır (Ertürk, 1994).

Genel olarak sıçramanın sebepleri aşağıda verilmiştir (Anık; Vural, 1998).

- Uygun kaynak makinesi seçilmemesi,
- Uygun gazın seçilmemesi,
- Kaynak makinesi parametrelerinin (akım ve gerilim gibi) uygun seçilmemesi

Elektrotun yüksek akım ile yüklenmesi sıçramaları da artırmaktadır. Ayrıca elle yapılan kaynakta, hızın belirli bir değerin üzerine çıkması, kaynakçının kaynağa hâkimiyetini zorlaştırmaktadır (Tülbentçi, 1990). Lewis sıçramaların kaynak devresine uygun bir endüktansın ilave edilmesiyle daldırma geçiş şeklinde azalabileceğini iddia etmektedir

(Lewis, 1964). Potaspevski sıçramanın, kaynak sırasında söz konusu olan telin damla geçişine bağlı olduğunu gözlemiştir (Potaspevski, 1974).

Kaynak işleminde seçilen tel elektrot çapı için kaynak akım şiddeti çok düşükse veya yüksek ark gerilimi söz konusu ise eksensel olmayan şekilde geçen damlacıklar iş parçası (esas metal) üzerine büyük sıçramaların düşmesine neden olur ve temizleme işlemini gerektirir (Rothschild, 1956).

Kaynak esnasında kararlı bir ark ve çok küçük boyutlu damlacıkların geçişine, püskürtme (sprey) geçiş denilmektedir. Karbondioksit koruması altında gerçek püskürtme geçişi hiç bir zaman elde etmeye olanak yoktur. Gerçek püskürtme geçişi; argonca zengin olan argon-karbondioksit, argon-oksijen veya argon-karbondioksit-oksijen (Ar+CO₂; Ar+O₂; Ar+CO₂+O₂) karışım gazı koruması ile sağlanır. Yalnız koruyucu gaz bileşimindeki, oksijen ve karbondioksit gibi aktif gazların miktarı ne kadar fazla olursa oksidasyondan dolayı, kaynak dikişindeki alaşım elementlerinin kaybı o denli yüksek olacaktır. Yine aşırı derecede oksit, mikro yapıya girecek ve dikişin mekanik özellikleri de kötüleşecektir. Bu nedenle gaz bileşiminin isabetli biçimde ayarlanması ile, sıçramaları azaltmak, dikişin mekanik özelliklerini iyileştirmek, kaynak hızını arttırmak, dikiş formunu olumlu yönde etkilemek ve maliyeti düşürmek gerekecektir (Tülbentçi, 1990).

Yapılan literatür taramalarında (Tülbentçi, 1998), nüfuziyetin artan ark gerilimi ile bir optimum değere kadar arttığı ve bu değerden sonra azalmaya başladığı belirtilmiştir. Ayrıca, yüksek ark gerilimi, nüfuziyet azlığı dolayısı ile bazı geniş aralıklarda kök pasoda köprü kurabilmek için kullanılır. Çok küçük ark geriliminin çok dar ve aşırı şişkin (konveks) kaynak dikişlerinin oluşmasına, aşırı derecede küçük ark geriliminin ise gözenekliğe neden olduğu belirtilmiştir.

Kaynak hızı, kaynak arkının iş parçası boyunca olan hareketi yada birim zamanda yapılan kaynak dikişi boyutu olarak bilinmektedir. Kaynak işlemi esnasında hız yavaş olduğu zaman birim boya yığılan kaynak metali artar ve bu da sonuçta kaynak banyosunun büyümesine neden olur. Kaynak metalinin büyümesi ve ısı girdisinin artmasıyla akışkan hale gelen sıvı metal kaynak ağzı içinde arkın önüne doğru akar, düzgün ark oluşumunu etkiler (Ertürk, 1994).

Kaynak hızı, kaynak metalinin mikroyapısına ve nüfuziyetine önemli ölçüde etki etmektedir. Kaynak hızının artması veya azalması durumlarında kaynak edilen malzemeye değişik oranlarda ısı girdisi uygulanmaktadır (Durgutlu, 1997).

Literatürde de (Durgutlu, 1997) en derin nüfuziyet kaynak hızının optimum olduğu değerlerde elde edilir ve bu nüfuziyet kaynak hızının yavaşlaması yada artması durumlarında azalır olduğunu söylemektedir.

Aşırı yüksek akım şiddeti çok geniş bir kaynak banyosu ve derin nüfuziyete neden olduğundan, ince parçaların kaynağında delinmelerin ortaya çıkmasına neden olabilir. Düşük akım şiddeti de yetersiz nüfuziyete ve kaynak metalinin (eriyen tel elektrotun) esas metalin üzerine yığılmasına neden olur (Tülbentçi, 1990).

Bu tez çalışmasında, MIG-MAG kaynak yöntemi kullanılarak, geleneksel kaynak makinaları ve yeni nesil elektronik kaynak makinalarıyla pratik (deneysel) çalışmalar yapılmıştır. Deneysel çalışmalarda, her iki tür kaynak makinalarında akım ve gerilimin kaynak başarımı yani sıçrama, kaynak dikişi ve nüfuziyete etkileri incelenmiştir. Bu amaçla; sabit bir gerilimde, farklı akım değerlerinin kaynak başarım ölçütlerine etkileri ve sabit bir akımda, farklı gerilim değerlerinin kaynak başarımına etkileri incelenmiştir. Ayrıca, darbeli arkın sıçrama ve nüfuziyete etkileriyle ilgili deneyler yapılmıştır. Elde edilen deneysel sonuçlar, değerlendirilerek yorumlanmıştır.

1.4 TEZ PLANI

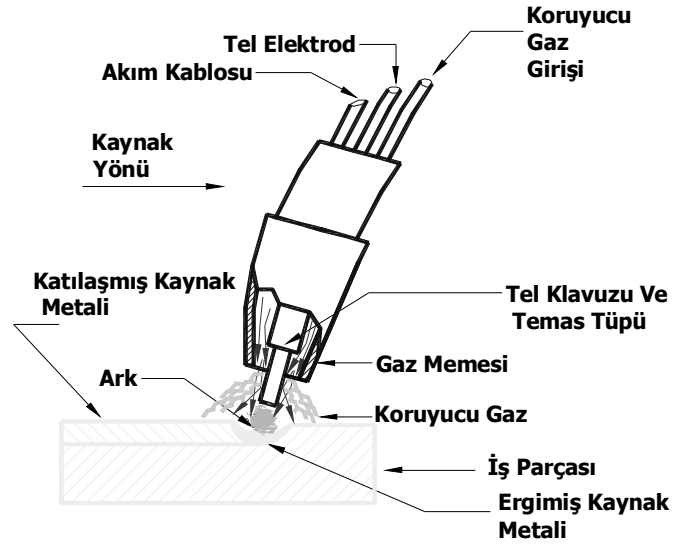
Birinci bölümde; kaynak teknolojilerinin ve kaynak makinalarının tanıtımı, çalışmanın amacı ve tez planı verilmiştir. İkinci bölümde, MIG-MAG kaynak yöntemi, geleneksel kaynak makinelerinin yapıları ve temel özellikleri, yeni nesil kaynak makineleri ve temel özellikleri anlatılmıştır. Üçüncü bölümde, deneysel çalışmalar anlatılmıştır. Bu bölümde, deneylerde kullanılan malzemeler, donanımlar, deneylerin yapılışı ve incelenen parametreler değerleriyle verilmiştir. Dördüncü bölümde, elde edilen sıçrama, kaynak dikişi ve nüfuziyet resimleri gösterilerek, sonuçlar verilmiştir. Beşinci bölümde, elde edilen sonuçların yorumları yapılmıştır.

BÖLÜM 2

MIG-MAG KAYNAK YÖNTEMİ VE KAYNAK MAKİNALARI

2.1 MIG-MAG KAYNAK YÖNTEMİ

Gazaltı kaynağında kaynak için gerekli ısı, eriyen ve sürekli beslenen bir tel elektrot ile iş parçası arasında oluşturulan ark yoluyla ve elektrottan geçen kaynak akımının elektrotta oluşturduğu direnç ile ısıtması yoluyla üretilir. Kaynak yapılacak bölge havanın olumsuz etkilerinden bir gaz ortamı ile korunduğundan bu yöntem gazaltı ark kaynak yöntemi olarak adlandırılır. Bu yöntem Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Gazaltı Kaynağının Prensibi (Eryürek, 2006).

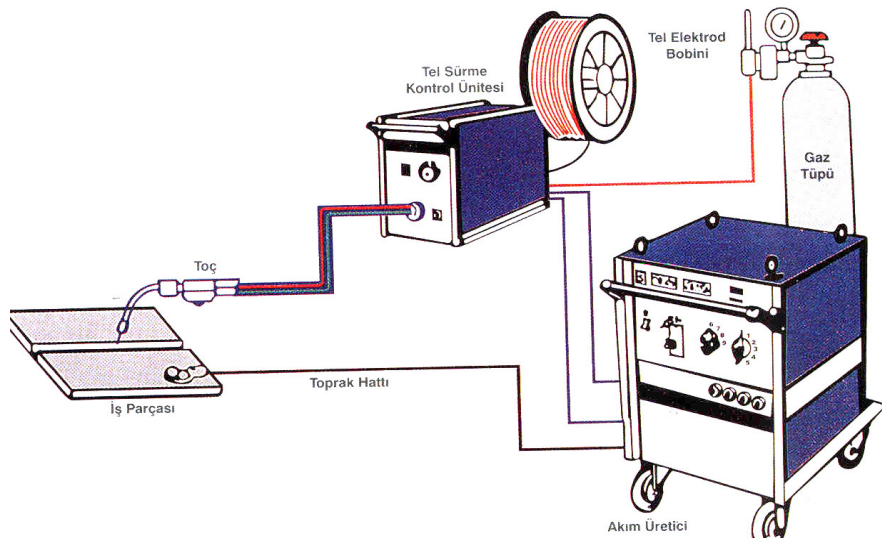
Bu kaynak yöntemi, koruyucu gazın özelliğine bağlı olarak iki ayrı isimle adlandırılır. Kaynak işleminde asal gaz kullanılıyor ise MIG, aktif gaz kullanılıyor ise MAG olarak adlandırılır. Sonuç itibariyle iki ayrı isimle adlandırılan kaynak çeşitlerinde donanımlar aynıdır. Sadece CO₂ korumalı kaynakta tüp çıkışına bir ısıtıcı eklenir. MIG – MAG kaynak teknikleri çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bu yöntem ile çok ince levhalarda olmamakla beraber, her kalınlıkta demir esaslı ve demir dışı metallerin veya alaşımlarının

kaynak işlemi mümkündür. MIG–MAG kaynak yönteminin uygulanması, kolay olduğundan kaynakçı hiçbir güçlükle karşılaşmaz, toprak kablosunu kaynatılacak malzemeye bağlayıp torcun ucundaki elektrotu da iş parçasına değdirmesi yeterli olacaktır. İlk defa ABD'de alüminyum ve alaşımlarının sonra da sırası ile yüksek alaşımlı çeliklerin, bakır ve alaşımlarının, karbonlu çeliklerin kaynağında kullanılmış olan MIG kaynak yönteminde ark helyum veya argon gibi asal bir gaz atmosferi altında yanar. Bu yöntemin TIG yönteminden farkı arkın iş parçası ve kaynak metali ikmalini sağlayan eriyen bir elektrot arasında oluşturulmasıdır (Tülbentçi, 1990).

Bu yöntemde, ince tel elektrotların yüksek akım ile ($100 - 300 \text{ A/mm}^2$) yüklenmesi mümkündür. Akım şiddeti ve koruyucu gaz, damla geçişini, arktaki damla geçişini etkiler. Bununla beraber ark oluşumu, dikiş formu ve nüfuziyet de etkilenir. Kaynak makinası, tel sürme hızı ve kullanılan torc yöntemine uygun olmalıdır. Ark, iç ayar sistemi ile sabit uzunlukta tutulur (Tülbentçi, 1990, Anık, 1993, Vural, 1993).

2.1.1 Kaynak Donanımı

Bir MIG kaynak donanımı kaynak güç ünitesi, kaynak torcu, tel besleme ünitesi, bağlantı kabloları ve hortumları, su soğutma sistemi (su soğutmalı güç ünitelerinde) ve üzerinde basınç düşürme ventili ve gaz debisi ölçme tertibatı bulunan koruyucu gaz tüpünden oluşur. MIG–MAG kaynak donanımı blok şeması Şekil 2.2'de görülmektedir.



Şekil 2.2 MIG- MAG kaynak donanımı blok şeması (Anık; Vural, 1998).

Kaynakçı tarafından ilk ayarlar yapıldıktan sonra arkın elektriksel karakteristiğinin kendi kendine ayarını otomatik olarak kaynak makinası sağlar. Bu nedenle yarı otomatik kaynakta kaynakçının gerçekleştirdiği elle kontroller, kaynak hızı, doğrultusu ve torcun pozisyonundan ibarettir (Eryürek, 2006).

Uygun donanım seçilip, uygun ayarlar yapıldığında ark boyu ve akım şiddeti (tel besleme hızı) kaynak makinası tarafından otomatik olarak sabit değerde tutulur. Kaynak donanımı 4 temel gruptan oluşmuştur.

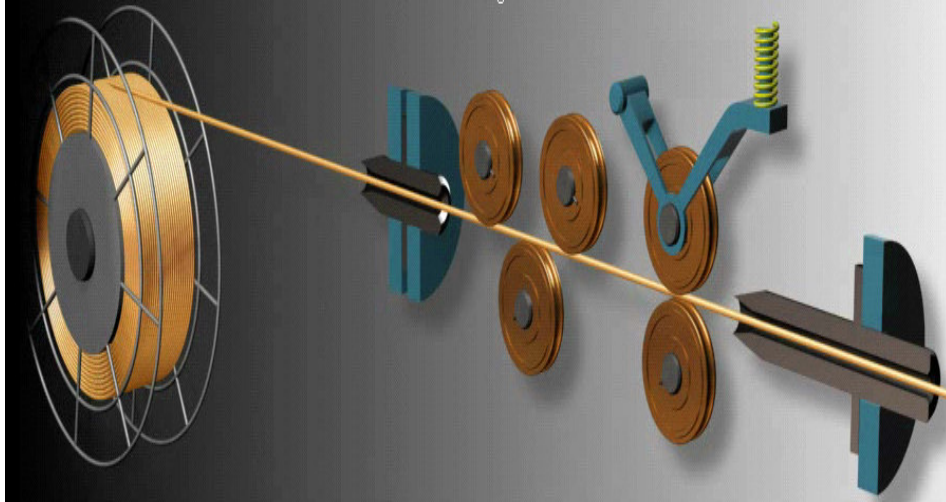
- Kaynak torcu ve kablo grubu
- Elektrot besleme ünitesi
- Güç ünitesi
- Koruyucu gaz ünitesi

Torc ve kablo grubu üç görevi yerine getirir. Koruyucu gazı ark bölgesine taşır. Elektrotu temas tüpüne iletir ve güç ünitesinden gelen akım kablosunu temas tüpüne iletir. Kaynak torcunun tetiğine basıldığı zaman, iş parçasına aynı anda gaz, güç ve elektrot iletilir ve bir ark oluşur. Ark boyunun kendi kendisini ayarlamasını sağlamak için tel besleme ünitesi ile güç ünitesi arasında ilişki sağlayan iki türlü çözüm mevcuttur. Bunlardan en fazla bilinen de sabit gerilimli bir güç ünitesi (yatay gerilim-akım karakteristiği sağlayan güç ünitesi) ile sabit hızlı elektrot besleme ünitesi kullanılmaktadır. İkinci çözüm ise azalan bir gerilim-akım karakteristiği sağlar ve elektrot besleme ünitesinin besleme hızı ark gerilimi yoluyla kontrol edilir. Sabit gerilim - sabit besleme hızı çözümünde torcun pozisyonundaki değişme kaynak akımında değişmeye neden olur. Kaynak akımındaki değişme ise derhal serbest elektrot uzunluğunu değiştirerek (elektrot ergime hızı değiştiğinden) ark boyunun sabit kalmasını sağlar. Torcu iş parçasından uzaklaştırma nedeniyle serbest elektrot uzunluğunda meydana gelen artma kaynak akımında azalmaya neden olarak elektrotta direnç ısıtmasının da aynı değerde kalmasını sağlar. Diğer çözümde ise, ark geriliminde meydana gelen değişmeler tel besleme sisteminin kontrol devrelerini yeniden ayarlar ve bu sayede tel besleme hızı uygun bir şekilde değiştirilir (Eryürek, 2006). MIG-MAG kaynak yöntemi, veriminin yüksek, erime gücünün fazla ve otomasyona kolaylıkla uyarlanabilir olması nedeni ile sanayileşmiş ülkelerde yaygın kullanım alanı bulmuştur.

2.1.2 Tel Sürme Tertibatı

Tel sürme tertibatı, teli makaradan sağıp, ergiyen tel miktarını karşılayacak bir hızla ark bölgesine sevk eden bir mekanizmadır. Çalışma sistemlerine göre çekme, itme türü tertibatlar diye adlandırılırsa da prensip olarak çalışma bakımından birbirlerinden pek farkları yoktur. Hız ayarı kademesiz bir mekanik tertibat veya gerilimi değiştirilerek hızı ayarlanan bir doğru akım motoru tarafından gerçekleştirilir. Tel sürme tertibatları çalışma prensibi bakımından rulolu ve planet tertibatlar olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar (Tülbentçi, 1990).

Sabit akımlı güç ünitesi kullanıldığında, bir otomatik gerilim algılama kontrolü gereklidir. Bu kontrol ark gerilimindeki değişimleri algılar ve ark boyunu sabit tutmak için tel besleme hızını değiştirir. Değişken hızlı tel besleme tertibatı ve sabit akımlı güç ünitesinden meydana gelen bu sistem, besleme hızlarının düşük olduğu büyük çaplı elektrotlarda (1.6 mm.'den büyük) kullanılabilir. Yüksek besleme hızlarında, motor hızının ayarı arkın kararlılığını sağlamaya yetecek kadar hızlı bir şekilde yapılamaz. Tipik bir tel besleme ünitesinin resmi Şekil 2.3'de gösterilmiştir.



Şekil 2.3 Tel Besleme Ünitesi (Vural, 2006).

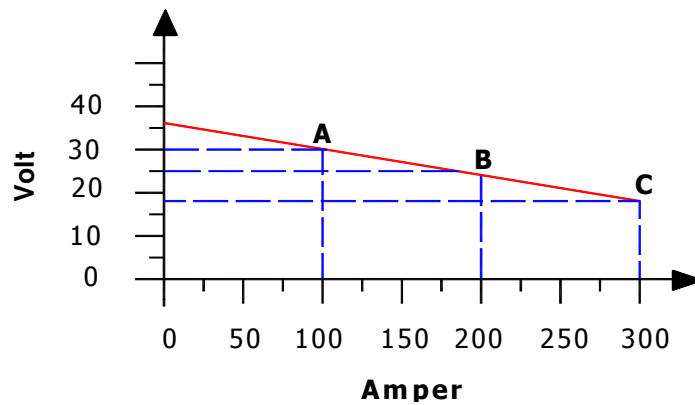
Tel besleme ünitesi bir elektrik motoru, tel makaraları ve tel doğrultusunu ve basıncı ayarlayan aksesuarlardan meydana gelmiştir. Tel besleme motoru genellikle doğru akımla çalışır. Teli torç yoluyla iş parçasına iter. Motor hızını geniş bir aralıkta değiştiren bir kontrol devresinin mevcut olması gerekir. Sabit hızlı tel besleyicileri normal olarak sabit

gerilimli güç üniteleri ile birlikte kullanılırlar. Bunlar, gerekli devreler eklendiği takdirde sabit akımlı güç ünitelerinde de kullanılabilir. Besleme motoru tel besleme makaralarını tahrik eder. Bu makaralar, elektrot menbaından teli çekme ve kaynak torcu içinde itme yoluyla tele kuvvet iletir. Besleme makaralarının basınçlarının ayarı tel özelliklerine bağlı olarak değişik kuvvetlerin uygulanabilmesine imkân verir. Giriş ve çıkış kılavuzları, telin besleme makaralarına uygun bir doğrultuda girmesini ve çıkmasını sağlar ve telin bükülmesini engeller. Dolu tellerle genellikle biri kanallı (tahrik makarası), diğeri düz yüzeyli makara çiftleri kullanılır. Tel besleme üniteleri iki makaralı veya dört makaralı düzenler kullanılabilir (Eryürek, 2006).

2.1.3 Akım Üreteçleri

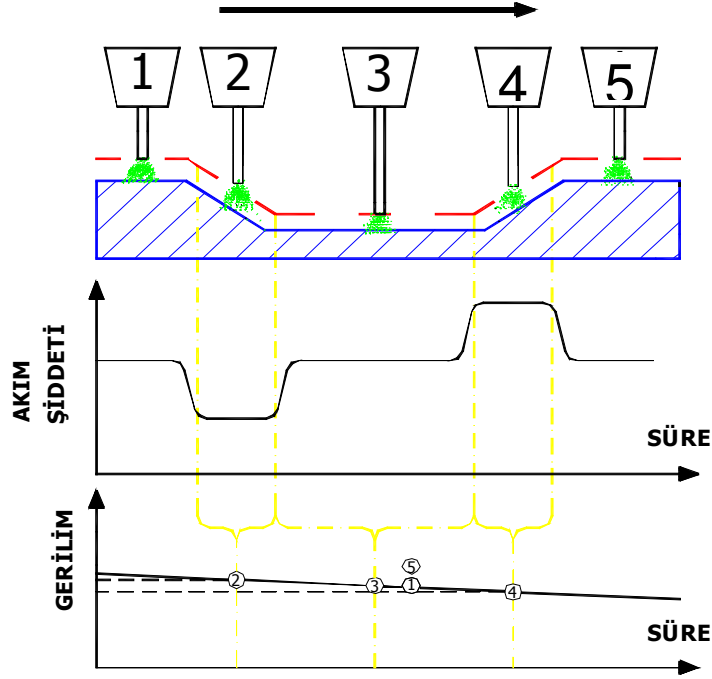
Kaynak güç üniteleri ark oluşturmak için elektrik gücünü elektrota ve iş parçasına iletir. Gazaltı kaynağının büyük bir kısmında elektrotun pozitif kutupta olduğu doğru akım kullanılır. Bu nedenle güç ünitelerinin pozitif ucu torca, negatif ucu ise iş parçasına bağlanır. Doğru akım güç ünitelerinin başlıca tipleri motor tahrikli jeneratörler (dönen ve hareketli tip) ve transformatör doğrultuculardır.

Bir güç kaynağının yatay karakteristiği sahip olup olmadığına şu şekilde karar verilir; akım üreticinin karakteristiğinin eğimi her 100 amperde 1 – 5 volt arasında bir değişim gösteriyor ise bu makine yatay karakteristiğe sahiptir. Şekil 2.4’de görüldüğü üzere gerilimdeki küçük değişmelere karşılık akımdaki değişmeler oldukça büyüktür.



Şekil 2.4 Yatay karakteristiğe sahip bir makinanın V- I ilişkisi (Eryürek, 2006).

MIG – MAG kaynağı akım üreteçlerinde içten ayar diye adlandırılan ark boyu ayarı vardır. Bu makinelerde ark gerilimi, tel ilerleme hızı ve buna bağlı olarak da akım şiddeti ayarlanır. Tel ilerleme motorunun hızı seçilen bir devirde döneceğinden tel ilerleme hızı sabittir. Şekil 2.5’de kaynak işlemi esnasında herhangi bir sebeple ark boyu uzadığı zaman akım şiddetinin büyük miktarda azaldığı gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Ark uzunluğunu içten ayar yardımı ile ayarlanması (Tülbentçi, 1990).

Ark boyunun artması akım şiddetinin düşmesine, dolayısıyla tel ergime miktarının azalmasına neden olur. Bu sırada sabit hızla gelen tel, arkı normal konumuna döndürür. Ark boyu kısaldığında akım şiddeti yükselir, tel ergime miktarı artar, sabit gelen tel hızı arkı normal boyuna döndürdüğü içinde akım ve gerilim değerleri uygun değerlerde seyreder. Ark boyu kaynak akım üreticinin yatay karakteristiği sayesinde kendinden ayarlanmaktadır.

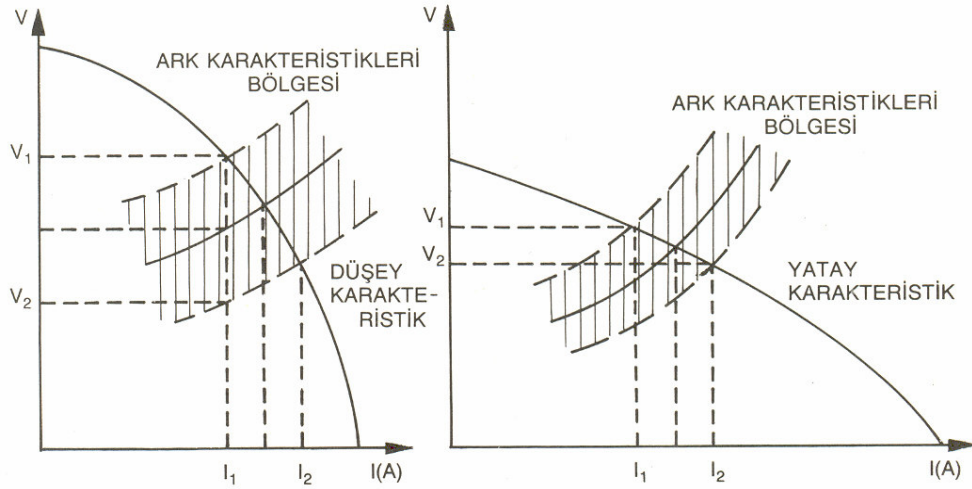
Bütün kaynak makineleri, dikey ve yatay karakteristikli olarak imal edilirler. Her kaynak makinası statik karakteristik olarak bir eğri demetine sahiptir. Bu demetteki eğrilerden her biri kaynak makinasının verdiği bir akım ve gerilim değerine karşılık gelir (Karadeniz, 1985).

Kaynak makinaları statik karakteristiklerine göre üçe ayrılır.

- Düşey karakteristikli kaynak makineleri,
- Yatay karakteristikli kaynak makineleri,
- Yükselen karakteristikli kaynak makineleri,

Düşey karakteristikli kaynak makinelerinde kaynak akımı arttıkça çıkış (ark) gerilimi düşmektedir. Yatay karakteristikli kaynak makinelerinde ise akım arttıkça çıkış gerilimi sabit kalır. Yükselen karakteristikli kaynak makinesinde kaynak akımı arttıkça kaynak gerilimi de artmaktadır (Karadeniz, 1995).

Şekil 2.6'da görüldüğü gibi aynı ark boyu değişimlerine karşı, düşey karakteristikli bir makinede, yatay karakteristikli bir makineye göre daha büyük bir gerilim ve daha küçük bir akım değişmesi olmaktadır.



Şekil 2.6 Düşey ve Yatay Karakteristiği gösteren akım-gerilim grafiği (Tülbentçi, 1990).

Düşey karakteristikli kaynak makinelerinin kullanıldığı yöntemler şunlardır. Örtülü elektrot kaynak yöntemi, TIG koruyucu gaz kaynağı yöntemi, plazma kaynağı ve kalın tellerle yapılan tozaltı kaynağıdır (Çap \geq 7mm). Yatay karakteristikli, kaynak makinelerinin kullanıldığı yerler MIG-MAG kaynak yöntemi ve tozaltı kaynağıdır. Kısa devreden sonraki açık devrede, ortaya darbe şeklinde boş bir çalışma gerilimi çıkar. Bu gerilim en az 35 V olmalıdır. Kaynak makinesinin statik karakteristiğini tespit etmek için makine değişken bir dirençle yüklenir. Akım ve gerilim değerleri çeşitli yükler için alınarak grafikler çıkarılır.

Düşey karakteristikli akım üreteçlerinde ark gerilimi önemli bir büyüklükte değişmesine karşın akım şiddetindeki değişim çok azdır. Bu olay ark boyunun kaynakçı tarafından ayarlandığı örtülü elektrot kaynağında çok önemli bir özelliktir. Kaynakçının el hareketleri nedeni ile ark boyunda bir değişme olduğu zaman ergime gücünde meydana gelen değişim çok azdır. MIG -MAG kaynak yönteminde yatay karakteristikteki kaynak akım üreticinde kaynakçının el hareketleri ile ark boyunda oluşan değişmelerin giderilmesi için tel sürme tertibatından ark boyu mesafesini ayarlamak için elektronik bir tertibat ile tel sürme motorunun hızının değişmesi gerekir. Bu olay ark boyu mesafesinin sabit tutulmasını sağlar. Bu sistem yatay karakteristikteki akım üreteçlerinin maliyetinin yüksek olmasına neden olur. Makinelerin yatay karakteristiği sayesinde ark boyu bu iki parametre sayesinde kendinden bağımsız olarak ayarlanmaktadır. Gerilim ayarı ne kadar fazla olursa çalışma değerini belirleme o kadar kolay olur. Yatay karakteristikli makinelerde; tutuşma sırasında tel iş parçasına değer ve makinenin yatay karakteristiği nedeniyle oluşan yüksek kısa devre akımı, teli anında ertirir, makaradan gelen telin sabit hızla ileri sürülmesi nedeniyle bir ark oluşur ve eriyen tel ile sürülen tel arasında bir denge meydana gelir ve ark karakteristiği oluşur (Tülbentçi, 1990).

MIG – MAG kaynak yönteminde, akım üreticinin dinamik karakteristiği kaynağın kalitesi bakımından çok önemlidir. Eğer endüktans çok yüksek ise düzensiz bir ark oluşur; endüktans düşük ise çok fazla sıçramalı bir ark oluşur, bu durumda tel kayıpları fazladır ve kaliteli bir kaynak elde edilemez. Tel kayıplarını aza indirmek ve kaliteli bir dikiş elde edebilmek için, yatay karakteristikli kaynak makinesinin kısa devre sürecindeki ani akım yükselmesi, kaynak devresine seri bağlanacak bir endüktif direnç ile ayarlanabilir (Macun, 1980).

2.1.4 MIG-MAG Kaynağında Kullanılan Tüketim Malzemeleri

MIG- MAG kaynak yönetiminde, kaynağın kalitesini ve ekonomikliğini, kaynak sırasında kullanılan tel elektrot ve koruyucu gazlar önemli ölçüde etkiler. Örneğin; dikişin görünümü, nüfuziyet, mekanik ve teknolojik özellikler kaynağın kalitesini etkiler.

2.1.4.1 Tel Elektrotlar

Bu yöntemde kullanılan tüm elektrotlar 0.6, 0.8, 1.0, 1.2 ve 1.6 mm çaplarında olup üzeri

bakır ile kaplandıktan sonra bir makaraya sarılarak oluşturulan bobin makinaya takılır. Son yıllarda kaynak metalinin özelliklerini geliştirmek için çeliklerin kaynağında kullanılmak üzere, masif (dolu) elektrotların dışında, özlü veya kenetli elektrot diye tanımlanan elektrotlar da geliştirilmiştir.

Tel elektrotlar, kaynak esnasında üzerinden akım geçerek ergiyen, otomatik olarak beslenen (MIG-MAG, tozaltı) ark kaynağı yöntemlerinde ilave kaynak metali olarak kullanılan ve bir kangala sarılı halde bulunan tellerdir. MIG-MAG kaynağında tel elektrotlardan başka özlü tellerde kullanılır; bu elektrotların orta kısmında rutil veya bazik özler bulunur. Özüz olarak kullanılan tel elektrotlar bileşimlerine göre SG1, SG2 ve SG3 olmak üzere üç guruba ayrılırlar. Çizelge 2.1’de TS 5618’e göre alaşımsız ve az alaşımlı çeliklerin kaynağında kullanılan tel elektrotların kimyasal bileşimleri verilmiştir.

Çizelge 2.1 Çeliklerin kaynağında kullanılan tellerin kimyasal bileşimi (Anık;Vural, 1998).

Simge	Malzeme No	Kimyasal Bileşim						Müsaade Edilen Safsızlık
		C	Si	Mn	P	S	Cu	
SG 1	1.5112	0.07- 0.12	0.5- 0.7	1.0- 1.3	0.025	0.025	0.30	Cr 0.15
SG 2	1.5125	0.07- 0.14	0.7- 1.0	1.3- 1.6	0.025	0.025	0.30	V 0.05
SG 3	1.5130	0.07- 0.14	0.8- 1.20	1.6- 1.9	0.025	0.30	0.30	Al 0.02 Mo 0.15

Çeliklerin eriyen elektrot ile gazaltı kaynağında kullanılan tel elektrotlar ve özlü tel elektrotların, ülkemizde TSE, Alman DIN standartlarına ve Amerikan AWS standartlarına göre sınıflandırılması yapılmıştır. Ülkemizde sadece düşük alaşımlı çeliklerin kaynağında kullanılan tel elektrotlara ait bir standart bulunmaktadır (TS 5618).

Ergiyen elektrot ile ark kaynağında en önemli problemlerden bir tanesi de tel elektrotun seçimidir. Bu kaynak yönteminde tel ve gaz kombinasyonu sonucunda ortaya çıkan kaynak metalinin bileşimi, gereken mekanik ve fiziksel özellikleri karşılamak zorundadır, bu bakımdan elektrot seçimi aşağıda belirtilmiş olan kriterler göz önünde bulundurularak yapılır.

- Esas metalin mekanik özellikleri
- Esas metalin kimyasal bileşimi
- Koruyucu gazın türü
- Esas metalin kalınlığı ve geometrisi
- Çalışma ortamının koşulları

Tel elektrotun çapı eritme gücünü etkiler ve ince teller aynı akım değerinde daha yüksek eritme gücüne sahiptir. Bu durum şöyle açıklanabilir. Aynı Volt - Amper gücünde, ince tel kesitleri özgül olarak (birim kesit başına) daha yüksek akımla yüklenirler.

2.1.4.2 Koruyucu Gazlar

Bütün gazaltı kaynak yöntemlerinde olduğu gibi MIG – MAG yönteminde de koruyucu gazın ark bölgesini tamamen örtmesi ve kaynak metalini atmosferik şartlardan koruması gerekmektedir. MIG – MAG kaynağında asal ve aktif gazlar veya bunların çeşitli oranlarda karışımları kullanılır. Genel olarak asal gazlar reaksiyona girmediklerinden dolayı demir dışı metallerin kaynağında, aktif gazlar veya aktif asal gaz karışımları da çeşitli tür çeliklerin kaynağında kullanılmaktadır. MIG – MAG kaynağında ticari olarak kullanılan gazlar veya gaz karışımlarından asal olanlar argon ve helyum, aktif olanlar ise karbondioksit, azot, oksijen ve hidrojen gazlarıdır.

Gazaltı kaynağında çeşitli türlerde gazlar kullanılır. Her gazın oluşturduğu ergime gücü, dikiş biçimi ve nüfuziyeti birbirinden farklıdır. Koruyucu gaz türünün kaynak esnasında sıçrama miktarına, kaynak hızına, kaynak metalinin arktaki transfer şekline ve elde edilen bağlantının mekanik özelliklere etkisi vardır (Tülbentçi, 1990).

Demir esaslı metallerin kaynağında saf karbondioksit ile, argon-karbondioksit ve argon oksijen karışımları kullanılır. Karbondioksitin koruyucu gaz olarak kullanılması halinde aynı akım şiddeti için en büyük ergime gücü, en fazla dikiş derinliği, en geniş ve konveks kaynak dikişi elde edilirken sıçrama kayıplarının fazla olduğu görülür. Argon ve argon-oksijen karışımı gazlar, kaynak sırasında karbondioksitin tam karşıtı özellik gösterirler, bu gazlar ile en düşük ergime gücü, en az nüfuziyet, en dar kaynak dikişi elde edilirken, en az sıçrama kaybının olduğu gözlenir.

Demir dışı metallerin kaynağında kullanılan koruyucu gazlar; argon, helyum ve argon-helyum karışımıdır. Argon en az nüfuziyet, en düşük ergime gücü ve en dar dikiş verirken, helyum en derin nüfuziyet, daha yüksek ergime gücü, geniş ve konveks bir kaynak dikişi oluşturur. Her iki gazın ve bu gazların karışımlarının kaynaktaki sıçrama kayıplarını en aza indirdiği görülür (ODTÜ, 1992).

Koruyucu gazın görevi en çok bilinen şekli ile sadece kaynak banyosunu korumak değildir. Endüstri uygulamalarında veya maliyet hesaplamalarında genellikle en son düşünülen koruyucu gaz seçimi olmaktadır. Koruyucu gazların kaynak işlemlerindeki etkileri başlıca şu şekilde sıralanabilir.

- Kaynak banyosunu atmosferden koruma
- Arkın kararlılığı
- Metal transfer formu
- Nüfuziyet, ıslatma ve kaynak dikiş geometrisi
- Isı girdisi
- Kaynak metali kimyasal bileşimi
- Duman oluşumu
- Kaynak metalinin mekanik özellikleri

Kaynak banyosunu atmosferden koruma; Kaynak esnasında dikiş atmosferin olumsuz etkilerinden korumak gereklidir. Koruyucu gaz, erimiş kaynak banyosu ile onu çevreleyen atmosfer arasındaki istenmeyen reaksiyonları engeller. Arkın kararlılığı; MIG-MAG kaynağında arkın kararlılığı geniş ölçüde metal transferinin geçiş şekli ile kontrol edilir. Bu olay da koruyucu gazın bileşimine bağlıdır. Koruyucu gazın bileşimi, transferde yer alan yüzey gerilimi güçlerini değiştirir ve ark kökü davranışını etkileyebilir. Çelik malzemelerin kaynağında Ar + O₂ ve Ar + CO₂ karışımları düzgün bir püskürtme transferi elde edilmesini sağlarlar. Koruyucu gaz olarak CO₂ gazı kullanıldığında yalnızca damla transferi söz konusu olur.

Metal transfer formu, kaynak işlemi esnasında ergiyen telden kaynak banyosuna aktarılan metalin davranışdır. Metal transferinin şekli geniş bir oranda koruyucu gazın terkbine, kaynak telinin bileşimine ve diğer kaynak parametrelerine bağlıdır.

Nüfuziyet, ıslatma ve kaynak dikiş geometrisi, Bir kaynak dikişinin kalitesi yeterli nüfuziyet, yüksek ıslatma oranı ve düzgün bir kaynak görüntüsü ile belirlenir. Koruyucu gazın kaynak dikişi üzerindeki etkisi büyüktür. Saf argon atmosferi altında kaynak dikişinin şekli şarap kadehi tipinde bir nüfuziyettir ve karbondioksit atmosferi altında ise yüksek derecede nüfuziyetin yanında oldukça şişkin bir dikiş elde edilir. Buna sebep olarak karbondioksit arkının düzensiz oluşu gösterilir.

Isı girdisi, birim uzunluktaki kaynağı gerçekleştirmek için harcanan ısıyı göstermektedir. Isı girdisi değeri düşük olursa az enerji harcanmış olur. Isı girdisini etkileyen önemli faktörlerden birisi de gaz bileşimidir. Ark tarafından oluşturulan ısı, gaz tarafından en iyi şekilde iletilmelidir. Her gazın kendine özgü bir termal iletkenliği vardır. Isı girdisinin etkilerine kaynak metali bölümünde ayrıntılı bir şekilde yer verilecektir.

Kaynak ilerleme hızı, arkın kaynak yönünde aldığı yolun zamana bağlı olarak ifadesidir. Kaynak işlemlerinde bütün parametreler sabitlendiğinde, maksimum nüfuziyet orta ilerleme hızındadır. Koruyucu gazın ısı girdisi de kaynak hızını etkileyen faktörler arasındadır.

Kaynak metali kimyasal bileşimi, alaşım elemanlarının telden banyoya maksimum verimle taşınımı koruyucu gazın oksitlenme gücüne bağlıdır. Oksitlenme potansiyeli ayarlanmış gazlarla yapılan kaynak işlemlerinde oksit kalıntıları mikro yapıya en az biçimde aktarılır. Duman oluşumu; kaynak işleminde arka birlikte, çalışma çevresini etkileyen duman ve gazlar oluşur. Arkta çıkan ultraviyole radyasyonu, ozon (O₃) gazının ortaya çıkmasına sebep olur. Ozon gözlerde, burunda ve boğazda yanma gibi sağlık problemleri oluşturur.

Mekanik özellikler, gazaltı kaynağında gazın oksitlenme durumuna göre bir miktar alaşım elementi kaybı olur. Bu kayıplar, temel bileşenler olan Mn ve Si gibi elementler olduğundan kaynak telinde bu elementlerin yüksek derecede olması gerekir. Koruyucu gazın kaynak metalinin mekanik özelliklere etkisi, gözeneklilik ve oksitlenme şeklinde olmaktadır.

Koruyucu gazlardan olan argon ve helyum gibi asal gazların pahalı ve temin edilmelerinin zor olması nedeniyle bunlara göre daha kolay bulunan ve ucuz olan CO₂ gazının koruyucu gaz olarak kullanımı artmıştır. CO₂ gazı özellikle alaşımsız ve düşük alaşımlı çelik

malzemelerin kaynağında ucuzluk, derin nüfuziyet, yüksek kaynak hızı ve iyi mekanik özellikler vermesi nedeniyle ülkemizde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Karbondioksit iş yerlerine genellikle tüp içerisinde getirilir. Tüpün içindeki Karbondioksit'in büyük bir bölümü sıvı haldedir ve bu sıvının üst kısmında, buharlaşmış Karbondioksit gaz halinde bulunur. Kaynak işlemi anında karbondioksit gazı kullanıldıkça bu gazın basıncı düşer ve sıvı halden buharlaşarak basıncı normal hale dönüşür.

Karbondioksit gazı ile kısa devre ya da küresel geçiş sağlanabilir. Ancak karbondioksit tek başına sprey ark geçişi sağlayamaz. Küresel geçişte, ark oluşumu sert ve yıpratıcıdır ve yüksek çapak oluşumu söz konusudur. Çapak oluşumunu azaltmak için, torç ucunun çalışma yüzeyinden bir miktar derine gömülmesi gereklidir.

Argona küçük oranlarda eklenen (%1-2) oksijen çapağı optimize eder ve sprey ark geçişinde ark kararlılığını artırır. Oksijen, daha geniş nüfuziyet sağlar ve yedirme etkisini azaltır. Ar+%1 ya da Ar+%2 oksijen eklenmesi paslanmaz çeliklerin kaynakları için uygundur. Oksijeni alınmış bakır düşük karbonlu ve alaşımlı çeliklerde kullanılır.

Argona eklenen %3-%5 oranında oksijen ve %20 ye kadar karbondioksit, metal sektöründe yaygın olarak kullanılır. Bu gazlar, optimum koruma ve sprey ark, kısa devre ve darbeli ark geçişi için uygun ark karakteristiği sağlar.

2.2 MIG-MAG KAYNAK PARAMETRELERİ

Kaynak parametreleri kaynak işleminin ve daha sonra oluşan kaynaklı bağlantının kalitesini belirleyen önemli unsurlardan birisidir. Kaynak parametreleri; kaynaklanan metal veya alaşımı ile kaynak metalinin türü, kalınlığı, kaynak ağzı türü ve geometrisi, kaynak pozisyonu ve kaynaklı bağlantıdan beklenen mekanik özellikler göz önünde bulundurularak belirlenir. Bu parametrelerin seçimi, kaynakçının çalışma şartlarını da kolaylaştırır. Kaynakçının, kaynak arkının ve parametrelerinin kaynak banyosunu nasıl etkilediğini ve hangi parametrelerin hangi şartlarda değiştirileceğini çok iyi bilmesi gerekmektedir. Kaynak işlemi için seçilen parametreler, birbirlerine uyum gösterdikleri zaman yumuşak, kararlı ve oldukça rahat bir ark meydana getirirler (Anık; Vural, 1993).

Kaynak parametreleri, kaynak öncesi belirlenen ve kaynak süresince değiştirilmesi mümkün olmayan parametreler, birinci derecede ayarlanabilir ve ikinci derecede ayarlanabilir parametreler olmak üzere üç ayrı grupta incelenir.

İlk gruba giren parametreler kaynağın uygulanmasından önce belirlenen koruyucu gaz türü, elektrot çapı ve türü gibi etmenlerdir. Bu ilk gruba giren etmenlerin kaynak işlemi esnasında değiştirilmesi mümkün değildir. Bu parametreler, kaynaklarda kullanılan malzemelerin türü, kalınlığı, kaynak pozisyonu ve bağlantıdan beklenen mekanik özelliklere göre belirlenir. İkinci gruba giren ve birinci dereceden ayarlanabilen kaynak parametreleri, kaynak dikişini kontrol altında tutan akım şiddeti (tel hızı), ark gerilimi ve kaynak hızı gibi etkenlerdir. Bu parametreler arasındaki uyum iyi bir kaynak ile zayıf bir kaynak arasındaki farkı belirgin bir şekilde ortaya koyar. Üçüncü gruba giren ikinci dereceden ayarlanabilir kaynak parametreleri, kaynak işlemi süresince sürekli değişen ve kaynak dikişinin biçimini oldukça etkili bir şekilde değiştiren parametrelerdir. Bu gruba giren parametrelerin önceden seçilip değerlendirilmeleri bir hayli zordur ve bazı durumlarda açık bir şekilde görülemez. Kaynak dikişinin biçimini etkileyen bu parametreler torç eğimi, serbest tel uzunluğu, nozul mesafesi, kaynak yönü, koruyucu gaz miktarı ve kaynak pozisyonu olarak sıralanabilir (Tülbentçi, 1990).

2.2.1 Birinci Derecede Ayarlanabilir Parametreler

Bu parametreler akım şiddeti (tel hızı), ark gerilimi ve kaynak hızı gibi etkenlerdir.

2.2.1.1 Akım Şiddeti

Kaynakta kullanılan akım şiddetinin; ergime gücüne, kaynak dikiş formuna ve nüfuziyete etkisi diğer bütün parametrelerden daha fazladır. Sabit gerilim karakteristikli MIG-MAG kaynak makinelerinde, kaynak akım şiddeti, tel çapı, ana metalin kalınlığı, kaynak pozisyonunun şekli ve koruyucu gazın türü (Ar+CO₂+O₂, Ar+CO₂, Ar+O₂, Ar+He, ... gibi) dikkate alınarak, tel hızı ayar düğmesinden ayarlanır, tel ilerletme hızı arttıkça kaynak akım şiddeti de artar. Aşırı yüksek akım şiddeti çok geniş bir kaynak banyosu ve derin nüfuziyete neden olduğundan, ince parçaların kaynağında delinmelerin ortaya çıkmasına neden olabilir. Düşük akım şiddeti de yetersiz nüfuziyete ve kaynak metalinin (eriyen tel elektrotun) esas metalin üzerine yığılmasına neden olur (Tülbentçi, 1990).

Sıçrama kayıpları, 21 Voltluk ark geriliminde ve aynı akım değerlerinde, 0.8 mm.'lik tel için artmakta, 1.2 ve 1.6 mm.'lik teller için azalmakta, 200 A'in üzerinde 1.6 mm.'lik tel için artmaktadır. MAG kaynağında, koruyucu gaz türü de, kaynak akım şiddetini, ark gerilimini ve dikiş formunu etkiler (GUPTA, 1984).

2.2.1.2 Ark Gerilimi

Ark gerilimi tel ile iş parçası arasındaki elektriksel potansiyeldir. Bağlantılarda ve kaynak kablosu boyunca oluşan gerilim düşümü nedeniyle, ark gerilimi doğrudan güç ünitesinde ölçülen gerilim değerinden daha küçüktür. Ark gerilimi ark boyu ile doğrudan ilişkilidir ve güç ünitesinin çıkış gerilimindeki artma veya azalma ark boyunda benzer yönde değişmeye neden olacaktır (Eryürek, 2006).

Sabit gerilim karakteristikli akım üreteçlerinde ark gerilimi, tel ucu ile iş parçası arasındaki uzaklık tarafından belirlenir. Her koşulda aynı kaynak dikişini veren sabit ark boyu mevcut değildir. Ark boyu kaynak esnasında erimiş kaynak banyosunun yüzeyi ile elektrot telinin ucu arasındaki uzaklıktır ve ark gerilimini belirleyen önemli bir etmendir. Ark boyu uzadıkça ark gerilimi de yükselir. Ark boyu dolayısıyla, ark gerilimi, örtülü elektrot ile ark kaynağında dikişin biçimi ve kalitesi bakımından en önemli etmenlerden birisidir. Bu kaynak yönteminde ark boyu kaynakçı tarafından ayarlandığı ve sabit tutulduğu için kaynakçının el becerisi çok önemlidir. Ark boyunun uzaması, yani ark geriliminin artması geniş ve yaygın bir kaynak dikişinin ortaya çıkmasına neden olur ve ark üfleme tehlikesi artar. Ark boyunun daha fazla artması düzgün olmayan, çok az nüfuziyeti kaynak dikişine ve aşırı sıçramaya neden olur. Ayrıca kaynak banyosu örtünün yanması sonucu oluşan koruyucu gaz tarafından havanın olumsuz etkilerinden korunamaz ve ark enerjisinin büyük bir kısmı etrafa yayılır (Tülbentçi, 1990).

2.2.1.3 Kaynak Hızı

Kaynak hızı kaynak arkının iş parçası boyunca olan hareketi veya birim zamanda yapılan kaynak dikiş boyu olarak tanımlanır. En derin nüfuziyet kaynak hızının optimum değerinde elde edilir ve bu hızın yavaşlaması veya artması halinde ise nüfuziyet azalır. Kaynak hızı yavaş olduğu zaman, birim zamanda birim boya yığılan kaynak metali artar ve bu da kaynak banyosunun büyümesine neden olur. Çok akışkan hale gelen sıvı, metal ağız içinde

arkın önüne doğru akar ve bu da nüfuziyetin azalmasına neden olur ve sonuçta geniş bir kaynak dikişi elde edilir. Kaynak hızının artması, dikiş yüksekliğinin artmasına neden olur. Aşırı derecede yavaş kaynak hızı, fazla miktarda kaynak metalinin yığılmasına ve nüfuziyet azlığı nedeniyle ağız kenarlarında kalan bölge oluşmasına neden olur. Hızın artması birim boya verilen ısının azalmasına ve dolayısıyla esas metalin eriyen miktarının azalmasına neden olur ve bu da nüfuziyeti azaltır. Kaynak hızının aşırı artması, kaynak metalinin kaynak ağızını doldurmaması nedeni ile dikiş kenarlarında yanma oluklarının oluşmasına neden olur. Kullanılan kaynak biçimine ve akım şiddetine bağlı olarak değişir. Kaynak hızı yavaş olduğu zaman, birim boya yığılan kaynak metali artar, bu da kaynak banyosunun büyümesine neden olur ve geniş bir kaynak dikişi elde edilir. Hızın artması ise ısının azalmasına neden olur bu da nüfuziyeti azaltır. Kaynakta en derin nüfuziyet optimum kaynak hızındadır (Ertürk, 1994).

2.2.2 İkinci Derecede Ayarlanabilir Parametreler

Kaynak dikişinin biçimini, dolaylı olarak etkileyen parametrelerdir. Bunlar torç eğimi, serbest tel uzunluğu, nozul mesafesi, kaynak yönü ve koruyucu gaz miktarı gibi etkenlerdir. Serbest tel uzunluğu, akım (kontak) memesi ucundan, ark başlangıcına kadar olan mesafe olarak tanımlanır. Bu mesafenin artması sonucu, telin elektrik direnci artar ve telin ön ısınması diye tanımlanan sıcaklığı yükselir, dolayısı ile telin uç noktasını eritebilmek için gerekli akım şiddetinde azalma ortaya çıkar.

Nozul mesafesinin iş parçasından uzaklığı yeterli gaz korumasını sağlayacak kadar kısa, gaz çıkışını engellemeyecek kadarda uzun olmalıdır. Nozulun iş parçasına olan uzaklığı akım şiddetine bağlı olarak belirlenir.

Prensip olarak bilinen kaynak bağlantı (dikiş) şekilleri MIG yöntemi ile de kaynak edilebilir. Yatay pozisyondaki dikişler hem elle hem de otomatik olarak kaynak edilebilir. Buna karşın zor pozisyonlarda yalnız el kaynağı kullanılır. Genel anlamda MIG yönteminde uygulanacak kaynak tekniği, kaynaklanan malzemenin cinsine, ısıl iletkenliğine, ağız şekline ve kaynak pozisyonuna bağlıdır. Kaynak dikişinin yüksekliği, genişliği ve nüfuziyeti aynı hmlaç tutuluşunda kaynak gerilimini, kaynak akım şiddetini ve kaynak hızını değiştirerek ayarlanabilir. Akım şiddeti yükseldikçe nüfuziyet artar, buna karşın dikiş genişliği yüksekliği azalır. Kaynak geriliminin ve hızının yükselmesi de, dikişin

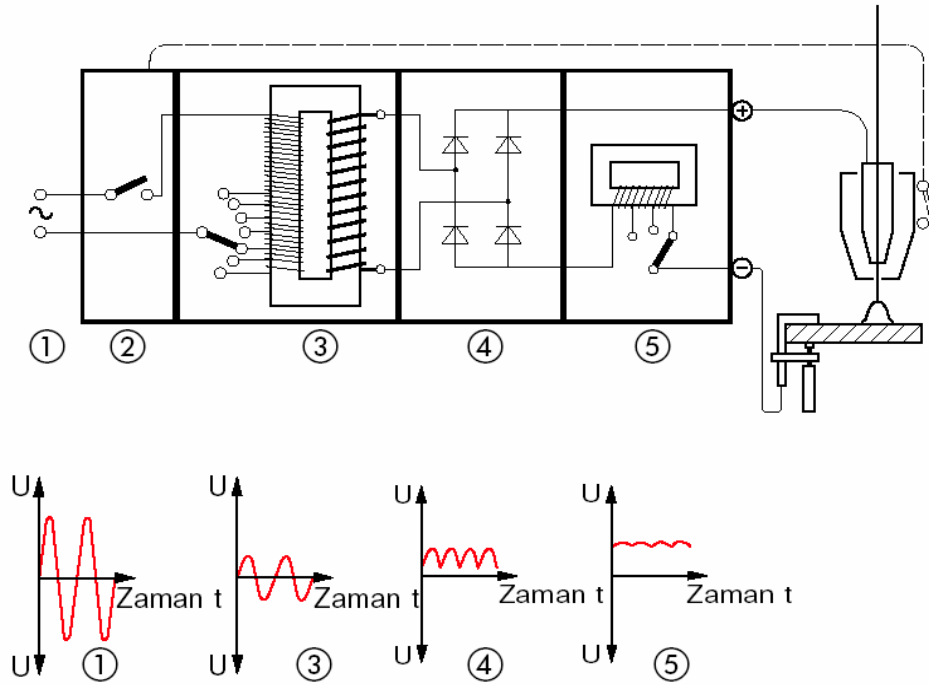
genişliğine ters yönde etkir. Kaynak torcu, kaynak yönüne ters doğrultuda en fazla 30° lik bir eğimle tutularak kaynak yapılıyorsa kaynakçı, kaynak banyosuna ve elektrotun ergime işlemine kolayca bakabilir. Eğer bu meyil fazlaşırsa nüfuziyet azalır ve dikiş de incilir. Bu durumda kaynak hızının artırılması gerekir, aksi halde kaynak banyosunun önünde bir yığılma meydana gelir ve aynı zamanda da dikişte kalıntı ve gözenekler olur. Torc eğiminin artması diğer yönden koruyucu gaz akımının şeklini de etkilediğinden, koruyucu gazın koruma etkinliği azalır. Derin bir nüfuziyetin gerekli olduğu kalın kaynak dikişleri torca kaynak yönünde en fazla 30°'lik bir meyil vererek elde edilir. Bu durum bilhassa tam otomatik MIG-MAG kaynak yönteminde uygulanır.

2.3 GELENEKSEL KAYNAK MAKİNELERİ VE ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLER

Gazaltı kaynak makinelerde tüm kaynak makinelerinde olduğu gibi düşük gerilimli yüksek akım elde etme prensibiyle çalışır. Şebekeden alınan 380 V alternatif akım (AA) enerjisi transformatördeki sargılar ve doğrultucu yardımı ile 18-56 V arasında bir değere indirilir. Gerilim ayarı kaynak makinesinin gücüne uygun pako şalter yardımıyla sağlanır. Kaynak teli (+) ve iş parçası (-) birbirine değdirildiğinde sekonder sargıdan gelen akım kaynak metali eritir. Makina da kaynak sırasında sıçramaları azaltmak için doğrultucu ve (-) kutup arasında şok bobin kullanılır. Genel anlamda MIG yönteminde uygulanacak kaynak tekniği, kaynaklanan malzemenin cinsine, ısıl iletkenliğine, ağız şekline ve kaynak pozisyonuna bağlıdır. Gazaltı kaynak makinelerinde kaynak telini iletme için tel sürme ünitesi kullanılır. Transformatörün primer bobinindeki sipir aralıklarını değiştirerek sekonderdeki çıkış gerilimini değiştirmek mümkündür. MIG kaynağında sabit gerilimli kaynak makineleri yarı otomatik ve tam otomatik olarak yaygın halde kullanılmaktadır. Sabit gerilimli kaynak makinelerinde gerekli akım telin ilerlemesi ile ayarlanır. Bunun için kaynağa başlamadan önce istenen kaynak gerilimi ve tel hızı ayarlanarak, doğrudan doğruya telin ilerleme hızına tesir ederek kaynak karakteristiklerini büyük bir alan içerisinde değiştirmek mümkündür. Sabit gerilim karakteristikli gazaltı kaynak makinelerinde gerilim ayar alanının minimum 14 volt, maksimum 42 volt olması halinde uzun ark, kısa ark ve sprey arkla çalışmak mümkündür. Yüksek akım şiddetine bağlı olarak her 100 A de 2- 7 volt ortalama 5 Volt gerilim düşmesi meydana gelmesine rağmen, bu makineler sabit gerilimli kaynak makinesi olarak adlandırılmaktadır (ODTÜ, 1992).

Tel sürme ünitesinde tel, otomatik olarak motordan aldığı hareketle tel makarasından torca sevk edilir. Makine üzerindeki ayarlı direnç veya potansiyometre ile tel besleme hızı ayarlanabilir. Tel sürme makaralarının seçimi telin cinsine göre yapılır. Çelik makaralar için V kanallı, alüminyum bakır yumuşak teller için yuvarlak kanallı makaralar seçilir.

Kaynak makinelerinin parametresinin ayarlanması kullanılan tel çapına, malzeme kalınlığına, birleştirme şekline ve koruyucu gaza bağlı olarak değişir. İyi bir kaynak için ayarlanması gereken kaynak parametreleri, akım şiddeti (tel hızı), kaynak gerilimi, akım meme aralığı, koruyucu gaz debisi ve kaynak tabancasının tutulması olarak verilebilir. Şekil 2.7’de geleneksel MIG-MAG kaynak makinesinin blok diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 2.7 Geleneksel MIG- MAG kaynak makinesinin blok diyagramı (Vural, 2007).

Geleneksel kaynak makineleri transformatör, kablo grubu, doğrultucu, şok bobin, pano grubu ve elektronik karttan meydana gelir.

Şok bobin, ani akım artışlarını engellemek için kullanılır. Bu kaynak akımında sıçratmayı azaltır ve arkın sağlamlığını artırır. Şok bobini çelik bir merkez etrafına yerleştirilmiş izole edilmiş kablolardan oluşur. Burada oluşturulan magnetik alanın güçlü dalgalanmalara karşı etkisiz hale getirici gücü vardır. Ayrıca kaynak makinalarında doğrultucu grubunda oluşturulan doğru akımı filtre edip düzgün bir doğru akım elde etmemize yarar.

Pano grubu, kaynak makinelerinde elektronik kart, kontaktör, ventil, tristör modül ve pompa transformatöründen meydana gelir.

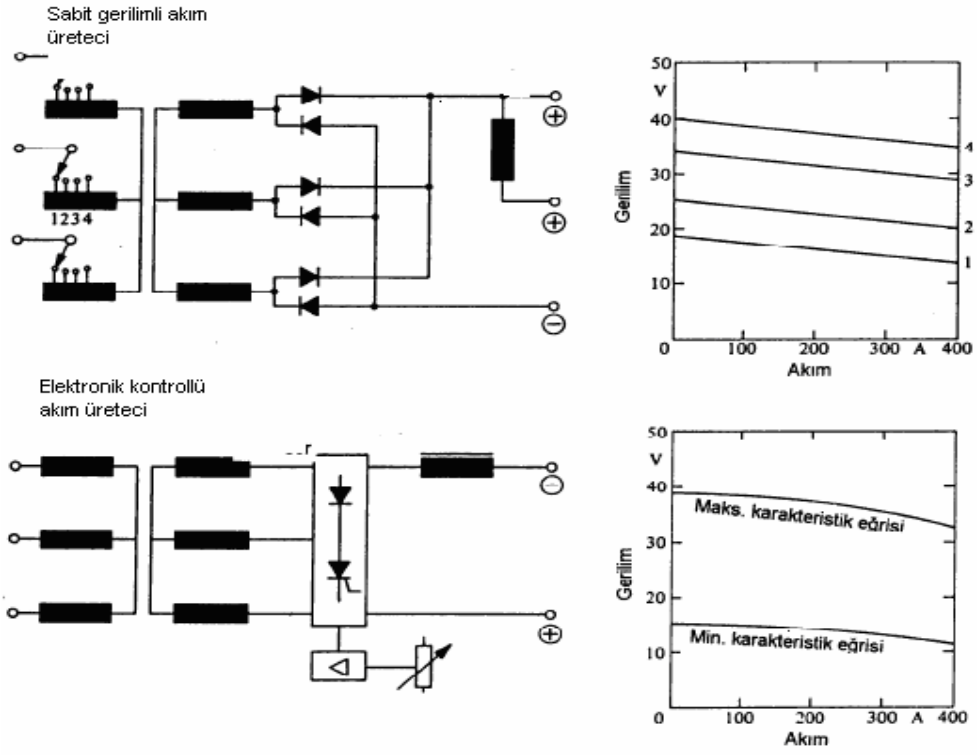
Düşük gerilim değerleriyle beraber yapılan, ark kaynağı için gereken yüksek amperler güç kaynağının çeşitli şekilleriyle üretilebilir. Bütün tasarımların karakteristik özelliği, akımı ve gerilimi eşleştiren, aynı zamanda da gerilim ihtiyacıyla kaynak akım devresi arasında elektriksel bir yalıtım aracı olarak görev yapan kaynak transformatörü gibidir. Bununla birlikte güç kaynağının büyüklüğü ve sesini de belirleyen faktör enerji yolundaki transformatörün yeridir. Transistörlü güç kaynakları, ayarlanabilen rezistör transistörlü güç kaynakları ve anahtarlama transistörlü güç kaynakları olmak üzere ikiye ayrılır.

Anahtarlama güç kaynakları ise primerden anahtarlama ve sekonderden anahtarlama transistörleri olmak üzere ikiye ayrılır. Ayarlanabilen rezistörlü güç kaynakları faz kontrollü analog güç kaynaklarıdır. Analog güç kaynağı 50 Hz bir transformatörden, doğrultucudan ve sürekli olarak ayarlanabilir rezistör olarak görev yapan bir transistor kaskatından oluşur. Transistör kaskatı kaynak süreci için gerekli olmayan gerilimi ortadan kaldırır. Burada meydana gelen güç kaybı yarı iletkenleri ısıtır. Bu yüzden yarı iletkenler genellikle ekstra bir soğutucu tarafından soğutulur. Bu düzenin avantajı yüksek cevap hızıdır. Dezavantajı ise güç transistörlerinde oluşan büyük güç kaybıdır. Bu çok zayıf elektriksel etkiyle sonuçlanır. Bu nedenle bu makine tipi aşağı yukarı piyasadan kalkmaktadır.

Kaynak işleminde kaynak yerine ne gereğinden daha az, ne de gereğinden daha fazla enerji verilmelidir. Her iki durum da kaynak kalitesini düşürür. Bu nedenle gücün (akım ve gerilimin) iyi ayarlanması ve ayarlanan gücün kaynak işlemi boyunca mümkün olduğunca değişmeyip, sabit kalması gerekir. Bu da en iyi bir şekilde elektronik kaynak makinelerinde sağlanabilmektedir (Karadeniz, 1997).

Şekil 2.8'de geleneksel donanımlarda güç elemanı primer ve sekonder tarafından ayar prizleri olan bir transformatörden, transformatöre bağlı bir doğrultmaçtan ve ihtiyaca göre bir endüktanstan meydana gelir. Güç elemanından çıkan gerilim örneğin basamaklı şalterle ayarlanabilir. Güç elemanından daha yüksek akım alındığında, gerilim çok az düşer. Sabit gerilim akım üreteçlerinde, hafif düşen statik karakteristik bütün çalışma koşullarında sabit bir ark uzunluğunu sağlamak için gereklidir.

MIG-MAG kaynağında doğru akım veren iki tip akım üretici kullanılır. Bunların devre şemaları ve akım karakteristikleri Şekil 2.8’de verilmiştir.



Şekil 2.8 MIG- MAG kaynak akım üreteçleri ve akım karakteristiği (Anık, Vural, 1993).

Bu tip akım üreteçleri ucuz, sağlam ve parçaların elle seri üretimi için uygundur. Dezavantajı, ark geriliminin kaynak sırasında değiştirilememesidir.

Tristör kontrollü güç elemanlarında ayar prizleri yoktur. Transformatörün primer ve sekonder taraflarındaki tristör ayarları kademesiz ayarı mümkün kılmaktadır. Bunun haricinde yapı olarak sabit gerilimli doğrultucuya benzer. Tristör kontrollü güç elemanları gerilimin ve endüktans ayarının kademesiz olarak yapılmasını mümkün kılar. Darbeli arkta çalışırken, darbe fazında çoğunlukla sabit gerilim karakteristik çizgisiyle, temel akım fazında ise sabit akım karakteristik çizgisiyle çalışılır. Diğer üreticiler darbeli arkla sadece kontrollü akımla çalışırlar. Ark uzunluğu değişen darbe frekansı ve darbe genişliğiyle ayarlanır. MIG-MAG güç elemanları ayarlanabilen endüktansa sahiptir. Bu endüktanslar, geleneksel akım üreteçlerinde sargılı demir çekirdek ve transistör kontrollü güç elemanlarında elektronik olarak mevcuttur. Endüktans kaynak akımındaki saptmaları azaltır ve akım artış hızını değiştirir.

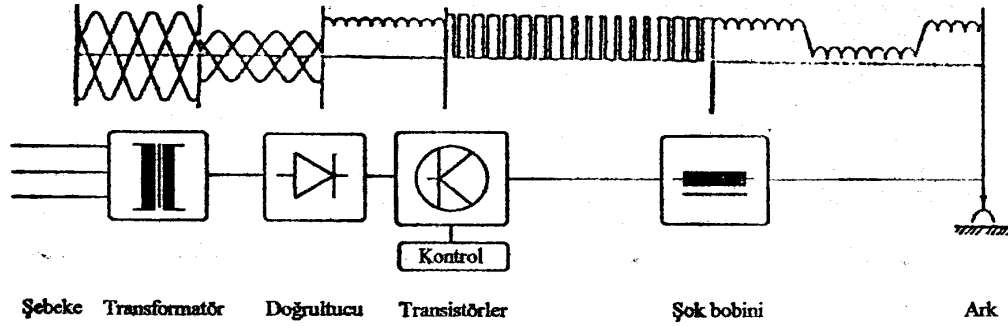
Diyot, pozitif anot-katot (An, K) geriliminde açma yönünde akım geçirir, zıt yönde akım geçirmez. Diyotlarda akımın başlangıç ve bitim zamanını tayin etmek mümkün değildir. Bu nedenle diyotlu köprüler doğrulttuğu akımın şekil ve miktarını değiştirmez, dolayısıyla gücü değiştirmez, sadece doğrultma işi yapar. Tristör, pozitif anot-katot (An, K) geriliminde tristörün kumanda ucuna (G) da bir pozitif sinyal gelirse anot-katot yönünde akım akar, zıt yönde akım akmaz. Tristörün kumanda ucuna pozitif sinyalin gelmiş olması akımın akmaya başlaması ve devamı için yeterlidir. Kumanda ucundaki sinyal, akım akmaya başladıktan sonra çekilse bile, akım açma yönünde akmaya devam eder. Şebeke akımının şekli ve formu gereği kendiliğinden sıfır olana kadar devam eder. Bu haliyle tristör sadece akımın akmasını başlatabilen ama akımın akışını kesmeyen elektronik bir anahtardır. Sonuç olarak tristörde akımın akmaya başlama anını biz tayin edebiliriz, bitme anına etki edemeyiz. Bu sayede akımın akma miktarını, dolayısıyla gücü (güç ayarını) tayin edebiliriz. Buna açılma kumanda, adı verilir. Zira zamana bağlı olarak periyodik değişim gösteren akımlarda zaman eksenini açı eksenini olarak alınabilir ve tristöre kumanda anı bir açığa tekabül ettirilebilir. Ayrıca tristörde akımı kontrol ederek makinenin karakteristiğini (karakterini) değiştirmek mümkündür. Transistör pozitif kollektör-emiter (C, E) geriliminde transistörün beyz (B) ucuna da bir pozitif sinyal gelirse kollektör-emiter yönünde akım akar. Beyz ucundaki sinyal bu uçta durduğu müddetçe kollektör-emiter akımı akar, sinyali beyz ucundan çekersek bu akım da kesilir. Sonuçta transistörün beyz ucuna vereceğimiz sinyal yardımıyla transistörden akan akımın hem başlangıç ve hem de bitim anını tayin edebiliriz. Bu haliyle transistör tam bir elektronik anahtardır. İlk transistörlü darbeli akım üreteçlerinin üretimi pahalı ve ısı kayıpları büyük olduğu için güç elektroniğindeki yeni gelişmeler sonucunda yerini evirici akım üreteçlerine bırakmıştır. Sekonderi transistörden kumandalı akım üreteçlerinin yapıları basit ve sağlamdır. Primeri transistörden kumandalı, akım üreteçleri yüksek frekanslar sayesinde transformatörün ve endüktansın ağırlığından tasarruf edilir. Ancak buna bağlı olarak, kaynak donanımlarının biraz daha karmaşık yapısı üretim maliyetinin artmasına neden olur (Karadeniz, 1997).

Tristör ve transistör kontrollü alışılmış elektronik kaynak makinelerinde şebekeden çekilen üç fazlı alternatif akım doğrudan bir transformatöre girer, burada akımın frekansı değişmez ve daha sonra üç fazlı bir doğrultma köprüsünde doğrultulur, arkasından şok bobinden geçirilerek filtre edilerek kaynak için gerekli koşullarda doğru akım elde edilir.

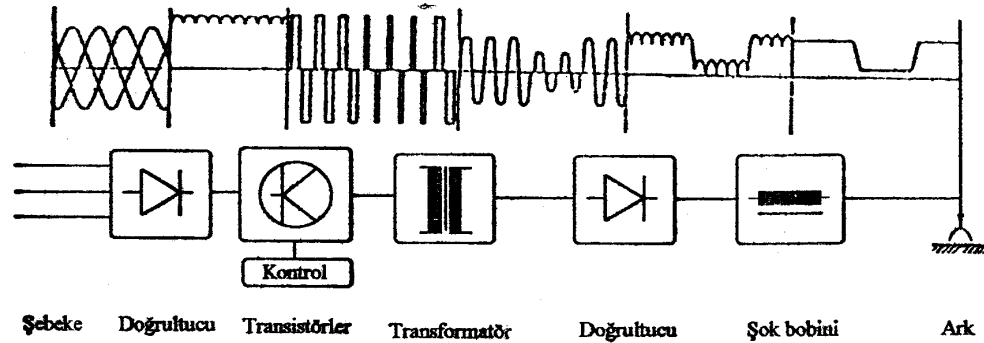
Gücü kontrol eden devreler de doğrultucunun çıkış akımından aldıkları sinyalleri geri besleme sisteminde giriş kontrol sinyalleri (akım üreticinin ayar değerleri) ile karşılaştırarak, açılmal kontrol ve kumanda sistemi denilen bir sistemle doğrultucu çıkış değerlerini ayar ederler (Karadeniz, 1997).

Şekil 2.9'da primer ve sekonderden transistör kontrollü evirici tip makinelerin blok şemaları ve akım şekilleri görülmektedir. Şekilde görülen akım darbeleri transistörden kumanda sonucu akan akımları ve bunların ortalaması da kaynak akımını ve dolayısıyla gücü belirlemektedir. Ayrıca transistörde akımı kontrol ederek makinanın karakteristiğini (karakterini) değiştirmek de mümkündür (ODTÜ, 1956).

Transistör kontrollü makinaların aılışmış tiplerinde tristör kontrollüde olduğu gibi açılmal kontrolden bahsedilebilir. Ancak bunların evirici tiplerinde tristör kumandalılardan farklı olarak elde edilen doğru akıma kumanda edildiği için açılmal kontrolden bahsetmek mümkün değil, frekans (doğru akım darbelerinin frekansı) kontrolünden söz etmek gerekir.



(a) Sekonderi transistörden kumandalı evirici blok şemaları ve akım şekilleri



(b) Primeri transistörden kumandalı evirici blok şemaları ve akım şekilleri

Şekil 2.9 Sekonderi transistör den ve Primeri transistörden kumandalı evirici blok şemaları ve akım şekilleri (ODTÜ, 1956).

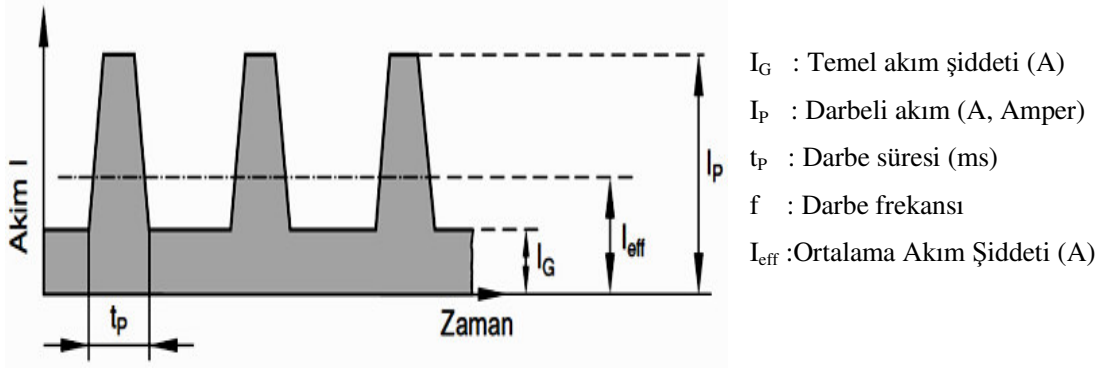
Geleneksel akım üreteçleri arkı ayarlamak için iki düğmeye sahiptir, Bunlar gerilim ayarı ve tel sürme hızıdır. Daha pahalı olan cihazlarda endüktans ayarı da vardır. Gerilimle tel sürme hızı arasında sabit bir oran yoktur, bu oran malzeme geçişine göre değişir (kısa ark, sprej ark). Ancak tel hızı arttıkça daima gerilim de artırılmalıdır. Karbondioksit ve yüksek karbondioksit içerikli karbonca zengin karışık gazlar, saf argon ve %20'den az karbondioksit içeren argonca zengin gazlara göre daha fazla gerilim gerektirirler.

Çok yüksek bir gerilim ayarı veya çok düşük bir tel hızı kısa devre frekansı düşük ve damlaları iri olan ve sıçramalar yaratan uzun arka sebep olur. Çok yüksek bir tel hızı ve çok düşük bir gerilim ayarı yüksek kısa devre frekansına, kısa ark boyuna ve arkın yanma süresine oranla daha uzun kısa devre süresine neden olur. Sprej arkta ayarlama parametreleri (gerilim ve tel hızı) aynıdır. Çok yüksek gerilimde arkın boyu uzun olur. Çok kısa arklarda ise kısa devre ve sıçrama olabilir. Elektronik kaynak makineleri genel itibarıyla iki grupta incelenir.

- Sinerjik darbeli akım üreteçleri
- Yeni nesil elektronik kaynak makineleri (Eviriciler)

İyi bir nüfuziyetin sağlanması, yani parçaya ısı girdisinin sınırlı olması istenen durumlarda darbeli doğru akım yöntemi uygulanır. Darbeli doğru akım ile alternatif akım farklıdır; darbeli doğru akımda seçilen akım şiddeti önceden saptanmış iki değer arasında, arzu edilen bir frekansta değişmektedir. Darbeli arkta malzeme geçişini doğru ayarlamak için 5 parametrenin ayarlanması gerekir. Bunlar, tel hızı, darbe frekansı, darbe genişliği, darbe yüksekliği ve temel akım şiddetidir. Darbeli arkta her darbede bir damla kopmalı ve kısa devre yapmadan kaynak banyosuna geçmelidir. Temel akım şiddeti çelikte çok düşük olmalıdır, alüminyumda ise malzeme kalınlığı arttıkça atmalıdır. Eğer tel sürme hızı çok iyi ise, darbeli arkta kural olarak sıçrama oluşmaz (Karadeniz, 1997).

Bu sistemin üstünlüğü telden ergiyen damlaların kaynak banyosuna geçişinin temel ve darbe akım şiddetine göre iki farklı hızda gerçekleşmesidir. Darbe akımı sırasında, pik akımda, kaynak metali hızlı bir biçimde ergir ve kaynak banyosuna sprej ark biçiminde taşınır. Darbeli akımın zamana bağlı değişimi Şekil 2.10'da gösterilmiştir.



Şekil 2.10 Darbeli akımın zamana bağlı değişimi (Karadeniz, 1997).

Bunu takip eden temel akım periyodunda ise tel ucunun ergimesi azalır ve gerekirse hiç ergimemesi sağlanır ve kaynak banyosuna da ısı girdisi azalır ve bu sırada banyo kısmen katılaşmaya başlar. Temel akım şiddeti arkın sönmeyeceği bir değerde tutulduğundan arkın yeniden tutuşturulması sorunu da ortadan kalkar. Bu şekildeki bir ark ile her pozisyonda kaynak yapmak kolaylaşmış olur. Güç elektroniği yardımı ile frekans, temel akım şiddeti, darbe akım şiddeti ile bunların süreleri birbirlerinden bağımsız olarak ayarlanabilmektedir. Bu sayede her akım darbesinde kaynak banyosuna tek bir damla kaynak metali transfer edebilen sinerjik kaynak makineleri geliştirilmiştir.

2.4 YENİ NESİL ELEKTRONİK KAYNAK MAKİNELERİ VE ÖZELLİKLERİ

Kaynak teknolojisindeki en son gelişmelerden biri de evirici türü kaynak makinelerinin kullanılmaya başlamasıdır. Geleneksel kaynak yöntemlerinde şebekeden çekilen alternatif akım doğrudan bir transformatöre girer, buradan akımın frekansı değişmeden çıkış akım ve gerilim seviyeleri değiştirilerek kaynak için doğru akım elde edilir. Evirici kaynak makinelerde durum farklıdır. Şebekeden gelen alternatif akım doğrultularak evirici devresine girerek burada yüksek frekanslı alternatif akıma dönüştürülerek doğrultulup filtre edilip istenilen çıkış akımı elde edilmektedir. Yüksek frekansta çalışma yapılmasıyla kullanılan transformatörün boyutları frekansla ters orantılıdır. Burada eviriciler yüksek açma kapama yapabilmektedir.

Alternatif gerilimi doğru gerilime çevirmiş oluruz. Eviricilerde şebekeden çekilen alternatif akım önce bir doğrultma köprüsüne girer ve doğru akım haline dönüştürülür ve bu akım

kıyıcı adı verilen özel bir cihazda alternatif akıma dönüştürülür. Bu akımın frekansı kaynakta kullanılan eviricilerde genelde 20 kHz mertebesindedir. Bu yüksek frekansı alternatif akım bir trafoya verilerek akım ve gerilimi kaynak işlemine uygun hale getirilerek, bir doğrultucu köprüde doğrultulup, filtreden geçirilerek darbeleri doğru akım elde edilir. Bu makinelerin verdiği akımın saniyedeki darbe adedi, darbe yüksekliği, şekli ve süresi makine üzerinden ayarlanabilmektedir. Bu sayede her darbeye bir damla oluşturulduğu gibi damlanın büyüklüğüne de etki edilebilmektedir. Yani damlalara hükmedilebilmektedir. Bu hali ile eviriciler kaynaklı imalat için önemli olan aşağıdaki olanakları beraberinde getirmektedir. Bu sayede her darbeye bir damla oluşturulduğu gibi damlanın büyüklüğüne de etki edilebilmektedir. Yani damlalara hükmedilebilmektedir. Bu hali ile eviriciler kaynaklı imalat için önemli olan aşağıdaki olanakları beraberinde getirmektedir. Güç kaynakları analog güç kaynakları ve anahtarlama güç kaynakları olmak üzere ikiye ayrılır.

Anahtarlama güç kaynakları ise primerden anahtarlana bilen ve sekonderden anahtarlana bilen transistörler olmak üzere ikiye ayrılır. Sekonderi transistörlü güç kaynağı 50 Hz hacimli geniş bir transformatörden, doğrultucudan, açma kapama görevi yapan transistörden oluşur. Transistörün anahtarı açma kapama sıklığında, periyodik olarak açılıp kapanır. Bu periyodik açma ve kapama transistör anahtarı olarak adlandırılır. Bu şekildeki transistörü açılıp kapanan mekanik anahtarına benzetebiliriz. İdeal bir düğmeyle, açık veya kapalı durumda güç kaybı meydana gelmez. Bu yüzden yüksek bir elektriksel etki beklenebilir. Yarı iletken düğmeleri ideal açma kapama elementleri değildir. Örneğin güç kaybından çok etkilenirler. Bununla birlikte, bu güç kaybı çok azdır. Transistörlerin bir diğer avantajı da oldukça yüksek açma-kapama hızlarıdır. Kaynağa özgü bir şey olan güç alanında, modern yarı iletken anahtarları 200 kHz'e kadar açılıp kapanabilir. Dahası yarı iletken anahtarlar sadece çok az elektrik akımları kullanarak aktif hale getirilebilir. Örneğin 20 kilowattlık (500 A) bir güç kaynağının kontrol gücünü sadece çok az gücüyle kontrol edebilirsiniz. Kullanılan transistörün çeşidine bağlı olarak aşağıdaki açma kapama sıklıkları kaynak alanında yaygın olarak kullanılır. Transistörün açma kapama sıklığı yükseldikçe frekans artar hacim düşer. Ayrıca daha yüksek cevap hızı oluşur (Heinrich, 2002).

Güç kaynağını transistör anahtarlı güç kaynağı üzerindeki geniş alan üzerinden serbestçe ayarlayabilmek için darbe yapış zamanıyla durdurma zamanı arasındaki oran

değiştirilmelidir. Bu modülasyon darbe genişlik veya darbe süre modülasyon olarak adlandırılır. Darbe yapış zamanıyla kırma zamanı arasındaki oran fazla olursa, yüksek çıkış gücü oluşur. Eğer darbe yapış zamanıyla kırma zamanı arasındaki oran az olursa da düşük çıkış gücü oluşur.

Transistör kontrollü ve düzenli darbe akım üreteçleri günümüzde kısaca transpuls olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntem türü farklı referanslarca analog, primer ve sekonder çevrimli şeklinde de kullanılmaktadır. Bu kaynak makinelerinin en fazla bilinen özelliği, beş ayar parametresinin (darbe süresi, darbe akımı, temel akım, temel akım süresi ve telin ilerlemesi) damla geçişini etkilemesidir.

Makineler tamamıyla sayısal, denetleyici ile kontrol edilebilen güç kaynaklarıdır. Bir güç ünitesi yöneticisi bir dijital sinyal işlemciye bağlanmıştır ve tüm kaynak işlemini kontrol eder ve düzenler. Gerçek veri (bilgi) sürekli ölçülür ve makine herhangi bir değişikliğe ani cevap verir. Güç kaynağı kaynak özellikleri için kesin olan faktör yazılım sistemidir. Kaynak sonuçlarının tamamıyla yeniden üretebilir olması mükemmel çalışma özelliklerine sahip olmasını sağlar.

Deneyde kullanılan yeni nesil elektronik kaynak makinesi; kontrol ve düzenleme birimi, filtre, birincil doğrultucu, güç kontrol faktörü, kapasitör, anahtarlama transistör (IGBT, DGM, DSM), transformatör, doğrultucu, şönt, kaynak akım sensörü ve dış arabirim elemanlarından meydana gelir. Kontrol ve düzenleme birimi; kaynak sürecini, bütün güç kaynağı fonksiyonlarını kontrol eder, düzenler ve izler. 55 Volt gibi küçük bir gerilimle çalışır. Filtre; şebeke gerilimindeki yüksek frekanstaki bileşenleri zayıflatır. Birinci doğrultucu; şebeke gerilimini DA gerilimine çevirir. PFC (Güç faktör kontrolü). Kondansatör; ara devre gerilimini depolar ve düzeltir. Kontrol ve düzenleme birimine 24 V, tel sürme birimine 55 V gerilim sağlar. Anahtarlama transistör; transformatörün primer sargısında yüksek frekanslı ara gerilimi anahtarlama transistör tarafından sağlanır. DA gerilimini AA gerilimine dönüştürür. Transformatör çok kolay ve sık olarak inşa edilir. Kaynak transformatörü, primerdeki yüksek gerilimi sekonderdeki düşük bir gerilime dönüştürür. Primer ve sekonder güç modüllerinin elektriksel yalıtkanlığını sağlar. İkinci doğrultucu, sekonderdeki AA gerilimini DA gerilimine dönüştürür. Şönt, çıkış akımını düzeltir. Kaynak akım sensörü, kaynak işlemi için var olan gerçek akımı ölçer.

Güç kaynağı teknolojisindeki elektroniğin artan kullanımı, ana gerilimdeki dalgalanmalara bakmaksızın kaynak akımı veya kaynak gerilimini sabit tutan kapalı döngü kontrollü sistemlerin gelişmesine yol açar. Bu sistemde kaynak akımı ve kaynak gerilimi için sensörlerle birlikte kapalı-döngü kontrolüdür. Kaynak sürecindeki gerçek değerler sürekli olarak denetleyici tarafından oluşturulan önceden seçilmiş komut değerleriyle karşılaştırılır ve sapmalar acilen aktuatör tarafından düzeltilir. Bu kaynak sonuçlarının yeniden elde edilebilirliği için başlıca ön şartları garantiler.

Transistör güç kaynaklarının bir diğer avantajıda, kaynak özelliklerinin transformatörün tasarımına ya da çıkış endüktansına bağlı olmasıdır. Bu kaynak kalitesini etkileyen, şimdiye kadar duyulmamış olasılıkları ve ekonomik yardımıyla, kaynak sürecini ortaya koyar.

Alışlagelmiş darbeli makinelerde herhangi bir kaynak işlemi için darbe frekansını kaynakçı kendisi seçmek durumundadır. Diğer yandan, yeni nesil kaynak makinalarında eviriciler herhangi bir kaynak işlemi için uygun darbe frekansı verecek şekilde programlanmıştır. Burada kaynakçının sadece uygun programı seçmesi yeterlidir.

Sıcak başlangıç; arkın ilk ateşlenmesi sırasında oluşabilecek hataları önlemek için ark başlangıç akımının belli bir süre için belli bir miktar yükseltilmesine sıcak başlangıç denir. Sıcak başlangıç kumandası sadece elektrotun ateşlenmesi sırasında etkilidir, ark ateşlenmesi fazında ana metalin daha iyi ergimesini sağlayarak kaynamamış bölge kalmasını önler, cüruf kalıntısını önler, ark ateşlenmesi sırasındaki akımı kaynak akımının yüzdesi olarak ayarlar ve ark ateşlenmesi sırasında oluşacak büyük dinamik kısa devre akımını önler. Sıcak başlangıç ile kaynak akımı 100 ampere ayarlanır.

Genelde kullanılan kaynak makinaları ile bazik ve özellikle selülozik elektrotlarla kaynakta ark stabilitesi, arkta eriyen elektrotun oluşturduğu uzun süreli kısa devreden dolayı istenilen kaliteye erişemez. Eviricilerde ise kısa devre sırasında dinamik olarak akım yükseltilerek malzeme geçişi hızlandırılarak, çapak oluşmadan kısa devre süresi kısaltılır. Böylece ark durağan kalır. Buna arkın kuvvetlendirilmesi denir. Bu kumanda ile arkın ateşlenmesi iyileşir, cüruf kalıntısı azalır, kök pasosu kontrolü iyileşir, ancak bazen sıçrama artışı ve ince sac kaynağında delinme olabilir.

Kaynağın yapışmaması; kaynak sırasında kullanım hatası nedeniyle elektrot ile iş parçası arasında yapışma olabilir. Bu durumda elektrot ısınarak kor haline geçip, kullanılamaz hale gelir ve makine gereksiz olarak ısınır, kazaya neden olabilir. Böyle bir durumda eviricilerde akımı 5 amper gibi çok küçük bir değere düşürüp, elektrot ve makine korunmaktadır. Buna yapışmama adı verilir (Karadeniz, 1997).

Eviricilerle kaynakta kaynak arkı kararlılığı, performansı ve kontrol kabiliyeti yüksektir. Kontrol ve kumanda devresi eviricilerin çıkışını saniyede 20000 kez değiştirebilmekte ve ark kontrolünün çok hassas bir biçimde gerçekleşmesine yardımcı olmaktadır. Eviricinin değişimlere cevap vermesi 2 milisaniye mertebesinde. Bu da sıçramanın azalmasını, ark başlamasının kolaylaşmasını, damlacık büyüklüğü farklılıklarının azalmasını, ark ucunda daha şiddetli katot etkisini ve daha düzgün dikişi sağlar (Karadeniz, 1997).

Eviricilerde, çeşitli durumlarda darbe şekilleri ayarlanıp avantaj sağlanmaktadır. Örneğin dikdörtgen darbenin maksimum değeri yüksektir. Damlayı elektrottan koparan etkenlerden en önemlisi de darbe akımının karesi ile orantılı olan sıkıştırma kuvvetidir. İşte eviricilerdeki darbe akımının yüksekliği, sıkıştırma kuvvetini arttırdığından kısa ark boylarında bile sprey ark oluşturularak, dikiş kalitesi artar.

Bakım; özellikle güç kaynakları için, bu önemli bir noktadır. Evirici makinelerin en önemli avantajı tasarımın basitliği, çok az ayrı parça içermeleridir. Sistem bileşeni ayrı parçalar açıkça ve mantıklı olarak düzenlenmiştir ve kavraması kolaydır. Servisin kolayca işlemesi için, makineler gaz yok gibi servis kodları gösterirler. Hızlı hata teşhisleri için, dizüstü bilgisayarlar kullanılır. Güncellemeler için de, makinelerin özü dijital olduğu için her bir birimi en gelişkin kaynak teknolojisi ile kolayca güncel tutulabilir. 16 güç kaynağını RS 232 yardımıyla bir bilgisayara bağlar. Kaynak esnasındaki parametreleri kaydedip raporlama yapılabilir.

Makinenin ebatlarının küçük oluşu, hafif oluşu, makinenin taşınma kolaylığı ve stok maliyetinin düşük olması demektir.

2.5 EVİRİCİ GÜÇ KAYNAĞININ FONKSİYONEL PRENSİBİ

Yüksek hızlı bir anahtarlama için yüksek anahtarlama frekansını yapabilecek bir transistör kullanmak gerekir. Bu evirici güç kaynağı teriminin nedenidir. Birinci doğrultucudan sonra bulunan DA gerilimi transistör anahtarı yardımıyla yüksek frekansa dönüştürülür. Eviriciler darbeli akım veren doğru akım makineleridir. Kumanda yönünden eviricileri primer ve sekonderden kumandalı olmak üzere iki gruba ayırmak mümkündür. Sekonderden kumandalı eviricilerin transformatörlerinin büyük olması, dolayısıyla kayıpların ve maliyetin yüksekliği nedeniyle bu eviriciler primerden kumandalılara göre dezavantajlı durumdadırlar. Özellikle primerden kumandalı eviricilerin geleneksel kaynak makinelerine göre avantajları ve kaynak imalat, açısından çok önemli görülemeyecek dezavantajları mevcuttur. Bunları şu şekilde sıralarız.

- Transformatörlerinin çekirdek kesiti küçüktür. Zira çekirdek kesiti frekansla ters orantılıdır. Çekirdekte kullanılan normal trafo saçı yerine ferritik çekirdek kullanıldığı takdirde çekirdek kesiti daha da küçültülebilmektedir.
 - Çekirdek kesitinin küçük olması kayıpların (histerisiz ve girdap akım kaybı) küçük olması, soğutma sisteminin küçük olması ve transformatör fiyatının düşük olması demektir ki buda verimin yüksek olması demektir. Özellikle primerden kumandalı kaynak makinelerinde boşa çalışma kaybı çok azdır. Bu makineler boşa çalışırken primerden akım geçmez.
 - Çekirdek kesitinin küçük oluşu transformatörün endüktansını küçültür ve bu da güç faktörünü artmasına neden olur. Sonuçta verim artar. Frekans yüksek olduğundan hız yüksek ve gürültü düşüktür. Hızın yüksek olması iyi kontrol edilmesi ve hassas güç ayarı demektir. Buda iyi kaynak demektir. Makinenin ebatlarının küçük oluşu, hafif oluşu, makinenin taşınma kolaylığı ve stok maliyetinin düşük olması demektir.
 - Ark ateşlemesi; yüksek gerilim ve sınırlı akımla ateşleme şeklinde olup bu durum gazaltı kaynağı yanında her çeşit elektrotun minimum sıçrama ile kullanılması ve kaynağın kalitesini yükseltmesi demektir.
 - Şebeke tarafındaki yüzde ona kadar olan gerilimi oynamaları kompanse eder ve kaynağın kalitesinin yükselmesi demektir. Şebeke hassasiyeti küçüktür.
- Ayrıca eviricilerde kullanılan küçük transformatörler, büyük trafolarla göre değişimlere daha az direnç gösterip, daha hızlı uyum sağlayabilmektedirler. Eviriciler, kaynak devresi

endüktansı ki bu kaynakta akımın inme ve çıkma hızını etkiler, üzerinde daha etkin bir kontrol sağlar. Bu sayede kaynakçıya kaynak arkını çok yumuşak bir ark halinden, daha delici ve derin nüfuziyet sağlayan bir ark haline kadar ayarlama olanağı sağlar. Bu da kısa ark boyu ile çalışmada yanma oluşu ve kaynamamış bölgeleri önler.

Güç kaynağı alanındaki çığır açan gelişmeler sayısal elektroniğin gelişmesiyle olmuştur. Bilgisayar kontrollü güç kaynaklarında mikrodenetleyicilerin kullanılmasıyla işlem kontrolcülerini makinenin kalbi haline gelmiştir. Bunun başlıca sebeplerinden biri de hızlı bilgi işlemi için hızlı hesap kapasitesinin gerekli olmasıdır. Bu da dijital sinyal işlemcilerin kullanımıyla olabilir. Bizim aslında ark özellikleri olarak ifade ettiğimiz, kaynak özellikleri esnek olmayan, değiştirilmesi güç donanımla değil de yazılımla temsil edilmektedir. Sonuç daha yüksek kaynak performansınıdır.

Sayısal sinyal işleminin kullanımı aynı zamanda geleneksel alışılmış bilgisayar kontrollü güç kaynağını dijital kontrollü güç kaynağına çevirmenin anahtar noktasıdır. Bununla beraber arıza da makinelerde kolay bulunabiliyor. Modern donanımın bir diğer avantajı da güç kaynağından çevreye doğru uzanan iletişimidir. Buda güç kaynağı ile tel sürme biriminin veya güç kaynağı ile uzaktan kumanda ünitesinin birbirleriyle haberleşebilmesidir.

Endüktans ve transformatör gibi manyetik bileşenlerin, çoğu güç elektroniği çeviricilerinin ayrılmaz parçalarıdır. Evirici kaynak makinelerinde güç tasarımı çok önemlidir. Bu transformatörlerin manyetik çekirdek malzemesi çok önemlidir. Transformatör ve bobin tasarımında iki farklı malzeme kullanılmaktadır. Demir ve az miktarda silikon ve krom karışımı ile elde edilen alaşım ferrit çekirdeklere göre daha çok elektriksel geçirgenliğe sahip olup, doyma manyetik akı yoğunluğu daha yüksektir.

Demir alaşımlardaki kayıplar histerisiz ve girdap akım kayıplarından oluşmaktadır. Demir alaşım yapılarında girdap akım kayıplarını azaltmak için ince levhalardan oluşan katmanlı bir yapı kullanılır. Bu yapılar 2 kHz'ten düşük frekanslar için uygundur. Bu yapının iletkenliği laminant yapıdan daha yüksek olup, girdap akım kayıpları daha az ve yüksek frekans tepkileri iyidir. Kobalt ve nikel ile bronzdan elde edilen karışımların demir ile alaşımlarından daha farklı yapılar elde edilir. Bu yapılar METGLAS patentlidir. Ferrite çekirdekler basitçe demir oksit ve diğer manyetik elemanlardan oluşur. Bunlar çok yüksek

elektriksel dirence sahiptirler. Düşük doyma akısı yoğunluğuna da sahiptirler. Ferrite malzemelerin sadece histerisiz kayıpları vardır. Çok yüksek elektriksel dirençlerinden dolayı girdap akım kayıpları çok düşüktür.

Düşük girdap akım yoğunluğundan dolayı yüksek frekans uygulamalarında kullanılır. Tüm manyetik çekirdeklerin belli bir histerisiz eğrileri vardır. Histerisiz kayıpları, AA akı yoğunluğu ve anahtarlama frekansının artması ile orantılıdır.

IGBT yarı iletken güç elemanı kullanılarak mikroişlemci ile darbe genişlik modülasyon (DGM) kontrollü evirici kaynak makinelerinde son zamanlarda kullanılmıştır. Son yıllarda geliştirilen anahtarlama kayıpları düşük ve hızları yüksek olan metal oksit silikon alan etkili transistor, yalıtılmış kapılı bipolar transistor (IGBT) ve MOS kontrollü tristör (MCT) gibi yarıiletken güç elemanları sayesinde, dönüştürücülerde ortaya çıkan problemler büyük ölçüde giderilmiştir. Özellikle bipolar jonksiyonlu transistörün (BJT'nin) yüksek akım ve gerilim anahtarlama kapasitesi, küçük gerilim düşümü ile güç mosfet'inin yüksek anahtarlama hızı ve ideal kontrol özelliğine sahip olan IGBT, DGM kontrollü dönüştürücü uygulamalarında en çok tercih edilen anahtarlama elemanları haline gelmişlerdir. Bu yüzden yapılan çalışmada yarıiletken güç elemanı olarak IGBT kullanılmıştır. Evirici doğru akım enerjisini alternatif akım enerjisine çeviren sistemlerdir (Mohan, 1995).

Birçok evirici çeşidi bulunmaktadır. DGM eviricileri de bunlardan biridir. DGM'de amaç darbelerin genişliğini değiştirmek suretiyle çıkış ana dalgasının temel bileşenini değiştirmektir. DGM eviricilerinde, anahtarlama hızları yüksek olan güç transistörleri, güç MOSFET'leri, IGBT gibi anahtarlama elemanları kullanılmaktadır. Darbe genişlik modülasyonu (DGM) tekniğini uygulama sayesinde kaynak makinesinin boyutu ve ağırlığı büyük ölçüde azaltılmaktadır. Güç elektroniği devrelerinde anahtarlama işaretlerinin oluşturulması ve denetleme yöntemlerinin uygulanabilmesi için sayısal sinyal işlemcisi kullanılıyor. Yeni nesil kaynak makinelerinde DGM ile DSM modülasyon teknikleri de kullanılır.

BÖLÜM 3

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

MIG-MAG kaynak yönteminde, kaynak dikiş görünümü ve ekonomikliğini etkileyen önemli faktörler sıçrama ve nüfuziyettir. Kaynak işlemi esnasında sıçrama kaynak dikiş üzerinde, dikişin kenarlarında ve nozulun içinde görülür. Sıçramalar birim metre kaynak dikiş için ilave tel sarfiyatını arttırır, ayrıca sıçramaların temizlenmesi de masrafı gerektirir. Nüfuziyet, kaynak işleminde esas metalde erimenin oluşturduğu derinliktir ve metal bileşimini etkiler. Geleneksel ve yeni nesil elektronik kaynak makinelerinde aynı gerilim ayarında tel ilerleme hızının değiştirilmesi ile kaynak dikiş görüntüsü, sıçrama ve nüfuziyete etkileri, aynı tel ilerleme hızında kaynak gerilimin değiştirilmesi ile kaynak dikiş görüntüsü, sıçrama ve nüfuziyete olan etkileri ve darbeli arkın sıçrama ve nüfuziyete olan etkileri deneylerle incelenmiştir.

3.1 DENEY MALZEMELERİ

Deneylerde; esas metal olarak St 37.2 kalitesinde düşük karbonlu yapı çeliği, elektrot olarak SG2 teli, koruyucu gaz olarak karbondioksit ve argon-karbondioksit (% 82 Argon %18 CO₂) karışım gazlar kullanılmıştır. Değişik parametre aralıklarındaki kaynak dikişlerinin çekilmesi sırasında sıçramalar gözle tespit edilerek sonuca gidildi.

3.1.1 Esas Metal

Esas metal olarak, St 37,2 kalitesinde düşük karbonlu yapı çeliği kullanılmıştır. Bu çelikten 150x50x5 mm. boyutlarında deney parçaları hazırlanmıştır.

3.1.2 Tel Elektrotlar

Deneylerde; GEKA marka (G3Si1=SG2 1 mm çapında) kimyasal bileşimi Çizelge 3.1'de verilen SG2 tel elektrotu kullanılmıştır.

Çizelge 3.1 Deneylerde kullanılan telin kimyasal bileşimleri.

Simge	Kimyasal Bileşim (%)										
	C	Mn	P	S	Si	Al	N	Ni	Cr	Cu	Fe
G3Si1 (SG2)	0,068	1,410	0,020	0,014	0,763	0,002	0,003	0,041	0,031	0,026	Kalan

3.1.3 Koruyucu Gazlar

Deneylerde koruyucu gaz olarak piyasada bulunması kolay ve ucuz olan karbondioksit gazı ve argon-karbondioksit gaz karışımı kullanılmıştır. Ayrıca gaz bileşiminin sıçramaya ve nüfuziyete olan etkileri için deneyler yapılmıştır. Bu bakımdan gaz bileşiminin, gaz debisi ve tel hızına bağlı olarak akım yoğunluğu gibi arkın kararlılığı ve şekli üzerinde önemli bir rol oynadığı bellidir. Ark transferinin kontrol edilebilmesi ve sıçramaların minimuma indirilmesi daha sonra karşılaştırmaların kolay yapılabilmesi için gazların karışım oranları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Deneylerde kullanılan gazların karışım (%) oranları.

Karışımın Adı	Karışım Oranı	
Ar-CO ₂	% 82 Argon	%18 CO ₂
CO ₂	-	%100 CO ₂

3.2 DENEY DONANIMLARI

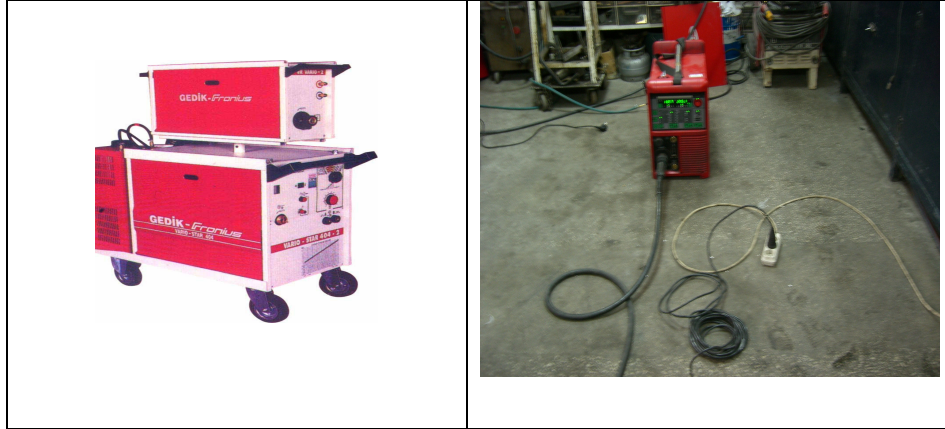
Deneylerde, geleneksel ve yeni nesil elektronik kaynak makinesi, tel sürme ünitesi, koruyucu gaz tüpü, debimetre, ısıtıcı, torç paketi, hava soğutmalı kaynak tabancası ve ekipmanları ile yardımcı donanım olarak otomatik araba, ray, ampermetre, voltmetre ve osiloskop kullanılmıştır. Ayrıca kaynak numunelerin hazırlanması için metal kesme testeresi ile zımparalama cihazı, kullanılmıştır.

3.2.1 Kaynak Akım Üreteçleri

MIG-MAG kaynak yönteminde, güvenilir kaynak bağlantısı elde edebilmek için ayarlanması gereken kaynak parametrelerinin başında, tel ilerleme hızı (kaynak akım şiddeti) ve gerilimi gelmektedir. Sabit gerilimli ve yatay karakteristikli kaynak akım üreteçlerinde her iki parametre birbirinden bağımsız olarak ayarlanabilir (Tülbentçi,1990).

Kaynak makinesi ne kadar yataya yakın düşme gösteriyorsa, kaynakta akım oynaması o kadar büyük olur ve kaynak makinesi o kadar iyi çalışır, böylece elektrottan o kadar fazla püskürtme olur (Karadeniz, 1985).

Deneylerde; 420 amper akım verebilen yatay karakteristikli, su soğutmalı geleneksel kaynak makinesi 18 kademeli olup 18 volt ile 56 volt arasında çıkış gerilimi veren geleneksel kaynak makinesi kullanılmıştır. Yeni nesil elektronik kaynak makinesi olarak da 270 amper akım veren hava soğutmalı evirici kaynak makinesi kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan geleneksel ve yeni nesil elektronik kaynak makinaları Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Deneylerde kullanılan kaynak makinaları.

Çizelge 3.3’de pako şalterinin konumuna göre boşa çalışma gerilimleri gösterilmiştir. Deneylerde kullandığımız geleneksel kaynak makinesinde 18 kademe ve herbirinde kaynak gerilimi vardır. Kaynak esnasında bu gerilimler voltmetre ile ölçülmüştür.

Çizelge 3.3 Pako şalterin konumuna göre boşta çalışma gerilimleri

Pako Şalter Konum	Çıkış Gerilimi (Volt)	Pako Şalter Konum	Çıkış Gerilimi (Volt)
1.Konum	17.9	10.Konum	31.8
2.Konum	19.1	11.Konum	33.9
3.Konum	20.4	12.Konum	36.1
4.Konum	21.6	13.Konum	38.4
5.Konum	23.1	14.Konum	41.1
6.Konum	24.7	15.Konum	44.0
7.Konum	26.3	16.Konum	46.7
8.Konum	28.0	17.Konum	49.8
9.Konum	29.9	18.Konum	56.4

Çizelge 3.4’de geleneksel ve yeni nesil elektronik kaynak makinaların özellikleri gösterilmiştir.

Çizelge 3.4 Geleneksel yeni nesil kaynak makinelerin özellikleri

Devreler	Evirici Kaynak Makinesi	Geleneksel Kaynak Makinesi
Şebeke Gerilimi (V)	380	380
Güç (KVA)	8	11.1
Boşta Çalışma Gerilimi(V)	50 V	18- 55
Güç Faktörü	0.99	0.7
Kaynak Akımı (% 60)	270	420
Kaynak Akımı (% 100)	180	280
Ağırlık (kg)	27	177

Deneilerin geçerliliğini artırmak, uygulanabilirliğini kolaylaştırmak ve sabit koşullarda yapılabilmesini sağlamak için otomatik araba, ampermetre ve voltmeter kullanılmıştır.

3.2.2 Ampermetre ve Voltmetre

Deneylerin uygulanması sırasında, kaynak akım ve gerilimin dışardan kontrolünü yapabilmek için geleneksel kaynak makinelerinde ampermetre ve voltmetre kullanılmıştır. Şekil 3.2’de geleneksel kaynak makinelerinde kaynak akımını ve gerilimini ölçmede kullanılan ampermetre ve voltmetre’nin kullanılması gösterilmiştir.



(a) Deneyde kullanılan ampermetre (b) Deneyde kullanılan voltmetre

Şekil 3.2 Deneylerde kullanılan ampermetre ve voltmetrenin gösterilmesi

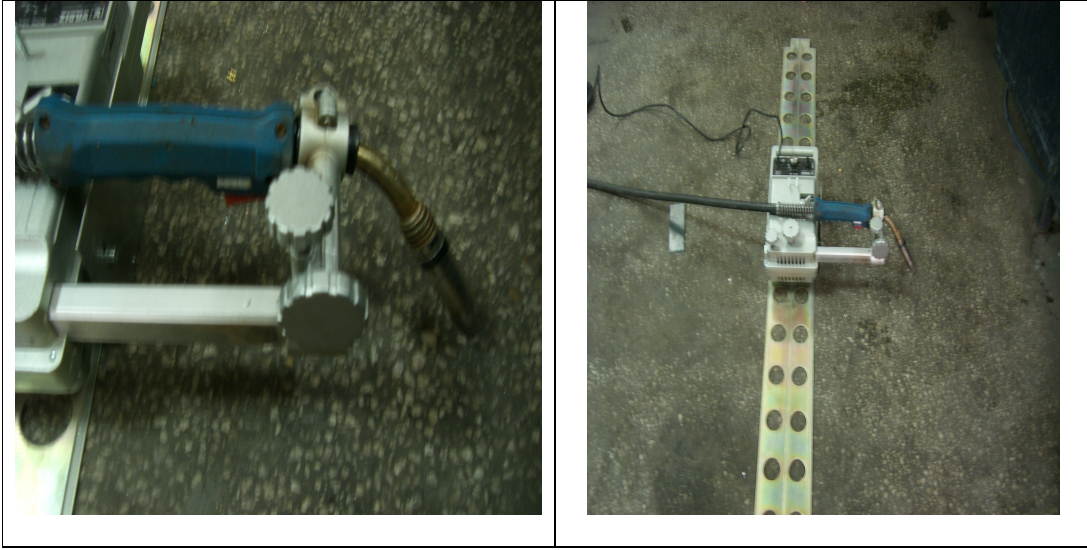
Voltmetre; elektrik devrelerinde iki nokta arasındaki potansiyel farkı voltmetre ile ölçülür. Voltmetre potansiyeli ölçülecek uçlar arasında paralel bağlanır. Bu iki ucu kısa devre etmemesi için iç direnci çok büyük olmalıdır. Bu sebeple çok sarımlı ve çok ince tellerden yapılır. Ampermetre; elektrik devrelerinden geçen elektrik akımı ampermetre adı verilen aletlerle ölçülür. Ampermetre elektrik devresine seri bağlanır. Ampermetreler az sarımlı kalın tellerden yapılır. Deneylerde ampermetre olarak pens ampermetre kullanıldı. Pens ampermetre; akım kablosu üzerinden geçen kaynak akımını ölçer. Pens ampermetre kablo üzerine bağlanır. Akım aralığı 0 - 600 A arasındadır.

3.2.3 Isıtıcı

Deneylerde, koruyucu gaz olarak kullanılan karbondioksit gazının sıcaklığını sıçramaya olan etkilerini inceleyebilmek için koruyucu gazı ısıtması gereklidir. Karbondioksit gazı soğuk bir gaz olduğu için ısıtıcı kullanılmıştır.

3.2.4 Otomatik Araba

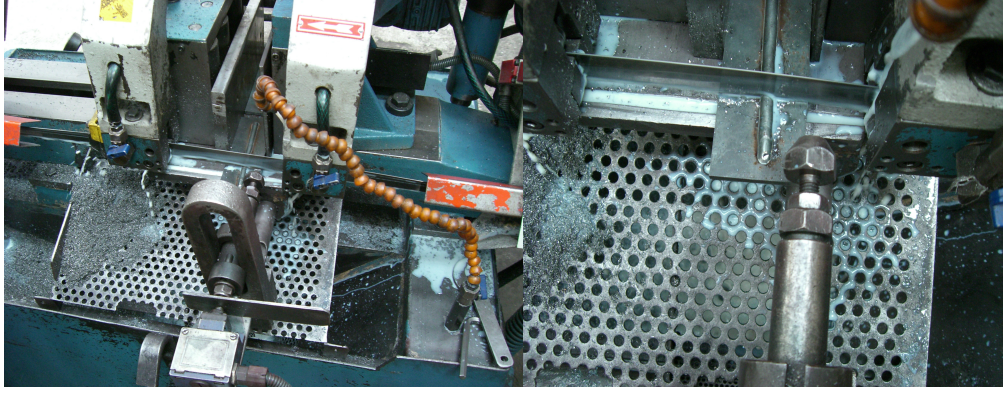
Bütün deney parçalarında, aynı şartların sağlanması (kaynak hızı ve serbest tel uzunluğu) için kaynak torcunun rahatlıkla monte edebileceği, özel ray üzerinde hızı ayarlanabilir kademeli doğrusal hızla ileri, geri hareket kabiliyeti olan otomatik araba kullanılmıştır ve kaynak tabancasının esas metale olan mesafesi sabit tutulmuştur. Şekil 3.3.a'da otomatik arabaya kaynak tabancasının monte edilişi ve Şekil 3.3.b'de otomatik arabanın raya monte edilişi gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Deneylerde kullanılan otomatik arabanın resimlerle gösterilmesi .

3.2.5 Metal Kesme testeresi

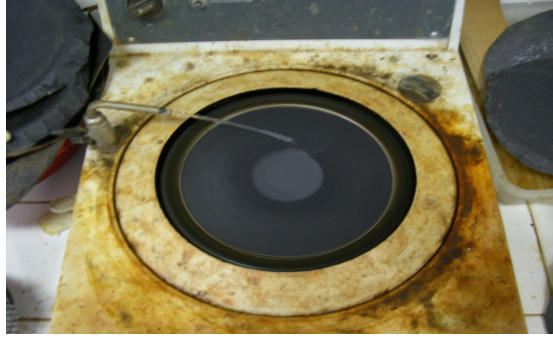
Kaynak yapılan parça üzerindeki nüfuziyet etkisini görmek amacıyla, kesim işlemi yapılırken metal testeresi kullanılmıştır. Kaynak yapılan parçanın küçük bir bölümü kesilmiştir. Kaynak numunelerinin kesilmeden önce testere makinasına konulan resmi Şekil 3.4.a'da ve kesime başlama anını gösteren resim Şekil 3.4.b'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4 Deneylerde kullanılan metal testere makinasının resimlerle gösterilmesi.

3.2.6 Zımparalama Makinesi

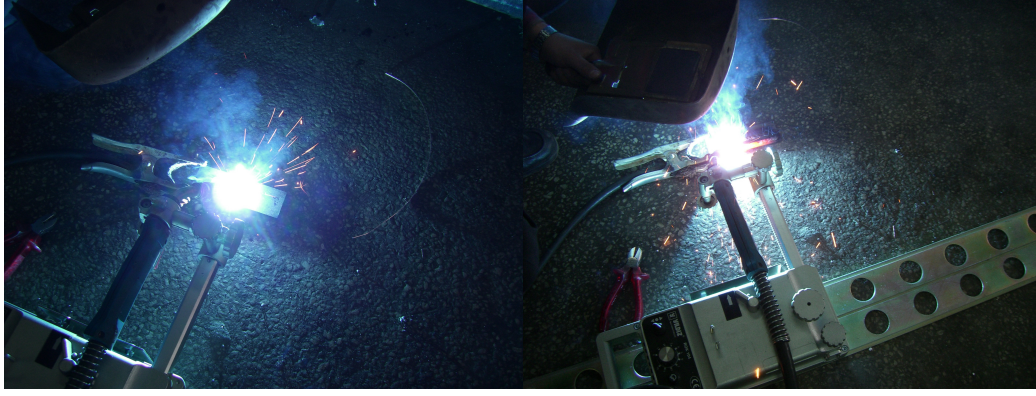
Kaynak yapılmış parçalardaki nüfuziyet etkisini görebilmek amacıyla 80,120, 240, 320, 500 ve 800 ve 1200 gritlik su zımparası ile zımparalanarak metalografik incelemeye hazır hale getirilmiştir. Deneylerde kullanılan zımparalama makinesinin Şekil 3.5’de gösterilmiştir.



Şekil 3.5 Deneylerde kullanılan zımparalama makinesinin resmi.

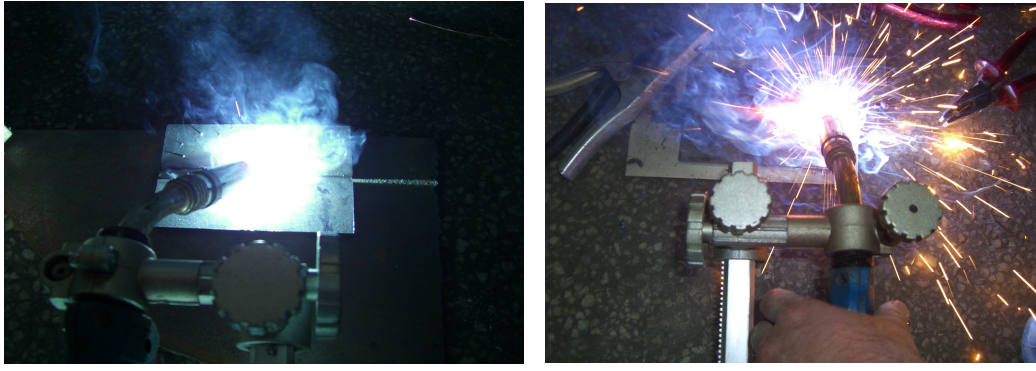
3.3 DENEYLERİN YAPILIŞI

Deneyler 150×50×5 mm. ebatlarında sac levha üzerinde, değişik kaynak parametreleri kullanılarak yatay konumda gerçekleştirilmiştir. Deneylerin yapılmasında, akım üretici olarak geleneksel kaynak makinesi ve yeni nesil elektronik kaynak makineleri kullanılmıştır. Kaynak esnasında her iki tip kaynak makinası kullanılarak kaynak dikişleri elde edilmiştir. Deneyin yapılışı Şekil 3.6’da gösterilmiştir.



(a)

(b)



(c)

(d)

Şekil 3.6 Deneyin yapılışı sırasındaki resimler

Kaynak akımının kaynak dikişine, nüfuziyete ve sıçramaya etkisini incelemek için öncelikle tüm kaynak parametreleri optimum değerde ayarlanırken; yalnız kaynak akımı değiştirilerek deneyler yapıldı.

Deneysel çalışmalar esnasında tel hızının (kaynak akımı) değiştirildiği, yeni nesil elektronik kaynak makineleri ile yapılan kaynak işlemlerinde kullanılan kaynak parametreleri Çizelge 3.5’de ve geleneksel kaynak makinelerinde kullanılan kaynak parametreleri de Çizelge 3.6’da verilmiştir. Deneylerde gaz debisi 10 lt/dk. olarak ayarlanmıştır.

Çizelge 3.5 Yeni nesil kaynak makinelerde kaynak gerilimi sabitken, kaynak akımının değiştirilmesi.

Deney no	Akım (Amper)	Tel hızı (m/dk.)	Kaynak gerilimi (Volt)	Kaynak hızı (cm/dk.)	Gaz karışımı
1	107	3	20	32	%82Ar, %18 CO ₂
2	116	4	20	32	%82Ar, %18 CO ₂
3	126	5	20	32	%82Ar, %18 CO ₂
4	138	6	20	32	%82Ar, %18 CO ₂
5	107	3	20	32	%100 CO ₂
6	116	4	20	32	%100 CO ₂
7	126	5	20	32	%100 CO ₂
8	138	6	20	32	%100 CO ₂

Çizelge 3.6 Geleneksel kaynak makinelerinde gerilim sabitken, kaynak akımının değiştirilmesi.

Deney no	Akım (Amper)	Tel hızı (m/dk.)	Kaynak gerilimi (Volt)	Kaynak hızı (cm/dk.)	Gaz karışımı
1	107	3	20	32	%82 Ar, %18 CO ₂
2	116	4	20	32	%82 Ar, %18 CO ₂
3	126	5	20	32	%82 Ar, %18 CO ₂
4	138	6	20	32	%82 Ar, %18 CO ₂
5	107	3	20	32	%100 CO ₂
6	116	4	20	32	%100 CO ₂
7	126	5	20	32	%100 CO ₂
8	138	6	20	32	%100 CO ₂

Bir sonraki adımda, deneysel çalışmalarda, kaynak geriliminin değiştirildiği, yeni nesil elektronik kaynak makineleri ile yapılan kaynak işlemlerinde kullanılan kaynak parametreleri Çizelge 3.7’de, geleneksel kaynak makinalarında kullanılan kaynak parametreleri Çizelge 3.8’de ve yeni nesil elektronik kaynak makinasında darbeli akım ve kaynak hızının parametreleri Çizelge 3.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.7 Yeni nesil kaynak makinelerinde tel hızı sabitken, kaynak gerilimin değişmesi.

Deney no	Kaynak Akımı (Amper)	Tel hızı (m/dk.)	Kaynak gerilimi (Volt)	Kaynak hızı (cm/dk.)	Gaz karışımı
1	140	6.2	20	32	%82 Ar, %18 CO ₂
2	140	6.2	24	32	%82 Ar, %18 CO ₂
3	140	6.2	28	32	%82 Ar, %18 CO ₂
4	140	6.2	32	32	%82 Ar, %18 CO ₂
5	140	6.2	20	32	%100 CO ₂
6	140	6.2	24	32	%100 CO ₂
7	140	6.2	28	32	%100 CO ₂
8	140	6.2	32	32	%100 CO ₂

Çizelge 3.8 Geleneksel kaynak makinalarında tel hızı sabitken, kaynak geriliminin değişmesi.

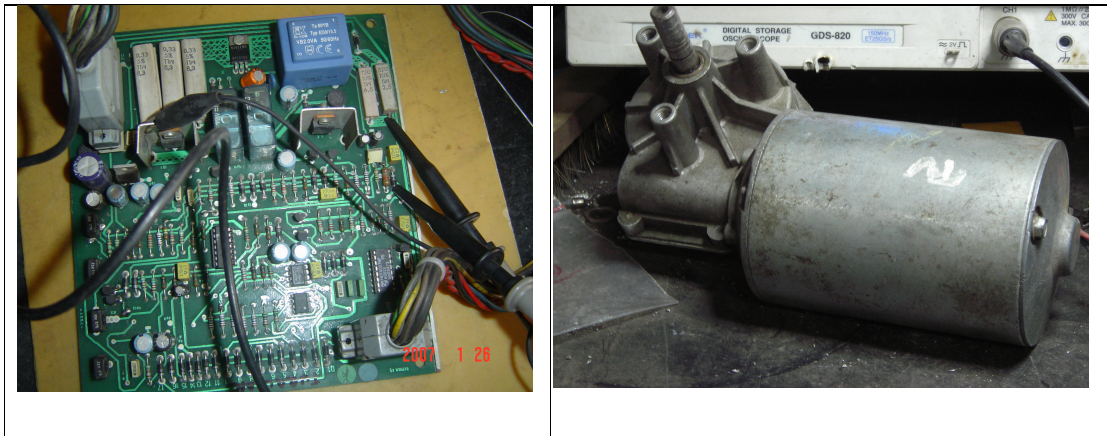
Deney no	Kaynak Akımı (Amper)	Tel hızı (m/dk.)	Kaynak gerilimi (Volt)	Kaynak hızı (cm/dk.)	Gaz karışımı
1	140	4.5	20	32	%82Ar, %18CO ₂
2	140	4.5	24	32	%82 Ar, %18 CO ₂
3	140	4.5	28	32	%82 Ar, %18 CO ₂
4	140	4.5	32	32	%82 Ar, %18 CO ₂
5	140	4.5	20	32	%100 CO ₂
6	140	4.5	24	32	%100 CO ₂
7	140	4.5	28	32	%100 CO ₂
8	140	4.5	32	32	%100 CO ₂

Çizelge 3.9 Yeni nesil elektronik kaynak makinasında darbeli akım ve kaynak hızının parametreleri.

Deney no	Tel hızı (m/dakika)	Kaynak gerilimi (Volt)	Kaynak Akımı (Amper)	Kaynak hızı (cm /dakika)
1	9.2	25.3	170	36
2	9.2	25.3	170	32
3	9.2	25.3	170	28
4	9.2	25.3	170	24
5	6.6	23.2	145	28
6	6.6	23.2	145	32
7	9.8	25.7	200	28
8	9.8	25.7	200	32
9	9.8	25.7	200	36

3.4 GELENEKSEL KAYNAK MAKİNALARINDA DGM TEKNİKLERİNİN DENEYLERLE GÖSTERİLMESİ

Geleneksel kaynak makinelerinde tel sürme motorunu tetiklemek amacıyla darbe genişlik modülasyon teknikleri kullanılıyor. DC motoru süren tristörün tetikleme sinyalinin genliği tel sürme hız ayar potuyla istenilen şekilde ayarlanabilmektedir. Geleneksel kaynak makinelerinin tel sürme motoru ve kartı Şekil 3.7’de gösterilmiştir.

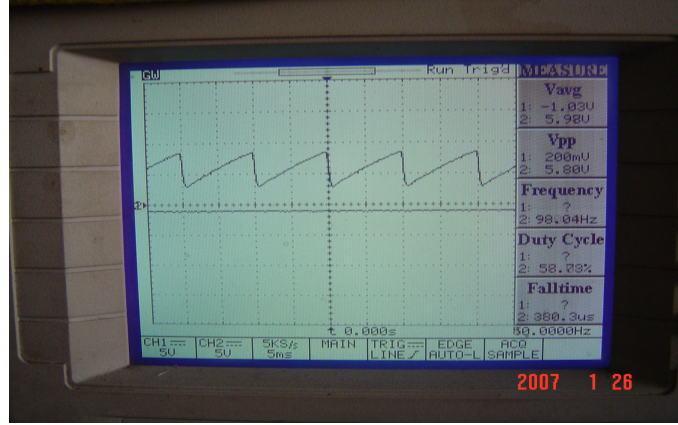


(a)

(b)

Şekil 3.7 Tel sürme kartı ve tel sürme motorunun resmi.

Geleneksel kaynak makinalarında kaynak gerilimi sabit, tel sürme hızının potansiyometresi 0.kademede olduğunda tristör tetikleme sinyalinin osiloskoptaki görünümü Şekil 3.8’de gösterilmiştir.



Şekil 3.8 Tel sürme hızının potansiyometresi 0.kademede olduğunda, osiloskoptaki tristör tetikleme sinyalinin görüntüsü.

Şekil 3.8’deki alttaki dalga tristörü tetikleme sinyalidir. Üstteki dalga ise referans sinyalidir. Kaynak esnasındaki sinyal ile referans sinyal karşılaştırılıp tristör tetikleme sinyali elde edilir.

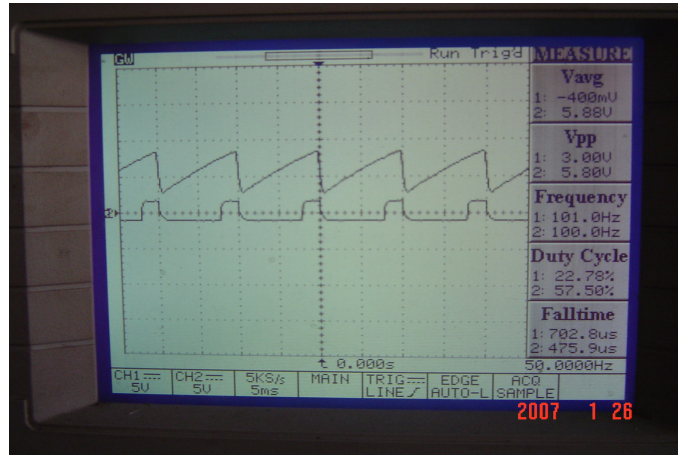
Geleneksel kaynak makinalarında kaynak gerilimi sabit, tel sürme hızının potansiyometresi 7.kademede olduğunda, tristör tetikleme sinyalinin osiloskoptaki görünümü Şekil 3.9’da gösterilmiştir.



Şekil 3.9 Tel sürme hızının potansiyometresi 7.kademede olduğunda, tristör tetikleme sinyalinin osiloskoptaki görüntüsü.

Şekil 3.9'daki alttaki dalga formu kaynak esnasındaki sinyal ile referans sinyalinin karşılaştırılıp tristör tetikleme sinyalinin elde edilmesini göstermektedir. Tristör tetikleme sinyaline giden gerilim 9.2 V olarak ölçülmüştür. Şekilde görüldüğü gibi tristör tetikleme sinyalinin duty cycle oranı % 16.72 , V_{pp} gerilimi 3 V ve frekansı 100 Hz dir.

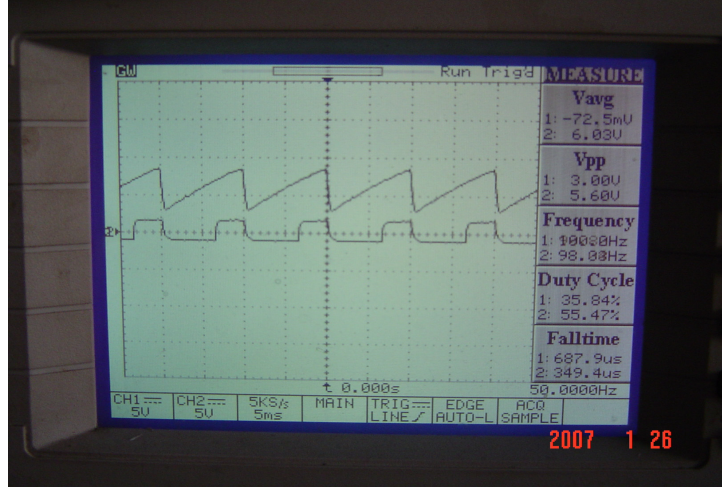
Geleneksel kaynak makinalarında kaynak gerilimi sabit, tel sürme hızı potansiyometresi 10.kademede olduğunda, tristör tetikleme sinyalinin osiloskoptan görünümü Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.10 Tel sürme hızı potansiyometresi 10. kademede olduğunda tristör tetikleme sinyalinin osiloskoptaki görüntüsü.

Tristör tetikleme sinyaline giden gerilim 12 V olarak ölçülmüştür. Şekil 3.10'da görüldüğü gibi tristör tetikleme sinyalinin duty cycle oranı % 22.78, V_{pp} gerilimi 3 V ve frekansı 100 Hz dir.

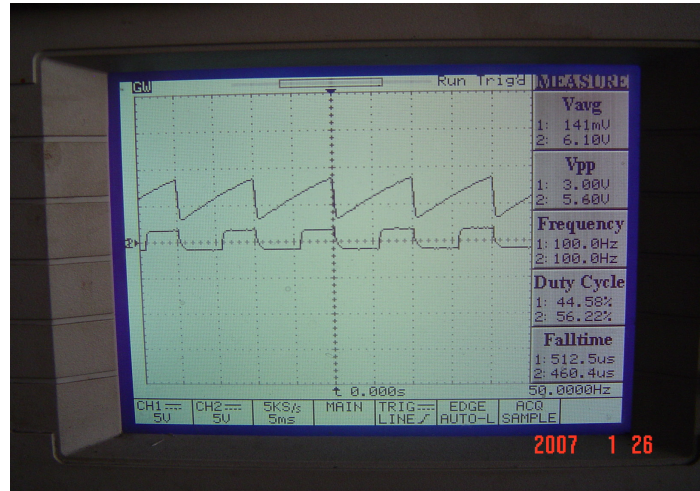
Tel sürme hızı potansiyometresini 7.kademeden 10.kademeye aldığımızda tristörün tetikleme sinyal gerilimi artmaktadır. Ayrıca tristör tetikleme sinyalinin genliğide artmaktadır. Geleneksel kaynak makinalarında kaynak gerilimi sabit tel sürme hızı potansiyometresi 15.kademede olduğunda, tristörün tetikleme sinyalinin osiloskoptan görünümü Şekil 3.11'de gösterilmiştir.



Şekil 3.11. Tel sürme hızı potansiyometresi 15. kademedeyken tristörün tetikleme sinyalinin osiloskoptaki görüntüsü.

Tristör tetikleme sinyaline giden gerilim 22.4 V olarak ölçülmüştür. Şekil 3.11’de görüldüğü gibi tristör tetikleme sinyalinin duty cycle oranı % 35,84, V_{PP} gerilimi 3 V ve frekansı 100 Hz dir.

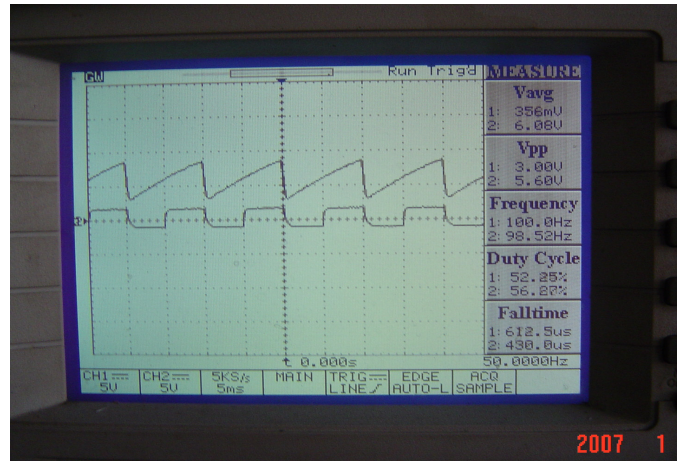
Geleneksel kaynak makinalarında kaynak gerilimi sabit tel sürme hızı potansiyometresi 15.kademedeyken, tristörün tetikleme sinyalinin osiloskoptan görünümü Şekil 3.12’de gösterilmiştir.



Şekil 3.12 Tel sürme hızı potansiyometresi 18. kademedeyken, tristörün tetikleme sinyalinin osiloskoptaki görüntüsü.

Tristör tetikleme sinyaline giden gerilim 25.8 V olarak ölçülmüştür. Şekil 3.12’de görüldüğü gibi tristör tetikleme sinyalinin duty cycle oranı % 44.58, V_{PP} gerilimi 3 V ve frekansı 100 Hz dir.

Geleneksel kaynak makinalarında kaynak gerilimi sabit tel sürme hızı potansiyometresi 15.kademede olduğunda, tristörün tetikleme sinyalinin osiloskoptan görünümü Şekil 3.13’de gösterilmiştir.



Şekil 3.13 Tel sürme hızı potansiyometresi 22. kademedeyken, tristörün tetikleme sinyalinin osiloskoptaki görüntüsü.

Tristör tetikleme sinyaline giden gerilim 29.6 V olarak ölçülmüştür. Şekil 3.13’de görüldüğü gibi tristör tetikleme sinyalinin duty cycle oranı % 52.25, V_{PP} gerilimi 3 V ve frekansı 100 Hz dir.

Tel sürme hızı arttıkça zaman kaynak akımı da artmakta, buna bağlı olarak da tel sürme motorunu tetikleyen tristörün tetikleme sinyalinin genliği tel sürme potansiyometresi ile istenilen şekilde ayarlanabilmektedir. Buna bağlı olarak tel sürme motoruna giden gerilim 0 - 30 V’a kadar ayarlanabilmektedir. Tel sürme hızını artırarak kaynak akımı artar buna bağlı olarak tristör tetikleme sinyalinin darbe genişliği artmaktadır. Tel sürme hızı yani motorun hızı azaldıkça zaman kaynak bölgesine gelen tel miktarı azalmaktadır.

BÖLÜM 4

DENEYSSEL SONUÇLAR

4.1 AKIM ŞİDDETİNİN KAYNAK DİKİŞİNE OLAN ETKİSİ

Yeni nesil elektronik kaynak makinalarında akımın (tel hızının) kaynak dikiş görüntüsüne ve gözle görülebilir sıçramaya olan etkisi aşağıda resimlerle gösterilmiştir.

Kaynak gerilimi sabit tutularak akım ve koruyucu gaz değiştirilerek yapılan deneylerde kullanılan akım şiddetinin ergime gücüne, kaynak dikiş ve boyutlarına ve nüfuziyete etkisi diğer bütün parametrelerden daha etkilidir. Koruyucu gaz karışım gaz olduğunda; düşük akım (düşük tel hızıyla) yapılan deneylerde nüfuziyetin yetersiz; sıçramanın az olduğu görülmüştür. Artan kaynak akımıyla (tel hızı), nüfuziyetin arttığı görülmüştür. Buda kaynak akım şiddeti arttıkça ergime gücünde artar. Bütün diğer kaynak parametreleri sabit tutulduğu zaman artan tel hızıyla birlikte kaynak dikişinin eninin yükseldiği, nüfuziyetinin ise artan tel hızıyla arttığı görülmüştür. Koruyucu gaz olarak karbondioksit gazının kullanıldığı deneylerde nüfuziyetin biraz daha iyi olduğu ve sıçramanın küçük damlacıklar halinde olduğu görülmüştür. Deney sırasında elde edilen kaynak dikişlerinin görüntüleri Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Yeni nesil elektronik kaynak makinalarında karışım gaz ile farklı kaynak akımlarında elde edilmiş dikiş görüntüleri (%82 Argon % 18 CO₂).

Şekil 4.1'de görüldüğü üzere yeni nesil kaynak makinesinde kaynak akımının (tel hızı) kaynak dikiş geometrisi üzerine etkisi görülmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda optimum, kaynak akımının 138 A (tel ilerleme hızı 6 m/dk.) olduğu görülmüştür.



Şekil 4.2 Yeni nesil elektronik kaynak makinalarında CO₂ gaz ile farklı kaynak akımlarında elde edilmiş dikiş görüntüleri (%100 CO₂).

Şekil 4.2'de genel olarak kaynak dikiş görünümü karışım gazına göre kötü olduğu yapılan deneylerde görülmüştür. Kaynak esnasında 3, 4, 5 ve 6 m/dk. olarak kullanılan tel hızlarında en uygun sonuç 4 m/dk. tel hızında 116 A kaynak akımında elde edilmiştir.

Geleneksel kaynak makinelerinde, kaynak akım şiddeti tel hızı ile beraberce, tel hızı ayar düğmesinden yapılır. Tel ilerleme hızı arttıkça kaynak akım şiddeti artar. Böylece ilave metalin ergime gücü artar. Geleneksel kaynak makinelerinin 7. kademesinde kaynak esnasında voltmetre ile kaynak geriliminin 20 volt olduğu görülmüştür. Bunun nedeni yeni nesil kaynak makinelerinin gerilimine eşitlemektir. Kullanılan gaz karışım gaz olduğunda; kaynak tel ilerleme hızı artığında gözle yapılan muayenede kaynağın nüfuziyetinin arttığı, ancak yeni nesil kaynak makinelerine göre sıçramanın (metal damlacıkları) arttığı görülmüştür. Bunun da kaynak görüntüsüne olumsuz etkisi vardır. Düşük tel hızında nüfuziyetin yetersiz ve sıçramanın çok az ve kaynakta arzu edilen dikiş formunun elde edilmediği, artan tel hızı ile birlikte nüfuziyetin arttığı, yüksek akım ve yüksek tel hızıyla kaynak yapıldığında çok yüksek sıçrama ve iri damlalı bir damla geçişinin olduğu gözlenmiştir. Tel hızı arttığı zaman kaynak akımı artar gerilim düşer dolayısıyla kaynak bölgesindeki direnç artar sıçramalar artar. Kullanılan koruyucu gaz CO₂ olduğunda tel

hızını artırdığımız zaman düzgün kaynak dikişi elde edilememektedir. Bunun nedeni daha önce de bahsedildiği üzere CO₂ soğuk bir gaz olduğudur. Tel hızının düşük olması gereklidir böylece düzgün kaynak dikişi elde edilmiş olur. Tel hızı deney numunesi 8 de kaynak dikişi yapılamamıştır tel hızı deney 7 de görüldüğü üzere kaynak dikişi görüntü açısından kötüdür. Sıçramanın çok fazla olduğu gözlenmiştir. Geleneksel kaynak makineleri ile yapılan kaynakların kaynak dikiş görüntüleri Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’de gösterilmiştir. Bu deneylerde kullanılan tel ilerleme hızları yeni nesil kaynak makinelerindeki tel ilerleme hızlarına göre ayarlanmıştır.

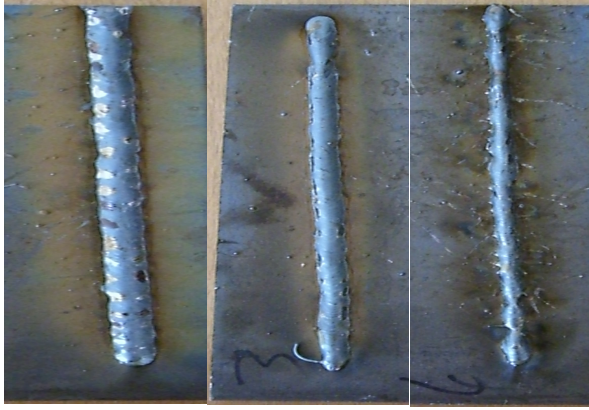


(a) Kaynak akımı 107 A, kaynak gerilimi 20 V, (b) Kaynak akımı 116 A, kaynak gerilimi 20 V,



(c) Kaynak akımı 126 A, kaynak gerilimi 20 V (d) Kaynak akımı 138 A, kaynak gerilimi 20 V

Şekil 4.3 Geleneksel kaynak makinasında karışım gaz ile farklı kaynak akımlarında elde edilmiş kaynak dikiş görüntüleri (%82 Argon % 18 CO₂).



(a) Kaynak akımı 107 A, kaynak gerilimi 20 V

(b) Kaynak akımı 116 A, kaynak gerilimi 20 V

(c) Kaynak akımı 126A, kaynak gerilimi 20 V

(a)

(b)

(c)

Şekil 4.4 Geleneksel kaynak makinasında karışım gaz ile farklı kaynak akımlarında elde edilmiş kaynak dikiş görüntüleri (% 100 CO₂).

Yapılan literatür taramalarında argona CO₂ eklenmesi ark sıcaklığını artırıcı etki yapmakta O₂ kaynak banyosu yüzey gerilimine etki ederek daha üniform olmasını sağlamakta ve kaynak dikişi mukavemetini artırıcı etkiler ortaya koymaktadır. Çeliklerin kaynağında saf Ar kullanıldığı zaman yanma oluğu oluşabilir. % 1-5 O₂ veya % 3-25 CO₂ ilave ederek yanma oluğu önlenir. Aynı zamanda arkın dengesi sağlanmış olur. CO₂ derin nüfuziyet ve yüksek ark enerjisi sağlar. O₂ iyi ıslatma ile birlikte sıçramayı azaltır (Ertürk, 1994; Gülenç, 1995; Şık, 2002; Tülbentçi, 1998).

4.2 KAYNAK GERİLİMİNİN KAYNAK DİKİŞİNE OLAN ETKİSİ

Sabit gerilim karakteristikli akım üreteçlerinde ark gerilimi, tel ucu ile iş parçası arasındaki uzaklık tarafından belirlenir. Her koşulda aynı kaynak dikişini veren bir sabit ark boyu mevcut değildir. Kaynak makinesinde, gerilim ayar imkanı ne kadar fazla olursa optimal çalışma noktasının saptanması da o derece kolay olur. Bütün parametreler sabit kalmak şartı ile ark geriliminin artması halinde kaynak dikişi geniş ve yaygın biçim alır. Nüfuziyet ise artan ark gerilimi ile bir optimum değere kadar artar ve bu değerden sonra azalmaya başlar.

Kaynak geriliminin nüfuziyete ve sıçramaya olan etkisini incelemek için tüm kaynak parametreleri optimum değerde alınırken; sadece kaynak gerilimi değiştirilerek deneyler yapılmıştır. 1 numaralı deneyde yani düşük kaynak gerilimi ile yapılan kaynak dar ve derin nüfuziyetli dikişler elde edilirken sıçramanın olmadığı görülmüştür. Yeni nesil elektronik

kaynak makinasıyla sabit kaynak akımı (140 A), sabit kaynak hızı (32 cm/dk.) ve aynı karışım gazı (%82 Argon %18 CO₂) kullanılarak kaynak geriliminin değiştirildiği (20, 24, 28, 32 V) kaynaklı birleştirmelerin dikiş görüntüleri Şekil 4.5'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5 Yeni nesil elektronik kaynak makinalarında akım sabit iken kaynak gerilimi 20, 24, 28, 32 volt olduğundaki kaynak görüntüleri (% 82 Argon % 18 CO₂).

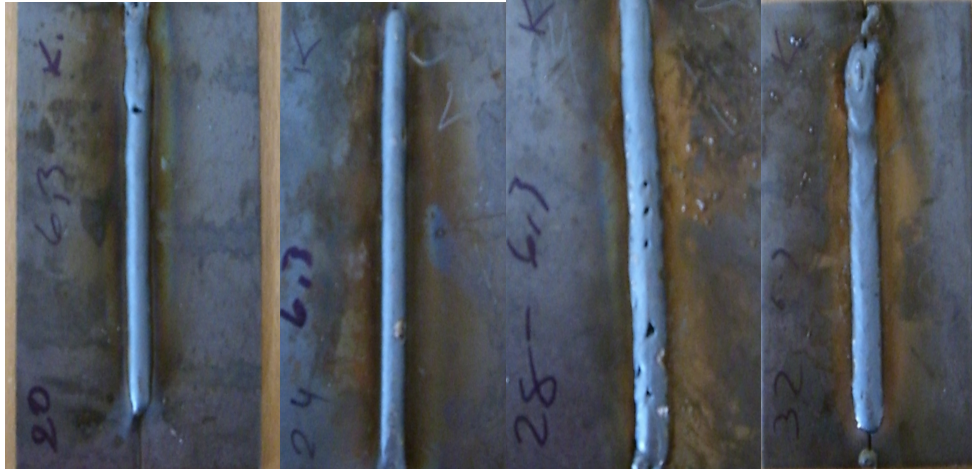
Yeni nesil elektronik kaynak makinasıyla sabit kaynak akımı (140 A), sabit kaynak hızı (32 cm/dk.) ve %100 CO₂ gazı kullanılarak kaynak geriliminin değiştirildiği (20, 24, 28, 32 V) kaynaklı birleştirmelerin dikiş görüntüleri Şekil 4.6'de gösterilmiştir.

Şekil 4.5 ve Şekil 4.6 incelendiğinde kaynak geriliminin artışına bağlı olarak kaynak dikişinin genişlediği, fakat nüfuziyetin ise azaldığı görülmektedir. 3 ve 4 numaralı deneylerde gazdan dolayı gözenekler meydana gelmiştir. Eğer karbondioksit gazı seçilirse kaynak görünümü karışım gaza göre biraz daha kötü olabilir. Nüfuziyet biraz fazla ancak kaynak gerilimi 28 volt değerinde sıçramanın iri damlalar halinde olduğu gözle görülmüştür. Yeni nesil elektronik kaynak makinaları ile elde edilen kaynak görüntüleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.6 Yeni nesil elektronik kaynak makinalarında akım sabit iken kaynak gerilimi 20, 24, 28, 32 volt olduğundaki kaynak görüntüleri (% 100 CO₂ gazı).

Geleneksel kaynak makinasıyla sabit kaynak akımı (140 A), sabit kaynak hızı (32 cm/dk.) ve aynı karışım gazı (%82 Argon %18 CO₂) kullanılarak kaynak geriliminin değiştirildiği (20, 24, 28, 32 V) kaynaklı birleştirmelerin dikiş görüntüleri Şekil 4.7’de gösterilmiştir.

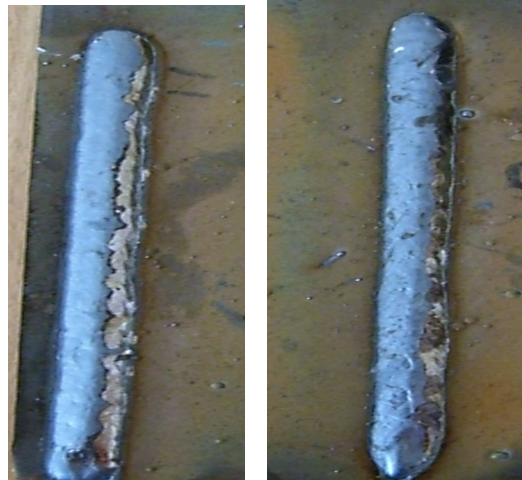


Şekil 4.7 Geleneksel kaynak makinalarında tel hızı sabit tutulup kaynak gerilimin 20, 24, 28 ve 32 volt olduğunda kaynak dikiş görünüşleri (% 82 Argon % 18 CO₂).

Kaynak gerilimi artırılıp tel hızı sabit olduğu zaman kaynak dikiş görünümü genişler ark geriliminin sıçramaya etkisini incelemek için tüm kaynak parametreleri uygun değerde ayarlanırken yalnız ark gerilimi değiştirilerek deneyler yapılmıştır. Kaynak gerilimi 7.kademe ve 8.kademede 20 ve 24 volt ölçülmüştür.

Çizelge 3.8'de 1 numaralı deneyde ark gerilimi düşük olduğunda kaynak dikiş görünümü dar ve sıçramanın çok az olduğu görülmüştür. Kaynak gerilimi artırıldığı zaman kaynak dikiş görünümü genişler nüfuziyet azalır. 3 ve 4 numaralı deneylerde kaynak dikiş görünümü genişler ve sıçramalar iri tanelere dönüşerek artar. Karışım gazın CO₂ gazına göre nüfuziyeti az olduğu ve CO₂ gazı ile yapılan 5 ve 6 numaralı deneylerde kaynak görüntüsünün elde edilemediği görülmüştür. Karbondioksit gazı ile yapılan deneylerin tel hızları karışım gaza göre yapılan deneylerden düşük olmalıdır. CO₂ gazı altında tel hızı 2 m/dakika kaynak gerilim kademesi 7, tel hızı 4 m/dakika gerilim kademesi 9 olduğunda düzgün kaynak görüntüsü elde edilmiş ancak kaynakta sıçramalar görülmüştür.

Geleneksel kaynak makinasıyla sabit kaynak akımı (140 A), sabit kaynak hızı (32 cm/dk.) ve %100 CO₂ gazı kullanılarak kaynak geriliminin değiştirildiği (28 ve 32 V) kaynaklı birleştirmelerin dikiş görüntüleri Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



(a) 28 V

(b) 32 V

Şekil 4.8 Geleneksel kaynak makinalarında tel hızı sabit tutulup kaynak geriliminin 28, 32 volt olduğunda kaynak dikiş görünümü (%100 CO₂ gazı).

Karbondioksit gazı ile kaynak yapılırken kaynak akımı (tel hızı) düşük seçilmelidir.

Yapılan literatür taramalarında (Tülbentçi, 1998), nüfuziyetin artan ark gerilimi ile bir optimum değere kadar arttığı ve bu değerden sonra azalmaya başladığı belirtilmiştir. Ayrıca, yüksek ark gerilimi, nüfuziyet azlığı dolayısı ile bazı geniş aralıklarda kök pasoda köprü kurabilmek için kullanılır. Çok küçük ark gerilimi çok dar ve aşırı şişkin (konveks) kaynak dikişlerin oluşmasına, aşırı derecede küçük ark gerilimi ise gözenekliğe neden olduğu belirtilmiştir.

Karışımındaki CO₂ oranının azalması ile iyi bir nüfuziyet elde edilemez. Düşük CO₂ içeren gaz karışımları yeterli ısıyı sağlayamaması nedeni ile banyoda argon hapsi ve azot çözülmesi meydana getirir. Bu da kaynak dikişinin mekanik özelliklerini kötü yönde etkilemektedir (Gülenç, 1995).

4.3 DARBE AKIMININ VE KAYNAK HIZININ KAYNAK DİKİŞİNE ETKİSİ

Darbeli kaynak yöntemi seçildiğinde malzemeye ısı girdisini az verdiği için sıçrama olmamaktadır. Yeni nesil elektronik kaynak makinesinde malzeme kalınlığını girerek makine kendi akımını ayarlayabilir. Bu kaynak makinesinin ön panelinde bulunan aşağıdaki kaynak parametreleri seçilir. Malzeme kalınlığı, kaynak akımı, tel hızı, kaynak gerilimi, ark uzunluk düzeltilmesi ve endüktans seçilir. Ayrıca yeni nesil elektronik kaynak makinesiyle her türlü kaynak yöntemleri yapılır. MIG-MAG, elektrot, TIG ve darbeli MIG-MAG kaynak yöntemlerinin hepsi yapılır. Serbest tel boyu 0'a ayarlandığında hangi gaz olursa olsun nüfuziyet ve sıçramanın olmadığı tespit edilmiştir. Darbeli kaynakta tel besleme ile en önemli konu, telin tel sürücülerden bağlantı ucuna dek emniyetli, doğru ve mümkün olduğunca pürüzsüz gelmesidir. Böylece tel zarar görmez ve ikincil olarak kaynak işlemi mükemmel ilerler. Motor hızı ve tel besleme hızı, her tel besleyici dijital olarak kontrol edildiğinden doğru ve verimli olarak ayarlanabilir.

Darbeli kaynak ile Çizelge 3.9'daki parametre değerleriyle kaynak yapıldığında kaynak dikiş görünümü Şekil 4.9'daki gibidir. Bu çalışmada sadece kaynak hızı değiştirilerek darbeli akım ile kaynak yapılmıştır. Tel 1 mm SG2 teli ve gaz olarak % 82 Argon,% 18 CO₂ kullanılmıştır. Serbest tel boyu 0 olarak ayarlanmıştır. Darbeli kaynak ince malzemelerin kaynağında kullanılır.

Şekil 4.9'da Yeni nesil makinada darbeli kaynak yöntemiyle 170 amperde kaynak hızının değiştirilmesi ile ilgili deneylerin kaynak dikiş görüntüsü gösterilmiştir.



Şekil 4.9 Yeni nesil makinada darbeli kaynak yöntemiyle 170 amperde tüm kaynak parametreleri sabit, kaynak hızının değiştirilmesi sonucunda oluşan kaynak dikiş görüntüsü.

Çizelge 3.9'da 1, 2, 3, 4 numaralı deneyler arasında en iyi nüfuziyet 2 numaralı deneydedir. 4 numaralı deneyin nüfuziyeti iyi değildir. Kaynak hızına bağlı kaynak akımı iyi seçilmelidir. Kaynak hızı yavaş olduğu zaman, birim boya yığılan kaynak metali artar bu da kaynak banyosunun büyümesine neden olur geniş bir kaynak dikişi elde edilir. Hızın artması ile ısının azalmasına neden olur bu da nüfuziyeti azaltır. Kaynakta en derin nüfuziyet optimum kaynak hızındadır.

Literatürde de (Durgutlu, 1997) en derin nüfuziyet kaynak hızının optimum olduğu değerlerde elde edilir ve bu nüfuziyet kaynak hızının yavaşlaması yada artması durumlarında azalır denilmektedir. Şekil 4.10'da 145 amperde kaynak hızının değiştirilmesi ile ilgili deneylerin kaynak dikiş görüntüsü gösterilmiştir.



Şekil 4.10 Yeni nesil makinada darbeli kaynak yöntemiyle 145 amperde tüm kaynak parametreleri sabit, kaynak hızının değiştirilmesi sonucunda oluşan kaynak dikiş görüntüsü.

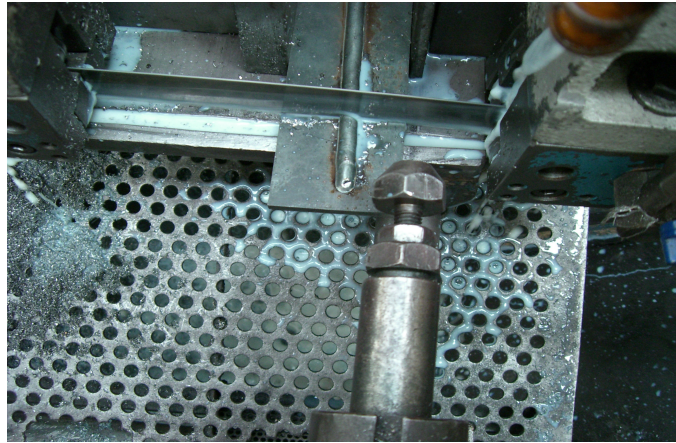
Şekil 4.11’de 200 amperde kaynak hızının değiştirilmesi ile ilgili deneylerin kaynak dikiş görüntüsü gösterilmiştir. Bilindiği gibi darbeli kaynak yapıldığında sıçrama meydana gelmemekte ya da çok az meydana gelmektedir.



Şekil 4.11 Yeni nesil makinada darbeli kaynak yöntemiyle 200 amperde tüm kaynak parametreleri sabit, kaynak hızının değiştirilmesi sonucunda oluşan kaynak dikiş görüntüsü.

4.4 NÜFUZİYET DENEYLERİ

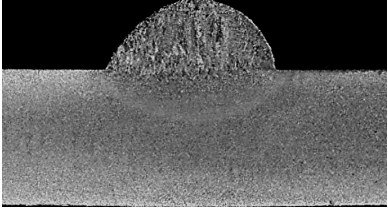
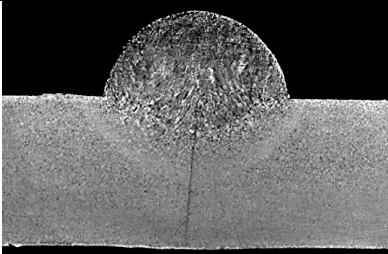
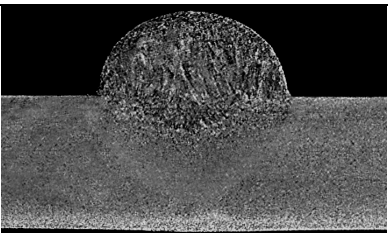
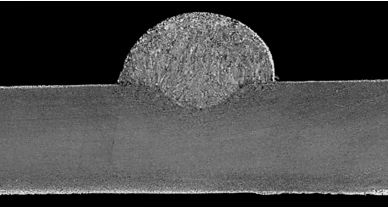
Kaynatılan malzemeler otomatik metal kesme testeresi ile Şekil 4.12’de görüldüğü gibi kesilmiştir. Nüfuziyet görüntülerini belirlemek amacıyla parçalar hazırlanmıştır. Parçalar 800 lük SiC zımparaya kadar zımparalanıp (80, 120, 200, 320, 500 ve 800) % 10 Nitalle derin dağlandıktan sonra nüfuziyet fotoğrafları çekilmiştir.



Şekil 4.12 Kaynatılan malzemelerin testere ile kesilirkenki görüntüsü.

Yeni nesil elektronik ve geleneksel kaynak makinelerinin kaynak gerilimi sabitken tel hızının artırılması, tel hızı (kaynak akımı) sabitken kaynak geriliminin değiştirilmesinin nüfuziyet profilleri aşağıda şekillerle gösterilmiştir.

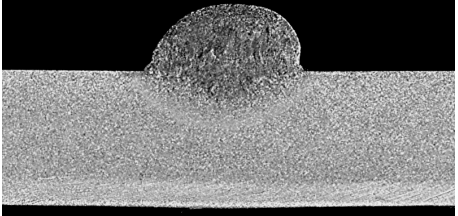
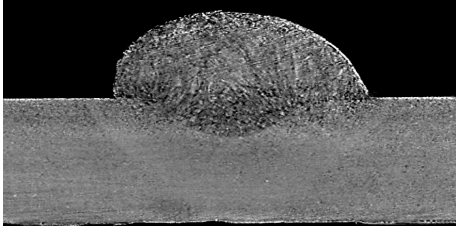
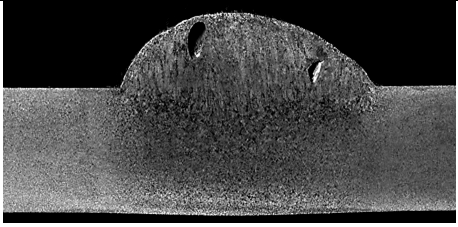
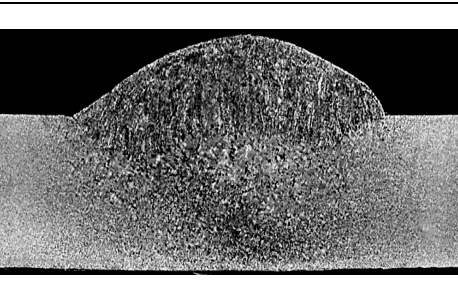
Yeni nesil elektronik kaynak makinasıyla sabit kaynak gerilimi (20 V), Sabit kaynak hızı (32 cm/dk) ve aynı karışım gazı (%82 Argon %18 CO₂) kullanılarak tel hızının değiştirildiği (3, 4, 5 ve 6 m/dk.) buna bağlı olarak kaynak akımının değiştirildiği (107, 116, 126 ve 138 amper) kaynaklı birleştirmelerden elde edilen nüfuziyet profilleri Şekil 4.13'de gösterilmiştir.

 <p>a</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı:107 Amper Tel Hızı: 3 m/dakika Kaynak Gerilimi: 20 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: % 82 Argon % 18 CO₂</p>
 <p>b</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı:116 Amper Tel Hızı: 4 m/dakika Kaynak Gerilimi: 20 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: % 82 Argon % 18 CO₂</p>
 <p>c</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı:126 Amper Tel Hızı: 5 m/dakika Kaynak Gerilimi: 20 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %82 Argon %18 CO₂</p>
 <p>d</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 138 Amper Tel Hızı: 6 m/ dakika Kaynak Gerilimi: 20 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %82 Argon % 18CO₂</p>

Şekil 4.13 Yeni nesil elektronik kaynak makinaları ile farklı kaynak akımlarında (tel hızı) elde edilen nüfuziyet görüntüleri (%82 Argon % 18CO₂).

Şekiller incelendiğinde tel hızının artmasına bağlı olarak kaynak nüfuziyet ve genişliğinin arttığı (Şekil 4.13 a, b, c), ancak kaynak akımının 138 A olarak seçildiği birleştirmede ise (Şekil 4.13.d) kaynak nüfuziyet ve genişliğinin azaldığı görülmektedir. Buradan anlaşılmaktadır ki kaynak nüfuziyeti kaynak akımına (tel ilerleme hızına) bağlı olarak bir değere kadar artarken yüksek hızlarda nüfuziyet azalmaktadır.

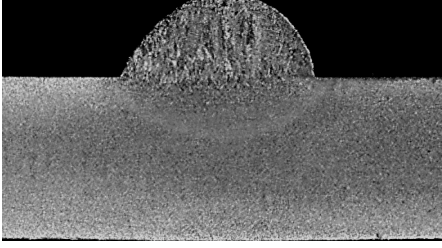
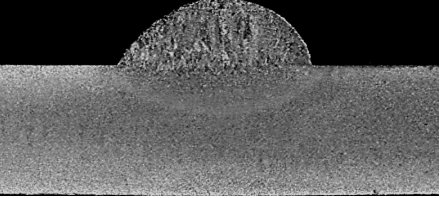
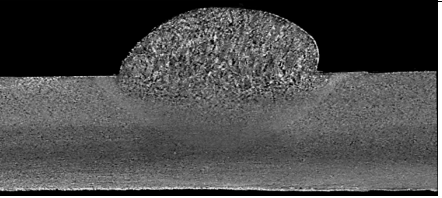
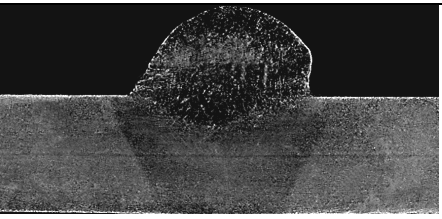
Yeni nesil elektronik kaynak makinaları ile sabit tel ilerleme hızı (6.2 m/dk), kaynak akımı (140 amper), sabit kaynak hızı (32 cm/dk) ve sabit koruyucu ortam (% 82 Argon,% 18 CO₂) kullanılarak, kaynak gerilim değerlerinin değiştirildiği (20, 24, 28 ve 32 V) kaynaklı birleştirmelerin nüfuziyet görüntüleri Şekil 4.14’de görülmektedir.

 <p>a</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 140 Amper Tel Hızı: 6.2 m/ dakika Kaynak Gerilimi: 20 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %82 Argon %18 CO₂</p>
 <p>b</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 140 Amper Tel Hızı: 6.2 m/ dakika Kaynak Gerilimi: 24 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %82 Argon %18 CO₂</p>
 <p>c</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 140 Amper Tel Hızı: 6.2 m/ dakika Kaynak Gerilimi: 28 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %82 Argon %18 CO₂</p>
 <p>d</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 140 Amper Tel Hızı: 6.2 m/dakika Kaynak Gerilimi: 32 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %82 Argon %18 CO₂</p>

Şekil 4.14 Yeni nesil elektronik kaynak makinaları ile farklı kaynak gerilimlerinde elde edilen nüfuziyet görüntüleri (% 82 Argon % 18 CO₂).

Fotoğraflar incelendiğinde artan kaynak gerilimine bağlı olarak kaynak dikişinin genişlediği ve nüfuziyetin arttığı açıkça görülmektedir.

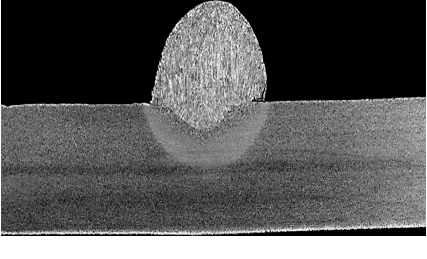
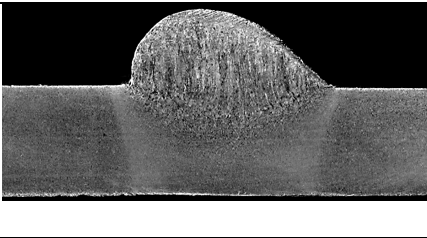
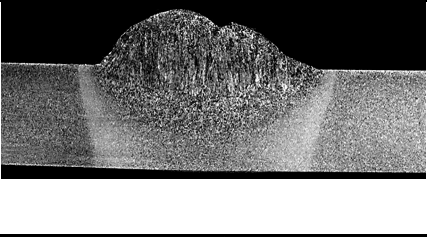
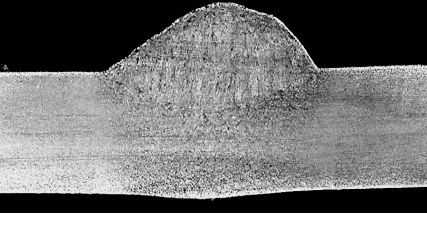
Yeni nesil elektronik kaynak makinesi ile bütün parametrelerin sabit seçilip (kaynak gerilimi 20 V, kaynak hızı 32 cm/dk, ve kullanılan koruyucu gaz CO₂) kaynak akımının (tel ilerleme hızının) değiştirildiği çalışmalardan elde edilen nüfuziyet görüntüleri Şekil 4.15’de görülmektedir.

 <p>a</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 107 Amper Tel Hızı: 3 m/dakika Kaynak Gerilimi: 20 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %100 CO₂</p>
 <p>b</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 116 Amper Tel Hızı: 4 m/dakika Kaynak Gerilimi: 20 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %100 CO₂</p>
 <p>c</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 126 Amper Tel Hızı: 5 m/dakika Kaynak Gerilimi: 20 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %100 CO₂</p>
 <p>d</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 138 Amper Tel Hızı: 6 m/dakika Kaynak Gerilimi: 20 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %100 CO₂</p>

Şekil 4.15 Yeni nesil elektronik kaynak makineleri ile farklı akımlarda elde edilen nüfuziyet görüntüleri (%100 CO₂)

Nüfuziyet resimleri incelendiğinde artan akımla (tel sürme hızıyla) belirli bir kaynak akımına kadar nüfuziyetin arttığı (kaynak akımı 107 A, 116 A ve 126 A) ancak yüksek kaynak akımının (kaynak akımı 138A) kullanıldığı çalışmalarda nüfuziyetin belirgin derecede azaldığı tespit edilmiştir.

Şekil 4.13 ile Şekil 4.15 beraber incelendiğinde bütün kaynak parametrelerinin aynı olduğu (kaynak akımı, kaynak gerilimi ve kaynak hızı), ancak koruyucu gazın değiştiği görülmektedir. Bu fotoğrafların aynı parametreleri birbirleri ile kıyaslandığında karışım gaza göre CO₂ koruyucu gazı ile elde edilmiş kaynaklı numunelerdeki nüfuziyetin daha iyi olduğu açıkça görülmektedir. Literatürde (Anık; Vural, 1993) verilen bilgiler çalışmamızda verilen bu sonucu desteklemektedir. Yeni nesil elektronik kaynak makinaları ile sabit tel ilerleme hızı (6.2 m/dk.), sabit kaynak akımı (140 amper), sabit kaynak hızı (32 cm/dk.) ve sabit koruyucu ortam (%100 CO₂) kullanılarak, kaynak gerilim değerlerinin değiştirildiği (20, 24, 28 ve 32 V) kaynaklı birleştirmelerin nüfuziyet görüntüleri Şekil 4.16'da görülmektedir.

 <p>a</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 140 Amper Tel Hızı: 6.2 m/dakika Kaynak Gerilimi: 20 Volt Kaynak Hızı: 32 cm /dakika Kullanılan Gaz: %100 CO₂</p>
 <p>b</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 140 Amper Tel Hızı: 6.2 m/dakika Kaynak Gerilimi: 24 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %100 CO₂</p>
 <p>c</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 140 Amper Tel Hızı: 6.2 mm/dakika Kaynak Gerilimi: 28 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %100 CO₂</p>
 <p>d</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 140 Amper Tel Hızı: 6.2 m/dakika Kaynak Gerilimi: 32 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %100 CO₂</p>

Şekil 4.16 Yeni nesil elektronik kaynak makinaları ile değişik kaynak gerilimleri elde edilen dikiş görüntüleri (%100 CO₂).

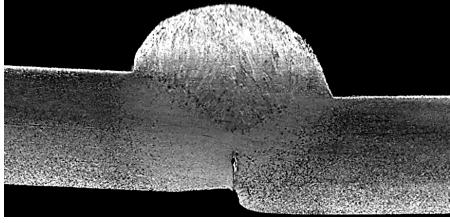
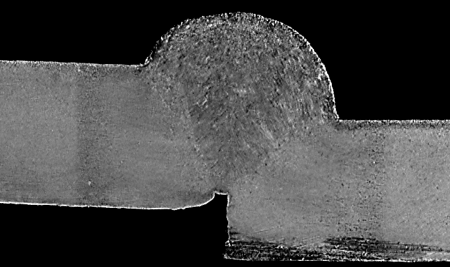
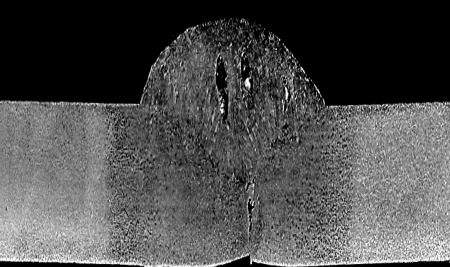
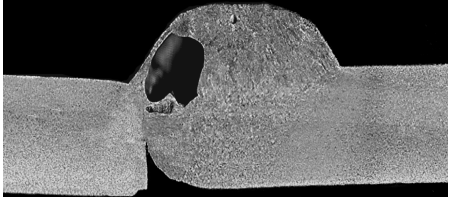
Şekil 4.16 dikkatli bir şekilde incelendiğinde verilen sıralamaya göre kaynak nüfuziyet ve genişliğinin arttığı açıkça görülmektedir. Bununla birlikte kaynak geriliminin artmasına bağlı olduğu görülmektedir.

Çünkü kaynak dikişleri aynı parametrelerde sadece kaynak gerilimi artırılarak elde edilmiştir. Kaynak teknolojisi, artan ark gerilimi ile kaynak dikiş genişliğinin arttığı görülmektedir.

Şekil 4.16 ile Şekil 4.14 beraber incelendiğinde bütün kaynak parametrelerinin aynı olduğu (tel hızı, kaynak akımı ve kaynak hızı), ancak koruyucu gazın değiştiği görülmektedir.

Bu fotoğrafların aynı parametreleri birbirleri ile kıyaslandığında karışım gazı CO₂ koruyucu gazı ile elde edilmiş kaynaklı numunelerdeki nüfuziyetin daha iyi olduğu açıkça görülmektedir. Kaynak dikişi geniş ve yaygın bir biçimde alır.

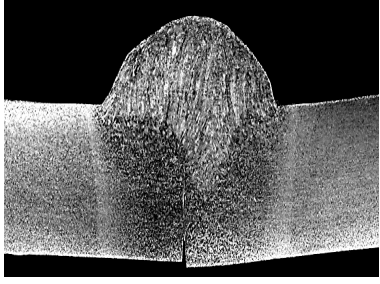
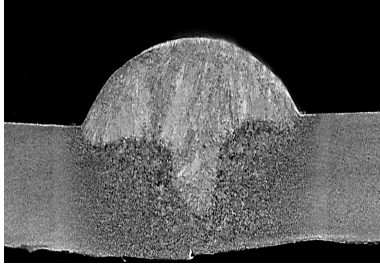
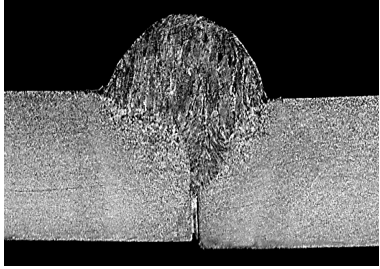
Geleneksel kaynak makinaları ile sabit tel ilerleme hızı (6.2 m/dk), sabit kaynak akımı (140 amper), sabit kaynak hızı (32 cm/dk) ve sabit koruyucu ortam (%82 Argon %18CO₂) kullanılarak, kaynak gerilim değerlerinin değiştirildiği (20, 24, 28 ve 32 V) kaynaklı birleştirmelerin nüfuziyet görüntüleri Şekil 4.17'de görülmektedir.

 <p>a</p>	<p>Geleneksel Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 140 Amper Tel Hızı: 5 m/dakika Kaynak Gerilimi: 20 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %82 Argon % 8 CO₂</p>
 <p>b</p>	<p>Geleneksel Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 140 Amper Tel Hızı: 5 m/dakika Kaynak Gerilimi: 24 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %82 Argon %18 CO₂</p>
 <p>c</p>	<p>Geleneksel Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 140 Amper Tel Hızı: 5 m/dakika Kaynak Gerilimi: 28 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %82 Argon %18 CO₂</p>
 <p>d</p>	<p>Geleneksel Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 140 Amper Tel Hızı: 5 m/dakika Kaynak Gerilimi: 32 Volt Kaynak Hızı: 32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %82 Argon %18 CO₂</p>

Şekil 4.17 Geleneksel kaynak makinaları ile farklı kaynak gerilimleri elde edilen dikiş görüntüleri (% 82 Argon % 18 CO₂).

4.5 DARBELİ AKIMIN NÜFUZİYET GÖRÜNTÜLERİNE ETKİSİ

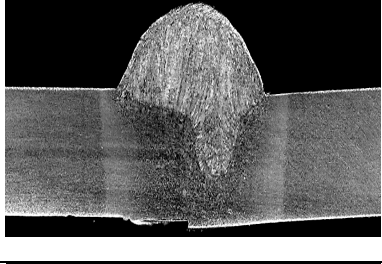
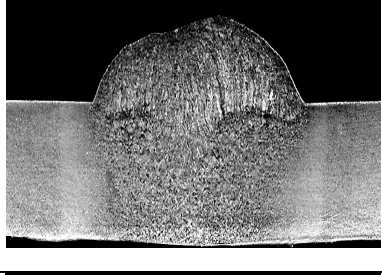
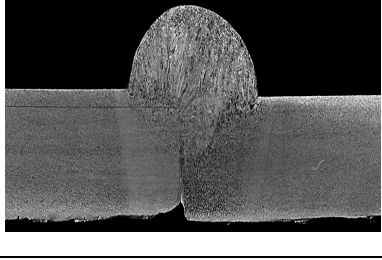
Yeni nesil kaynak makinası ile darbeli akımın kullanıldığı kaynak akımınının 170 A, kaynak gerilimi 25.3V ve sabit koruyucu ortam (%82Argon %18CO₂) kullanılarak, kaynak hızınının (28, 32 ve 36 cm/dk.) değiştirildiği kaynaklı birleştirmelerin nüfuziyet görüntüleri Şekil 4.18’de gösterilmiştir.

 <p>a</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 170 Amper Tel Hızı: 9.2 m/dakika Kaynak Gerilimi: 25.3 Volt Kaynak Hızı : 28 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %82 Argon %18 CO₂</p>
 <p>b</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 170 Amper Tel Hızı: 9.2 m/dakika Kaynak Gerilimi: 25.3 Volt Kaynak Hızı:32 cm/ dakika Kullanılan Gaz: %82 Argon %18 CO₂</p>
 <p>c</p>	<p>Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 170 Amper Tel Hızı: 9.2 m/dakika Kaynak Gerilimi: 25.3 Volt Kaynak Hızı:36 cm/ dakika Kullanılan Gaz:%82 Argon %18 CO₂</p>

Şekil 4.18 Yeni nesil elektronik kaynak makinaları ile 170 A darbeli kaynak akımında değişik kaynak hızlarında elde edilmiş nüfuziyet görüntüleri (%82 Argon %18 CO₂).

Tel ilerleme hızı, kaynak gerilimi, kaynak ortamı (% 82 Argon, %18 CO₂) sabit parametre seçilirken değişken parametre olarak kaynak hızı seçilmiştir. Kullanılan değişken parametrelere göre ideal kaynak görüntüsünün 32 cm/dk kaynak hızında olduğu diğer iki kaynak hızında nüfuziyet ve dikiş görünümü kötüleştiği tespit edilmiştir.

Yeni nesil kaynak makinası ile darbeli akımın kullanıldığı kaynak akımınının 200 A, kaynak gerilimi 25.7 V ve sabit koruyucu ortam (%82 Argon %18 CO₂) kullanılarak, kaynak hızının (28, 32 ve 36 cm/dk.) değiştirildiği kaynaklı birleştirmelerin nüfuziyet görüntüleri Şekil 4.19’da gösterilmiştir.

a		Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 200 Amper Tel Hızı: 9.8 m/dakika Kaynak Gerilimi: 25.7 Volt Kaynak Hızı: 28 cm / dakika Kullanılan Gaz: %82Argon %18 CO ₂
b		Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 200 Amper Tel Hızı: 9.8 m/dakika Kaynak Gerilimi: 25.7 Volt Kaynak Hızı: 32 cm / dakika Kullanılan Gaz: %82Argon %18 CO ₂
c		Yeni Nesil Elektronik Kaynak Makinesi Kaynak Akımı: 200 Amper Tel Hızı: 9.8 m/dakika Kaynak Gerilimi: 25.7 Volt Kaynak Hızı: 36 cm / dakika Kullanılan Gaz: %82Argon %18 CO ₂

Şekil 4.19 Yeni nesil elektronik kaynak makinaları ile 200 A darbeleri kaynak akımında değişik kaynak hızlarında elde edilmiş nüfuziyet görüntüleri (%82 Argon %18 CO₂ gaz)

Görüntüler incelendiğinde 32 cm/dk kaynak hızının kullanıldığı kaynak dikiş görüntüsü ideal kaynak dikiş görüntüsüne yakın bir görüntü sergiler iken kaynak hızların 28 ve 36 cm/dk. seçildiği dikiş görüntüleri ise tamamen kaynak teknolojisinin tavsiye etmediği görüntülere benzediği görülmektedir. Bu parametrelerde hem dikiş yüksekliği fazla hem de orantısızdır. Yapılan literatür araştırmalarında da kaynak hızının optimum değerlerden saptıkça dikiş boyutların değiştiği ve bağlantı mukavemetinin azaldığı belirtilmiştir.

BÖLÜM 5

YORUMLAR

Yeni nesil elektronik kaynak makinelerinde kaynak gerilimi sabitken kaynak akımının değiştirilmesi ile yapılan deneylerde şu sonuçlar elde edilmiştir. Kaynak akım şiddeti, tel hızının fonksiyonu olduğundan, tel hızı arttıkça kaynak akımı da artmaktadır. Karbondioksit gazı koruması altında düşük akım, kısa ark ile yapılan deneylerde, sıçramanın olmadığı, nüfuziyetin azaldığı ve dikişin daraldığı görülmüştür. Normal akım, uzun ark ile yapılan deneylerde de, sıçramanın olmadığı nüfuziyetin arttığı, yüksek akım şiddeti ile yapılan deneylerde de sıçramanın çok az olduğu, dikişin genişlediği, nüfuziyetin ve tel ergime gücünün arttığı görülmüştür. Ayrıca, akım üreticinin kısa devre sürecindeki ani akım yükselmesi ya da kısa devre zamanının uzamasının da sıçramaların artmasına yol açtığı gözlenmiştir. Karbondioksit gaz koruması altında yapılan deneylerde nüfuziyetin karışım gazla yapılan kaynaklara göre daha fazla olduğu görülmüştür. Yeni nesil elektronik kaynak makinelerinde karbondioksit gazı altında bile sıçramanın olmadığı ve de kaynak dikişi genliğinin arttığı tespit edilmiştir.

Geleneksel kaynak makinelerinde kaynak gerilimi sabitken kaynak akımının değiştirilmesi ile yapılan deneylerde şu sonuçlar elde edilmiştir. Kaynak akım şiddeti, tel hızının fonksiyonu olduğundan, tel hızı arttıkça kaynak akımı da artmıştır. Karbondioksit gazı koruması altında düşük akım yani kısa ark ile yapılan deneylerde, sıçramanın iri damlalara dönüşerek minimum değerlerde olduğu, nüfuziyetin azaldığı ve dikişin daraldığı görülmüştür. Normal akım yani uzun ark ile yapılan deneylerde, sıçramanın ve dikiş formunun optimum değerlerde olduğu, yüksek akım şiddeti ile yapılan deneylerde sıçramanın iri damlalar haline dönüşerek maksimum değerlere çıktığı, dikişin genişlediği, nüfuziyetin ve tel ergime gücünün arttığı, akım şiddetinin yükseltilmesi ile sıçramaların arttığı, tel hızının 7 m/dk. ve 8 m/dk.'ya yükseltilmesiyle ise aşırı derecede arttığı görülmüştür. Gelecekte bu konuda çalışma yapacak araştırmacılara karbondioksit gazı ile kaynak yapıldığında tel hızının düşük tutulması gerektiği tavsiye edilebilir.

Geleneksel kaynak makinelerinde, düşük kaynak akımında nüfuziyetin yetersiz, sıçramanın çok az olduğu ve kaynakta arzu edilen dikiş formunun elde edilmediği, artan tel hızı ile birlikte nüfuziyetin arttığı, yüksek akım ve yüksek tel hızıyla kaynak yapıldığında çok yüksek sıçrama ve iri damlalı bir damla geçişinin olduğu gözlenmiştir. Kullanılan koruyucu gaz CO₂ olduğunda, tel hızını artırdığımız zaman düzgün kaynak dikişi elde edilememektedir. Tel hızının düşük olması gereklidir, böylece düzgün kaynak dikişi elde edilmiş olur. Kaynak gerilimi 20 V, tel hızı 6 m/dk. olduğunda kaynak dikişi yapılamamıştır ve ayrıca kaynak gerilimi 20 V, tel hızı 5 m/dk. olduğunda ise kaynak dikişinin görüntü açısından kötü ve sıçramanın çok fazla olduğu gözlenmiştir.

Yeni nesil elektronik kaynak makinelerinde kaynak akımı sabitken kaynak geriliminin değiştirilmesi ile yapılan deneylerde şu sonuçlar elde edilmiştir. Düşük kaynak gerilimi ile yapılan deneylerde kaynak dikiş görüntüsünün dar olduğu ve derin nüfuziyetli dikişler elde edilirken sıçramanın olmadığı görülmüştür. Kaynak gerilimi arttıkça kaynak dikişinin genişlediği, nüfuziyetin ise azaldığı görülmektedir. Kaynak gerilimi 28 V, 32 V olduğunda gazdan dolayı gözenekler meydana gelmiştir. Eğer gazımız karbondioksit gazı olursa, kaynak görünümünün karışım gazdakine göre biraz daha kötü ve nüfuziyetin fazla olduğu gözle görülmüştür. Kaynak gerilimi 28 V olduğunda sıçramaların iri damlalara dönüştüğü gözlenmiştir.

Geleneksel kaynak makinelerinde akım sabitken kaynak geriliminin değiştirilmesi ile yapılan deneylerde şu sonuçlar elde edilmiştir. Kaynak gerilimi 20 V olduğunda, yani ark gerilimi düşük olduğunda kaynak dikiş görünümünün dar ve sıçramanın çok az olduğu görülmüştür. Kaynak gerilimi artırıldığı zaman kaynak dikiş görünümü genişler, nüfuziyet azalır. Kaynak geriliminin 28 V ve 32 V olduğu deneylerde kaynak dikiş görünümü genişlemekte ve sıçramalar iri tanelere dönüşerek artmaktadır. Karışım gazın CO₂ gazına göre nüfuziyeti azdır. CO₂ gazı ile yapılan deneylerde kaynak akımının 140 A, kaynak geriliminin 20 V ve 24 V olduğu deneylerde kaynak görüntüsünün elde edilemediği görülmüştür. Kaynak akımı yüksek geldiği için kaynak yapılamamış ve damlacıklar memeye yapışmıştır. Karbondioksit gazı ile yapılan deneylerde kaynak akımları karışım gazla yapılan deneylere göre daha düşük seçilmelidir. Karbondioksit gazı altında tel hızı 2 m/dk., kaynak gerilimi 20 V, tel hızı 4 m/dk. kaynak gerilimi 24 V olduğunda düzgün kaynak görüntüsü elde edilmiş ve kaynakta sıçramalar görülmüştür. Kaynak gerilimi

arttıkça sıçramaların iri damlalar haline dönüşerek arttığı, bunların da bir kısmı çevreye yayılırken, bir kısmının da kaynak banyosu tarafından tutulduğu gözlenmiştir.

Ayrıca, akım üreticinin kısa devre sürecindeki ani akım yükselmesinin ya da kısa devre zamanının uzamasının da sıçramaların artmasına yol açtığı gözlenmiştir. Artan kaynak akımı (tel hızı) ile nüfuziyetin belli bir değere kadar artarken daha sonra azaldığı tespit edilmiştir.

Daha önce de belirtildiği gibi tel sürme hızı arttığı zaman kaynak akımı da artmaktadır. Buna bağlı olarak tel sürme motorunu tetikleyen tristörün tetikleme sinyalinin genliği tel sürme potansiyometresi ile istenilen şekilde ayarlanabilmektedir. Buna bağlı olarak tel sürme motoruna giden gerilim 0 volttan 30 volta kadar ayarlanabilmektedir. Tel sürme hızını artırarak tristör tetikleme sinyalinin darbe genişliği artmaktadır.

Tel sürme hızı yani motorun hızı azaldığı zaman kaynak bölgesine gelen tel miktarı azalmaktadır. Buna bağlı olarak kaynak telinin akıma karşı gösterdiği direnç azalmaktadır. Tel hızıyla kaynak gerilimi birbirleriyle uyumsuz olduğu için sıçramalar meydana gelir. Tel hızı azaldığı zaman kaynak akımı azalır, kaynak gerilimi artar. Burada tel hızının sıçramaya etkisi vardır. Tel hızı kaynak için en uygun hıza ayarlanmak zorundadır. Uygun kaynak akım değerine göre uygun tel sürme hızı ayarlanırsa kaynakta sıçrama meydana gelmez.

Kaynak hızı düşük seçilerek yapılan deneylerde, esas metale verilen ısı girdisi arttığından, bu ısı girdisi ile birlikte birim boya yığılan kaynak metalinin arttığı, akışkan hale gelen sıvı metalin arkın önüne geçtiği, bu nedenle de nüfuziyetin azaldığı ve geniş bir kaynak dikişinin olduğu gözlenmiştir. Çok düşük ve yüksek kaynak hızlarında nüfuziyet azaldığından kaynaklı birleştirmelerde optimum nüfuziyet hızı kullanılmalıdır. Yüksek kaynak hızlarında kaynak metali yeterli derecede korunamamaktadır.

Karbondioksit gazı ile yapılan kaynaklarda sıçramalar karışım gaza göre biraz daha fazladır. Aynı zamanda karbondioksit gazı ile yapılan kaynaklarda nüfuziyet karışım gaza göre biraz daha fazladır. Karbondioksit gazı ile kaynak yapıldığında kaynak akımı (tel hızı) karışım gaza göre düşük seçilmelidir. CO₂ kullanımı halinde sıçramaların azaltılması, ancak kaynak makinasının dinamik özellikleri ve ayar değerleri uygunsa sağlanabilir.

KAYNAKLAR

1. **Ank, S.**, (1993) 1000 Soruda Kaynak Teknolojisi El Kitabı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
2. **Ank, S.**, (1991) Kaynak Tekniği El Kitabı, Gedik Holding Yayını, İstanbul.
3. **Ank, S., ve Vural, M.**, (1998) Gazaltı Ark Kaynağı (TIG-MIG-MAG), Gedik eğitim Vakfı Yayını, Yay. No. 3, İstanbul.
4. **Demyantsevich, V. P.**, (1976) Calculation Of The Coefficient of Losses of Electrode Metal In Burn-of and Spraying in CO₂ Welding, Welding Production, No.1, pp.8-10.
5. **Durgutlu, A.**, (1997) Ark Kaynağı Yöntemlerinde Kaynak Hızının Mikroyapı ve Nüfuziyete Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
6. **Ertürk, İ.**, (1987) Gazaltı Kaynak Teknikleri, Küçük Sanayi İşletmelerinde Danışmanlık Hizmetleri Projesi, Türkiye Halk Bankası A.Ş. Yayını, Ankara.
7. **Ertürk, İ.**, (1994) MIG/MAG Kaynak Yönteminde Kaynak Parametrelerinin Sıçrama Kayıplarına Etkilerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
8. **Eryürek, B. İ.**, (2006) Gazaltı Kaynağı, AS Kaynak Yayını, pp. 52-80.
9. **Gupta, L. K.**, (1980) How Welding Parameters Affect Spatter During CO₂ Welding Welding and Metal Fabrication, pp.673-676.
10. **Gülenç, B. ve Tülbentçi, K.**, (1996) Düşük Karbonlu ve Az Alaşımlı Çeliklerin MIG/MAG Kaynağında Koruyucu Gaz Seçimi, Gedik Eğitim Vakfı Uluslar arası Kaynak Sempozyumu, pp.56-65.
11. **Heinrich, H.**, (2002) Fronius Catalog, Wels, Austria.
12. **Karadeniz, S.**, (1985) Kaynak Makinaları, SEGEM Yayını, pp.38-50, Ankara.
13. **Karadeniz, S.**, (1995) Kaynak Makinesi Seçimi, Gedik Eğitim Vakfı, Gedik Teknik 2, İstanbul, pp.13-18.
14. **Karadeniz, S.**, (1997) Güç Elektroniğinin Kaynak Makinelerine Uygulanışı ve Modern Kaynak Makineleri, Metal ve Kaynak.
15. **Lewis, P. D. and Bax, D. N. A.**, (1964) Effect of Inductance on Spatter in CO₂ Shielded Welding of Mild Steel, British Welding Journal, pp. 157-162.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

16. **Mohan, N. and Undeland, T.M., Robbins, W.P.,** (1995) Güç Elektroniği, Literatür Yayınları, İstanbul.
17. **Macun, A.,** (1980) Tozaltı ve Gazaltı Kaynak Teknikleri, SEGEM Yayını, Ankara.
18. **ODTÜ,** (1956) Kaynak Mühendisliği Notları, Kaynak Teknolojisi Birimi, Ankara.
19. **ODTÜ,** (1992) Kaynak Yöntemlerine Genel Bakış, Kaynak Teknolojisi Birimi, Ankara.
20. **Potapevski, X.,** (1974) Types of Metal Spatter in CO₂ Welding, Automatic Welding No.5, pp.10-12.
21. **Rotshild, G. R.,** (1956) Carbondioxide Shielded Consumable Electrode Arc Welding, Welding Journal, pp.19-29.
22. **Shakir, Z.,** (2001) 2 Kw'lık Bir kaynak Makinesinin Tasarımı, Gazi Üniversitesi Lisans Tezi, Ankara.
23. **Şık, A.,** (2002) Otomobil Saclarının MIG/MAG Kaynağında Gaz Karışımlarının Bağlantının Mekanik Özelliklerine Etkisi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
24. **Tülbentçi, K.,** (1988) Eriyen Elektrod İle Gazaltı Kaynağında (MIG/MAG) Kaynak Parametrelerinin Seçimi, Kaynak Dünyası Gedik Holding A.Ş., İstanbul.
25. **Tülbentçi, K.,** (1990) MIG-MAG Eriyen Elektrot ile Gazaltı Kaynağı, Gedik Holding Yayını, İstanbul.
26. **Türker, M., Ateş, H.,** (1998) MIG/MAG kaynağında gaz karışımlarının kaynak metali mikroyapısı ve nüfuziyete etkisinin araştırılması, Gedik Eğitim Vakfı 2.nci Uluslar arası kaynak teknoloji sempozyumu, pp.28-36.
27. **Vural, M.,** (2007) MIG-MAG Kaynağı, Gedik eğitim Vakfı Adana Tanıtım Günleri Seminer Sunumu, Adana.

ÖZGEÇMİŞ

Muhsin Uğur DOĞAN 1977'de Bolu'da doğdu; İlk orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı; 1996 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Alaplı Meslek Yüksekokulu Endüstriyel Elektronik programına girdi. Mezun olduktan sonra Erciyes Üniversitesi Elektronik Mühendisliği Bölümüne dikey geçiş yaptı. 2002'de iyi derece ile mezun olduktan sonra Ankara Muhabere Elektronik Bilgi Sistemleri Okulunda muhabere asteğmen olarak 2002 – 2003 yılları arasında vatani görevini tamamladı. 2005 yılından itibaren Gedik Kaynak Sanayi Ticaret Anonim Şirketi Ankara Bölge Müdürlüğünde servis ve satış mühendisi olarak çalışmaktadır.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Gedik Kaynak Sanayi Ticaret Anonim Şirketi

Ankara Bölge Müdürlüğü

Sümer Sokak No:13/ 8 Kızılay/ Ankara

Tel: (312) 231 57 50 (505) 299 97 57

Faks: (312) 231 56 59

e-posta: ugurmuhsin@gmail.com