

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOZALTI VE MAGC KAYNAK YÖNTEMLERİNDE
KAYNAK AĞZI-NÜFUZİYET İLİŞKİSİNİN
İNCELENMESİ VE EKONOMİK YÖNDEN
KIYASLANMASI**

06523005 Volkan KAYAKÖK

FBE İMAL USULLERİ ANABİLİM DALINDA HAZIRLANAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof.Nurullah GÜLTEKİN

İSTANBUL, 2009

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ	v
KISALTIMA LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖNSÖZ	xiii
ÖZET	xiv
ABSTARCT	xv
1. GİRİŞ	1
1.1 Giriş	1
1.2 Tozaltı ve Magc Kaynaklarının Uygulamaları ve Ekonomisi.....	1
2 TOZALTI ve MAGC KAYNAK YÖNTEMLERİNİN ÇALIŞMA PRENSİBİ.....	5
2.1 Tozaltı Kaynak Yönteminin Çalışma Prensibi.....	5
2.2 Magc Kaynak Yönteminin Çalışma Prensibi.....	7
3. TOZALTI ve MAGC KAYNAK YÖNTEMLERİNİN DİĞER KAYNAK YÖNTEMLERİNE GÖRE AVANTAJ ve DEZAVANTAJLARI.....	10
3.1 Tozaltı Kaynak Yöntemi.....	10
3.1.1 Tozaltı Kaynak Yönteminin Avantajları.....	10
3.1.1.1 Yüksek Kaynak Gücü ve Kaynak Hızı.....	10
3.1.1.2 Yüksek Nüfuziyet	10
3.1.1.3 Enerji Tasarrufu.....	10
3.1.1.4 Elektrod Tasarrufu.....	11
3.1.1.5 Sürekli Kaynak Yapma Olanığı	11
3.1.1.6 Emniyetli Ve Düzgün Görünümlü Kaynak Dikişi Elde Edilmesi.....	11
3.1.1.7 Kaynakçı Faktörü	12
3.1.1.8 Özel Koruyucu Donanımlara İhtiyaç Duyulmaması	12
3.1.1.9 Birden Çok Tel ile Kaynak Yapma Olanığı.....	12
3.1.1.10 İnsan Vücudunun Yorulması Bakımından İşleminin Hafif Oluşu.....	12
3.1.2 Tozaltı Kaynak Yönteminin Dezavantajları.....	13

3.2	Gazaltı Kaynak Yöntemi.....	13
3.2.1	Gazaltı Kaynak Yönteminin Avantajları.....	13
3.2.1.1	Kaynak Dikişinin Ağırlığı.....	13
3.2.1.2	Elektrik Enerjisi Tüketimi.....	14
3.2.1.3	Elektrod Kaybı.....	14
3.2.1.4	Curuf Temizleme.....	14
3.2.1.5	Uygulama Kolaylığı.....	15
3.2.2	Gazaltı Kaynak Yönteminin Dezavantajları.....	16
4.	TOZALTI ve MAGC KAYNAĞINDA KULLANILAN İLAVE MALZEMELER	17
4.1	Tozaltı Kaynak Yöntemi.....	17
4.1.1	Tozaltı Kaynağında Kullanılan Kaynak Telleri.....	17
4.1.2	Tozaltı Kaynağında Kullanılan Kaynak Tozları.....	22
4.1.2.1	Ergimiş Kaynak Tozları.....	24
4.1.2.2	Sinterlenmiş Kaynak Tozları.....	24
4.1.2.3	Aglomere Tozlar.....	24
4.1.3	Kaynak Tozlarının Fiziksel Etkileri.....	25
4.1.3.1	Kaynak Tozunun Tane Büyüklüğüne Etkisi.....	26
4.1.3.2	Yığılan Tozun Yüksekliğinin Etkisi.....	26
4.1.3.3	Kaynak Tozlarının Kimyasal Bileşimleri.....	26
4.2	Magc Kaynak Yöntemi.....	29
4.2.1	Magc Yönteminde Kaynak Elektrodları.....	29
4.2.1.1	Magc Kaynak Yönteminde Elektrod Seçimi.....	29
4.2.1.1.1	Esas Metalin Mekanik Özellikleri.....	30
4.2.1.1.2	Esas Metalin Kimyasal Bileşimi.....	30
4.2.1.1.3	Koruyucu Gazın Türü.....	30
4.2.1.1.4	Esas Metalin Kalınlığı ve Geometrisi.....	31
4.2.1.2	Çeliklerin Kaynağında Kullanılan Elektrodlar.....	31
4.2.1.2.1	Alaşimsız Teller.....	31
4.2.1.2.2	Alaşımlı Teller.....	31
4.2.1.2.3	Kenetli veya Özlü Teller.....	31
4.2.1.3	Çeliklerin Kaynağında Kullanılan Tel ve Özlü Elektrodların Sınıflandırılması.....	34
4.2.2	Gazaltı Kaynak Yöntemlerinde Kullanılan Koruyucu Gazlar.....	38
4.2.2.1	Asal Gazlar.....	38

4.2.2.2	Karbondioksit	39
4.2.2.3	Karışım Gazlar.....	41
5.	KAYNAK AĞIZLARININ HAZIRLANMASI.....	44
5.1	Kaynak Ağızlarının Hazırlanması	44
6.	ÇELİKLERDE KAYNAK BÖLGESİ.....	46
6.1	Çeliklerde Kaynak Bölgesi	46
6.2	Erime Bölgesi.....	46
6.3	Kaynak Banyosunda Katılaşma.....	46
6.4	Isı Tesiri Altındaki Bölge	47
6.4.1	İri Taneli Bölge.....	48
6.4.2	İnce Taneli Bölge.....	48
6.4.3	Kısmen Dönüşmüş Bölge	48
6.4.4	İç Yapı Değişikliğine Uğramamış Bölge	49
7.	KAYNAKLARDA DİKİŞ FORMU	50
7.1	Tozaltı Kaynaklarında Dikiş Formu	50
7.1.1	Dikiş Formuna Etki Eden Faktörler.....	50
7.1.1.1	Akım Şiddetinin Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi.....	51
7.1.1.2	Akım Yoğunluğunun Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi.....	51
7.1.1.3	Kaynak Geriliminin Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi.....	52
7.1.1.4	Kaynak Hızının Dikiş Formu Üzerindeki Etkisi.....	52
7.1.1.5	Kaynak Ağız Açısının Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi.....	53
7.1.1.6	Parçanın Bulunduğu Düzlemin Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi.....	53
7.1.1.7	Parçanın Bulunduğu Düzlemin Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi.....	55
7.1.1.8	Parçaya Bağlanan Kablonun Bağlantı Yerinin Dikiş Formu Üzerindeki Etkisi.....	56
7.1.1.9	Kaynak Tozunun Tane Büyüklüğünün Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi	56
7.1.1.10	Telin Memeden Dışarıda Kalan Kısmının Uzunluğunun Dikişin Üzerindeki Etkisi.....	56
7.2	Gazaltı Kaynaklarında Dikiş Formu.....	56
7.2.1	Dikiş Formunun Etki Eden Faktörler	57
7.2.1.1	Elektrod Çapı.....	57
7.2.1.2	Koruyucu Gaz Türü	57
7.2.1.3	Kaynak Akım Şiddeti	58

7.2.1.4	Kaynak Gerilimi	59
7.2.1.5	Kaynak Hızı	59
7.2.1.6	Serbest Tel Uzunluğu	60
7.2.1.7	Torę Açısı.....	61
8.	DENEYSEL ÇALIŞMALAR	63
8.1	Deneysel alıŐmaların Amacı.....	63
8.2	Deneysel alıŐmada Kullanılan Malzemeler	63
8.3	Karbon EŞdeğerinin Hesaplanması.....	64
8.4	Kaynak Esnasında Kaynak Yerine Olan Isı Girdisi	65
8.5	Sabit (t=10 mm) Kalınlıktaki Parçaların Birleştirilmesi.....	66
8.5.1	V Kaynak Ağzı ile MAGC Kaynağı.....	66
8.5.2	X Kaynak Ağzı ile MAGC Kaynağı.....	72
8.5.3	V Kaynak Ağzı ile Tozaltı Kaynağı	77
8.6	Sabit (t=15 mm) Kalınlıktaki Parçaların Birleştirilmesi.....	82
8.6.1	V Kaynak Ağzı ile MAGC Kaynağı.....	82
8.6.2	X Kaynak Ağzı ile MAGC Kaynağı.....	87
8.6.3	V Kaynak Ağzı ile Tozaltı Kaynağı	92
8.7	Sabit (t=20 mm) Kalınlıktaki Parçaların Birleştirilmesi.....	97
8.7.1	V Kaynak Ağzı ile MAGC Kaynağı.....	97
8.7.2	X Kaynak Ağzı ile MAGC Kaynağı.....	103
8.7.3	X Kaynak Ağzı ile Tozaltı Kaynağı	108
8.8	Sabit (t=30 mm) Kalınlıktaki Parçaların Birleştirilmesi.....	113
8.8.1	V Kaynak Ağzı ile MAGC Kaynağı.....	114
8.8.2	X Kaynak Ağzı ile MAGC Kaynağı.....	119
8.8.3	X Kaynak Ağzı ile Tozaltı Kaynağı	124
9.	SONUÇLAR	129
	KAYNAKLAR.....	131
	ÖZGEÇMİŞ	133

SİMGE LİSTESİ

AC	Alternatif Akım
Ar	Argon
b	Ergime Genişliği
C	Karbon
CaF ₂	Kalsiyum Florür
CaO	Kalsiyum Oksit
Ceş	Karbon Eşdeğeri
CO	Karbonmonoksit
CO ₂	Karbondioksit
Cr	Krom
DC	Doğru Akım
F	Kesit Alanı
h	Dikiş Yüksekliği
He	Helyum
I	Akım Şiddeti
k	Kaynak Sabiti
Mn	Mangan
MnO	Mangan Oksit
MgO	Magnezyum Oksit
Mo	Molibden
Ni	Nikel
Q	Isı Girdisi
Si	Silisyum
SiO ₂	Silisyum Oksit
t	Nüfuziyet Derinliği
U	Kaynak Gerilim
V	Kaynak Hızı

KISALTMA LİSTESİ

ABD Amerika Birleşik Devletleri

AWS American Welding Society

Ceş Karbon Eşdeğeri

DIN Deutsche Industrie Norm

ITAB Isı Tesiri Altındaki Bölge

MAG Metal Active Gas

MIG Metal İnerit Gas

TS Türk Standartları

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Tozaltı kaynak yönteminin prensip gösterimi.....	5
Şekil 2.2	Tozaltı kaynak yönteminin donanım şeması.....	6
Şekil 2.3	MAG kaynak yönteminin prensip gösterimi.....	8
Şekil 2.4	Gazaltı kaynak yönteminin donanım şeması.....	9
Şekil 4.1	Çeliklerin kaynağında kullanılan özlü tel elektrodların kesiti	32
Şekil 4.2	Çeşitli asal gaz ve karışım gaz atmosferlerinde oluşan ark gerilimi	39
Şekil 4.3	Argon, helyum ve CO ₂ atmosferinde oluşan ark ve dikişin formu	43
Şekil 6.1	Kaynak dikişinin ısı tesiri altındaki bölgesi (ITAB)	47
Şekil 7.1	İç ve dış dikiş formunun şematik gösterilişi	50
Şekil 7.2	İç ve dış dikiş formlarının minimum ve maksimum değerleri	50
Şekil 7.3	Akım şiddetinin kaynak karakteristiklerine etkisi.....	51
Şekil 7.4	Tel çapının dikişin formu üzerindeki etkisi	52
Şekil 7.5	Ark geriliminin dikiş formu üzerindeki tesiri	52
Şekil 7.6	Kaynak hızının dikişin formu üzerindeki etkisi	53
Şekil 7.7	Parçanın bulunduğu düzlemdaki meylin dikiş formuna etkisi.....	54
Şekil 7.8	Silindirik parçaların çevresel dikişlerinin kaynağında telin bulunduğu yerin dikiş formu üzerindeki etkisi.....	55
Şekil 7.9	Çeşitli koruyucu gaz türlerinde elde edilen kaynak dikişi profilinin şematik olarak gösterilişi	58
Şekil 7.10	Serbest tel uzunluğunun dikiş formuna etkisi	60
Şekil 7.11	MAGC kaynağında kaynak parametrelerinin dikiş boyutlarına etkisi	62
Şekil 8.1	t=10 mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının paso miktarının şematik gösterimi	67
Şekil 8.2	t=10 mm gazaltı kaynağı V Kaynak ağzının sertlik değerleri.....	68
Şekil 8.3	t= 10 mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının makroyapı inceleme formu.....	70
Şekil 8.4	t= 10 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının paso miktarının şematik gösterimi	72
Şekil 8.5	t= 10 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının sertlik değerleri	73
Şekil 8.6	t= 10 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının makroyapı inceleme formu.....	75
Şekil 8.7	t= 10 mm tozaltı kaynağı V kaynak ağzının paso miktarının şematik gösterimi	77
Şekil 8.8	t= 10 mm tozaltı kaynağı V kaynak ağzının sertlik değerleri	78

Şekil 8.9	t= 10 mm tozaltı kaynağı V Kaynak ağzının makroyapı inceleme formu.....	80
Şekil 8.10	t=15 mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının paso miktarının şematik gösterimi	82
Şekil 8.11	t= 15 mm gazaltı kaynağı V Kaynak ağzının sertlik değerleri.....	83
Şekil 8.12	t= 15 mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının makroyapı inceleme formu	85
Şekil 8.13	t= 15 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının paso miktarının şematik gösterimi	87
Şekil 8.14	t= 15 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının sertlik değerleri	87
Şekil 8.15	t= 15 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının makroyapı inceleme formu	90
Şekil 8.16	t= 15 mm tozaltı kaynağı V kaynak ağzının paso miktarının şematik gösterimi	92
Şekil 8.17	t= 15 mm tozaltı kaynağı V kaynak ağzının sertlik değerleri	92
Şekil 8.18	t= 15 mm tozaltı kaynağı V Kaynak ağzının makroyapı inceleme formu.....	95
Şekil 8.19	t= 20 mm mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının paso miktarının şematik gösterimi	97
Şekil 8.20	t= 20 mm gazaltı kaynağı V Kaynak ağzının sertlik değerleri.....	98
Şekil 8.21	t= 20 mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının makroyapı inceleme formu.....	101
Şekil 8.22	t= 20 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının paso miktarının şematik gösterimi	103
Şekil 8.23	t= 20 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının sertlik değerleri	103
Şekil 8.24	t= 20 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının makroyapı inceleme formu.....	106
Şekil 8.25	t= 20 mm tozaltı kaynağı X kaynak ağzının paso miktarının şematik gösterimi	108
Şekil 8.26	t= 20 mm tozaltı kaynağı X kaynak ağzının sertlik değerleri	108
Şekil 8.27	t= 20 mm tozaltı kaynağı X Kaynak ağzının makroyapı inceleme formu.....	111
Şekil 8.28	t= 30 mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının paso miktarının şematik gösterimi	114
Şekil 8.29	t= 30 mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının sertlik değerleri	115
Şekil 8.30	t= 30 mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının makroyapı inceleme formu.....	117
Şekil 8.31	t= 30 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının paso miktarının şematik gösterimi	119
Şekil 8.32	t= 30 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının sertlik değerleri	120
Şekil 8.33	t= 30 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının makroyapı inceleme formu.....	122

Şekil 8.34 $t = 30$ mm tozaltı kaynağı X kaynak ağzının paso miktarının şematik gösterimi	124
Şekil 8.35 $t = 30$ mm tozaltı kaynağı X kaynak ağzının sertlik değerleri	124
Şekil 8.36 $t = 30$ mm tozaltı kaynağı X Kaynak ağzının makroyapı inceleme formu.....	127

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 Ergime miktarının karşılaştırılması	10
Çizelge 4.1 AWS A5.17-69'a göre tozaltı kaynağında kullanılan tellerin kimyasal Bileşimleri.....	18
Çizelge 4.2 DIN 8557'ye göre tozaltı kaynağında kullanılan tellerin kimyasal bileşimleri.....	19
Çizelge 4.3 AWS A5.17-69'a Göre tozaltı kaynağı elektrodları için standart boyutlar ve Toleranslar	19
Çizelge 4.4 DIN 668'e göre tozaltı kaynağı elektrodları için standart boyutlar ve Toleransları	20
Çizelge 4.5 Tozaltı kaynağı elektrodların için tel çapına uygun akım şiddeti ve ark gerilimi değerleri	20
Çizelge 4.6 Elektod uzantısı için normal ve maksimum değerler	21
Çizelge 4.7 Alaşım elementlerinin kaynak dikişine kazandırdığı özellikler	22
Çizelge 4.8 Kaynak tozlarının kimyasal bileşimleri	27
Çizelge 4.9 Kaynak tozlarının kaynak dolgusunun özelliklerine göre sınıflandırması ...	29
Çizelge 4.10 AWS A5.18, A5.28'e göre çelik tel elektrodların kimyasal bileşimi ile özlü elektrodlarla kaynak metali bileşimi.....	35
Çizelge 4.11 DIN 8559 ve TS 5618'e göre alaşımsız ve az alaşımlı çeliklerin kaynağında kullanılan tel elektrodların kimyasal bileşimi	36
Çizelge 4.12 DIN 8559 ve TS 5618'e göre alaşımsız ve az alaşımlı çeliklerin kaynağında kullanılan özlü elektrodlar ile yapılmış kaynak dikişlerinin kimyasal bileşimleri.....	36
Çizelge 4.13 Özlü elektrodların çap ve toleransları (DIN 8559 ve TS 5618).....	36
Çizelge 4.14 Tel elektrodların çap ve toleransları (DIN 8559 ve TS 5618)	37
Çizelge 4.15 DIN 8559 ve TS 5618'e göre çelik tel elektrodların çekme mukavemetleri..	37
Çizelge 4.16 Deney kaynağı için kaynak koşulları.....	37
Çizelge 4.17 MIG-MAG kaynak yönteminde kullanılan koruyucu gazlar	42

Çizelge 8.1 Kaynak işleminin için kullanılan esas metalin kimyasal bileşimi (%).....	63
Çizelge 8.2 Gazaltı kaynak telinin ortalama kimyasal analizi (%).....	63
Çizelge 8.3 Tozaltı kaynak telinin ortalama kimyasal analizi (%).....	64
Çizelge 8.4 Kaynak tozunun kimyasal analizi (%).....	64
Çizelge 8.5 Karbon eşdeğeri ve ön tavlama sıcaklıkları	64
Çizelge 8.6 t= 10 mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının parametre değerleri.....	67
Çizelge 8.7 t= 10 mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının sertlik raporu	71
Çizelge 8.8 t= 10 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının parametre değerleri.....	72
Çizelge 8.9 t= 10 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının sertlik raporu	76
Çizelge 8.10 t= 10 mm tozaltı kaynağı V kaynak ağzının parametre değerleri	77
Çizelge 8.11 t= 10 mm tozaltı kaynağı V kaynak ağzının sertlik raporu.....	81
Çizelge 8.12 t= 15 mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının parametre değerleri.....	82
Çizelge 8.13 t= 15mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının sertlik raporu.....	86
Çizelge 8.14 t= 15 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının parametre değerleri.....	87
Çizelge 8.15 t= 15 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının sertlik raporu.....	91
Çizelge 8.16 t= 15 mm tozaltı kaynağı V kaynak ağzının parametre değerleri	92
Çizelge 8.17 t= 15 mm tozaltı kaynağı V kaynak ağzının sertlik raporu.....	96
Çizelge 8.18 t= 20 mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının parametre değerleri.....	98
Çizelge 8.19 t= 20 mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının sertlik raporu.....	102
Çizelge 8.20 t= 20 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının parametre değerleri.....	103
Çizelge 8.21 t= 20 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının sertlik raporu.....	107
Çizelge 8.22 t= 20 mm tozaltı kaynağı X kaynak ağzının parametre değerleri	108
Çizelge 8.23 t=20 mm tozaltı kaynağı X kaynak ağzının sertlik raporu.....	112
Çizelge 8.24 t= 30 mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının parametre değerleri.....	114
Çizelge 8.25 t= 30 mm gazaltı kaynağı V kaynak ağzının sertlik raporu	118
Çizelge 8.26 t= 30 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının parametre değerleri.....	119

Çizelge 8.27 t= 30 mm 20 mm gazaltı kaynağı X kaynak ağzının sertlik raporu	123
Çizelge 8.28 t= 30 mm tozaltı kaynağı X kaynak ağzının parametre değerleri	124
Çizelge 8.29 t= 30 mm tozaltı kaynağı X kaynak ağzının sertlik raporu.....	128

ÖNSÖZ

Uygulamalarına bizzat katılıp, bu konuda bana pratik tecrübe kazandıran tozaltı ve MAGC kaynak yöntemi ile tahribatlı muayene yöntemlerinde çalışma imkanı sağlayan ve bilgisini her safhada esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Nurullah GÜLTEKİN'e

Çalışmanın çeşitli evrelerinde yardımlarını esirgemeyen sevgili Metalurji ve Malzeme Mühendisleri Barış OKUTAN ve Metehan BOYDAK' a

Bana hayatım boyunca maddi ve manevi her konuda destek olan aileme, ve bu tezi hazırlamamda yardımcı olan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Volkan KAYAKÖK

ÖZET

TOZALTI VE MAGC KAYNAĞINDA KAYNAK AĞZI-NÜFUZİYET İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ VE EKONOMİK YÖNDEN KIYASLANMASI

Volkan KAYAKÖK

Makine mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi

Kaynak işlemi, bugünün teknolojisi ve endüstrisinde önemli bir yere sahiptir.

Kaynakta, sadece verimlilik değil, aynı zamanda kaynak dikişi geometrisi de çok önemlidir. Örneğin bir kaynak dikişi uygun bir nüfuziyete sahip olmalıdır.

Bu çalışmada Grade A tipi gemi levhaları tozaltı ve özlü tel kullanılarak gazaltı kaynak yöntemi ile kaynatılmıştır. Bu levhalar farklı kalınlıklarda kaynak ağzı açarak çeşitli akım şiddetlerinde kaynatılmıştır ve kaynak ağzının dikiş parametreleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Seçilen kaynak yöntemlerinin kaynatılan gemi levhaların mekanik özelliklerine etkileri incelenmiştir. Birleştirilen parçalara mikrosertlik deneyleri uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda bu tür malzemelerin birleştirilmesinde kaynak yönteminin etkili olduğu ve kaynak esnasında malzemeye olan ısı girdisinin birleştirmenin sahip olduğu mukavemet değerlerini etkilediği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Gemi sacları, Tozaltı Kaynağı, Özlü Tel Kaynağı, Nüfuziyet, Mikroyapı

ABSTRACT

THE SEARCHING THE RELATION BETWEEN GROOVE AND WELD PENETRATION FOR SUBMERGED ARC WELDING AND MAGC AND ALSO COMPARES THEM ABOUT ECONOMIC

Volkan KAYAKÖK

Mechanical Engineering, M.S. Thesis

Welding process has a vital importance in today's technology and industry.

In welding, not only the productivity, but also the bead geometry, is also important; for example a bead must have adequate penetration.

In this study, Grade A type ship plates were welded using submerged arc welding (SAW) and flux cored arc welding (FCAW) methods. Ship plates of different thicknesses have been welded with a groove at the different current levels and the effect of the groove has been studied on the bead parameters.

The effects of selected welding methods on mechanical properties of welded ship plates were investigated. Microhardness measurements were performed. After the study, it is seen that welding methods have an influence on the mechanical properties of the weldments. Especially, it is observed that heat inputs during the welding effect on the strength values of the weldments.

Keywords: Ship plates, Submerged arc welding, Flux cored arc welding, Weld penetration, microstructure

TOZALTI VE MAGC KAYNAK YÖNTEMLERİNDE KAYNAK AĞZI NÜFUZİYET İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ VE EKONOMİK YÖNDEN KIYASLANMASI

1.GİRİŞ

1.1 Giriş

Örtülü elektrod ile yapılan elektrik ark kaynağında, ergime gücünün ve kullanılan akım şiddetinin sınırlı olması kaynak hızını da sınırlamaktadır. Hızla gelişen sanayinin ihtiyaçlarına cevap verebilmek için araştırmacılar İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra yeni kaynak yöntemleri ortaya çıkarmışlardır. Gazaltı yahut da koruyucu gazla kaynakta, genellikle yeri bir gazla korunan özel bir ark kaynağı usulü hatıra gelir. Koruyucu bir gazın kullanılması fikri oldukça eskidir. İlk defa 1926 yılında ortaya atılan Alexander usulünde gelişmiştir. Arcogen usulünde hem bir elektrot hem de oksiasetilen alevi birlikte kullanılmıştır. Burada üfleç alevi dikişi havanın etkisinden korumuştur. Her iki usulde bugün artık terkedilmiştir.

Diğer taraftan, kaynak esnasında ergimiş metalin, atmosferin tesirlerinden korunması sistemli bir şekilde incelenmiş ve yine 1926 yılında A.B.D.'de Weinmann ve Langmuir tarafından hidrojenin koruyucu gaz olarak kullanılmasıyla, ark atom (atomik hidrojen) kaynak usulü uygulama alanına girmiştir.

Koruyucu gaz olarak soy bir gazın kullanılması, ancak 1930 yılında A.B.D.'de Hobart ve Devers tarafından patent olarak alınmış ve 1940 yılında da uçak inşasında magnezyum alaşımlarının kaynağında kullanılmıştır.

Kaynak yerinde aktif bir gazın kullanılması konusundaki ilk çalışmalara 1952 yılında başlanmıştır. Bugün çeşitli soy gaz karışımları ile aktif gazların kullanıldığı donanımları aynı, fakat gaz karışımları farklı olan çeşitli koruyucu gaz (gazaltı) kaynağı usulleri vardır. [Anık & Tülbentçi].

Diğer taraftan da 1933 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanılmaya başlanılan tozaltı kaynak yöntemi, 1937'den sonra Avrupa'da da tatbikat sahasına girmiştir.

Bugünün sanayisinin tatbik ettiği, yüksek ergime gücüne ve kaynak hızına sahip, kaynak yöntemlerinin başında tozaltı kaynağı gelmektedir. [Anık & Tülbentçi]

1.2 Tozaltı Ve MAGC Kaynaklarının Uygulamaları Ve Ekonomisi

Tozaltı kaynağı, uygun ekipman seçimi ile endüstride geniş çapta uygulama alanı bulmaktadır. Her türlü kaynak ağzı ile birleştirme yapılabilir. Yüksek karbonlu ve düşük alaşımlı çeliklerin

kaynağında kullanılabilir. Ayrıca bazı yüksek alaşımlarda ve paslanmaz çeliklerin kaynağında da kullanılabilir.

Tozaltı kaynağının yüksek kalite özelliği, birim zamanda yapılan dolgu miktarının yüksek oluşu, derin nüfuziyet sağlanması, işlem için adapte edilebilmesi ve rahatlık karakteristikleri (kıvılcımsız, sıçratmadan, dumansız ve fazla ısı radyasyonu olmadan çalışma özellikleri vb.) açısından çelik fabrikasyonunda tercih edilir bir kaynak metodudur. [The Lincoln Electric Company, 1995].

Tozaltı kaynak yöntemi şu uygulama alanlarında başarıyla kullanılmaktadır:

- Basınçlı kap, kazan ve tank yapımında (yurdumuzda özellikle LPG tüplerinin kaynak işlerinde yoğun olarak kullanılmaktadır.)
- Ağır otomotiv sanayinde,
- Gemi yapım sanayinde,
- Çelik konstrüksiyon sanayinde,
- Kaynaklı boru imalinde,
- Demiryolu inşasında,
- Kiriş, direk ve uzun kaynak gerektiren kolonların kaynağında,
- Aşınan makina parçalarının tamir ve dolgu işlerinde,
- Profil (I, H, T gibi kaynaklı profiller) yapımında birleştirme kaynak yöntemi olarak kullanılmaktadır. [Özdoğan, 1998].

Tozaltı kaynak yönteminde, 1/16in.'den (1.6 mm) 1/2in.'e (12 mm) kadar olan malzemeler herhangi bir kaynak ağzı açmayı gerektirmeden kaynak yapılabilir. Kaynak ağzı açarak tek pasolu kaynak ile 1/4in. (6.4 mm) ile 1in. (25 mm) kalınlığındaki malzemeler kaynak edilebilir. Çok pasolu teknik kullanıldığında ise maksimum limit pratik olarak limitsizdir.[Cary,1998]

Tozaltı kaynağı ile ulaşılan yüksek dolgu miktarı, yöntemin ekonomisine etki eden başlıca faktörlerden biridir. Yarı otomatik tozaltı kaynak torcu, araba üzerine mekanize edildiğinde, kaynak maliyetleri %50'den fazla azalır. Kaynak maliyetini düşüren diğer faktörler ise şöyle sıralanabilir: Tel makarasından sürekli elektrod beslenmesi örtülü elektrod ile yapılan kaynağa göre artık elektrod miktarını azalttığı gibi dikiş görünüşünün de düzgün olmasını sağlar. Kaynak işleminin yüksek nüfuziyet karakteristiğinin olması, kaynak ağzı açmadan ya da küçük kaynak ağzı açarak kaynak yapmaya izin verir. Böylece kaynak ağzı açmak için gerekli olan masraflar da azalır. Kaynaktan sonra, sıçrama özelliğinin olmamasından dolayı, temizleme masrafları da azalmış olur. Kaynağın hızlı bir

şekilde yapılabilir olması ise ısı distorsiyonları (çarpılmaları) azaltırken, doğrultma masraflarını da azaltmış olur. [The Lincoln Electric Company, 1995]

Endüstriyel uygulamalarda özellikle el ile yapılan kaynaklarda MAG yöntemi arzettiği yüksek ergime gücü ve kaynak hızı ile son yıllarda rakipsiz hale gelmiştir. Yöntemin hem demir esaslı hem de demir dışı malzemelere her pozisyonda uygulanabilirliği, kullanma alanını genişletmektedir.

Yöntemin otomasyona yatkınlığı ve robotlar ile kullanılabilirliği hem kaynak dikişi kalitesinin yükselmesine ve hem de hızın artmasına yardımcı olmaktadır. Yüksek kaynak hızlarının ve ergime gücünün gerekli olduğu yerlerde MAG yöntemi günümüzde en sık başvurulmuş kaynak yöntemi olmuştur. MAG kaynak donanımlarının diğer sürekli tel elektrod kullanan kaynak yöntemlerinden daha hafif olması taşınabilirliğini kolaylaştırmakta ve bu da uygulama alanının özellikle şantiyelere kadar yayılmasına neden olmaktadır. Günümüzde MAG yöntemi şantiyelerde özellikle boru kaynaklarında ve pipe-line döşeme işlerinde gittikçe artan bir biçimde kullanılmaktadır.

MAG kaynak yönteminin özellikle uygulama alanı bulduğu endüstri dalları şu şekilde sıralanabilir.

- Basınçlı kap, kazan ve tank yapımında (yurdumuzda özellikle LPG tüplerinin kaynak işlerinde yoğun olarak kullanılmaktadır.),
- Endüstriyel boru tesisatı,
- Boru hatlarında (pipe line),
- Çelik konstrüksiyon sanayinde,
- Kaynaklı boru imalinde,
- Demiryolu inşasında,
- Nükleer endüstri kaynağında,
- Aşınan makine parçalarının tamir ve dolgu işlerinde,
- Otomotiv endüstrisinde
- Uçak endüstrisinde,
- Ağır teçhizat endüstrisinde,

MAGC kaynak yönteminin ekonomikliğinin en önemli karakteristiği ergime gücüdür. MAGC kaynak yönteminin ergitme gücünün çok geniş bir dağılımı mevcuttur. Ayrıca daha az enerji girdisi olduğundan ekonomik yönden önemli avantaj sağlamaktadır. Geçmiş yıllarda yapılan tüm maliyet karşılaştırmaları, MAG kaynağına geçişle işçilik giderlerinde ve yan işçilik giderlerinde fark edilir bir azalma olduğunu göstermiştir. Ancak malzeme giderlerinde ağırlıktaki gibi şiddetli bir düşme oluşmamıştır. Pek çok endüstri ülkesinde geçerli yüksek

işçilik maliyeti seviyesi ve ilave malzemelerin fiyat seviyesi göz önüne alındığında, gaz maliyetleri de hesaba katılırsa, işçilik ücretleri bakımından yapılacak tasarrufa göre kaynak ilave malzemesi maliyetlerinde çok daha önemli bir tasarruf sağlanmaktadır. İlave malzemelerin her ikisinde de, hem örtülü çubuk elektrodlarla hem de tel elektrdolarla artan çapla fiyat düşmektedir.

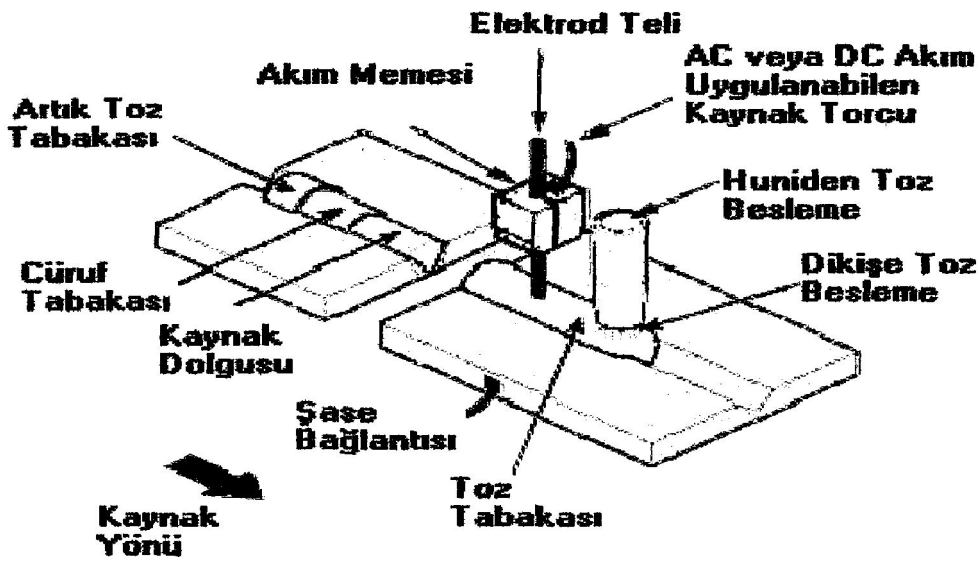
2.TOZALTI VE MAGC KAYNAK YÖNTEMLERİNİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

2.1 Tozaltı Kaynak Yönteminin Çalışma Prensibi

Tozaltı kaynak metodu, arkın ve ergimiş metalin korunmasında, ince bir tabaka halinde olan, taneli bir yapıya sahip ve genellikle toz (flux) diye adlandırılan bir malzemenin kullanılması açısından diğer ark kaynağı metotlarından ayrılır. Ark, iş parçası ile çıplak tel elektrod arasında oluşur. Ark toz ile tamamen kaplanır yani tozun altında yanar, gözle görülmez. Sıçrama, kıvılcım oluşumu meydana gelmez. Arkın devamlı olarak toz yığını altında yanması bu yöneme tozaltı kaynağı isminin verilmesine sebep olmuştur. [The Lincoln Electric Company, 1995].

Bu kaynak metodunda, bir bobinden çekilen kaynak teli, bir motorun tahrik ettiği makaralar arasından ve bir memeden geçerek kaynak yerine iletilir. Ark için gerekli akımı memeden alan tel ile iş parçası arasında ark oluşur; ayrı bir kanaldan gelen ve silikat ve toprak alkali metalleri ihtiva eden özel bir toz ark bölgesini atmosferin zararlı etkilerinden korur. Kaynak teli ve iş parçası arasında meydana gelen arkın sıcaklığından tel ve esas metalin bir kısmı ergiyerek arzu edilen birleşme sağlanır. [Anık & Tülbentçi]. Tozaltı kaynak yönteminin prensip şeması Şekil 2.1'de görülmektedir.[TWI, 1999].

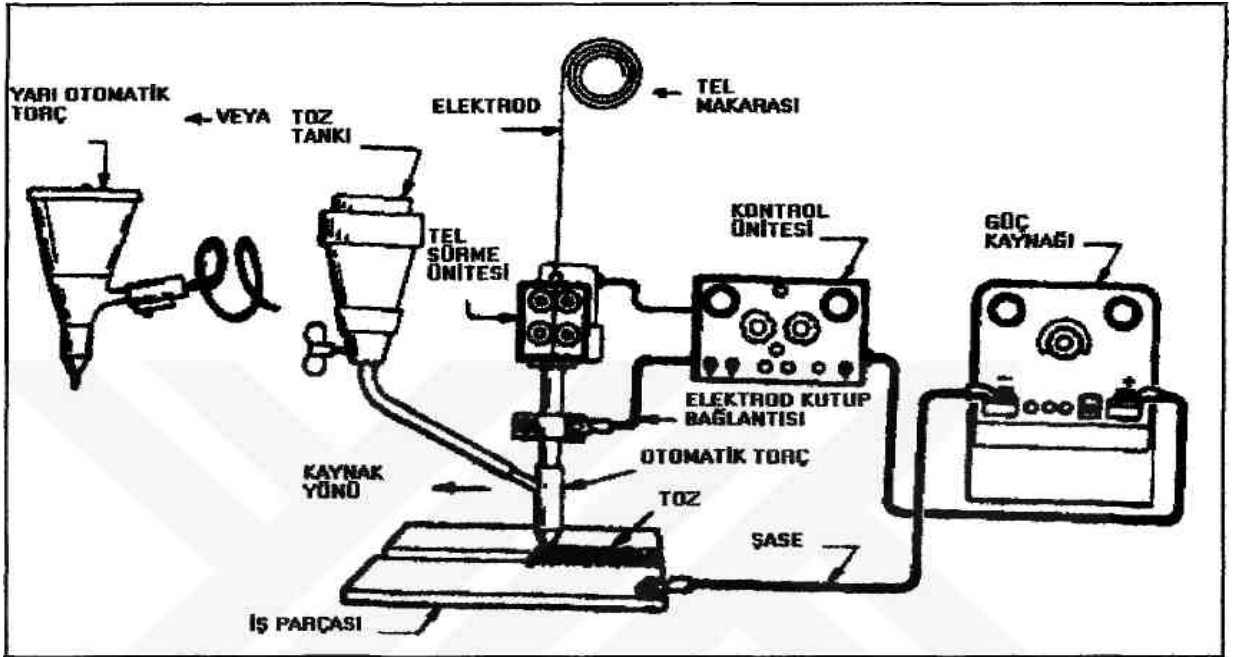
Yöntem, elektrodun torca verilmiş şekline göre yarı otomatik ve tam otomatik olmak üzere ikiye ayrılır. Yarı otomatik tozaltı kaynağında kaynakçı, genellikle toz verme ünitesi ile beraber olan torcu iş parçası üzerine taşır. Toz ya yerçekimi etkisi ile küçük bir silodan; ya da hava basınçlı bir toz tankından, merkezleri elektrod ile ortak olan bir nozuldan verilir.



Şekil 2.1 Tozaltı Kaynak Yönteminin Prensip Gösterimi

Bunun yanı sıra toz, kaynak işleminden önce de uygulanabilir. Tam otomatik tozaltı kaynağında, toz birleşme noktasına sürekli olarak verilir. Tam otomatik makinalar, ergiyip birbiri ile kaynaşmayan tozları kaynak bölgesinden uzaklaştıran vakum sistemleri ile donatılmışlardır. Kaynak süresince, arkın ısısı sayesinde, elektrodun uç kısmının yanı sıra tozun da bir kısmı erir. Elektrodun uç kısmı ve kaynak bölgesi her zaman ergimiş toz ile sarılır ve korunur. "Ark, toz tabakası tarafından tamamen kaplandığından ısı kayıpları oldukça azdır. Bu, oldukça yüksek bir termal verimlilik sağlar.[TWI, 1999]." Elektrod iş parçasının kısa bir mesafe üzerinde tutulur ve arkın iş parçası ve elektrod arasında oluşması sağlanır.(Yüksek frekans ateşlemesi) Elektrod, birleşme noktası boyunca ilerlerken, erimiş toz ergimiş metal üzerinde bir cüruf tabakası oluşturur. [The Lincoln Electric Company, 1995]. Bu cüruf henüz çok sıcak olan kaynak dikişini ve banyosunu atmosferin tesirinden koruduğu gibi ihtiva ettiği deoksidan ve alaşım elemanları sayesinde kaynak banyosunun deoksidasyonunu ve alaşımlandırılmasını yapar. [Anık & Tülbentçi].

Tozaltı kaynak metodunda kullanılan kaynak makinası alternatif akım (AC) veya doğru akım (DC) veren bir üreteç olabilir. Kaynak akımı üretici olarak, ince elektrod kullanılıyorsa (3mm'nin altındaki kalınlıklı parçalar için) yatay karakterli, kaim elektrod kullanılıyorsa dikey karakterli generatör kullanılır, ince elektrodlu kaynakta kısa devre ateşlemesi, kaim elektrodlu kaynakta yüksek frekanslı ateşleme generatörü kullanılır. Generatörün bir hattı (şase) iş parçasına, diğer hattı üflece oradan da memeye bağlanır. Eğer DC akım kullanılıyorsa (+) kutup memeye yani elektroda bağlanır. [Karadeniz, 2001].



Şekil 2.2 Tozaltı Kaynak Yönteminin Donanım Şeması

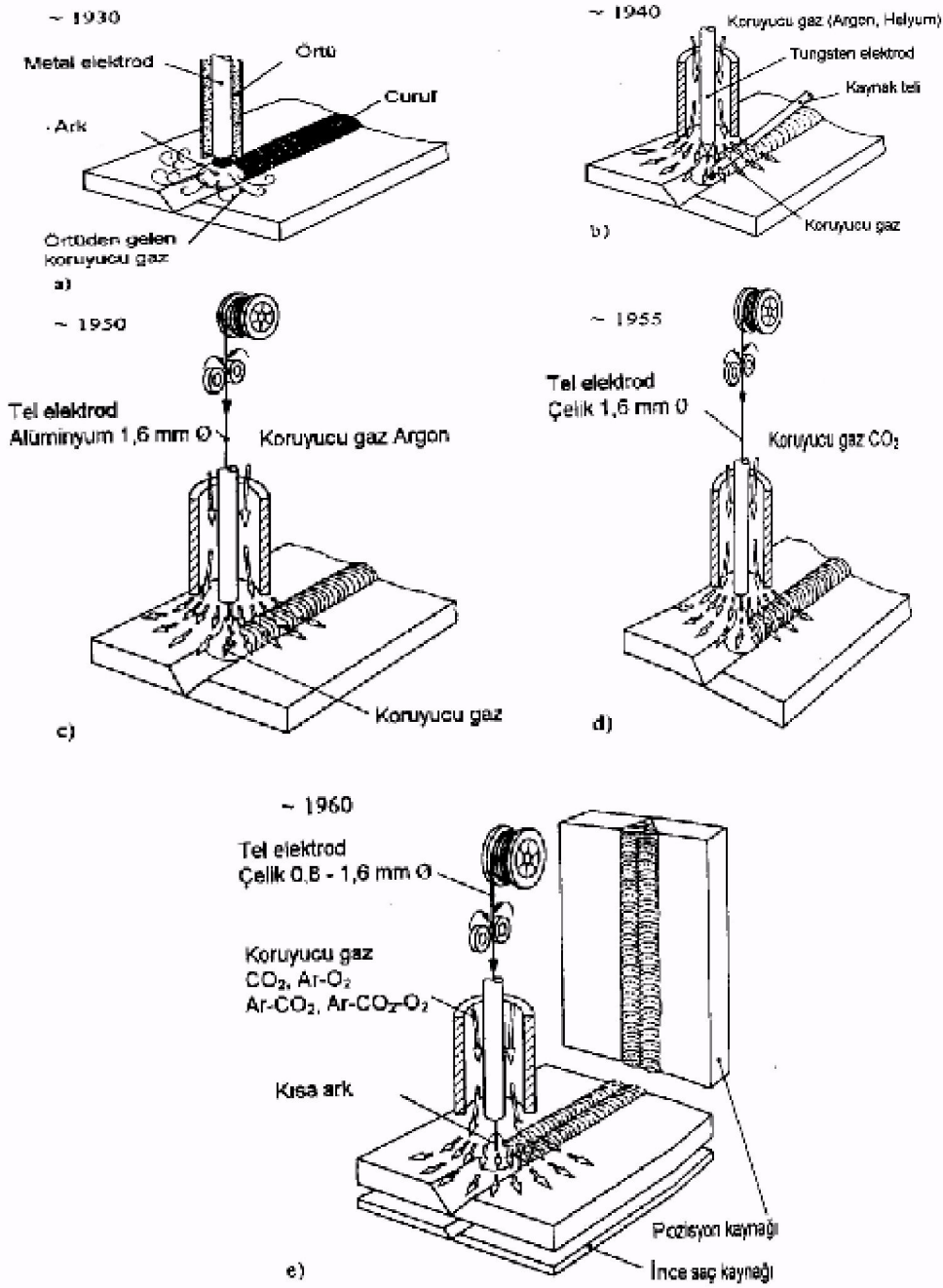
Tozaltı kaynak yöntemi için gerekli olan ekipmanlar Şekil 2.2' de görülmektedir. Bu ekipmanlar (1) kaynak makinası veya güç kaynağı, (2) tel besleme mekanizması veya kontrol sistemi, (3) otomatik

kaynak için torç ya da yarı otomatik kaynak için torç ve kablo tertibatı, (4) toz tankı ve besleme mekanizması ve artık toz temizleme sistemi, ve (5) otomatik kaynak için hareket mekanizmasından oluşmaktadır. [Cary,1998].

Pratikte tozaltı kaynak yönteminde, torcun hareketli iş parçasının sabit olduğu yada iş parçasının hareketli torcun sabit olduğu iki sistem kullanılmaktadır. Bilhassa silindirik kapların çevre dikişlerinde bu ikinci sistem kullanılır. Birinci sistem olarak bahsedilen torcun hareketli iş parçasının sabit olduğu sistemde ise tozaltı kaynak kafesi olarak tabir edilen toz hunisi, meme, tel ilerletme mekanizması ve ayar kumanda grubu, özel raylar veya palet üzerinde hareket eden bir arabaya monte edilmiştir. Her iki sistemde de hareketli olan kısmın (torç yada iş parçası) hızı kaynak işlemi boyunca sabit tutulur, aksi halde dikiş homojen olmaz ve kaynak hataları meydana gelir. Çünkü akım şiddeti, ark gerilimi, toz miktarı, tel hızı ve kaynak hızı birer müstakil parametre değildir; bunlar birbirine bağlıdır, iyi bir dikiş bunların müşterek olarak ayarlanması ile elde edilir.[Anık & Tülbentçi].

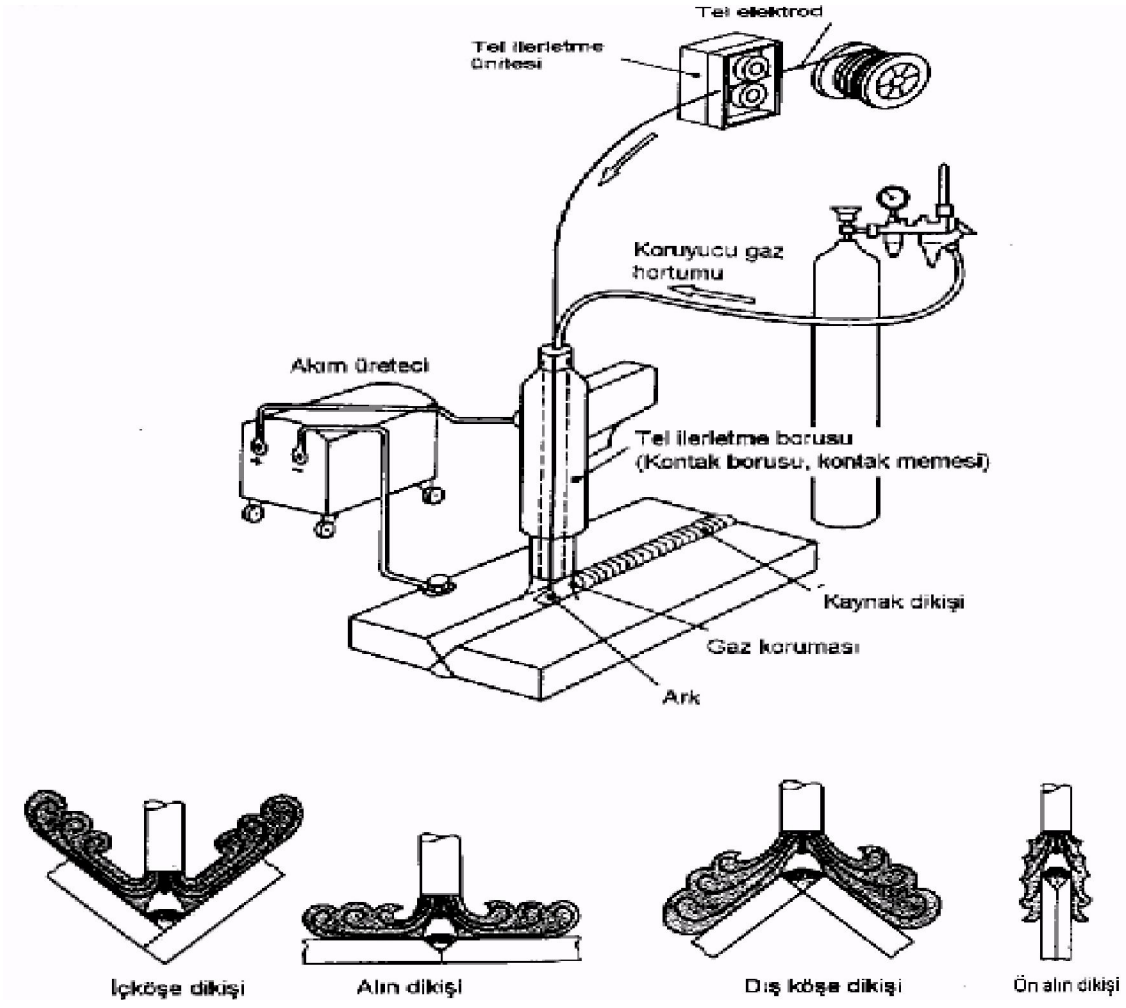
2.2 MAGC Kaynak Yönteminin Çalışma Prensipleri

MAGC Kaynağında ark, aynı zamanda ilave tel görevi yapan ergiyen bir elektrod ile iş parçası arasında yanar. Koruyucu gaz ya argon, helyum gibi bir inert gaz ya bunların karışımı (MIG) veya aktif bir gazdır (MAG) Koruyucu gaz, örneğin CO₂ kaynağında (MAGC-yöntemi), karbondioksitten veya karışım gaz kaynağında (MAGM-yöntemi) inert gazla aktif gazların karışımından oluşan bir karışım gazdır.



Şekil 2.3 MAG Kaynak Yönteminin Prensip Gösterimi

"Uçsuz" elektrod bir tel ileletme mekanizması yardımıyla bir tel makarasından akım kontak borusuna gelir. Serbest tel ucu nispeten kısadır; böylece ince elektroda yüksek akım şiddeti ($> 100 \text{ A/mm}^2$) uygulanabilir. Kaynak makinasının kutuplarından biri elektroda diğeri de parçaya bağlanır; böylece ark, eriyen elektrod ile parça arasında yanar. Elektrod aynı anda hem enerji taşıyıcı ve hem de kaynak ilave metali görevi yapar. Koruyucu gaz elektrodun eşksenli olarak bulunduğu bir memeden akar ve arkı eriyen damlaları ve arkın altındaki erimiş banyoyu atmosferin etkisinden korur.



Şekil 2.4 Gazaltı Kaynak Yönteminin Donanım Şeması

3. TOZALTI ve MAGC KAYNAK YÖNTEMLERİNİN DİĞER KAYNAK YÖNTEMLERİNE GÖRE AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

3.1 Tozaltı Kaynak Yöntemi

3.1.1 Tozaltı Kaynak Yönteminin Avantajları

3.1.1.1 Yüksek Kaynak Gücü Ve Kaynak Hızı

Tozaltı kaynağında yüksek akım şiddetleri kullanılır ve oldukça da yüksek ısı elde edilir. Tozaltı kaynağında kullanılan akım şiddeti normal olarak 200 ile 2400 Amper arasında değişir (maksimum 5000 Amper'e kadar) ve kaynak hızı da normal şartlarda 6 ile 300 m/h (maksimum 300 m/h) arasında bulunur. Bu bakımdan tozaltı kaynak yöntemi, diğer kaynak yöntemleri ile karşılaştırılmayacak derecede yüksek bir ergime gücü ve kaynak hızına sahiptir. [Anık & Tülbentçi]. Tozaltı kaynak yöntemi; ergime gücü, yani birim zamanda ergiyen ilave metal bakımından örtülü elektrod kaynağı ve gaz altı kaynağı ile karşılaştırılırsa Çizelge 3.1'deki sonuçlar elde edilir.[Gülbahar, 1983]

Çizelge 3.1 Ergime Miktarının Karşılaştırılması

Kaynak Yöntemi	Ergiyen İlave Metal Miktarı (kg/h)
Tozaltı Kaynak Yöntemi	3 – 60
Gazaltı Kaynak Yöntemi	16
Örtülü Elektrod İle Yapılan Kaynak	4.5 – 6

3.1.1.2 Yüksek Nüfuziyet

Tozaltı kaynak yönteminde, akım şiddetinin çok yüksek olması nedeniyle oldukça kaim parçaları rahatlıkla kaynak yapmak mümkündür. Bu ise daha az işçilik ve daha az malzeme sarfıyatı demektir. [Gülbahar, 1983]

3.1.1.3 Enerji Tasarrufu

Tozaltı kaynak yönteminde elektrik enerjisinin büyük bir kısmı kaynak için kullanılmakta ve dolayısıyla büyük bir enerji tasarrufu sağlanmaktadır, örtülü elektrod ile yapılan elektrik ark

kaynağında, elektrik enerjisinin %25' inden, tozaltı kaynağında ise %68'inden direk kaynak için istifade edilmektedir. [Anık & Tülbentçi].

Tozaltı kaynak yönteminde hızlı kaynak yapılabildiği için, kaynak yerine verilen enerjinin, ana metal üzerinden, kayıp enerji olarak gitmesine fırsat kalmadan kaynak işlemi bitmiş olur. Dolayısıyla enerjinin büyük bir bölümü faydalı enerji olarak kaynak işlemi için kullanılmış olur.

3.1.1.4 Elektrod Tasarrufu

Tozaltı kaynak yönteminde arkın toz tabakası altında yanmasından dolayı, açık ark kaynağına göre sıçrama kaybı yok gibidir. Sıçrama, hem ilave malzeme kaybı hem de temizlenmesi açısından ikinci bir işçilik demektir. Ayrıca sonsuz tel elektrod (makaraya sarılı halde) kullanıldığından sürekli kaynak yapma imkanı doğmakta ve örtülü elektrod ile yapılan kaynağa göre elektrod israfı minimum seviyede olmaktadır.[Çelik, 1988].

Aynı zamanda tozun arkı ince bir tabaka halinde izole etmesi, ısının hızlı bir şekilde kaçışını önler ve arkı kaynak bölgesinde konsantre eder. Elektrod ve ana metalin ergimesi hızlı bir şekilde olduğu gibi aynı zamanda, ısının difüzyon ile ana metalin içine yayılması da hızlı bir şekilde gerçekleşir. Bu etki, küçük kaynak ağızlarının kullanılmasına hatta hiç kaynak ağızı açmadan kaynak yapmaya izin verir. Böylece birleşme noktasında dolgu metalinin miktarı azalır ve hızlı kaynak yapılmasına olanak sağlanır. [The Lincoln Electric Company, 1995].

Tozaltı kaynağı ile birleştirilen 60°lik bir V kaynak ağızında kaynak banyosunun 2/3'nü esas metal, 1/3'nü ilave metal oluştururken; örtülü elektrod ile yapılan kaynakta 1/3'ü esas metal 2/3'ü ilave metal oluşturur. Yani tozaltı kaynak yönteminde ilave metal sarfiyatı örtülü elektrodla yapılan kaynağa göre oldukça azdır.

3.1.1.5 Sürekli Kaynak Yapma Olanığı

Tozaltı kaynak torcu, özel raylar veya paletler üzerinde hareket eden bir arabaya yerleştirildiğinden ve arabanın hızı gerektiği gibi ayar edilip sabit tutulabildiğinden sürekli ve minimum seviyede hata içeren kaynak yapma imkanı vardır. Ayrıca dönel parçaların, kaynak torcunun sabit olarak bir konsola yerleştirilip parçanın, dönme hızı ayarlanabilen bir tertibatla döndürülmesi ile çevresel kaynağının yapılması mümkündür. Kaynak yapılacak parçaların hem döndürülüp hem de ötelenmesi ile helisel kaynak yapmak da söz konusudur.

3.1.1.6 Emniyetli Ve Düzgün Görünümlü Kaynak Dikişi Elde Edilmesi

Kaynak parametreleri uygun seçildiği ve doğru çalışma tekniği uygulandığı takdirde çok düzgün dış görünümlü ve hatasız kaynak dikişleri elde edilir. Ayrıca örtülü elektrodlarla yapılan elektrik ark kaynağına göre elektrod boyu kadar değil, sonsuz uzunlukta kaynak yapılabildiğinden elektrod

değiştirme problemi, dolayısıyla elektrod bitiş-başlangıç kraterleri ve bundan dolayı meydana gelebilecek hatalar da söz konusu değildir. Kaynak yerinin düzgün ve iyi bir cüruf ile örtülmesi, emniyetli bir katılaşma sağlamaktadır. Bu şekilde kaynak banyosunun gazının dışarı çıkışı daha kolay sağlanmaktadır. Ergimiş yüksek akışkanlıktaki cüruf, dikiş formunun düzgün ve pürüzsüz olmasını sağlamakta ve kenarlarda yanma oluklarının oluşmasına imkan vermemektedir. Kaynak metalinde birleşme hatasına ve cüruf kalıntısına rastlanmadığından daha emniyetli kaynak dikişleri elde edilmektedir.

3.1.1.7 Kaynakçı Faktörü

El ile yapılan kaynak yöntemlerinde, kaynak dikişlerinin kalitesi büyük oranda kaynakçının el becerisine, bilgi ve yeteneğine, psikolojik ve fizyolojik durumuna bağlı olduğu halde tozaltı kaynağında bütün ayarlar (alam, gerilim, kaynak hızı, tel hızı) elektronik / elektromekanik olarak başlangıçta yapılıp, kaynak işlemi otomatik olarak gerçekleştirildiğinden kaynakçının el becerisine ihtiyaç olmamaktadır. Ancak tozaltı kaynak makinasının kullanacak operatörde yapacağı işin inceliklerini kavrayacak kadar bilgi ve sorumluluk anlayışı aranır. Belli uygulamalar için operatörün kaynakçı operatörü sınavından yeterlilik alması gerekir.

3.1.1.8 Özel Koruyucu Donanımlara İhtiyaç Duyulmaması

Tozaltı kaynak yönteminde arkın devamlı şekilde kaynak tozunun altında yanmasından dolayı ısısından, göz ve cilt için zararlı ışınlarından korunmak için özel filtreli cam maske ve deri elbise gibi önlemler almaya gerek yoktur. Kaynak esnasında gaz ve toz oluşumu da çok az olduğundan özel havalandırma sistemine de ihtiyaç yoktur. [Gülbahar, 1983].

3.1.1.9 Birden Çok Tel İle Kaynak Yapma Olanığı

Tozaltı kaynak yönteminde tek tel yerine birden çok teli (genellikle iki) paralel, seri (üç tel de olabilir) ve tandem yöntemiyle veya band elektrod kullanarak yöntemin hızının, transfer olan metal miktarını ve verimini 2-3 katına yükseltmek mümkündür. [Özdoğan, 1998].

3.1.1.10 İnsan Vücudunun Yorulması Bakımından İşlemin Hafif Oluşu

Kaynak esnasında çok az bir fiziksel zorlanma vardır, dolayısıyla bedensel yorgunluk da çok azdır. Ayarları yapıp işlemi başlattıktan sonra operatöre sadece kaynağı izlemek ve herhangi bir olumsuzlukta müdahale etmek kalmaktadır.

3.1.2 Tozaltı Kaynak Yönteminin Dezavantajları

- Pahalı makina ve teçhizata ihtiyaç gösterir, dolayısıyla ilk yatırım masrafları yüksektir.
- İnce saçların kaynağı için ekonomik olmadığından uygun bir usul değildir. İnce saçlar için gaz altı kaynağı gibi daha uygun yöntemler vardır.
- Her pozisyonda, örneğin tavan ve düşey pozisyonda kaynak yapılamaz.
- Kısa boylu ve karışık şekilli dikişler için otomatik tozaltı makinaları geliştirilmiş ise de bunlar tozaltı kaynak yönteminin bütün avantajlarını bünyelerinde toplayamamaktadır. Dolayısıyla ekonomik bir kaynak yapılamamaktadır. [Anık & Tülbentçi].
- Kaynak tozu iyi korunmadığı takdirde nem kapacağından kaynak dikişinde hataya yol açma olasılığı vardır. Bu nedenle bazik karakterli kaynak tozlarının depolanmasında ve kullanılmadan önce kurutulmasında azami dikkat göstermek gerekir. Ancak aynı noktaların bazik elektrodlarla da söz konusu olduğu unutulmamalıdır.
- Kaynak tozu tekrar tekrar kullanıldığı için nemlenmekte ve kalitesi düşmektedir.
- Yüksek akım şiddetinin sonucu yüksek sıcaklık nedeniyle kaynak metalinde ve ITAB'da istenmeyen iç yapı değişimleri söz konusu olabilir. Ancak gerekli teknolojik ve metalurjik tedbirlerin alınmasıyla bu ihtimaller asgariye indirilebilir. [Özdoğan, 1998].

3.2 Gazaltı Kaynak Yöntemi

3.2.1 Gazaltı Kaynak Yönteminin Avantajları

Bir yarı otomatik kaynak yöntemi olan MIG-MAG, kaynağın bir üretim yöntemi olarak kullanılması halinde, örtülü elektrod ile yapılan elektrik ark kaynağına nazaran çok büyük üstünlükler göstermektedir. Günümüz endüstrisinde en fazla kullanılan bu iki yöntemi çeşitli bakımlardan karşılaştırdığımızda şu hususlar belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

3.2.1.1 Kaynak Dikişinin Ağırlığı

Bütün ergitme kaynağı yöntemlerinde, kaynak dikişinin ağırlığı, ergiyen metal miktarının dolayısı ile enerji sarfiyatının bir göstergesidir. Kaynak dikişi kaynak metali ve esas metalin kesiti boyunca değişen oranlarda bir karışımdır, elektrod miktarı ise kaynak maliyetini etkileyen en önemli faktördür. MAG kaynağında kullanılan kaynak telinin örtülü elektrod ile karıştırıldığında oldukça ince olması, daha dar bir kaynak ağız açısında çalışabilme olanağını sağlamaktadır Elektrik ark kaynağında 60° olan kaynak ağız açısı ve takriben elektrod çekirdek teli çapına eşit alınan kök aralığı, MAG kaynağı halinde küçülmektedir. MAG kaynağında ağız açısı azami 50° olarak alınmakta ve bazı hallerde bu değer 30°'ye kadar

düşürülmekte ve ayrıca kök aralığı da 1 mm civarında alınabilmektedir; bu şekilde eriyen bölge ufalmakta ve dolayısı ile de ilave metalden çok büyük bir tasarruf yapılabilmektedir. Elektrik ark kaynağında, kaynak ağız açısının 60°den daha küçük alınması, dikişin kök kısmında cüruf olmasına karşın, MAG yönteminde konstrüksiyonun elverdiği hallerde ağız açısının 30°ye kadar düşürülmesi halinde dahi hatasız kaynak dikişi elde edilebilmektedir.

3.2.1.2 Elektrik Enerjisi Tüketimi

MIG-MAG yönteminde, kaynak dikiş hacminin elektrik ark kaynağına göre daha küçük olması, elektrik enerjisinin tüketiminin azalmasına neden olmaktadır, zira ergiyen metal miktarı birim dikiş boyunda daha az olmaktadır. Ayrıca aynı akım şiddetinde, bir saat zarfında ergiyen elektrod miktarı MAG yönteminde daha fazladır, zira burada örtülü elektrod halinde, örtüyü oluşturan elementlerin reaksiyona girmesi için harcanan enerji ve elektriğin ark bölgesine elektrod boyunca iletilmesi dolayısı ile ortaya çıkan direnç kaybı ortadan kalkmaktadır. MIG-MAG yönteminde, kaynak esnasında elektrod değiştirme ve cüruf temizleme gibi zaman kaybettirici unsurların olmayışı nedeni ile kaynak sürekli olarak yapılabilmekte ve dolayısı ile de makinanın boşta çalışmasından kaynaklanan elektrik enerjisi kayıpları ortadan kalkmaktadır.

3.2.1.3 Elektrod Kaybı

Örtülü elektrod ile yapılan elektrik ark kaynağında elektrodun uç kısmının (koçanın) kullanılmadan atılması ve sıçrama kayıpları dolayısı ile % 20'ye erişen bir kayıp ile karşılaşılır. MAG veya MIG yönteminde koçan kaybı yoktur, burada sadece sıçramalardan ortaya çıkan % 3-5 civarında bir kayıp vardır; bu da olaya büyük bir ekonomiklik kazandırmaktadır.

3.2.1.4 Cüruf Temizleme

MAG yönteminde, kaynak banyosu, havanın olumsuz etkilerinden koruyucu gaz tarafından korunmaktadır ve dikiş üzerinde temizlemeyi gerektiren bir cüruf oluşmaz. MAG yöntemi uygulamalarında dezoksidasyon ve oksidasyon sonucu dikiş üzerinde ince bir tabaka halinde SiO₂, MnO, FeO, CuO gibi oksitlerden oluşan bir cüruf ile karşılaşılırsa da, bu cüruf bir temizleme işlemi gerektirmez ve üzerine yeniden kaynak yapılabilir; buna karşın örtülü elektrod halinde dikiş üzerinde oluşan cürufun muhakkak temizlenmesi gereklidir. Bu büyük bir zaman kaybına neden olduğu gibi, işçilik olarak da çok külfetlidir ve dikkat gerektirir. Bilhassa kök pasolar ve yanma oluklarında katılaştıran cürufun temizlenmesi çok zordur.

Dikiş içinde kalmış cüruf, kaynak dikişinin mukavemetini şiddetli bir şekilde zayıflattığından, cüruf kalıntısı gibi bir kaynak hatasının MAG kaynak yönteminde görülmemesi, bu yöntemin en önemli üstünlüklerinden bir tanesidir.

3.2.1.5 Uygulama Kolaylığı

Elektrik ark kaynağında, ark boyunun kontrolü tamamen kaynakçı tarafından kontrol altında tutulmaktadır, ayrıca kaynak banyosunun üzeri cüruf ile örtülürken, kaynakçı dikiş üzerinde cürufun kapanışını sürekli izlemektedir; cürufun kaynak yapılan yönde ileriye geçmesi, kaynak işlemini güçleştirdiği gibi, çeşitli kaynak hatalarına neden olmaktadır. Bütün bunlar ancak yetişmiş kaynakçılar gerektirmekte ve bu da oldukça pahalıya mal olmaktadır.

MAG yönteminde, ark boyu makina tarafından sabit tutulmakta ve cüruf da bulunmadığından, kaynakçıların yetiştirilmesi çok daha kısa zamanda gerçekleşmekte ve ucuza mal olmaktadır.

Elektrik ark kaynağında kaynak banyosu kullanılan elektrodun türüne bağlı olarak kısmen veya tamamen cüruf ile örtülüdür ve dolayısı ile kaynak esnasında kaynakçı, işlem esnasında yaptığı hatayı hemen görüp ortadan kaldırılması için çalışmada bulunamaz; buna karşın MAG yönteminde kaynak banyosu kolayca izlenebildiğinden hata yapma olasılığı azalmaktadır. MAG kaynağında 40-200 A akım üreteçleri kullanarak örtülü elektrod ile kaynatılamayacak kadar ince (0.6-1 mm) saclar da kolaylıkla kaynatılabilmekte; ayrıca arkın tutuşturulması örtülü elektroda nazaran çok daha kolay olduğundan, puntalama işlemleri çok kolay ve sıhhatli bir şekilde yapılabilir.

Elektrik ark kaynağında her pozisyonda kaynak yapma olanağı her tür elektrod ile mümkün değildir; buna karşın, MAG yöntemi her pozisyonda kaynak yapma olanağı sağlamaktadır.

MAG yönteminde kalın parçalar daha az sayıda paso ile kaynatılabildiklerinden parçalarda ortaya çıkan distorsiyonlar azalmakta ve dolayısı ile de doğrultma işlemleri için sarf edilen zaman ve işçilik azalmaktadır.

MAG kaynağının en tartışılmaz üstünlüklerinden bir tanesi mekanizasyon ve otomasyona olan yatkınlığıdır; günümüzde bilhassa robotlar yardımı ile bu yöntem montaj hatlarında büyük bir üstünlük sağladığı gibi birçok sahada da tozaltı kaynak yönteminin yerini almaktadır.

Örtülü elektrodalarda, örtüdeki elementlerin ark sıcaklığında kimyasal reaksiyona girerek oluşturdukları gaz ve dumanların çoğuna gazaltı kaynak yöntemlerinde rastlanılmaz ve dolayısı ile bir konuda özel koruyucu tedbirlere başvurulmaya gerek kalmamaktadır.

Son yıllarda ülkemizde de bilhassa yumuşak çeliklerin kaynağında, geniş çapta uygulama alanı bulan eriyen elektrod ile gazaltı kaynak yöntemi ekonomik teknolojik ve iş güvenliği açısından bilinen diğer yöntemlere nazaran önemli üstünlükler göstermektedir.

3.2.2 Gazaltı Kaynak Yönteminin Dezavantajları

Diğer kaynak yöntemlerinde olduğu gibi gazaltı kaynağının kullanılmasını zorlaştıran bazı sınırlamalar da mevcuttur. Bu sınırlamalar :

a) Kaynak donanımı, elektrik ark kaynağına nazaran, daha karmaşık, daha pahalı ve bir yerden başka bir yere taşınması daha zordur.

b) Kaynak torcunun elektrik ark kaynağı pensesinden daha büyük olması nedeniyle ve kaynak metalinin koruyucu gazla etkin bir şekilde korunması amacıyla torcun bağlantıya 10 ila 19 mm. arasında değişen yakın bir mesafeden tutulması gerektiği için, bu yöntemin ulaşılması güç olan yerlerde kullanılması pek mümkün değildir.

c) Kaynak arkı koruyucu gazı bulunduğu yerden uzaklaştıran hava akımlarından korunmalıdır. Bu nedenle, kaynak alanının etrafı hava akımına karşı muhafaza altına alınmadıkça, yöntemin açık alanlarda kullanılması mümkün değildir.

d) Göreceli olarak yüksek şiddette ısı yayılması ve ark yoğunluğu nedeniyle kaynakçılar bu yöntemi kullanmaktan kaçınmaktadır.

MAG yönteminin en önemli dezavantajı, kaynak makinalarının ilk yatırım maliyetlerinin, elektrik ark kaynak makinalarına nazaran oldukça daha yüksek olmasıdır; ilk bakışta bu makinalar biraz karışık bir görünüşte olmalarına rağmen kullanılmaları büyük bir zorluk göstermez. Kaynağa başlamadan evvel örtülü elektrod halinde seçilmiş bulunan elektrod çapına ve türüne göre makina kutup durumu ve kaynak akım şiddeti ayarlanırken, gazaltı makinalarında tel elektrod ilerleme hızı, gaz debisi, kaynak gerilimi ayarlanır ve tel ilerletme düzeni, torçtaki gaz lülesi ve diğer mekanik kısımlar bakım ve kontrolden geçirilir ve bu da büyük bir tekniği bilgi ve maharet gerektirmez.

4.TOZALTI VE MAGC KAYNAĞINDA KULLANILAN İLAVE MALZEMELER

4.1 Tozaltı Kaynak Yöntemi

4.1.1 Tozaltı Kaynağında Kullanılan Kaynak Telleri

Yapı çeliklerinin tozaltı kaynağında kullanılan elektrodları yüksek kaliteli bir çeliktir. Normal tellerden farkı, kimyasal bileşimi ile kaynak dolgusunu deokside etmesi ve dolgunun metalurjik emniyeti bakımından gerekli olan manganez miktarının yüksek olmasıdır. Çeşitli amaçlar için genellikle 1.2 ile 12 mm çapında normlaştırılmış kaynak telleri kullanılır.

Tozaltı kaynak elektrodlarının yüzeylerinin tamamen düz ve pürüzsüz, yağ, pislik ve pastan uzak ve uygun olmalı ve kaynak işlemi boyunca da uygun kalmalıdır. Bu da, akımın sabit bir şekilde arka gelmesine engel olduğundan, kaynak yerine verilen ısı miktarı değişir, sonuçta da dikişin hatalı çıkmasına neden olur. Tozaltı kaynağında kullanılan teller özellikle bileşimlerindeki manganez miktarına göre sınıflandırılmaları gerekmektedir. Çoğunlukla bu teller bakır kaplı olarak piyasaya arz edilir. Telin üzerindeki ince bakır tabakası, meme içerisinde kıvılcımsız bir akım geçişi sağladığından tel hızı ve kaynak akımının sabit kalmasını sağlayarak kaynak dikişi kalitesini arttırdığı gibi paslanmaya karşı da koruma sağlamaktadır. Üzeri paslı teller memede kontakt zorlukları, kıvılcımlı bir akım geçişi ve dolayısıyla memenin çabuk aşınmasına neden olduklarından, kesin olarak kullanılmamaları gerekir. Ayrıca, teller uygun olmayan aşınmış ya da büyük çaplı memelerde kullanılırsa yine kıvılcımlı bir akım geçişi ve değişken bir tel hızı ortaya çıkar. (Meme çapı tel çapına toleranslar dahilinde uygun olmalı ve kaynak işlemi boyunca da uygun kalmalıdır.) Bu da, akımın sabit bir şekilde arka gelmesine engel olduğundan, kaynak yerine verilen ısı miktarı değişir, sonuçta da dikişin hatalı çıkmasına neden olur. Tozaltı kaynağında kullanılan teller özellikle bileşimlerindeki manganez miktarına göre sınıflandırılır.

Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de iki ayrı sınıflandırma sistemine göre, tozaltı kaynağında kullanılan tellerin kimyasal bileşimleri verilmiştir. Çizelge 4.1' de verilen AWS A5. 17-69 sınıflandırmasında kullanılan semboller şunları ifade etmektedir; "E" elektrodu; "L", "M", ve ya "H" sırasıyla düşük, orta veya yüksek manganezli olduğunu; bir sonraki sayı veya sayılar yaklaşık olarak karbon yüzdesini; "K" ise silisyumlu-çeliği simgelemektedir. [The Lincoln Electric Company, 1995]

Çizelge 4.1 AWS A5.17-69'a Göre Tozaltı Kaynağında Kullanılan Tellerin Kimyasal Bileşimleri

AWS Sınıflandırması	Kimyasal Bileşim (%)						
	Karbon	Mangan	Silisyum	Sülfür	Fosfor	Bakır	Diğer
Düşük Manganezli Grup							
EL 8	0.10	0.30-0.55	0.05				
EL8K	0.10	0.30-0.55	0.10-0.20				
EL 12	0.07	0.35-0.60	0.05				
Orta Manganezli Grup							
EM5K¹	0.06	0.90-1.40	0.40-0.70	0.035	0.03	0.15	0.50
EM 12	0.07-0.15	0.85-1.25	0.05				
EM12K	0.07-0.15	0.85-1.25	0.15-0.35				
EM13K	0.07-0.19	0.90-1.40	0.45-0.70				
EM15K	0.12-0.20	0.85-1.25	0.15-0.35				
Yüksek Manganezli Grup							
EH 14	0.10-0.18	1.75-2.25	0.05				

Çizelge 4.2 DIN 8557'ye Göre Tozaltı Kaynağında Kullanılan Tellerin Kimyasal Bileşimleri

DIN Sınıflandırması	Kimyasal Bileşim (%)			
	C	Mn	Si	Mo
S1	0.06-0.12	0.40-0.60	0.10 max.	-
S1 Si	0.06-0.12	0.30-0.60	0.10-0.40	-
S2	0.08-0.14	0.80-1.20	0.05-0.15	-
S2Si	0.08-0.14	0.80-1.20	0.15-0.40	-
S3	0.08-0.15	1.30-1.70	0.01-0.25	-
S4	0.08-0.16	1.80-2.20	0.05-0.25	-
S5	0.08-0.16	2.30-2.70	0.05-0.25	-
S6	0.08-0.17	2.80-3.20	0.20-0.30	-
S1 Mo	0.06-0.12	0.30-0.60	0.15-0.40	0.40-0.60
S2 Mo	0.08-0.1	0.80-1.20	0.05-0.15	0.45-0.60
S3 Mo	0.08-0.1	1.10-1.50	0.05-0.15	0.45-0.60
S4 Mo	0.08-0.16	1.70-2.10	0.05-0.15	0.05-0.50
S5 Mo	0.08-0.17	2.80-3.20	0.15-0.30	0.45-0.60

Çizelge 4.3'de AWS sınıflandırmasına göre standart elektrod çapları ve bunlara ait toleranslar gösterilmektedir. [The Lincoln Electric Company, 1995]

Çizelge 4.4'de DIN sınıflandırmasına göre standart elektrod çapları ve bunlara ait toleranslar gösterilmektedir. [Çelik, 1988]

Çizelge 4.5'de çeşitli elektrod çapları için uygun akım ve gerilim değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.3 AWS A5.17-69'a Göre Tozaltı Kaynağı Elektrodları İçin Standart Boyutlar Ve Toleranslar

Standart Elektrod Çapı, in.	Tolerans, ±in.
1/16 (0.063)	0.0015
5/64 (0.078), 3/32 (0.094)	0.002
1/8 (0.125)	0.003
5/32 (0.156), 3/16 (0.188), 7/32 (0.219) ¹ / _A (0.250), 5/16 (0.312), 3/8 (0.375)	0.004

Çizelge 4.4 DIN 668'e Göre Tozaltı Kaynağı Elektrodları İçin Standart Boyutlar ve Toleranslar

Standart Elektrod Çapı, mm	Tolerans, ±mm
1.2 ,1.6	0.050
2.0 , 2.5 , 3.0	0.060
4.0 , 5.0 , 6.0	0.075
7.0 , 8.0 , 9.0 ,10.0	0.090
12.0	0.110

Çizelge 4.5 Tozaltı Kaynağı Elektrodları İçin Tel Çapına Uygun Akım Şiddeti Ve Ark Gerilimi Değerleri

Tel Çapı, mm	Akım Şiddeti, (Amper)	Ark Gerilimi, (Volt)
1.6	120-250	20-26
2.5	180-350	22-29
3.0	250-550	24-34
4.0	320-840	26-32
5.0	550-1050	29-35
6.0	780 - 1400	31-38
7.0	900-1600	32-40
8.0	1100-1800	34-42
10.0	1500-2000	38-47
12.0	2000-3400	40-50

Elektrod uzantısı veya serbest tel uzunluğu, tozaltı kaynağında önemli bir kontrol parametresidir. Telin ergime miktarı elektrod uzantısındaki artış ile artacaktır. Örneğin ergime oranı, 4 mm çaplı bir tel ve 700 A şiddetindeki bir akımda 32 mm'lik bir tel uzantısı ile yaklaşık 9 kg/h olurken, 178 mm'lik bir tel uzantısında 14 kg/h olur. Pratikte nüfuziyetteki azalma ve arktaki gezinme riski uzun elektrod uzantısının yalnızca kaplama ve elektrodun pozisyonunun ayarlanmasından çok 18 nüfuziyetin kontrol edilmesinin ve yüksek dolgu miktarının gerektiği yüzey uygulamalarında kullanılır. Tavsiye edilen ve maksimum elektrod uzantısı değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. [TWI, 1999].

Çizelge 4.6 Elektrod Uzatısı için Normal Ve Maksimum Değerler

Tel Çapı, mm	Akım Aralığı, A	Elektrod Uzatısı, mm	
		Normal	Maksimum
0.8	100 - 200	12	-
1.2	150-300	20	-
1.6	200 - 500	20	-
2.0	250 - 600	25	63
3.2	350 - 800	30	76
4.0	400 - 900	32	128
4.75	450 - 1000	35	165

Tozaltı kaynağında elektrod çapının kaynak karakteristikleri üzerinde etkileri vardır. Diğer bütün koşullar sabit tutulduğunda, elektrod çapının arttırılması ile dolgu genişliği artar, nüfuziyet ve dolgu miktarı azalır. [The Lincoln Electric Company, 1995]

Bir kaynak teli seçiminde yalnız esas malzemenin kimyasal bileşimi değil kaynak tozunun metalurjik durumu da göz önüne alınmalıdır. Yani esas metalin bileşimine bağlı olarak çeşitli tel - toz kombinasyonları seçilerek istenilen bileşimde ve mekanik özellikte kaynak dikişleri elde edilebilir. [Gülbahar, 1983].

Tozaltı kaynağında kaynak metalini alaşımlandırmak için üç ayrı yöntem kullanılır. Bunlar; - Alaşımlı tel ile alaşımsız toz kullanmak; - Yumuşak çelik tel ve alaşım elemanı içeren toz kullanmak; ve kompoze elektrod kullanmak. Kompoze elektrodlar, alaşım elemanı içeren bir örtü ile alaşımsız bir telden meydana gelir.

Toz ve tel seçiminde, kaynak esnasında cüruf ve kaynak banyosu arasında çok çeşitli kimyasal reaksiyonların meydana geldiği göz önünde bulundurulmalıdır. Kaynak tellerinde bulunan alaşım elemanlarının kaynak dikişine tesirleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. [Anık & Tülbentçi].

Çizelge 4.7 Alaşım Elementlerinin Kaynak Dikişine Kazandırdığı Özellikler

Alaşım Elementi	Miktarı, %	Kazandırdığı özellik
C	0.05 - 0.25	Sertlik ve Çekme Mukavemeti
Mn	0.5-3.0	Sertlik ve Çekme Muk., % Uzama, Tokluk
Mo	0.5-1.0	Yüksek Sıcaklıkta Mukavemet
Cr	1.0-2.9	Sertlik ve Yüksek Sıcaklıkta Mukavemet
Ni	1.0-2.0	Düşük Sıcaklıklarda Tokluk

4.1.2 Tozaltı Kaynağında Kullanılan Kaynak Tozları

Tozaltı kaynağında kullanılan bir kaynak tozu, genel olarak, örtülü bir elektrod ile yapılan kaynakta örtünün yaptığı görevi yapar. Tozaltı kaynak yönteminde kullanılan tozlar, manganez, silisyum, titanyum, alüminyum, kalsiyum, zirkonyum, magnezyum ve diğer bileşikler; örneğin kalsiyum florid; içeren granül haldeki ergimiş minerallerdir. Tozlar, tel ve toz kombinasyonunun istenilen mekanik özellikleri oluşturabilmesi için, verilen elektrod tipi ile uygun olacak şekilde özel olarak formüle edilmiştir. Bütün tozlar, kaynak metalinin kimyasal bileşimini ve mekanik özelliklerini meydana getirmek için kaynak banyosu ile reaksiyona girer. [TWI, 1999].

Kaynak tozu, kaynak işlemine fiziksel, metalurjik ve elektriksel bakımlardan etki eder. Fiziksel olarak yaptığı etkiyi, meydana gelen cürufun kaynak banyosunu havaya karşı koruması, dikişe uygun bir form vermesi, çabuk soğumasına engel olması ve geçiş bölgesinde (ITAB) yanma oluşu/çentik oluşumunu önlemesi şeklinde gösterebiliriz. Kaynak tozunun fiziksel etkisinde rol oynayan faktörler, tozun özgül ağırlığı, tane büyüklüğü, ergime aralığı, gaz geçirme kabiliyeti ve yığılma yüksekliğidir. Tozun metalurjik olarak yaptığı etkiye de kaynak banyosuna kattığı elemanlarla dikişi alaşımlandırması ve temizlemesi gösterilebilir. Metalurjik olaylara esas metal ile kaynak telinin de etkisi vardır. Esas metal kaynak teli ve tozun bileşimi, dikişin kimyasal bileşimine etki eden üç önemli faktördür. Kaynak tozunun elektrik etkisi ise arkın kolayca tutuşmasını ve sürekliliğini sağlamaktır.

Bu noktaların ışığında iyi bir kaynak tozundan beklenen hususlar şunlardır:

- Kaynak işlemi sırasında arkın kararlılığını sağlamalıdır. Alternatif akımla yapılan kaynaklarda kullanılan tozların bilhassa akımın sıfır noktasından geçerken arkın sönmemesini temin etmesi gerekir.
- İstenilen kimyasal bileşimde ve mekanik özelliklere sahip bir kaynak dikişi vermelidir.
- Uygun ve hatasız bir iç yapı sağlamalıdır.
- Kaynak dikişinde herhangi bir çatlak veya gözenek oluşumuna sebebiyet vermemelidir.

Tozların, depolandığında ve kaynak esnasında nem çekme miktarlarının mümkün olduğunca düşük olması gerekmektedir. Toz nemli olduğu takdirde kaynak yerinde gözenekli bir yapı meydana getirecek ve hatalı bir kaynak dikişi oluşturacaktır. Bunun için eğer toz beklemiş ise kaynaktan önce fırında kurutulması gerekir.

- Toz çeşitli kaynak hatalarına sebebiyet verebilecek organik maddeleri içermemelidir.
- Kök pasolarının ve dar aralıkların kaynağında cüruf kolayca kalkabilmelidir.

Kaynak esnasında katı, sıvı ve gaz fazları arasındaki bütün reaksiyonların kaynak metali katılaşıncaya kadar kısa bir süre içerisinde meydana gelmesini sağlamalıdır.

Tozaltı Kaynak Tozlarının Sınıflandırılması;

Tozaltı kaynağında kullanılan kaynak tozların çeşitli bakımlardan sınıflandırmak mümkündür. [Anık&Tülbentçi].

A - Kaynağın Amacına Göre Sınıflandırma:

- 1 - Hızlı kaynak tozları
- 2 - Derin nüfuziyetli kaynak tozları
- 3 - İnce sac kaynağı tozları
- 4 - Aralık doldurma tozları
- 5 - Doldurma kaynağı tozları

B - İmal Usulüne Göre Sınıflandırma:

- 1 - Erimiş kaynak tozları
- 2 - Sinterlenmiş kaynak tozları
- 3 - Aglomere kaynak tozları

C - Kimyasal Karakterine Göre Sınıflandırma:

- 1 - Asit karakterli tozlar
- 2 - Bazik karakterli tozlar
- 3 - Nötr karakterli tozlar
- 4 - Rutil karakterli tozlar

D - Manganez Miktarına Göre Sınıflandırma:

- 1 - Yüksek manganezli tozlar
- 2 - Orta manganezli tozlar
- 3 - Düşük manganezli tozlar

4.1.2.1 Ergimiş Kaynak Tozları

Ergimiş tozların imalinde genellikle kuvarz, manganez cevheri veya manganez cürufu dolomit, kalkspat, fluspat ve kil gibi maddeler uygun oranlarda karıştırılarak bir ergitme fırınında bir araya getirilir. "Karışımın kimyasal homojenliğinin sağlanabilmesi için ergitme işlemi yapılır. Karışım daha sonra soğutulur ve istenilen tane boyutunda üretilir. 2000 A'den daha büyük akım şiddetlerinde dahi düzgün ve stabil bir ark ve birbirine uygun kaynak metali özelliklerini sağlayabilmesi bu tozların avantajları arasında sayılabilir. [TWI, 1999]." Ergitme için daha ziyade ark fırınları kullanılmaktadır. Bazen alevli fırınlarda kullanılabilir. Fırına ergitme için konulan hammaddelerin tane büyüklükleri de önemlidir. Ark fırınında ergitilen hammaddelerin taneleri 2 ile 4 mm arasında olmasına rağmen alevli fırınlarda ise taneler biraz daha küçüktür. İri taneler, bilhassa ergime süresi bakımından enerji ihtiyacını arttırdığından arzu edilmez.

Ergimiş tozların imalinde kullanılan fırınların gücü, hammadde kapasitesi ile bunun için gerekli enerji miktarına bağlıdır. 4 m² lik taban alanı bulunan bir alevli fırının ergitme gücü saatte 300 kg ergimiş sıvı cüruftur. Ark fırınlarında ise ergitme gücü saatte 300 ile 800 kg arasında bulunur. Ark fırınlarındaki ergitme işlemi 1500 ile 1600 °C arasında olur ve kullanılan akım şiddeti de 1000 ile 1100 Amper arasında bulunur. [Anık, 1982].

4.1.2.2 Sinterlenmiş Kaynak Tozları

Sinterlenmiş tozlar alevli bir fırında imal edilirler. Kullanılan hammaddeler ilk önce gayet ince olacak şekilde öğütülür ve sonra bir karıştırıcı vasıtasıyla karıştırılır. Karıştırılan ham toz, küçük parçacıklar halinde pres edilir ve alevli fırına konur. Fırının çalışma sıcaklığı 1000 ile 1100 °C arasında bulunur. Böylece ham toz fırında bir sinterleme işlemine tabi tutulmuş olur. Sinterlenen parçalar daha sonra ufaltılarak eleklerden geçer ve istenilen tane büyüklüğünde ayrılır. [Anık, 1982].

4.1.2.3 Aglomere Tozlar

Aglomere kaynak tozları genel olarak silikatlar, fluoidler, demir oksitleri ve karbonatlar ile kaynak işlemi esnasında cüruf teşkili, arkın iyonizasyonu ve deoksidasyon gibi vazifeleri yerine getiren maddelerden oluşmaktadır. Taneler şeklindeki toz parçacıklarının mümkün mertebe aynı tane büyüklüğünde, aynı ağırlıkta ve aynı dış formda olması arzu edilir. "Taneler halindeki bu karışım ilk önce kurutulur. Daha sonra ise ergime oranı düşük olan bir bileşik ile; örneğin sodyum silikat; yapıştırılır. [TWI, 1999]." Yapıştırma işleminden sonra mevcut bütün rutubetin ortadan kaldırılması için karışım bir tavlama işlemine tabi tutulur. Bu

tavlamadan sonra toz elenerek arzu edilen büyüklükte ayrılır ve daha sonra paketlenir.[Çelik, 1988]

Aglomere tozlar, ergimiş tozlara nazaran aşağıdaki farkları arz eder

- Manganez ve diğer elementlerin ergime sırasındaki kaynak metaline geçişi aglomere tozlarda daha fazladır.
- Alaşımız tellerin kullanılması halinde, kaynak dolgusunun alaşımlandırılması aglomere tozlarla daha iyi sağlanır.
- Aglomere tozlara katılan ferro alaşımları ile kaynak yerini daha iyi bir şekilde alaşımlandırmak mümkündür.
- İstenilen metalurjik etkilere uygun aglomere tozun imali daha kolaydır. [Anık & Tülbentçi].
- Aglomere tozların sarfiyatı, ergimiş tozlara nazaran daha azdır. [Anık, 1982],
- Birçok aglomere toz, gözenek oluşumuna önlemede yardımcı olan metalik deokside ediciler içerir. Aglomere tozlar, paslı ortamlarda dahi oldukça verimlidir. [TWI, 1999]

4.1.3 Kaynak Tozlarının Fiziksel Etkileri

Tozaltı kaynağında kullanılan tozların kaynak esnasında kaynak işlemine bir takım fiziksel etkileri söz konusudur. Örneğin, kaynak dikişinin şekillenmesinde, ergiyen ve cüruf haline gelen tozun rolü büyüktür. Burada, yığılan tozun özgül ağırlığı, tane büyüklüğü, ergime derecesi ve gazları geçirme kabiliyeti bilhassa büyük rol oynar. Kaynak tozunun, kaynak esnasındaki fiziksel etkileri şöyle sıralanabilir:

- a) Ark bölgesini ve ergimiş kaynak banyosunu atmosferin zararlı etkilerine karşı korur. Kaynak esnasında ergiyerek dikişi örten büyük cüruf banyosu, kaynak metaline havadan azot ve oksijen gibi zararlı elemanların girmesini önler.
- b) Kaynak işlemini takiben katılaştıran cüruf tabakası, dikişin yavaş soğumasını sağlar ve bu sayede kaynak bölgesinin gevrekleşmesi önlenir.
- c) Kaynak tozu, kaynak dolgusuna bir dış form verir.
- d) Esas metal ile kaynak metali arasında bulunan geçiş bölgesindeki çentik oluşumuna mani olur.

Kaynak tozunun kaynak işlemini fiziksel olarak etkilemesi, tozun tane büyüklüğü ve kaynak esnasındaki yığılma yüksekliğine bağlıdır.

4.1.3.1 Kaynak Tozunun Tane Büyüklüğünün Etkisi

Ergimiş tozların, aglomere ve sinterlenmiş tozlardan bir farkı bunların çeşitli tane büyüklüklerinde imal edilmiş olmalarıdır.

Kaynak esnasında çıkan gazların, kaynak metali katılaşmadan evvel dikişi terk etmeleri gerekir. Aksi takdirde dikişte kalan gazlar gözeneklere bazen de çatlaklara neden olurlar. Gazların kaynak metalinden tamamen çıkmasına etki eden faktörlerden biri de kullanılan tozun tane büyüklüğüdür. Tozların tane büyüklüğü küçüldükçe gazların çıkış kabiliyeti de azalır. Diğer taraftan tane büyüklüğü akım şiddeti ve kaynak hızıyla da oldukça bağlantılıdır. Kaynak hızının yükselmesi halinde orta veya iri taneli bir tozun kullanılması faydalıdır. Zira hızlı yapılan kaynakta ergiyen banyo küçük olup çabuk katılaşacağından, gazların da çok kısa zaman zarfında dikişi terk etmeleri gerekir. Bu da, ancak kullanılan tozun tanesi büyüdüğü zaman sağlanabilmektedir.

4.1.3.2 Yığılan Tozun Yüksekliğinin Etkisi

Kaynak yaparken akan (yığılan) tozun yüksekliği, arkı tam örtecek şekilde ayarlanır. Eğer, arkın kıvılcımları ve ultraviyole ışınlar etraftakileri rahatsız edecek şekilde dışarı çıkarsa, bu takdirde yığılan tozun yüksekliği azdır. Neticede dikişe hava gireceğinden dikiş gözenekli olur. Tozun yüksekliğinin fazla olması da, dikişten çıkan gazların kolayca dışarıya atılmasını engellediği için yine dikişte gözenekler meydana gelir. [Anık&Tülbentçi].

4.1.3.3 Kaynak Tozlarının Kimyasal Bileşimleri

Kaynak tozları kimyasal bileşimleri ve metalurjik etkileri bakımından da sınıflara ayrılır. Tozaltı kaynağında kullanılan tozlar daha ziyade belirli şartları yerine getirmek üzere geliştirilmektedir. Mesela, ince saçların kaynağında kullanılacak bir tozun, hızlı kaynak yapan bir özelliğe sahip olması gerekir.

Kaynak tozlarının büyük bir kısmını (SiO_2) teşkil eder. (SiO_2) toza belirli fiziksel ve kimyasal özellikler kazandırır. Bilhassa tozun yüksek akım şiddetleri ile yüklenebilmesini, iyi bir deoksidasyonu ve cürufun akışını sağlar. Tozların bileşiminde bulunan diğer önemli bir madde de (MnO) dir. MnO özellikle erimiş tozlarda dikişin emniyeti bakımından önemli rol oynar, genel olarak tozun MnO miktarı yükseldikçe, akım yüklenebilme kabiliyeti de azalır. Yüksek akım şiddeti ile yüklenen tozlarda hiç MnO bulunmaz. Örneğin, manganezi gayet az fakat silisyum miktarı yüksek tozlar, kire ve pasa karşı çok hassastır. Bunun için kaynak yapılacak ağızların gayet iyi bir şekilde temizlenmesi gerekir. Diğer taraftan yüksek

manganezli tozlar pas ve kire karşı pek hassas değildir. Kaynak tozlarının bileşimleri Çizelge 4.8'de gösterilmiştir. [Anık&Tülbentçi].

Tozaltı kaynağında Manganezin yanında Silisyum da önemli bir metalurjik etkiye sahiptir. Silisyum kaynak sırasında kaynak banyosunu deokside eder. Böylece dikişin gözeneksiz olmasını sağlar. Ayrıca gazı alınmış bir kaynak banyosu meydana getirdiğinden fosfor ve kükürt segrasyonu da azalır.

Çizelge 4.8 Kaynak Tozlarının Kimyasal Bileşimleri

Kullanıldığı Yer	İmal Şekli	Lüzumlu Kaynak Teli	Kimyasal Bileşimi (% ağırlık)					
			SiO ₂	MnO	CaO	CaF ₂	MgO	Al ₂ O ₃
Yüksek akım şiddeti ile yüklenebilen tozlar (4000 A'e kadar)	Erimiş	Yüksek Manganezli S5 ve S6	50	-	30	6	10	4
Çok maksatlı tozlar: 1-Birleştirme ve doldurma kaynakları 2-Tek ve çok pasolu kaynaklar (1500 A'e kadar)	Erimiş	Orta Manganezli S3 ve S4; S3 Mo ve S4 Mo	38	7	22	6	10	15
Çok maksatlı tozlar: 1-Birleştirme ve doldurma kaynakları 2-Tek ve çok pasolu kaynaklar (1000 A'e kadar)	Erimiş	Düşük Manganezli S2 ve S3	33	28	7	5	2	20
Çok maksatlı tozlar: 1-İnce saçların kaynağı 2-Hızlı kaynaklar 3-Pasa karşı hassasiyet 4-Doldurma kaynakları	Erimiş ve ya Aglomere	Düşük Manganezli S2	34	40	5	4	-	-
Çok maksatlı tozlar: 1-Birleştirme ve doldurma kaynakları 2-Tek ve çok pasolu kaynaklar 3-Yüksek derecede bazik	Aglomere	Alaşsız veya Hafif Manganezli S1 ve S2; S2 Mo ve S3 Mo	24	8	18	9	-	40

Akım şiddeti arttıkça manganez ve silisyumun yanma nispeti artar; diğer taraftan kısa ark boyu ile kaynak yapıldığında, uzun ark boyuna nazaran daha az toz cüruf haline geçer ve dolayısıyla kaynak banyosu daha az alaşımlanır. Ayrıca kaynak hızının artmasıyla dikişin ihtiva ettiği manganez ve silisyum miktarı azalır. [Anık&Tülbentçi]. Bunun yanında kaynak ağız açısının da dikişin kimyasal bileşimi üzerinde etkisi vardır. Kaynak metalindeki silisyum miktarı ergiyen ve cüruf haline geçen toz miktarına bağlı olduğundan kaynak ağız açısının büyümesi halinde, daha fazla cüruf reaksiyona gireceğinden dikişin silisyum miktarı da artar. Ark boyunun artması (yani ark geliminin yükselmesi) bu miktarı daha da arttırır. [Anık, 1982].

Kaynak işlemi esnasında kaynak metalinin ihtiva ettiği manganez ve silisyum miktarı ile ilgili olarak kaynak banyosunda bir takım kimyasal reaksiyonlar meydana gelir. Bunlara ait şöyle iki örnek vermek mümkündür:

a) (MnO) içermeyen yüksek (SiO₂)'li bir kaynak tozunda;



Birinci denklemde, kaynak metali tozdan büyük miktarda silisyumu redükler ve aynı anda ikinci denkleme göre de kaynak telindeki manganezin oksidasyonu meydana gelir. Bu da, kaynak metalindeki silisyumun artmasına ve manganezin de azalmasına sebep olur. Bu gibi hallerde dikişin manganez miktarını ayarlamak için yüksek manganezli bir tel kullanmak gerekir.

b) (SiO₂) ve (MnO)'li kaynak tozunda;



Tozdaki MnO, buharlaşan demirle birleşerek (1 numaralı denkleme göre) bir redükleme işlemine tabi tutulur ve böylece tozdan kaynak metaline manganez geçmiş olur. Diğer taraftan da 2 numaralı denklemden görüldüğü gibi, manganez oksidasyona uğrayarak silisyum serbest kalır ve neticede de kaynak metaline geçer. (a) şıkında, kaynak metaline geçen silisyum miktarının bu duruma göre iki katı olduğu görülür ve MnO içeren veya bazik karakterli bir kaynak tozu ile düşük alaşımlı bir kaynak teli kullanılmasının uygun olacağı ortaya çıkar.

AWS A5. 17-69'a göre kaynak tozları, kaynak dolgusunun mekanik özellikleri dikkate alınarak sınıflandırılır.(Çizelge 4.9) [The Lincoln Electric Company, 1995].

Çizelge 4.9 Kaynak Tozlarının Kaynak Dolgusunun Özelliklerine Göre Sınıflandırması

Tozların İşaretleri	Çekme Mukavemeti (psi)	Akma Sının (psi)	Uzama Miktarı (%)	Çentik Darbe Miktarı (Charpy)
F60-XXXX	62000 ile 80000 arası	50000	25	0°de20ft-lbve20° F de 20 ft-lb
F61-XXXX ^b				
F62-XXXX ^b				
F63-XXXX ^b				
F64-XXXX ^b				
F71-XXXX ^b	79000 ile 95000 arası	60000	22	0°de20ft-lbve20° F de 20 ft-lb
F72-XXXX ^b				
F73-XXXX ^b				
F74-XXXX ^b				

Not: Tozlar için verilen sınıflandırmada "F" harfi toz (flux) olduğunu simgeler. Daha sonra gelen iki sayı çekme mukavemetini gösterir. Bundan sonra gelen harf ve sayı dizinleri ise toz ile kullanılan elektrodu simgeler.

4.2 Magc Kaynak Yöntemi

4.2.1 MAG Yönteminde Kaynak Elektroları

Bu yöntemde kullanılan tüm elektrolar tel halindedir ve bir kangala sarılmış olarak makinaya takılır. Kangal büyüklükleri ve tel çapları standartlarla saptanmıştır.

Son yıllarda, kaynak metalinin özelliklerini geliştirebilmek için çeliklerin kaynağında kullanılmak üzere özlü veya kenetli elektrod diye isimlendirilen bir tür geliştirilmiştir. Bunlar yumuşak çelikten ince bir şeridin, ferroaliyaj ve dekapanlar ile beraberce kıvrılıp tel haline getirilmesi ile üretilmişlerdir. Bu şekilde tel halinde üretilmesi güç veya imkânsız bileşimdeki alaşımlar dahi kolaylıkla elektrod haline getirilebilmekte ve daha geniş bir spektrumda elektrod üretimi mümkün olabilmektedir.

4.2.1.1 MAGC Kaynak Yönteminde Elektrod Seçimi

Eriyen elektrod ile gazaltı kaynak yönteminde en önemli problemlerden bir tanesi de tel elektrodun seçimidir. Bu kaynak yönteminde tel ve koruyucu gaz kombinasyonu sonucunda ortaya çıkan kaynak metalinin bileşimi gereken mekanik ve fiziksel özellikleri karşılamak zorundadır, bu bakımdan elektrod seçiminde aşağıda belirtilmiş olan hususlar gözönüne alınmak zorundadır.

Elektrod seçimini etkileyen en önemli faktör esas metalin fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal bileşimidir. Esas metalin bu özellikleri bilinmediği zaman görünüşü, ağırlığı, magnetik özeliği ile kama testi, kırma ve kıvılcım testi gibi basit atölye testleri ile bu konuda bir fikir edinilebilirse de, özellik gerektiren işlerde, kimyasal bileşimin muhakkak bir analiz ile saptanması gereklidir. Elektrod seçimi aşağıda belirtilmiş olan kriterler gözönünde bulundurularak yapılır;

4.2.1.1.1 Esas Metalin Mekanik Özellikleri

Bu kritere göre elektrod seçimi, genellikle esas metalin çekme ve akma mukavemeti gözönüne alınarak yapılır; bazı hallerde, özellikle ferritik çelikler halinde malzemenin kırılma tokluğunun da (çentik-darbe mukavemeti) gözönüne alınması gereklidir.

4.2.1.1.2 Esas Metalin Kimyasal Bileşimi

Esas metalin kimyasal bileşiminin bilinmesi, bilhassa renk uyumunun, korozyon direncinin, krip dayanımının, elektriksel ve ısı iletkenliğinin sözkonusu olduğu hallerde gereklidir. Bunun yanısıra çelikler halinde, ısının tesiri altında kalan bölgede, sertleşme oluşup oluşmayacağına önceden belirlenmesi bakımından da esas metalin kimyasal bileşiminin bilinmesi gereklidir. Genel olarak sade karbonlu ve az alaşımlı çelikler halinde elektrod seçiminde, esas metalin kimyasal bileşimi en önemli faktördür.

4.2.1.1.3 Koruyucu Gazın Türü

Koruyucu gaz olarak asal gaz veya karışımlarının kullanılması halinde bir yanma kaybı sözkonusu değildir; buna karşın bir aktif gaz, örneğin karbondioksit veya asal gaz + aktif gaz karışımı kullanılması halinde birtakım yanma kayıpları ile karşılaşılır.

Daha önceden belirtilmiş olduğu gibi aktif gaz kullanılarak çeliklerin kaynatılması halinde az bir miktar demir oksijen tarafından oksitlenir ve ortaya çıkan demir oksit de bileşimdeki mangan ve silisyum tarafından redüklenir; buradaki silisyum ve mangan kaybı elektrod tarafından karşılanmak zorundadır, bu bakımdan çeliklerin kaynağında MIG Yöntemi için geliştirilmiş bir elektrod MAG yönteminde kullanılamaz.

4.2.1.1.4 Esas Metalin Kalınlığı Ve Geometrisi

Kaynakla birleştirilecek olan parçaların, kalın kesitli veya karışık şekilli olmaları halinde, çatlamanın önlenmesi için kaynak metalinin sünek olması gereklidir; bu durumlarda en iyi sünekliği sağlayan kaynak metalini oluşturacak türde bir elektrod seçilmelidir.

Kaynaklı yapının aşırı düşük veya yüksek sıcaklıklarda, korozif ortamlarda çalışmasının gerekli olduğu hallerde, kaynak metalinin her bakımdan esas metalin özelliklerini aksettirmesi gereklidir. Ayrıca şartnamelerde kaynak metalinin bazı ilave özelliklere de sahip olması istenebilir ve bu husus da elektrod seçiminde çok önemli bir rol oynar.

Günümüz endüstrisinde, elektrod seçimini kolaylaştırmak gayesi ile çeşitli standartlar hazırlanmış ve özellikler sınıflandırılmıştır, gereksinimleri karşılayacak ve esas metal ile en iyi uyumu sağlayarak en iyi sonuçları verecek türde çok çeşitli tel ve özlü tel elektrodlar üretilmektedir.

4.2.1.2 Çeliklerin Kaynağında Kullanılan Elektrodlar

Çeliklerin kaynağında kullanılan tel elektrodlar şu şekilde gruplanabilir:

4.2.1.2.1 Alaşımız Teller

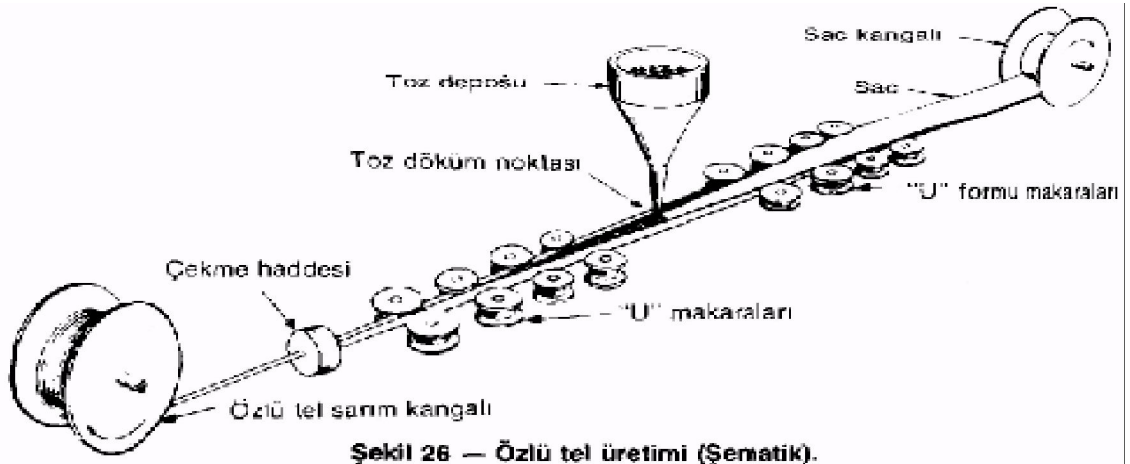
Bu tür teller yumuşak çeliklerin kaynağında kullanılır, bunların bileşimlerini alaşımız çeliklerden ayırt eden sadece mangan ve silisyum içeriklerinin bir miktar daha fazla olmasıdır.

4.2.1.2.2 Alaşımli Teller

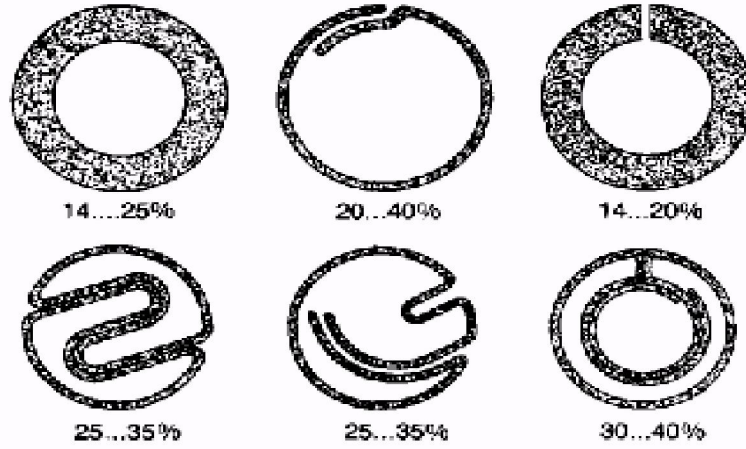
Bu teller özel bileşimde olup, alaşımli çeliklerin kaynağında kullanılır.

4.2.1.2.3 Kenetli Veya Özlü Teller

Bu tür tel elektrodlar, alaşımız ince bir saç şeridin boru haline getirilmesi veya bir lüleden geçilerek tel şeklinde çekilmesi sonucu elde edilmişlerdir. Boru biçiminde olanların iç kısmında, diğerlerinin kıvrımları arasında bir dekapan ve ferroalaşım tozları bulunur; kaynak dikişinin dezoksidasyonu ve alaşımlanması bu öz tarafından gerçekleştirilir.



Şekil 26 — Özlü tel üretimi (Şematik).



Şekil 27 — Çeliklerin kaynağında kullanılan özlü tel elektrodların kesitleri (Şematik).

Şekil 4.1 Çeliklerin Kaynağında Kullanılan Özlü Tel Elektrodların Kesiti

Çeliklerin ergiyen elektrod ile gazaltı kaynağında kullanılan elektrodların türlerine ve çeşitli standartlara göre sınıflandırılmalarına geçmeden önce, bunların bileşiminde bulunan alaşım elementleri ve bunların kaynak dikişine olan etkilerini bilmek, elektrod seçiminde kolaylık sağlar. Dezoksidasyon kaynak banyosundan bir elementin oksijenle birleşerek oksit oluşturup cürufa geçmesine denir; oksijen dikişte gözenek oluşumuna neden olduğundan, bu işlemin kaynak esnasında gerçekleşmesi çok önemlidir. Çeliklerin kaynağında kullanılan elektrodlara ilave edilen alaşım elementleri ve bunların etkileri aşağıda belirtilmiştir.

Silisyum

Çeliklerin ergiyen elektrodla gazaltı kaynağında silisyum elektrod metalinde en yaygın bir şekilde kullanılan dezoksidasyon elementidir. Genelde, çelik gazaltı telleri % 0.40 ilâ 1,2 arasında değişen bir oranda silisyum içerirler ve bu bileşim aralığında, silisyum çok iyi bir dezoksidasyon özeliğine sahiptir. Silisyum içeriğinin yükselmesi sonucu kaynak metalinin sünekliliğinin az bir miktar azalmasına karşın mukavemeti oldukça şiddetli bir artma oluşturur;

bir sınır değerin üzerinde, silisyum miktarının artması ise kaynak dikişinin çatlama hassasiyetini arttırır.

Mangan

Mangan da silisyum gibi, kaynak metalinin mukavemet özelliklerinin geliştirilmesi ve kaynak banyosunun dezoksidasyonu için ilave edilir. Mangan içeriğinin artması kaynak dikişinin mukavemetini silisyumdan daha

şiddetli olarak yükseltir ve aynı zamanda kaynak metalinin çatlama hassasiyetini de azaltır. Çeliklerin kaynağında kullanılan kaynak tellerinin mangan içeriği %1 ila 2 arasında değişir.

Alüminyum, Titanyum, Zirkonyum

Bu elementlerin hepsi de çok kuvvetli dezoksidandırılar, kaynak teline % 0.20'ye kadar ilave edildiklerinde aynı zamanda mukavemeti arttırıcı yönde de etkirler.

Karbon

Karbon, çeliklerin yapısal ve mekanik özelliklerini diğer bütün alaşım elementlerinden çok daha şiddetli bir şekilde etkiler, bu bakımdan çelik kaynak tellerinde miktarı % 0.05 ilâ 0.12 arasında değişir. Bu miktar kaynak metalinin mukavemetini gerektiği kadar yükselttiği gibi süneklik ve tokluğuna da olumsuz yönde hissedilebilir bir etki yapmaz.

Esas metal veya telde karbon miktarının artması, koruyucu gaz olarak CO₂ kullanılması halinde porozite oluşumuna neden olur; karbon miktarı artınca, banyoda CO oluşarak karbon kaybı ortaya çıkar, bu da gözenek oluşumuna neden olur, bu olay dezoksidasyon elementlerinin ilavesi ile önlenir.

Diğer alaşım elementleri

Nikel, krom ve molibden mekanik özellikleri geliştirmek ve korozyon dayanımını arttırmak gayesi ile çeşitli çelik kaynak tellerine katılan alaşım elementleridir. Bu elementler az miktarda kaynak metalinin mukavemet ve tokluğunu arttırmak gayesi ile paslanmaz çelikler halinde ise oldukça yüksek miktarlarla paslanmayı önlemek için katılırlar. Genel olarak kaynak işleminde koruyucu gaz olarak bir asal gaz veya içinde az miktarda CO₂ içeren asal gaz kullanıldığında, kaynak dikişinin kimyasal bileşimi telin bileşiminden bir farklılık göstermez, buna karşın saf CO₂ kullanılması halinde Si ve Mn ve diğer dezoksidasyon elementlerinin miktarlarında bir azalma görülür. Çok düşük miktarlarda (% 0.04-0.05) karbon içeren teller ile yapılan kaynak dikişlerinde ise karbon miktarında bir artma görülür.

4.2.1.3 Çeliklerin Kaynağında Kullanılan Tel Ve Özlü Elektrodların Sınıflandırılması

Çeliklerin ergiyen elektrod ile gazaltı kaynağında (MIG-MAG) kullanılan tel ve özlü tel elektrodlar ülkemizde TS, Alman DIN standartlarına ve Amerikan AWS'a göre sınıflandırılır. Ülkemizde bu konuda sadece az alaşımlı çeliklerin kaynağı için kullanılan çelik tellere ait bir standard bulunmaktadır (TS 5618).

Uygulamada bu halin dışında yukarıda belirtildiği gibi DIN ve AWS standartlarına başvurulmaktadır.

Birçok metal ve alaşımın gazaltı kaynağı için geliştirilmiş olan elektrodlar genellikle her iki standartta kimyasal bileşimlerine göre sınıflandırılmış olmasına karşın, çelikler halinde bir istisna olarak hem kimyasal bileşim ve hem de mekanik özellikler bir arada sınıflandırma kriteri olarak kullanılmışlardır.

Çeliklerin kaynağında kullanılan tel ve özlü elektrodların AWS A5.18 ve A5.28'e göre sınıflandırması Çizelge 4.10 da verilmiştir.

AWS standardında MIG-MAG kaynak elektrodlarının simgeleri 4 grup işareten oluşmuştur:

- 1- Simgenin baş kısmındaki E harfi elektrod olduğunu ve MIG-MAG kaynağında kullanılabileceğini gösterir; bunu takiben bulunan R harfi ise aynı elektrodun TIG kaynağında da kullanılabileceğini belirtir.
- 2- 2 veya 3 hane halinde verilmiş olan rakamlar kaynak telinin nominal çekme mukavemetini belirtir.
- 3- Rakamlardan sonra gelen harf kaynak telinin türünü belirtir, S Standard dolu teli C ise özlü teli belirtir.
- 4- En sonda bulunan rakam veya harfler telin özel bileşimini belirtir.

Çizelge 4.10 AWS A5.18, A5.28'e Göre Çelik Tel Elektrodların Kimyasal Bileşimi İle Özlü Elektrodlarda Kaynak Metali Bileşimi.

	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Diğer
ÇiTu çelikler										
ER70S-2	.07	90-140	40-70	.025	.035	—	—	—	.50	Ti, Zr, Al
ER70S-3	.06-15	90-140	45-70	.025	.035	—	—	—	.50	—
ER70S-4	.07-15	1.00-1.50	45-85	.025	.030	—	—	—	.50	—
FR70S-5	.07-19	60-140	30-60	.025	.035	—	—	—	.50	Al
FR70S-6	.07-15	1.40-1.85	50-115	.025	.035	—	—	—	.50	—
ER70S-7	.07-15	1.50-2.00	50-80	.025	.035	—	—	—	.50	—
ER70S-G	Kimyasal bileşim serbest									
Cr-Mo Çelikleri										
ER90S-B2	.07-12	.40-.70	40-70	.025	.025	.20	1.2-1.5	.40-.65	.35	—
ER90S-B2L	.05	.40-.70	40-70	.025	.025	.20	1.2-1.5	.40-.65	.35	—
CR90S-B3	.07-12	.40-.70	40-70	.025	.025	.20	2.3-2.7	.90-1.20	.35	—
CR90S-B3L	.05	.40-.70	40-70	.025	.025	.20	2.3-2.7	.90-1.20	.35	—
E80C-B2L	.05	.40-1.00	.25-.60	.025	.030	.20	1.00-1.5	.40-.65	.35	—
E80C-B2	.07-12	.40-1.00	.25-.60	.025	.030	.20	1.0-1.50	.40-.65	.35	—
F80C-B3L	.05	.40-1.00	.25-.60	.025	.030	.20	2.0-2.5	.90-1.20	.35	—
F80C-B3	.07-12	.40-1.00	.25-.60	.025	.030	.20	2.0-2.5	.90-1.20	.35	—
Ni Çelikleri										
ER80S-Ni1	.12	1.25	.40-.80	.025	.025	.80-1.10	.15	.15	.35	V
ER80S-Ni2	.12	1.25	.40-.80	.025	.025	2.00-2.75	—	—	.35	—
ER80S-Ni3	.12	1.25	.40-.80	.025	.025	3.00-3.75	—	—	.35	—
E80C-Ni1	.12	1.25	.60	.025	.030	.80-1.10	—	.65	.35	V
E80C-Ni2	.12	1.25	.60	.025	.030	2.00-2.75	—	—	.35	—
E80C-Ni3	.12	1.25	.60	.025	.030	3.00-3.75	—	—	.35	—
Mn, Mo Çelikleri										
ER80S-D2	.07-12	1.80-2.10	.50-80	.025	.025	.15	—	.40-.60	.50	—
Diğer az alaşımlı çelikler										
ER100S-1	.08	1.25-1.80	.20-.50	.010	.010	1.40-2.10	.30	.25-.55	.25	V, Ti, Zr, Al
FR100S-2	.12	1.25-1.80	.20-.50	.010	.010	.60-1.25	.30	.20-.55	.35-.65	V, Ti, Zr, Al
FR110S-1	.09	1.40-1.80	.20-.55	.010	.010	1.90-2.60	.50	.25-.55	.25	V, Ti, Zr, Al
ER120S-1	.10	1.40-1.80	.25-.50	.010	.010	2.00-2.80	.60	.30-.65	.25	V, Ti, Zr, Al
ERXXS-G	Kimyasal bileşim serbest									
ERXXS-S	Kimyasal bileşim serbest									

Alman DIN normlarında ise, MIG-MAG kaynağında kullanılan elektrodlar çeşitli normlar halinde de gruplandırılmışlardır. Bu standartlarda, tellerin çapları, toleransları, yüzey durumları, ambalajlanma ve pazara sunma biçimleri ile kimyasal bileşimleri belirtilmiştir.

Gazaltı kaynağında kullanılan elektrodlar ile ilgili DIN normları şunlardır:

DIN 8559 Alaşımlı ve alaşımsız çeliklerin kaynağında kullanılan gazaltı kaynağı için tel elektrodlar,

DIN 8575 Sıcaklığa dayanıklı çelikler için gazaltı kaynağı tel elektrodları,

DIN 8556 Paslanmaz ve ısıya dayanıklı çeliklerin gazaltı kaynağı için tel elektrodlar,

DIN 1732 Alüminyum için kaynak ilave metali,

DIN 1733 Bakır ve alaşımları için tel elektrodlar,

DIN 1736 Nikel ve alaşımları için tel elektrodlar.

Çizelge 4.11 DIN 8559 ve TS 5618'e Göre Alaşım-sız Ve Az Alaşım-lı Çeliklerin Kaynağında Kullanılan Tel Elektrodların Kimyasal Bileşimi.

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 V 0,05
SG 2	1.5125	0,07 - 0,14	0,7 - 1,0	1,3 - 1,6	0,025	0,025	0,30	Zr+Ti 0,15 Al 0,02
SG 3	1.5130	0,07 - 0,14	0,8 - 1,20	1,6 - 1,9	0,025	0,30	0,30	Ni 0,15 Mo 0,15

Çizelge 4.12 DIN 8559 ve TS 5618'e Göre Alaşım-sız Ve Az Alaşım-lı Çeliklerin Kaynağında Kullanılan Özlü Elektrodlar İle Yapılmış Kaynak Dikişlerinin Kimyasal Bileşimleri

Simge	Kimyasal Bileşim %							Müsaade edilen Safsızlık
	C	Si	Mn	P ≤	S ≤	Cu ≤	Ni ≤	
SG R 1	0,05 - 0,12	0,2 - 0,6	0,8 - 1,4	0,03	0,03	0,35	0,7	Cr 0,15 V 0,05 Zr+Ti 0,15
SG B 2	0,05 - 0,12	0,15 - 0,45	0,8 - 1,6	0,03	0,03	0,35	0,7	Al 0,02 Mo 0,15

Çizelge 4.13 Özlü Elektrodların Çap Ve Toleransları (DIN 8559 ve TS 5618)

ÇAPLAR	
Anma Boyutu	Toleranslar
10	
12	+0.01
14	-0.03
16	+0.01 -0.05
20	+0.01
24	-0.06
30	
32	+0.2
40	0.1

Ölçüler mm.dir.

Çizelge 4.14 Tel Elektrodların Çap Ve Toleransları (DIN 8559 ve TS 5618)

ÇAPLAR		Ölçüler mm.dir.
Anma Boyutu	Toleranslar	
{0,6}	+0,01 -0,02	
0,8 0,9 1,0 1,2 1,4	+0,01 -0,03	
1,6	+0,01 -0,04	
2,0 2,4	+0,01 -0,05	
{3,2}	+0,01 -0,06	

Çizelge 4.15 DIN 8559 ve TS 5618'e Göre Çelik Tel Elektrodların Çekme Mukavemetleri

Tel Çapı (mm.)	0,6	0,8	0,9	1,0	1,2	1,6 2,0	2,4 3,2
En az çekme mukavemeti (N/mm ²)	1100	1100	1000	950	900	700	600
1) D100 kod numaralı makaralara sarılan tel elektrodların çekme mukavemetleri yukarıda belirtilenlerin % 50-70'i olarak alınabilir.							

Alaşımız ve az alaşımlı çeliklerin MIG-MAG yöntemi ile tel ve özlü elektrod kullanarak yapılan kaynaklarda kaynak metalinin mekanik özelliklerinin DIN 8559'a göre saptanması için yapılacak deneylerde çizelge 4.16 'da önerilen koşullarda çalışılmaktadır.

Çizelge 4.16 Deney Kaynağı İçin Kaynak Koşulları

Elektrod Türü	Çap (mm)	A	V	Kaynak Hızı cm/dak	Serbest tel uzunluğu (mm)
Tel Elektrod	1,2	260±10	(*)	45	20
Özlü Elektrod	1,6	300±10	28±1	35	25
Özlü Elektrod	2,4	420±10	29±1	45	30
Özlü Elektrod	3,2	470±10	30±1	50	30
(*) Tel elektrod halinde gerilimi seçilen koruyucu gaz belirlemektedir.					

4.2.2. Gazaltı Kaynak Yöntemlerinde Kullanılan Koruyucu Gazlar

Gazaltı kaynak yöntemlerinin üç tür sarf malzemesi vardır, bunlar elektrik enerjisi, koruyucu gaz ve kaynak metalidir. Kaynak telinin kimyasal bileşimi ve koruyucu gazın türü kaynak metalinin bileşimini ve mekanik özelliklerini belirleyen en önemli faktörlerdir.

Bütün gazaltı kaynak yöntemlerinde olduğu gibi koruyucu gazın MIG - MAG yönteminde ark bölgesini tamamen örtmesi ve atmosferin olumsuz etkilerinden koruması gereklidir.

MIG - MAG kaynağında inert ve aktif gazlar veya bunların çeşitli oranlarda karışımı kullanılır. Genel olarak asal gazlar, reaksiyona girmediklerinden demir dışı metallerin kaynağında, aktif gazlar veya aktif ve asal gaz karışımları da çeşitli tür çeliklerin kaynağında uygulama alanı bulmaktadır.

Kaynak işlemi için gaz seçiminde çeşitli faktörlerin göz önünde bulundurulması gereklidir;

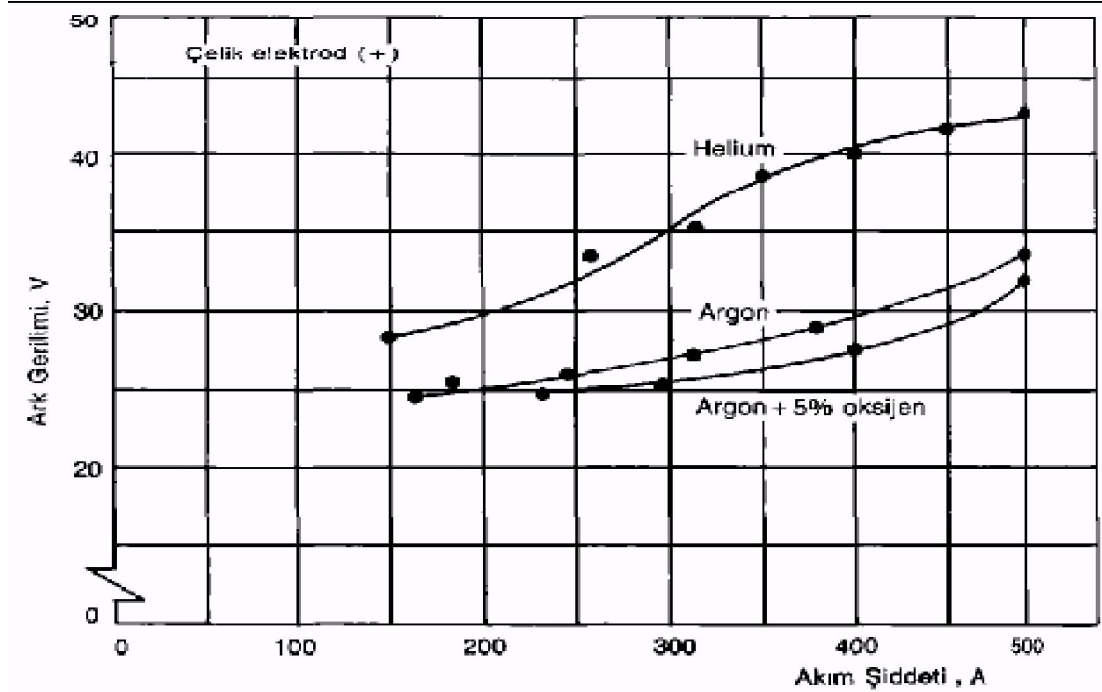
Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

- 1.- Kaynatılan metal veya alaşımın türü,
- 2.- Ark karakteristiği ve metalin damla geçiş biçimi,
- 3.- Kaynak hızı,
- 4.- Parça kalınlığı, gereken nüfuziyet ve kaynak dikişinin biçimi,
- 5.- Tedarik edilebilirlik ve gazın maliyeti,
- 6.- Kaynak dikişinden beklenen mekanik özellikler.

4.2.2.1 Asal Gazlar

Asal gazlar, kabuklarındaki bütün yerlerin elektronlar ile dolu olması, diğer bir deyimle dış kabuğun kapalı olması dolayısı ile diğer elementlerin atomları ile elektron alışverişinde bulunamazlar; yani kimyasal bir reaksiyon oluşturamazlar. Koruyucu gaz kaynağı yöntemlerinde, asal gaz olarak helium ve argon kullanılır. Argon gazı, içinde oluşan arkın gerilim düşümü diğer koruyucu gazlara nazaran daha azdır, ayrıca argonun ısı iletme kabiliyetinin de zayıf olması nedeni ile ark sütunu daha geniş ve sıcaklığı da özellikle dış kısımlarda düşüktür. Sütunun merkezinde gerek metal buharları ve gerekse damla geçişi dolayısı ile sıcaklık daha yüksektir. Bu bakımdan argonun koruyucu gaz olarak kullanıldığı kaynak dikişlerinde nüfuziyet dikişin merkezinde derin, kenarlarda azdır. Al ve Cu gibi metallerin kaynağı için uygun olan argon, çelikler halinde, ancak başka gazlarla karıştırılarak kullanıldığında iyi sonuçlar vermektedir. Heliumun havadan çok hafif olması gaz sarfiyatını çok arttırmaktadır. Örneğin; yatay pozisyonda aynı şartlarda argonun yaptığı korumayı sağlamak için 3 misli heliuma gerek vardır. Helium atmosferi, ısıyı iyi ilettiğinden, bu gazın koruyucu gaz olarak kullanılması halinde derin nüfuziyetli kaynak dikişleri elde edilir. Ark

geriliminin düşümü de argona nazaran yüksek olduğundan, helium atmosferinde oluşan kaynak arkı daha yüksek enerjilidir. Bu bakımdan ısıyı iyi ileten metallerin kalın kesitlerinin kaynağında ekseriya ön ısıtma gerektirmez.



Şekil 4.2 Çeşitli Asal Gaz Ve Karışım Gaz Atmosferlerinde Oluşan Ark Gerilimi

4.2.2.2 Karbondioksit (CO₂)

Karbondioksit renksiz, kokusuz ve özgül ağırlığı 1,997 kg/m³ olan bir gazdır. Havadan takriben 1,5 misli daha ağırdır. Basıncılı tüplerde kullanılır. Karbondioksit tüpleri 15°C'de takriben 65 atmosferde doldurulur. Bu şartlarda tüpün ihtiva ettiği gaz sıvı haldedir. Kullanma sırasında sıvı haldeki karbondioksit gaz haline geçer.

Karbonun yanması sonucu ortaya çıkan karbondioksit, endüstriyel çapta, yanıcı gazların, akaryakıt ve kokun yanma ürünü olarak, kireç taşının kalsinasyonu, amonyak üretimi ve alkolün fermantasyonunda da yan ürün olarak elde edilir.

Karbondioksit kaynak işletmelerine genellikle tüp içinde getirilir, tüp içindeki karbondioksitin büyük bir kısmı sıvı halinde bulunur ve sıvının üst kısmında (tüpün 1/3) ise buharlaşmış karbondioksit gaz halindedir ve bu gazın basıncı düştükçe de sıvıdan buharlaşarak basıncı normale döndürür.

Buharlaşma esnasında tüp daima bir buharlaşma ısısına ihtiyaç gösterir, bu bakımdan standard bir tüpten bir anda çok fazla gaz çekebilme olanağı yoktur; zira buharlaşma ısısının çekilmesi sonucu sıcaklık düşer ve sıvı karbondioksit zerrecikleri karbondioksit karına dönüşür, çıkış

borusunu ve detandörü tıkar; bu bakımdan bir tüpten sürekli olarak 12 litre/dak'dan daha büyük debiler çekilmemesi gereklidir, sürekli olmamak koşulu ile bu değer 17 lt/dak'ya kadar çıkabilir. Bu debiden daha fazla gazın gerekli olduğu hallerde, birden fazla tüpün bir manifold ile bağlanarak kullanılması gereklidir. Soğuk iklimlerde ise karbondioksit karı zerreciklerin çıkış ağzını tıkamaması için, buraya bir elektrikli ısıtıcı konması hararetle tavsiye edilen bir husustur.

Tüp içinde karbondioksitin çok büyük bir kısmının sıvı halde bulunması nedeni ile hiçbir zaman bu tüpler eğik veya yatay durumda kullanılmamalıdır; karbondioksit tüpleri daima kullanma esnasında dik durumda tutulmalıdır. Birçok aktif gazın kaynakta koruyucu gaz olarak kullanılmaya uygun olmamalarına karşın, karbondioksit arzettiği çok sayıda üstünlük dolayısı ile az alaşımlı ve sade karbonlu çeliklerin gazaltı kaynağında çok geniş çapta bir uygulama alanı bulmuştur.

Karbondioksitin çeliklerin kaynağında sunduğu avantajlar derin nüfuziyet, daha yüksek kaynak hızları ve düşük kaynak maliyeti olarak sıralanabilir. Karbondioksit ile düşük akım şiddetleri ve ark gerilimlerinde kısa ark ile yüksek akım değerlerinde ise uzun ark damlalı metal geçişi ile kaynak yapmak mümkün olabilmektedir.

Karbondioksit atmosferi altında yapılan, diğer bir deyimle koruyucu gaz olarak karbondioksit, kullanılan kaynak yöntemine Metal Activ Gas kelimelerinin baş harflerinden faydalanılarak MAG adı verilmiştir.

Alüminyum, magnezyum ve alaşımları gibi kolaylıkla oksitlenen malzemelerin kaynağında CO₂ gibi aktif bir gazın kullanılmamasına rağmen, bu gaz çeliklerin kaynağında yeni imkânların ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Karbondioksit, argon gibi monoatomik elementer bir gaz olmadığından, arkın yüksek sıcaklığında karbonmonoksit ve oksijene ayrışır. Serbest kalan oksijen kaynak banyosundaki elementlerle birleşir; ark sütunu içinde iyonize olan gaz kaynak banyosuna doğru gelir ve bir miktarı tekrar karbondioksit haline geçer ve dolayısı ile ayrışma esnasında almış olduğu ısıyı tekrar verir ve bu da dikişte nüfuziyetin artmasına neden olur. Banyo içinde demiroksit ayrıca mangan ve silisyum tarafından redüklenir.

Mangan ve silisyum kaybı kaynak telinin bileşimi tarafından karşılanır. Bu bakımdan çeliklerin kaynağında MIG yöntemi için üretilmiş teller MAG yönteminde kullanılamaz.

MAG kaynağında, kaynak işlemi esnasında bir miktar alaşım elementi oksidasyonla kaybolduğundan, dikişin üzerinde çok ince bir cüruf tabakası oluşur ve bu da çok kolay bir şekilde kalkar.

4.2.2.3 Karışım Gazlar

Ark atmosferinin karakteri, kullanılan çeşitli gaz ve gaz karışımlarına bağlı olarak değişir. He ve Ar karışımları koruyucu gaz olarak yukarıda belirtilmiş olan özellikleri karışım oranına göre gösterirler. Argon gazına az miktarda oksijen, çeşitli oranlarda CO₂ ilave ederek karışım gazlar elde edilir.

Argon, helium gibi asal gazların oluşturdukları ark atmosferinin nötr bir karakter göstermesine karşın, argon gazına oksijen veya karbondioksit gibi aktif gazların karıştırılmasıyla ark atmosferine oksitleyici bir karakter kazandırılabilir. Hidrojen gazının karıştırılması halinde ise redükleyici bir gaz atmosferi oluşur.

Argona oksijen veya karbondioksit gazlarının karıştırılması ile oluşan ekzoterm bir reaksiyon sonucunda kaynak banyosunun sıcaklığı yükselir ve yüzey gerilimi zayıflar, böylece kaynak banyosunun akıcılığı yükseltilmiş ve gazı giderilmiş olur. Ayrıca, koruyucu gazın oksijen içermesi düşük akım yoğunluklarında da ince taneli ve kısa devresiz damla geçişinin (Sprey ark) oluşmasına yardımcı olur.

Oksijen, oksitleyici etkisi, oksijene karşı büyük bir afinitesi olan mangan, silisyum, alüminyum, titanyum, zirkonyum gibi alaşım elementlerinin kaynak telindeki miktarının arttırılması ile dengelenir.

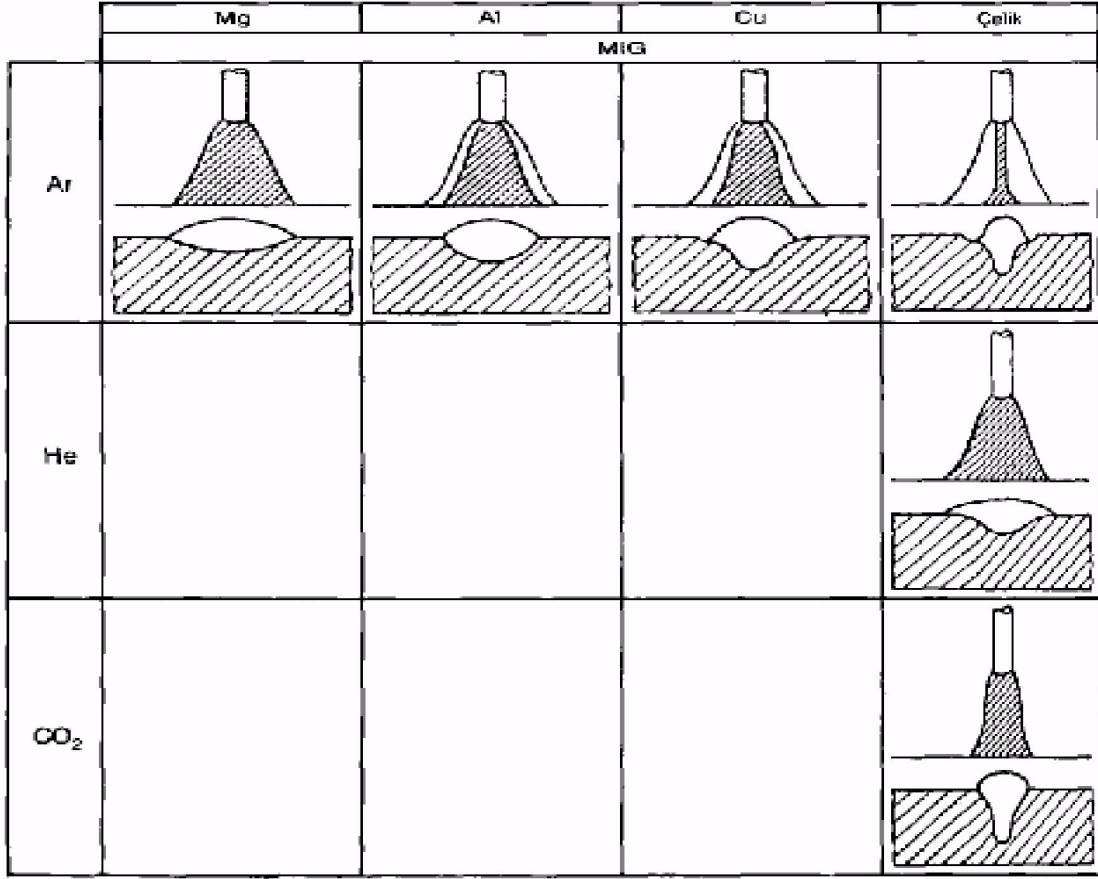
Çeliğin MIG kaynağında argon gazına oksijen ve karbondioksit karıştırılmaktadır. Böylece oksijen kolay ergiyen oksitlerin oluşumunu hızlandırarak, ergiyen elektrod telinden düşen damlaların yüzey gerilimini zayıflatmakta ve ince taneli bir metal geçişi sağlamaktadır.

Çizelge 4.17 MIG-MAG Kaynak Yönteminde Kullanılan Koruyucu Gazlar

Kaynak Usulü	Gazın Karakteri	Gazın İşareti DIN 32526	Gazın Bileşimi	Kullanma Yeri
MIG	Asal	I.1	Ar % 100	Çelik, nikelinde bütün metal ve alaşımları
	Asal	I.2	He % 100	Cu ve Al alaşımları
	Asal	I.3	He % 25-75 Ar kalanı	Cu ve Al alaşımları
karışım gazlar	Hafif Oksitleyici	M. 1.1	O ₂ % 1... 3 Ar kalanı	Paslanmaz Çelikler
		M. 1.2	CO ₂ % 2... 5 Ar kalanı	Paslanmaz Çelikler
		M. 1.3	CO ₂ % 6... 14 Ar kalanı	Alaşımsız ve az alaşımlı çelikler
	Oksitleyici	M. 2.1	CO ₂ % 15... 25 Ar kalanı	Alaşımsız ve az alaşımlı çelikler (özlü elektrod ile)
		M. 2.2	CO ₂ % 5... 15 O ₂ % 1... 3 Ar kalanı	Alaşımlı ve az alaşımlı çelikler
		M. 3.1	CO ₂ % 26... 40 Ar kalanı	Alaşımsız ve az alaşımlı çelikler
	Kuvvetli Oksitleyici	M. 3.2	CO ₂ % 5... 20 O ₂ % 4... 6 Ar kalanı	Alaşımsız ve az alaşımlı çelikler
		M. 3.3	O ₂ % 9... 12 Ar kalanı	Alaşımsız çelikler
		C	CO ₂ % 100	Alaşımsız ve az alaşımlı çelikler

Koruyucu gazların farklı kimyasal ve fiziksel özelliklerinden dolayı, düzgün ve sakin yanışlı bir ark ile kaynak yapabilmek için, her bir gaza belirli bir ark gerilimi ve akım şiddeti uygulamak gerekmektedir. Örneğin; karbondioksit molekülünün ayrışması için yüksek akım yoğunluğuna gerek vardır. Bunun sonucu olarak iri taneli, sıçramalı bir damla geçişi meydana gelir ve derin nüfuziyetli kaynak dikişleri elde edilir.

Bazı metal ve alaşımların kaynağında argon gazında çok düşük derecede bir safiyetsizlik bulunması, kaynak dikişinde oksit, nitrür ve gözenek oluşmasına neden olmaktadır.



Şekil 4.3 Argon, Helyum Ve CO₂ Atmosferinde Oluşan Ark Ve Dikişin Formu

5.KAYNAK AĞIZLARININ HAZIRLANMASI

5.1 Kaynak Ağzlarının Hazırlanması

Ergiyen elektrod ile gazaltı kaynağında, kaynak ağzını şekillendirmede kaynaklı parçanın şekli, kaynatılan malzemenin türü ile ilgili metalurjik hususlar ve konudaki standartlar gözönünde bulundurulur.

Kaynak ağzı hazırlamada en önemli husus gereken mukavemette en iyi kalitede kaynak dikişinin gerçekleşmesini en ekonomik şekilde gerçekleştirmedir.

Kaynaklı bağlantının gerek kalitesini ve gerekse de maliyetini çok önemli bir biçimde etkilediği için ağız dizaynı kaynak teknolojisinde önemli bir konuma sahiptir. Ergiyen elektrod ile gazaltı kaynağı diğer ark kaynak yöntemlerinden ötürü, kaynak ağız dizaynında bu özeliğinde göz önünde bulundurulması gereklidir. Bu açıdan en önemli konu kaynak yaparken kaynakçının kaynak dikişine rahat bir şekilde erişebilmesi ve kaynak yaparken de torçunu rahat bir şekilde hareket ettirebilmesidir. Bu konuda diğer önemli bir husus da gaz lülesi ile dikişin kökü arasındaki mesafedir. Dikişin kök kısmına lülenin gerektiği kadar yaklaşmaması hem kök nüfuziyetini ve hem de kaynak banyosunu koruyan gaz örtüsünün kaynak banyosunu koruma derecesini etkiler.

Kaynak ağız dizaynını etkileyen en önemli faktör bağlantıdan beklenen mukavemettir. Bu değer kaynak ağzında nüfuziyet miktarını belirler. Yüksek mukavemetin gerekli olduğu veya dinamik zorlamaların etkin olduğu hallerde parça tüm kesiti boyunca kaynatılmak zorundadır ve dikiş tam bir nüfuziyete sahip olmak zorundadır. Buna karşın statik zorlanmalar halinde ancak kaynak dikişinden beklenen mukavemetin gerektirdiği kadar bir kesit kaynatılır ve bu gibi hallerde tam nüfuziyet gerekmez.

Kaynaklı bağlantıda, kaynaklanan kesitin tümünün veya bir kısmının kaynaklanması, ağız formunu, kök aralığını ve kök alın yüksekliğini etkiler. Kesitin ancak bir kısmının kaynatılmasının gerekli olduğu hallerde, kök açıklığına gerek yoktur ve yüksek bir kök alını da bırakılabilir. Ergiyen elektrod ile gazaltı kaynağında diğer açık ark yöntemlerine (örtülü elektrod, TIG) göre daha ince çaplı bir elektrod kullanılması nedeni ile ark daha yoğundur ve aynı akım şiddeti için nüfuziyet daha derindir. Bu bakımdan diğer yöntemlere göre daha yüksek bir kök alını ve daha dar bir kök aralığı kullanılır. Doğal olarak bu husus düşük akım şiddetlerinin kullanıldığı kısa devre ark yöntemi için geçerli değildir.

Elektrod çapının diğer yöntemlere göre daha küçük olması kaynak ağız açılarının daha dar tutulmasına olanak sağlar.

Kaynak ağız şekil seçimini etkileyen faktörlerden bir tanesi de kaynak pozisyonudur. Örneğin oluk pozisyonunda ağız açısının dar tutulabilmesine karşın dik pozisyonda daha geniş ağız açısına gerek vardır.

Dik ve tavan pozisyonlarında akım şiddetinin alt sınırları kullanıldığından kök aralığı daha büyük ve kökte alın yüksekliği daha az olmak zorundadır. Ayrıca korniş kaynaklarında, asimetrik V kaynak ağızı banyonun akmasına mani olduğundan simetrik V kaynak ağızına tercih edilir.

Kaynak ağızı dizaynında en önemli etkenlerden bir tanesi de parça kalınlığıdır. MIG-MAG yönteminde iki taraftan kaynak yapmanın mümkün olduğu hallerde, uygun kök aralığı bırakmak ve akım şiddetini üst sınırlarda seçmek koşulu ile 10 mm kalınlığındaki parçalar dahi küt alın ağız ile kaynatılabilirler. Kalın 136 parçalar için V ve X ağızları kullanılır, parça kalınlığının daha da artması hazırlanması zor olan U ağızını daha ekonomik hale getirir, zira kalın parça halinde (15 mm'den kalın) daha az kaynak metali gerektirmesinden ötürü U ağızı daha ekonomik olmaktadır.

Kaynak ağızı dizaynını etkileyen diğer önemli bir husus da kaynatılan malzemenin türüdür. Örneğin alüminyumun ısı iletkenliği çok yüksek ve erime sıcaklığı düşüktür, buna karşın paslanmaz çeliğin ısı iletkenliği daha düşüktür, bu bakımdan alüminyum halinde küt alın ağızı ile kaynatılabilecek azami parça kalınlığı paslanmaz çelikten daha küçük olacaktır, zira ısı kaynak bölgesini hızla terketmekte ve kaynak banyosunun derinleşmesine olanak sağlamaktadır. Nikel halinde, kaynak banyosunun tam akıcı hale gelmemesi nedeni ile uygun bir ergimeyi sağlamak için torç manipülasyonuna olanak verebilmek için daha geniş bir ağız açısına gerek vardır.

Tek taraftan yapılan kaynak dikişlerinde, kök nüfuziyetini kontrol altında tutmak ve akmayı önlemek için zaman zaman çeşitli altlık türleri de kullanılır.

Yukarıda belirtilmiş olan bu önemli faktörler de göz önüne alınarak dizayn edilen kaynak ağızlarının hazırlanmasına gereken itina gösterilmelidir. Uygun olmayan bir dizayn ve kötü hazırlanmış kaynak ağızları, hatalı dikişlerin ortaya çıkmasına neden olur.

6.ÇELİKLERDE KAYNAK BÖLGESİ

6.1 Çeliklerde Kaynak Bölgesi

Kaynak bağlantısında, ilave metalin kullanılması veya kullanılmamasının yanı sıra esas metalin ergimesi için yeterli ısı enerjisine ihtiyaç vardır. Kaynak sırasında uygulanan ısı enerjisinin oluşturduğu sıcaklıktan etkilenen bölgeye "kaynak bölgesi" adı verilir. Bu bölge "ergime bölgesi" ve "ısı tesiri altında kalan bölge (ITAB)" olmak üzere iki kısımdan meydana gelmiştir.

6.2 Ergime Bölgesi

Ergime bölgesi kaynak esnasında tatbik edilen ısının tesiri ile ergiyen ve kaynak sonrası katılaştıran bölgedir. Ergime bölgesi ile ısının tesiri altındaki bölgeyi birbirinden ayıran sınıra "ergime çizgisi" denir. Bu çizgi parlatılmış ve dağlanmış bir kaynak bağlantısı kesiti üzerinde çıplak gözle dahi görülebilir.

Ergime bölgesinde kaynak metali ile esas metal birbirine karışmıştır. Eğer kaynak metali esas metale çok kuvvetli bir türbülansla karışmışsa gayet homojen bir yapı meydana getirir. Tek pasolu kaynak dikişlerinde bu oluşum gözlenir. Çok pasolu kaynak dikişlerinde ise paso sayısı, kaynak yöntemi, esas metalin kalınlığı ve kaynak ağzı etkili birer faktör olacaklarından her pasonun esas metale karışım oranı farklıdır. Örneğin kaim parçaların çok pasolu kaynak dikişlerinde, orta kısımlarda esas metale rastlanmayabilir.

Ergime bölgesinde esas metal ve kaynak metali oranı tam olarak bilinse dahi, hesap yolu ile ergime bölgesinin bileşimini tayine imkan yoktur. Zira kaynak işlemi sırasında alaşım elementlerinin de bir kısmı yanarak kayba uğrar. İyi bir kaynak bağlantısı için, kayıpların önüne geçerek dikişin kalitesini koruyabilmek amacıyla kaynak dikişini atmosferin zararlı etkilerinden etkin bir şekilde korumak gerekir ve böylece metalurjik ve kimyasal reaksiyonlar kontrol altına alınabilir. Atmosferin özellikle oksijenin oluşturduğu reaksiyonları kontrol altına alabilmek için kaynak dikişine yanarak kaybolan alaşım elementleri ile bir takım deoksidan maddeleri (Mn, Si) değişik yöntemlerle örneğin kaynak teline (MIG-MAG), kaynak tozuna (tozaltı), örtüye (elektrik ark kaynağı) katmak gerekir. Ayrıca kaynak dikişi, elektrik ark kaynağında, tozaltı kaynağında veya gaz altı kaynağı yöntemlerinde olduğu gibi meydana gelen cüruf veya koruyucu bir atmosfer ile korunur.

6.3 Kaynak Banyosunda Katılma

Sıvı haldeki metal içinde atomlar birbirleri arasında hareket serbestliğine sahiptir. Soğuma sırasında metal veya alaşımın katılma sıcaklığından itibaren, atomlar kristal kafesleri meydana getirmek üzere birleşerek çekirdekçikleri oluştururlar. (veya sıvı banyoda önceden mevcut çekirdekçikler

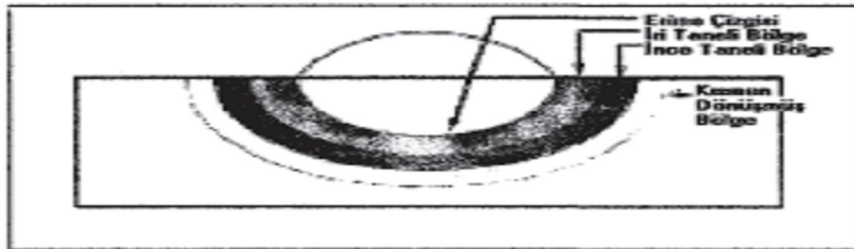
vardır.) Bu esnada metalden ısı çekilir, yani soğutmaya devam edilirse, çekirdekçikler taneleri meydana getirmek üzere yeni atomların ve kristal kafeslerin ilavesi ile büyümeye devam eder. Kaynak işlemi sırasında ısının büyük bir kısmı, ergime bölgesinden konduksiyon ile esas metale iletilir, dolayısıyla ergime çizgisinde meydana gelmekte olan çekirdekçikler, soğuma yönüne paralel maksimum ısı çıkışı doğrultusunda (kaynak dikişi ortasına yani sıvı metale doğru) büyüyerek silindirik çubuk şeklinde taneleri oluşturur. (Dentritik büyüme)

Özellikle kaim parçalarda, tek paso ile yapılmış derin nüfuziyetli kaynaklarda bu iri silindirik tanelerin birleştiği orta kısımlarda gayri safiyet elementlerinin ve kalıntıların segregasyonuna rastlanır. Ve ayrıca en son kaynak dikişinin orta kısmı katlaşırken hacmi küçülür ve boşluk oluşur. Segregasyon ve boşluk oluşumundan dolayı kaynak dikişi zayıflar. Bu tür hataların oluşumuna mani olmak için genelde çok pasolu kaynak tercih edilir.

6.4 Isının Tesiri Altındaki Bölge (ITAB)

Isının tesiri altındaki bölge, kaynak metali ile esas metalin birleştiği sınırdan itibaren esas metal üzerinde kaynak işlemi esnasında sıcaklığın iç yapıya, dolayısıyla metalin özelliklerine etkisinin görüldüğü bölgedir. Çeliklerin kaynağında bu bölgede sıcaklık 1450 °C ile 700 °C arasında değişmektedir. ITAB'ın genişliği, kaynak yöntemi, ısı girişi, kalınlık, esas metalin ısı iletim katsayısı, bu bölgede ulaşılan maksimum sıcaklık derecesine ve esas metalin sıcaklığına bağlı olarak değişir. Kaynak esnasında ITAB süratli bir şekilde soğumaktadır. Çeliğin bileşimine göre bu soğuma hızı kritik soğuma hızını aştığında, genellikle 900 °C'nin üstündeki sıcaklığa kadar ısınmış bölgelerde sert dolayısıyla kırılğan bir yapı elde edilir. Genellikle, ITAB diye isimlendirilen bu kısmı kaynak bağlantısının en kritik bölgesini oluşturur ve birçok çatlama ve kırılma bu bölgede meydana gelir.

Çeliklerin kaynağında ITAB, iç yapı bakımından şu kısımlardan meydana gelmiştir: -İri taneli bölge, -İnce taneli bölge, -Kısmen dönüşmeye uğramamış bölge, -iç yapı değişikliğine uğramamış bölge.



Şekil 6.1 Kaynak Dikişinin Isı Tesiri Altındaki Bölgesi (ITAB)

6.4.1 İri Taneli Bölge

Ergime bölgesine bitişik olan ve kaynak sırasında 1450 °C ile 1150 °C arasında bir sıcaklığa kadar ısınmış olan bölgedir. Bu bölge tamamen iri tanelidir ve tanelerin iriliği östenit bölgesinde tutulma süresi ile orantılı olarak artar, soğuma hızı yeter derecede yüksek ise bileşimine göre kolayca martenzite dönüşür. İri taneli yapılar, ince taneli yapılara göre daha düşük kırılma tokluğuna ve düşük süneklığe sahiptir. Bu yüzden arzu edilmezler. Çeliklerde kaynak sırasında ergime çizgisine bitişik olan esas metalde solidüse yalan bir sıcaklığa erişildiğinden östenit içinde fazla miktarda tane büyümesine rastlanır. Çeliğin kaynak kabiliyeti açısından tane büyümesi çok önemlidir. Çünkü soğuma olayı sırasında ortaya çıkan dönüşümlere östenit tane büyüklüğünün etkisi oldukça şiddetlidir.

Östenit tane büyüklüğüne etki eden faktörleri tesbit edebilmek gayesi ile Berkhout ile Van Lent iki ayrı bileşimdeki çeliği çeşitli ısı çevrimlere tabi tutmuşlardır. Isıtma hızı, maksimum sıcaklık derecesi ve soğuma hızı bağımsız değişkenler olarak alınmış ve östenit tane büyüklüğü parça hızlı soğutularak ölçülmüştür. Martenzitik iç yapıya haiz parçalar üzerinde dağlama sonucu östenit tanelerini tesbit etmişlerdir. Bu çalışmalar östenit tane büyüklüğünün daha ziyade ulaşılan maksimum sıcaklık derecesi ile ilgili olduğunu, ısıtma ve soğuma hızındaki değişimin tane büyümesine pek fazla tesir etmediğini ortaya çıkarmıştır. Yine aynı araştırmacılar, östenit tane büyüklüğünü, verilen ısının ve ergime çizgisinden olan mesafenin fonksiyonu olarak ölçmüşler ve kaynağa uygulanan ısı miktarı arttıkça, erime bölgesine bitişik bölgede tane büyüklüğünün arttığını görmüşlerdir. Bu aslında beklenen bir olaydır. Zira ısı girdisi arttıkça sıcaklık alam genişlemekte ve östenit bölgesinde (sıcaklığında) bekleme müddeti artmaktadır.

6.4.2 İnce Taneli Bölge

Kaynak sırasında 900 °C ile 1150 °C sıcaklık etkisinde kalan bölgedir. Bu bölgede tane büyümesine rastlanmaz. Bu bölgede de östenit teşekkül etmez olduğundan, soğuma esnasında, soğuma hızı ve çeliğin bileşimine bağlı olarak aynen iri taneli bölgede görülen iç yapıya benzer bir iç yapı görülür.

6.4.3 Kısmen Dönüşmüş Bölge

İnce taneli bölgenin devamı olan bu bölge, kaynak işlemi sırasında A3 ile A1 arası bir sıcaklığa kadar ısınmıştır. Yavaş bir şekilde cereyan eden soğuma neticesinde A1 sıcaklığına düşülünce, ferrit değişmeden kalır fakat östenit perlitte dönüşür soğuma ile de ferrit içinde küçük sementit (Fe_3C) parçacıkları çökelecektir. Soğuma hızı yükselirse yapıda martenzit görülebilir ve bu da gevrekliğe yol açar. Kaynak sonrası iç yapı bileşimindeki östenit miktarına bağlı olarak ilk iki bölgeyi andıran bir iç yapı gösterir.

6.4.4 İç Yapı Değişikliğine Uğramamış Bölge

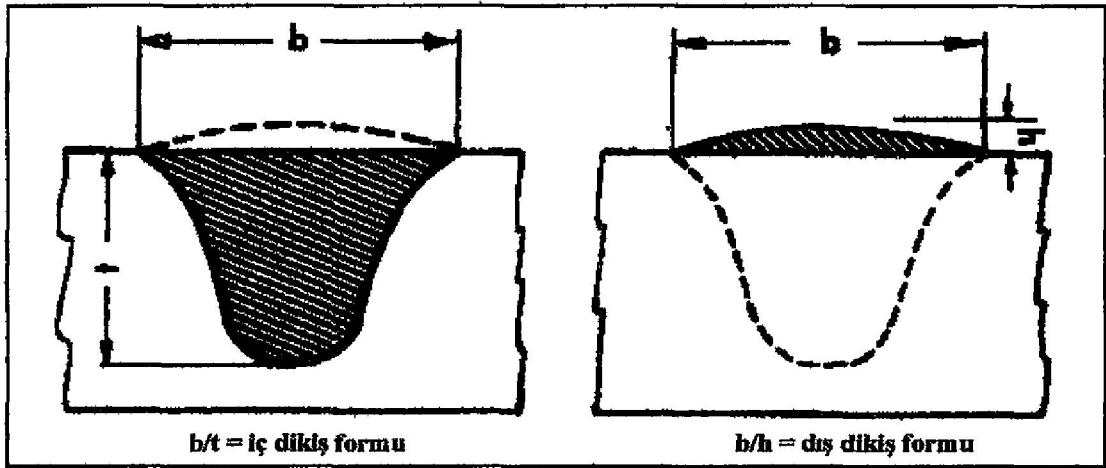
Bu bölge sıcaklık bakımından A_1 in altında kalmış olan kısımdır. Bu bölgeye temperleme bölgesi de denir. Isınma dolayısıyla soğuma sırasında çelikte bir dönüşüm meydana gelmez sadece bazı içyapılarda hafif bir temperleme etkisi gözlenir.

7.KAYNAKLARDA DİKİŞ FORMU

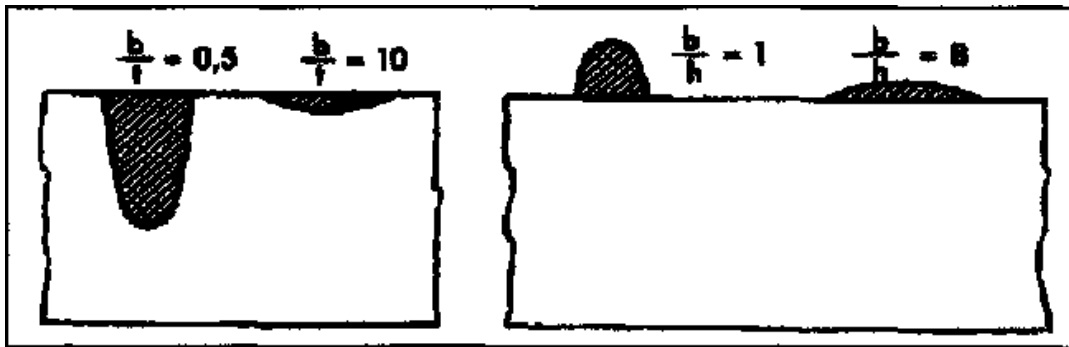
7.1 Tozaltı Kaynaklarında Dikiş Formu

Tozaltı kaynağında dikişin formu, çok geniş sınırlar arasında değişebilir. Eğer belirli bir yöntemde, kaynak karakteristikleri yerinde seçilirse, belirli faktörlerin kaynak esnasındaki etkilerini tespit etmek mümkündür. Kaynak dikişinin kesiti incelendiğinde, burada bir iç ve bir de dış dikiş formu olmak üzere iki farklı formun mevcut olduğu görülür. Her dikiş formu nüfuziyet derinliği, ergime genişliği ve dikiş yüksekliği ile karakterize edilir.

Nüfuziyet derinliğini (t), ergime genişliğini (b) ve dikiş yüksekliğini de (h) ile gösterirsek; iç dikiş formu (b/t), ve dış dikiş formu da (b/h) şeklinde ifade edilir.



Şekil 7.1 İç Ve Dış Dikiş Formunun Şematik Gösterilişi



Şekil 7.2 İç Ve Dış Dikiş Formlarının Minimum ve Maksimum Değerleri

7.1.1 Dikiş Formuna Etki Eden Faktörler

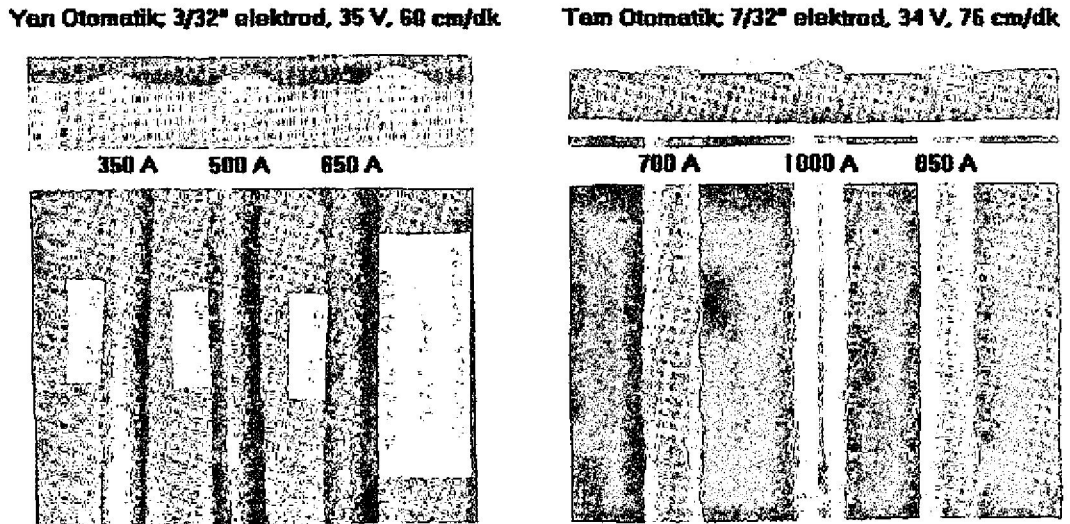
Tozaltı kaynağında dikişin formuna etki eden başlıca faktörler şunlardır:

Akım şiddet,

Akım yoğunluğu,
 Ark gerilimi,
 Kaynak hızı,
 Kaynak ağzının hazırlanma şekli ve ağızlar arasındaki aralık,
 Parçanın bulunduğu düzlemdeki meyli,
 Akım cinsi ve kutup durumu,
 Parçaya bağlanan kablounun bağlantı yeri,
 Kaynak tozunun tane büyüklüğü ve cinsi,
 Telin memeden dışarıda kalan kısmının uzunluğu

7.1.1.1 Akım Şiddetinin Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi

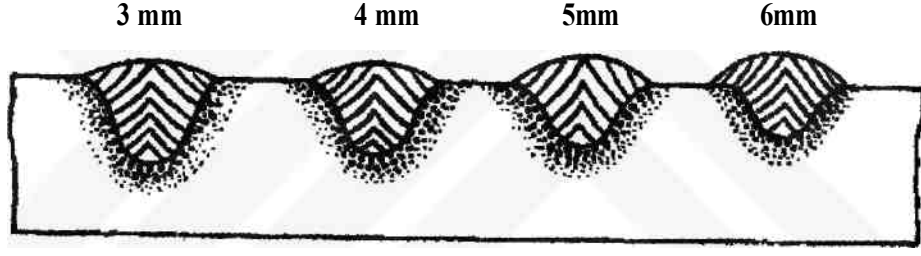
Akım şiddeti, dikişin formu üzerinde en büyük tesiri olan faktörlerden biridir. Kaynak akımı ergiyen elektrod miktarını, nüfuziyet derinliğini ve ergiyen esas metal miktarını belirler. Akım şiddetindeki artış ile nüfuziyet ve ergime miktarı artar. Şekil 7.3 diğer koşullar sabit tutulduğunda akım şiddetindeki değişikliğin etkilerini göstermektedir. [The Lincoln Electric Company, 1995].



Şekil 7.3 Akım Şiddetinin Kaynak Karakteristiklerine Etkisi

7.1.1.2 Akım Yoğunluğunun Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi

Akım yoğunluğu ($I / F = \text{Amper} / \text{mm}^2$), akım şiddetinin tel kesimine oranıdır. Akım yoğunluğunun artmasıyla yani aynı akım şiddetinde tel çapının azalmasıyla nüfuziyet de artar. Aynı zamanda akım yoğunluğunun artması ile ergime gücü de fazlaşacağından dikiş yüksekliğinde de bir artma görülür. [Çelik, 1988]

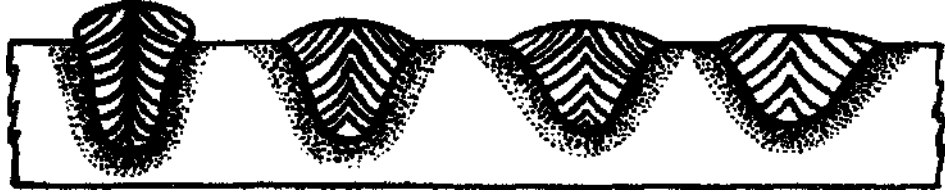


Şekil 7.4 Tel Çapının Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi (Şematik)

7.1.1.3 Kaynak Geriliminin Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi

Kaynak gerilimi, dikişin kesit şekline ve kaynağın dış görünüşüne etki eder. Şekil 7.5, diğer koşulların sabit olması durumunda gerilim değişikliğinin etkisini göstermektedir. Kaynak gerilimini arttırmak:

- 1) Düz ve geniş bir dikiş meydana getirir.
- 2) Toz tüketimini artırır.
- 3) Fazla miktarda tozun cüruf haline geçmesine sebep olur; bu ise kaynak dikişinin kimyasal bileşimine etki eder.



Şekil 7.5 Ark Geriliminin Dikiş Formu Üzerindeki Tesiri (Şematik)

Gereğinden fazla gerilim; çatlakların fazlaca görüldüğü bir dikiş formunu oluşturur, cüruf temizleme zorluğu yaratır, çok pasolu kaynakta alaşım içeriğini artırır, konkav (iç bükey) bir yuvarlatma meydana getirir. Oldukça düşük bir gerilim kullanmak ise temizlemesi zor bir cüruf ile yüksek ve dar bir dikiş meydana getirir. [The Lincoln Electric Company, 1995].

7.1.1.4 Kaynak Hızının Dikiş Formu Üzerindeki Etkisi

Kaynak hızının dikişin iç ve dış formu üzerinde etkisi büyüktür. Düşük bir hızla yapılan kaynakta, ergiyen ilave metal miktarı artar dolayısıyla da ergimiş banyonun miktarı büyür. Diğer taraftan kaynak hızı yükseldikçe, nüfuziyet ile dikiş genişliğinin azaldığı görülür. Kaynak hızının düşmesi bir taraftan da kullanılan tozun sarfiyatına etki eden önemli faktörlerden birisi olup, ergiyen toz miktarını arttırmaktadır. Kaynak hızının artması, dikişlerin daha dikkatli kaynak edilmesini gerektirir. Kaynak hızının azalması birinci olarak dikiş boyuna verilen ısı miktarını yükselteceğinden, ısının tesiri altında kalan bölge genişler ve normal kaynak hızlarında delinmemesi gereken parçalarda delinme tehlikesi ortaya çıkarır. [Çelik, 1988].



Şekil 7.6 Kaynak Hızının Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi (Şematik)

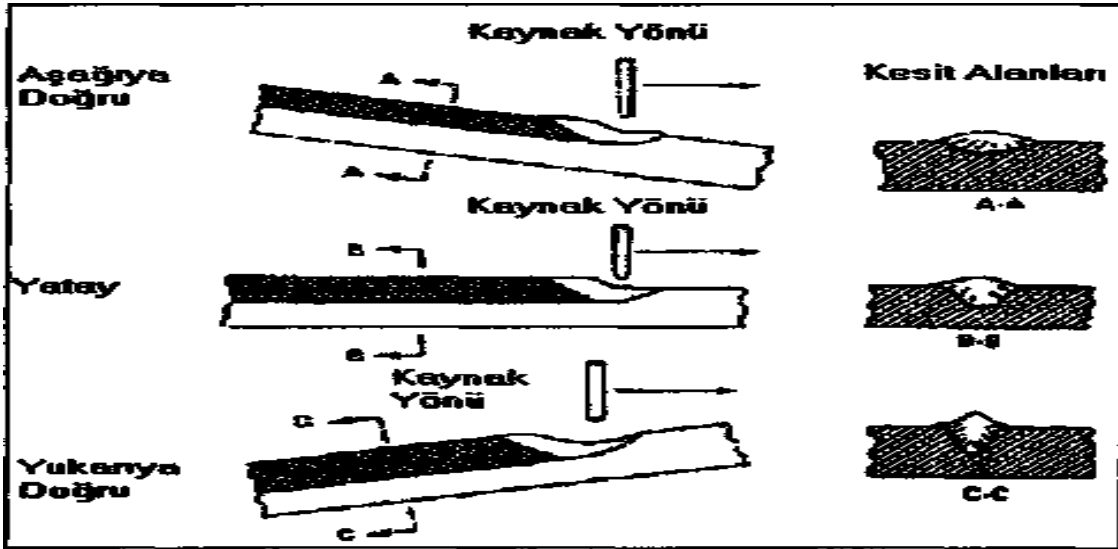
Gereğinden fazla kaynak hızı, ark üflemesini, gözeneği ve çatlağı arttırır, dikişin şeklini bozar. Yavaş kaynak hızı ise gözeneği azaltma eğilimindedir. Çünkü gaz çıkartan materyellerin buhar haline gelip ergimiş kaynak banyosundan çıkması için yeterli zamanları vardır. Gereğinden yavaş kaynak hızlarında yapılan kaynakta ise çatlakların fazlaca görüldüğü dikiş formu oluşur. (Şekil 7.6). Aynı zamanda geniş bir ergimiş metal alan meydana gelir. Bu da kaba bir dikiş görünümü ve dikişe cüruf katma gibi problemler yaratabilir. [The Lincoln Electric Company, 1995].

7.1.1.5 Kaynak Ağız Açısının Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi

Kaynak ağız açısının artması ile dikişin nüfuziyeti artar ve dikişin yüksekliği de fazla miktarda azalır. İki parça arasındaki aralığın artması ile nüfuziyet fazla miktarda artar buna mukabil dikiş yüksekliği fazla miktarda azalır.

7.1.1.6 Parçanın Bulunduğu Düzlemin Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi

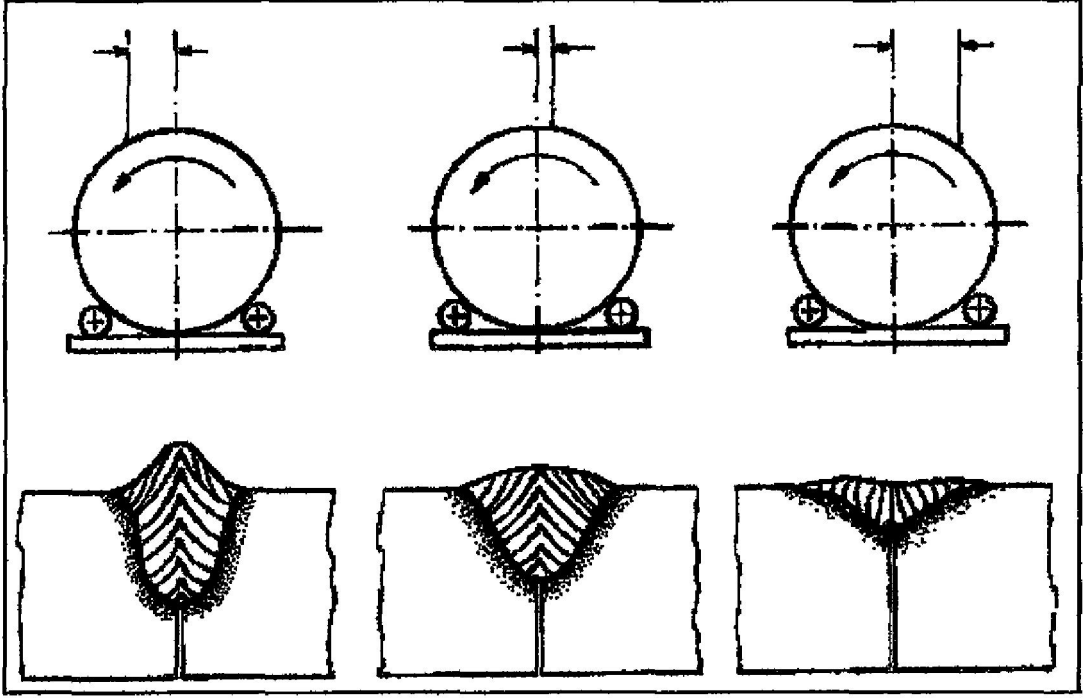
Tozaltı kaynağı esas olarak yatay pozisyonda yapılır. Burada bilhassa parçanın durumu ve kaynak yönü dikiş formuna etki eder. Parçanın bulunduğu yatay düzlemde 6° 'ye kadar bir meyile sahip olması pek önemli değildir. Fakat bu meyil 6° 'yi aşarsa, kaynağın yönüne göre dikişin formu da değişir. Şekil 7.7 de yokuş yukarı ve yokuş aşağı yapılan kaynaklardaki dikiş formları verilmiştir. Örneğin, 6° 'den daha büyük meyilli yüzeylerdeki yokuş aşağı yapılan kaynak işlemlerinde nüfuziyet gayet az ve dikiş geniştir. Yokuş yukarı yapılan kaynak işlemlerinde ise, nüfuziyet ve dikiş yüksekliği çok fazladır.



Şekil 7.7 Parçanın Bulunduğu Düzlemdaki Meylin Dikiş Formuna Etkisi

Silindirik parçaların kaynağında, kaynak telinin pozisyonunun dikey eksenin sağında veya solunda bulunması ve telin ucu ile dikey eksen arasındaki mesafenin fazlalığı veya azlığı dikişin formuna etkileyen önemli bir faktördür. Bu etki Şekil 7.8'de görülmektedir. En uygun yer telin, parçanın dikey eksenine yakın ve kaynak yönüne göre yokuş yukarı kaynak yapacak tarafta bulunmasıdır. Telin mevkii ile eksen arasındaki mesafe yokuş yukarı istikamette artarsa nüfuziyet azalır ve dikiş genişler. Aynı zamanda cüruf kalıntılarına sebep olur. Eğer bu mesafe yokuş aşağı istikamette artarsa, nüfuziyet ve dikiş yüksekliği fazlaşır. [Çelik, 1988].

İş parçasının yatay pozisyonda olduğunda elektrodun iş parçasına göre açısı da dikişin formu üzerinde etkilidir. Bu açı ile kaynağın çekerek veya itilerek yapılması söz konusu olabilir. İterek yapılan kaynakta nüfuziyet ve dikiş yüksekliği az, dikiş genişliği ise fazla olur. Çekerek yapılan kaynakta ise tam tersi olarak nüfuziyet ve dikiş yüksekliği fazla, dikiş genişliği ise az olur. [Cary, 1998].



Şekil 7.8 Silindirik Parçaların Çevresel Dikişlerinin Kaynağında Telin Bulunduğu Yerin Dikiş Formu Üzerindeki Etkisi

7.1.1.7 Akım Cinsinin Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi

Tozaltı kaynağında hem doğru hem de alternatif akım kullanılabilir. Her iki akımın da ayrı kullanım sahaları ve dikiş formu üzerinde etkileri mevcuttur. Doğru akım kullanıldığı hallerde dikiş formunun, nüfuziyetin ve hızın kontrolü hassas olarak yapılabilmekte ve ark daha kolay oluşmaktadır. Ark ateşlemesinin çabuk olmasının istendiği, arkın sıkı bir kontrolünün gerekli olduğu, yüksek hızlarla özel yörüngelerin kaynak edilmesinin gerekli olduğu hallerde doğru akım tercih edilmelidir.

Doğru akımın bütün bu avantajları ve yüksek kaynak hızları sağlaması yanı sıra, kullanılan akım membarları bakımının zor ve maliyetlerinin pahalı oluşu bugünün endüstrisini alternatif akımı kullanmaya yöneltmektedir. Alternatif akım yüksek hızlarda kaynak yapmaya müsait olmamasına rağmen bugün yüksek güçlerin gerektiği ağır sanayide tercih edilmektedir. Çünkü kullanılan kaynak transformatörlerinin bakımı kolay ve fiyatları doğru akım makinalarına kıyasla daha ucuzdur. İlk ateşleme zorluğu bugün ilave edilen yüksek frekans cihazlarıyla halledilmiştir. Elde edilen dikişin nüfuziyeti ve kaynak teli ergime gücü doğru akımla her iki kutuplama ile elde edilen değerlerin aşağı yukarı ortalamasıdır.

7.1.1.8 Parçaya Bağlanan Kablonun Bağlantı Yerinin Dikiş Formu Üzerindeki Etkisi

Parçaya bağlanan kablunun bağlantı yeri daha ziyade kaynak sırasında arkın üflemesine etki eder. Bunun neticesinde de dikişin daha çok iç formu değişir ve uygunsuz bir birleşme elde edilir. Genel olarak kablunun bağlantı yerinin, uygun bir ark üflemesi sağlayacak şekilde seçilmesi gerekir. Bu da kaynak yapılan iki parçanın her birinin baş ve sonuna (yani dikişin sağına ve soluna) gelmek üzere dörtlü bir bağlantı yapılarak gerçekleştirilir.

7.1.1.9 Kaynak Tozunun Tane Büyüklüğünün Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi

Kaynak tozunun tane büyüklüğünün de kaynak dikişinin formuna azda olsa bir etkisi vardır. Tozun tane büyüklüğü arttıkça nüfuziyet ve dikiş yüksekliği az miktarda azalmakta, buna mukabil dikişin eninde bir miktar artma olmaktadır. [Çelik, 1988].

7.1.1.10 Tefin Memeden Dışarda Kalan Kısmının Uzunluğunun Dikişin Formu Üzerindeki Etkisi

Kaynak telinin bağlantı yeri veya telin dışarıda kalan kısmı, kaynak memesinin parçaya olan mesafesi ile ifade edilir. Bu mesafe büyüdükçe telin dışarıda kalan kısmı da artar. Pratikte meme ile parça arasındaki ortalama mesafe tel çapının 10 katı olarak alınır. Tecrübeler, meme ile iş parçası arasındaki mesafenin kısılmasıyla daha kararlı bir arkın elde edildiğini göstermiştir. Bu mesafe büyüdükçe özellikle nüfuziyetin azaldığı ve dikiş yüksekliğinin de arttığı görülmüştür. Nüfuziyetin azalması ve yığılan metal miktarının artması doldurma kaynağı için uygun ise de birleştirme kaynağında arzu edilmez.

7.2 Gazaltı Kaynaklarında Dikiş Formu

Kaynak parametreleri kaynak işlemini ve elde edilen kaynak bağlantısının kalitesini belirleyen en önemli unsurlardır. Kaynak parametreleri, kaynaklanan metal veya alaşım ile kaynak metalinin türü ve kaynak ağız geometrisi gözönünde bulundurularak saptanır. Bu parametrelerin seçimi kaynakçının çalışma koşullarını kolaylaştırdığı gibi gereken özellikte kaynaklı bağlantı elde edebilme olasılığını da arttırır.

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

Birinci gruba giren parametreler kaynağın uygulanmasından önce saptanan, kaynak koruyucu gaz türü, elektrod tür ve çapı gibi etmenlerdir ve bunların kaynak işlemi esnasında değiştirilmesine olanak yoktur. Bu parametreler, kaynaklanan malzemenin türü, kalınlığı, kaynak pozisyonu, ergime gücü ve bağlantıdan beklenen mekanik özellikler gözönüne alınarak saptanır.

Birinci derecede ayarlanabilir diye adlandırılan, ikinci gruba giren parametreler, ilk gruba giren parametreler seçildikten sonra, kaynak dikişini kontrol altında tutan, dikişin biçimini, boyutlarını, ark stabilitesini ve kaynaklı bağlantının emniyetini etkileyen değişkenlerdir. MAG kaynağında bu parametreler akım şiddeti, ark gerilimi ve kaynak hızıdır.

Bu parametreler kolaylıkla ölçülebildiği gibi, kaynak esnasında da gereken hallerde yeniden ayarlanabilen ve tüm dikişi en sıkı ve etkin bir biçimde kontrol altında tutan etmenlerdir.

Üçüncü gruba, kaynak işlemi süresince sürekli olarak değişen ve kaynak dikişinin biçimini oldukça şiddetli bir şekilde etkileyen parametreler girer. Bu parametrelerin önceden seçilip değerlendirilmeleri oldukça zordur ve bazı hallerde etkileri de açık bir şekilde görülmez. Bunlar genelde ikinci gruba giren parametreleri etkileyen ve dolaylı olarak da kaynak dikişinin biçimini belirleyen parametrelerdir. MAG kaynağında bunlar torç açısı ve elektrod serbest uç uzunluğu olarak sıralanabilir.

7.2.1 Dikiş Formunun Etki Eden Faktörler

7.2.1.1 Elektrod çapı

Her tür elektrod bileşimi için çapa bağlı olarak bir akım şiddeti aralığı vardır. Büyük çaplı elektrodlar daha yüksek akım şiddeti ile kullanılabilirlerinden daha yüksek bir ergime gücüne sahiptirler ve daha derin nüfuziyetli dikişler oluştururlar. Ergime gücü akım yoğunluğunun bir fonksiyonudur, eş çaplı iki elektrod farklı akım şiddetlerinde kullanıldıklarında, yüksek akım şiddeti ile yüklenende, akım yoğunluğu büyük olduğundan, daha yüksek bir ergime gücü elde edilir. Dikişin nüfuziyeti de, akım yoğunluğuna bağlıdır, aynı akım şiddetinde, küçük çaplı elektrodla daha derin nüfuziyetli dikişler elde edilir. Büyük çaplı elektrod halinde ise kaynak dikişi daha büyük olur. Kullanılacak olan kaynak elektrodunun çapının seçiminde kaynatılan parçanın kalınlığı, nüfuziyet derecesi, erime gücü, arzu edilen kaynak dikişi profili, kaynak pozisyonu ve elektrodların fiyatı göz önünde bulundurulur. Küçük çaplı elektrodlar ağırlık ölçüsünde daha pahalıdır, fakat her uygulama için kaynak maliyetini asgariye indiren bir elektrod çapı bulmak mümkündür.

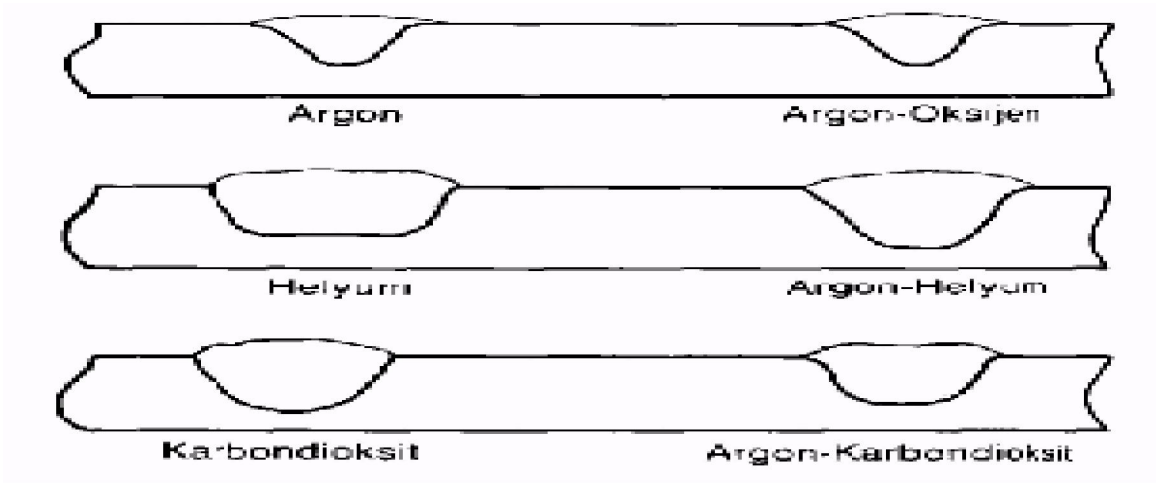
7.2.1.2 Koruyucu Gaz Türü

Gazaltı kaynağında çeşitli türlerde gazlar kullanılır ve her gazın oluşturduğu ergime gücü, dikiş biçimi ve nüfuziyet birbirlerinden farklıdır. Koruyucu gaz türünün aynı zamanda kaynak esnasında sıçrama miktarına, kaynak hızına, kaynak metalinin arktaki transfer şekline ve elde edilen bağlantının mekanik özelliklerine etkisi vardır.

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 derin nüfuziyet, en geniş ve en konveks kaynak dikişi elde edilir. Karbondioksit en ucuz koruyucu gaz olmasına karşın en fazla sıçrama kaybı ve en fazla duman oluşturan gazdır. Karbondioksitin koruyucu gaz olarak kullanılması halinde oluşan yüksek ısı girdisi dolayısı ile aynı akım şiddeti için daha yüksek hızlarda kaynak yapmak mümkün olabilmektedir. Argon ve argon-oksijen karışımı gazlar, kaynak esnasında karbondioksitin tam bir karşıtı özellik gösterirler; bu gazlar ile en düşük ergime gücü, en az nüfuziyet, en dar ve en az yüksek kaynak dikişi elde edilir. Argon-oksijen karışımı gazlar aynı zamanda en az duman ve en az sıçrama oluşturan bir kaynak işlemi sağlarlar. Argon-karbondioksit karışımı gazlar ise karbondioksit ve argon-oksijen karışımı arasında bir özellik gösterirler.

Demir dışı metallerin kaynağında kullanılan koruyucu gazlar, argon, helium ve argon-helium karışımlarıdır. Bu durumda da argon en az nüfuziyeti ve en düşük ergime gücünü, en dar dikişi veren gazdır. Helium ve argon-helium karışımlarına nazaran daha ucuz olan argon aynı zamanda en az sıçrama oluşturan gazdır. Helium en derin nüfuziyeti, daha yüksek bir ergime gücü, geniş ve konveks bir kaynak dikişi oluşumunu sağlar. Heliumun kullanılması halinde aynı ark boyu için ark gerilimi daha yüksektir ve kaynak esnasında koruyucu gaz sarfiyatı argona nazaran daha fazladır.



Şekil 7.9 Çeşitli Koruyucu Gaz Türlerinde Elde Edilen Kaynak Dikişi Profiline Şematik Olarak Gösterilişi

7.1.2.3 Kaynak Akım Şiddeti

Kaynakta kullanılan akım şiddetinin ergime gücüne, kaynak dikiş biçim ve boyutlarına ve nüfuziyete etkisi diğer bütün parametrelerden daha şiddetlidir. Sabit gerilim sistemli olan

MAG kaynak makinalarında, kaynak akım şiddeti tel hızı ile beraberce, tel hız ayarı düğmesinden ayarlanır, tel ilerletme hızı arttıkça, kaynak akım şiddeti de artar.

Kaynak akım şiddeti yükseldikçe ergime gücü de artar, bu artan akım şiddeti ile ergime gücü arasındaki bağıntının doğrusal olmadığı, yüksek akım yoğunluklarında ergime gücünün daha şiddetli arttığını ortaya koymaktadır. Bu husus serbest tel ucunda, telin yüksek akım şiddetlerinde ortaya çıkan şiddetli bir elektrik direnç ısıtmasına bağlanmaktadır. Bütün diğer kaynak parametreleri sabit tutulduğu zaman artan akım şiddeti ile kaynak dikişinin eninin yüksekliğinin, nüfuziyetinin ve boyutlarının artan akım şiddeti ile arttığı görülür

Aşırı yüksek akım şiddeti çok geniş bir kaynak banyosu ve derin nüfuziyete neden olduğundan delinmelerin ortaya çıkmasına neden olabilir; çok düşük akım şiddeti de çok kötü bir nüfuziyete ve elektrod metalinin parçanın üzerine yığılmasına neden olur.

7.1.2.4 Kaynak Gerilimi (Ark Boyu)

Sabit gerilim karakteristikli bir kaynak akım üreticinde ark gerilimi veya kaynak gerilimi, elektrod ucu ile iş parçası arasındaki uzaklık tarafından belirlenir. Sabit gerilim karakteristikli kaynak akım üreteçlerinde ark gerilimi, akım üreticinin ince ve kaba ayar düğmelerinden kademeli olarak veya bazı tiplerde ise potansiyometre ile kademesiz olarak ayarlanır. Zira bu tür akım üreteçlerinde, her ark gerilimi değeri için makina tarafından sabit olarak tutulan bir ark boyu vardır; sabit akım karakteristikli makinalarda (örtülü elektrod ile ark kaynağı, TIG) ise ark boyunu kaynakçı ayarlamak zorundadır.

Bir uygulama için ark gerilimi, kullanılan koruyucu gaz, elektrod çapı, kaynak pozisyonu, ağız şekli ve esas metalin kalınlığı göz önünde bulundurularak saptanır. Her koşulda aynı kaynak dikişini veren bir sabit ark boyu mevcut değildir. Örneğin, ark boyu, aynı gerilim için helium ve karbondioksit kullanılması halinde, argonun koruyucu gaz olarak kullanılması haline nazaran çok daha uzundur. Bütün diğer parametreler sabit tutulmak koşulu ile ark geriliminin artması, halinde kaynak dikişi yaygın ve geniş bir biçim alır.

Nüfuziyet ise artan ark gerilimi ile bir optimum değere kadar artar ve bu değerden sonra azalmaya başlar. Yüksek ark gerilimi, nüfuziyetin azlığı dolayısı ile bazı geniş aralıklarda kök pasoda köprü kurabilmek için kullanılır. Çok küçük ark gerilimi çok dar ve aşırı şişkin (konveks) kaynak dikişlerinin oluşmasına, aşırı derecede küçük ark gerilimi ise poroziteye neden olur.

7.1.2.5 Kaynak Hızı

Kaynak hızı yarı otomatik yöntemlerde kaynakçı, otomatik veya mekanize yöntemlerde ise makine tarafından ayarlanır. Kaynak hızı, kaynak arkının iş parçası boyunca olan hareketi

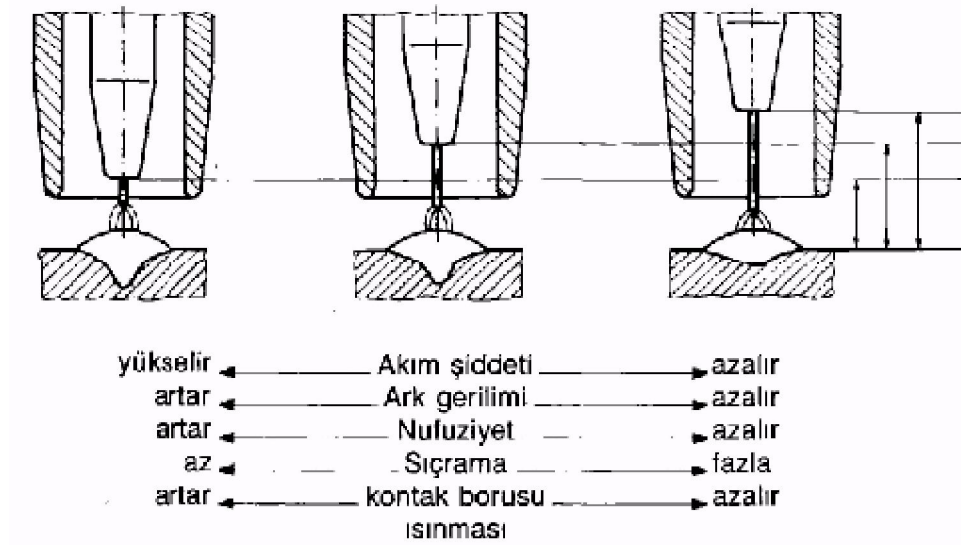
veya birim zamanda yapılan kaynak dikişi boyu olarak tanımlanır. En derin nüfuziyet kaynak hızının optimum değerinde elde edilir ve bu hızın yavaşlaması veya artması hallerinde ise nüfuziyet azalır. Kaynak hızı yavaş olduğu zaman, birim zamanda birim boya yığılan kaynak metali artar ve bu da kaynak banyosunun 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 yığılması ve nüfuziyetin azlığı nedeni ile ağız kenarlarında kalan bölge oluşmasına neden olur. Hızın artması birim boya verilen ısının azalmasına ve dolayısı ile de esas metalin ergiyen miktarlarının azalmasına neden olur ve bu da nüfuziyeti azaltır. Kaynak hızının aşırı artması, kaynak metalinin kaynak ağızını doldurmaması nedeni ile dikiş kenarlarında yanma oluklarını andıran yarıkların oluşmasına neden olur.

7.1.2.6 Serbest Tel Uzunluğu

Elektrod serbest tel uzunluğu, torç içindeki kontak borusunun en uç noktası ile tel elektrodun uç kısmı arasındaki mesafe olarak tarif edilir. Bu boyun uzaması sonucu elektrodun elektrik direnci artar ve elektrodun ön ısınması diye tanımlanan sıcaklığı yükselir ve dolayısı ile de elektrodun uç noktasını ergitebilmek için gerekli akım şiddetinde azalma ortaya çıkar.

Serbest tel uzunluğunun artması ergime gücünün artmasına, nüfuziyetin azalmasına neden olur, sonuç olarak serbest tel uzunluğunun aşırı artması, fazla miktarda soğuk kaynak metalinin (düşük sıcaklıkta) kaynak dikişine yığılmasına neden olur .(Şekil 7.10)



Şekil 7.10 Serbest Tel Uzunluğunun Dikiş Formuna Etkisi (Şematik)

Genel olarak serbest tel uzunluğu, kaynak ağzında, kısa bir bölgede kök açıklığının değiştiği hallerde, dikişi kompanse edebilmek gayesi ile kullanılır. Örneğin; geniş kök açıklığı halinde, nüfuziyetin azaltılmasının gerekli olduğu yerlerde serbest tel uzunluğu arttırılarak akım şiddetinin ve nüfuziyetin azaltılması sağlanmış olur.

7.1.2.7 Torç açısı

Kaynak elektrodunun veya torçunun iş parçasına nazaran konumu ve kaynak esnasındaki hareketi kaynak dikişinin formunu etkileyen etmenlerden bir tanesidir.

Kaynak elektrodunun konumunu, kaynak dikişini referans alarak belirlemek konusunda kıta Avrupa'sında bir kural veya alışkanlık yoktur, buna karşın Amerikan literatüründe bu konuya yer verilmektedir. Bu konumlamaya göre, kaynak doğrultusuna dik düzleme çalışma düzlemi ve bu düzlem üzerinde torçun iz düşümü ile kaynak yapılan parçanın üst yüzü arasındaki açıya çalışma açısı denir.

Kaynak doğrultusu ve elektroddan geçen düzleme de hareket düzlemi adı verilir. Elektrodun bu düzlemde bulunan ve kaynak doğrultusuna dik olan çizgi ile yaptığı açı hareket açısı diye tanımlanır ve elektrodun ucu kaynak yönünde olursa bu açı negatif, aksi yönde olursa pozitif olarak gösterilir.

MAG kaynağında da, aynen oksiasetilen kaynağında olduğu gibi sola ve sağa kaynak yöntemi uygulanabilir.

Torçun kaynak yapılan iş parçasına tam dik olarak tutulması halinde sağ veya sol kaynak arasında sonuç yönünden bir fark görülemez, buna karşın kaynak hamlacı 30°'ye kadar bir hareket açısı ile tutulduğu zaman sol ve sağ kaynağın dikiş biçimi üzerine olan etkisi açık bir şekilde görülür. Hareket açısı 30°'yi aşmadığı sürece, bu açı kaynağın, kaynakçı tarafından kontroluna yardımcı olur, kaynakçı kaynak banyosunu ve elektrod ucunun ergimesini rahatlıkla görebildiği için dikişin kalitesi yükselir. Buna karşın bu değer aşıldığında nüfuziyet azalır ve dikiş incilir, bu durumda kaynak hızının arttırılması gerekir, aksi halde sıvı metal kaynak banyosunun önüne doğru ilerler ve dikişte gözenek ve kalıntı oluşumu olasılığı artar; eğimin fazlaşması diğer yönden koruyucu gaz akımının da etkilediğinin, gazın koruma etkinliği azalır. Sağa kaynak pozitif hareket açısı ile daha dar, daha yüksek ve daha derin nüfuziyetli dikiş elde edilir, ark daha stabildir ve sıçrama daha azdır; sağa kaynak daha ziyade çeliklerin kaynağında tercih edilen bir yöntemdir. Sola kaynak (hareket açısı negatif) ise kontaminasyona mani olmak ve esas metale intikal eden ısı miktarını azaltmak gayesi ile alüminyumun kaynağında tercih edilen bir yöntemdir.

MAG yönteminde kaynak dikişinin biçimine, kaynak dikişinin yataya nazaran konumu da büyük ölçüde etkiler; zira kaynak esnasında banyo sıvı haldedir ve kaynak ağzı içinde yer çekiminin etkisi ile eğim doğrultusunda akmak ister. Bu olayın etkisi en belirgin bir biçimde büyük çaplı bir boru biçiminde bir yapının çevre kaynağının, torç sabit tutulup parçanın eksenini etrafında döndürülerek gerçekleştirilmesinde görülür.

Kaynak Parametrelerinin Değişimi	DİKİŞ BOYUTLARI							
	Nufuziyet		Erime Gücü		Dikiş Yüksekliği		Dikiş Geniştirliği	
	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓
Akım Şiddeti ve Tel İlerleme Hızı	↑	↓	↑	↓	↑	↓	*	*
Gerilimi	+	+	*	*	*	*	↑	↓
Kaynak Hızı	+	+	*	*	↓	↑	↑	↓
Serbest Tel Uzunluğu	↓	↑	↑	↓	↑	↓	↓	↑
Tel Çapı	↓	↑	↓	↑	*	*	*	*
Koruyucu Gaz (CO ₂)	↑	↓	*	*	*	*	↑	↓
Torç Açısı	Sağa Kaynak (25°)	Sola Kaynak	*	*	*	*	Sola Kaynak	Sağa Kaynak

★ Etkisi Yok
+ Az Etkili

↑ Artar

↓ Azalır

Şekil 7.11 MAGC Kaynağında Kaynak Parametrelerinin Dikiş Boyutlarına Etkisi

8. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

8.1 Deneysel Çalışmaların Amacı

Deneysel çalışmalarda asıl incelenmek istenen, tozaltı ve MAGC kaynak yöntemlerinde kaynak ağzı açarak elde edilebilecek nüfuziyet derinliğinin tespit edilmesi ve ekonomik yönden kıyaslanmasıdır. Burada deneyler her iki kaynak yönteminde farklı kaynak ağızlarının ve farklı kalınlıkların kaynak dikişi boyutları üzerindeki etkisi ve ekonomik yönden kıyaslanması araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, tablo ve grafikler halinde sunulmuştur.

8.2 Deneysel Çalışmada Kullanılan Malzemeler

Deneysel çalışma esnasında aşağıda kimyasal analizi verilen çelik (A Grade) malzeme kullanılmıştır. Kaynak işlemi için kullanılacak olan bu malzemelerin kalınlığı 10,15,20,30 mm dir. Malzeme deney numunesi oluşturmak için 150 X 300 mm ölçülerinde plazma ile levhalar halinde kesilmiştir.

Çizelge 8.1 Kaynak İşlemi İçin Kullanılan Esas Metalin Kimyasal Bileşimi (%)

C (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Si (%)
0.15	0.727	0.013	0.012	0.189

Deneysel çalışmada kullanılan gazaltı kaynak telinin ürün cinsi , “Geka Elcor R71” olup çapı 1.2 mm dir. Çeşitli normlara göre ise TS EN 758, DIN 8559, AWS A.5.20 dir. Telin ortalama kimyasal analizi çizelge 8.2 de verilmiştir.

Çizelge 8.2 Gazaltı Kaynak Telinin Ortalama Kimyasal Analizi (%)

C (%)	Mn (%)	Si (%)
0.06	1.3	0.5

Deneysel çalışmada kullanılan tozaltı kaynak telinin ürün cinsi , “Geka S2” olup çapı 3.2 mm dir. Çeşitli normlara göre ise TS EN 756, DIN 8557, AWS A5.17 dir Telin ortalama kimyasal analizi çizelge 8.3 de verilmiştir.

Çizelge 8.3 Tozaltı Kaynak Telinin Ortalama Kimyasal Analizi (%)

C	Si	Mn	P	S	Cu
0.12	0.1	1.0	Max 0.025	Max 0.025	Max 0.3

Deneysel çalışmada kullanılan kaynak tozunun ürün cinsi “Geka ” olup tane büyüklüğü 2-16 arasında değişmektedir. Çeşitli normlara göre ise TS EN 756, TS EN 760, DIN 32522, AWS A5.17 dir. Kaynak tozunun kimyasal analizi çizelge 8.4 de verilmiştir.

Çizelge 8.4 Kaynak Tozunun Kimyasal Analizi (%)

C (%)	Mn (%)	Si (%)
0.06/0.07	1.20/1.50	0.25/0.35

8.3 Karbon Eşdeğerinin Hesaplanması

Kaynak işlemi sırasında, kaynak yapılan bölge hızlı bir ısınma ve soğuma periyoduna maruz kalır, diğer bir deyimle termik bir şok etkisi altında bulunur. Malzeme bu şok etkisini, hasar meydana gelmeyecek şekilde taşıyabilmelidir. Malzemenin metalurjik özelliklerine göre, bu şok etkisini uygun ısı işlemleriyle zararsız hale sokmak mümkündür. Bunlardan bir kısmı kaynak işleminden önce uygulanır. Kaynak işleminden önce yapılan ısı işlemlerindeki amaç, parçayı veya malzemeyi kaynak için hazırlamaktır.

Kaynak işlemi esnasında bağlantının veya esas malzemenin maruz kaldığı ısı işlemleri çok çeşitlidir. Kaynak işleminden önce uygulanan ısı işlemlerinden birisi ön tavlama işlemidir. Malzemenin ön tava tutulup tutulmayacağına karar verebilmek için karbon eşdeğeri hesaplanır. [Amik, 1981]

Karbon eşdeğerinden çıkan sonuca göre ön tavlama sıcaklıkları çizelge 8.5'de verilmiştir.

Çizelge 8.5 Karbon Eşdeğeri ve Ön Tavlama Sıcaklıkları

Karbon Eşdeğeri (%)	Ön Tavlama Sıcaklığı (C)
0.45 e kadar	Ön tav gereksiz
0.45 – 0.60	100 - 200
0.60 dan yukarı	200 – 350

Karbon eşdeğerini çeşitli araştırmacılar değişik şekillerde belirtmişlerdir. Şimdiye kadar 25'den fazla karbon eşdeğeri formülü ortaya çıkmıştır. Deney yapılan malzeme için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$C_{eş} = C + Mn/6 + Cr/5 + Mo/5 + V/5 + Cu/15 + Ni/15$$

şeklindedir. Deney için kullandığımız malzemenin kimyasal yapısındaki elemanlar formülde yerine konursa;

$$C_{eş} = C + Mn/6$$

$$C_{eş} = 0.150 + 0,727/6$$

$$C_{eş} = 0.271$$

sonucu elde edilir. $0.271 < 0.45$ olduğundan malzemeye ön tav gerekmemektedir. Malzemeler ön tava tabi tutulmadan direk kaynak işlemine geçilmiştir.

Gazaltı ve tozaltı telleri içinde karbon eş değeri bulacak olursak; deney için kullandığımız formülde değerler yerine konursa;

Gazlatı teli için ;

$$C_{eş} = C + Mn/6$$

$$C_{eş} = 0.06 + 1.3/6$$

$$C_{eş} = 0.276$$

Tozaltı teli için;

$$C_{eş} = C + Mn/6 + Cr/5 + Mo/5 + V/5 + Cu/15 + Ni/15$$

$$C_{eş} = 0.06 + 1/6 + 0.025/15$$

$$C_{eş} = 0.228$$

8.4 Kaynak Esnasında Kaynak Yerine Olan Isı Girdisi

Tozaltı ve MAGC kaynağında ısı miktarının şiddeti (q), bir saniye zarfında arkta meydana gelen ısıdan kaynak yerine aktarılan miktardır. [Anık. 1981].

EN 1101-1 göre ısı girdisi ;

$$Q = k \cdot U \cdot I \cdot 10^{-3} / v$$

Burada Q ısı girişi (Kj/mm), U kaynak gerilimi (Volt), I akım şiddeti (Amper), v kaynak hızı (mm/s) k kaynak sabiti verimdir.

Kaynak sabiti tozaltı kaynağı için 0.95, MAGC kaynağı için 0.75 alınmıştır. [Müftüoğlu, 2009].

Deneysel çalışmalarda kullanılan akım şiddetlerini ve kaynak gerilimlerini kullanarak kaynak esnasında kaynak yerinde meydana gelen ısı girişi hesaplanırsa tozaltı kaynağında daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu, akım şiddetini arttırdığımızda kaynak yerine olan ısı girişinin daha çok arttığının göstergesidir.

8.5 Sabit (t=10 mm) Kalınlıktaki Parçaların Birleştirilmesi

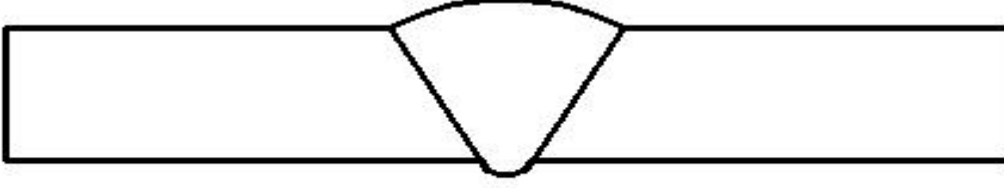
Araştırma planına göre ortalama 10 mm kalınlığındaki malzemelerde elde edilecek dikiş boyutları, sertlikleri ve ekonomik yönden farklılıkları incelenmiştir. Kaynağı yapılacak parçalar 150 X 300 mm boyutlarındaki CNC ile kesilmiştir. Kesme işleminde oluşan çapaklar temizlendikten sonra parçalar alın alına getirilerek farklı kaynak ağızlarında tozaltı ve MAGC kaynaklarında kaynatılmıştır.

Daha sonra kaynağı biten parçalardan kaynak kesitine yakın bölgelerden yaklaşık her iki yüzeyden 20 mm uzaklıkta olacak şekilde kesit alınıp, su zımparaları ile parlatma tezgahında zımparalanarak elmas pastalı keçe ile yüzeyleri parlatılmıştır. Daha sonra %2 Nital çözeltisi hazırlanarak kaynak dikişinin farklı bölgelerini görebilmek için dağlama işlemine tabi tutulmuşlardır. Stereo mikroskop (Büyütme olanağı 60 kata kadar olan mikroskop) altında makro fotoğrafları digital fotoğraf makinası ile çekilmiş ve digital kumpas kullanılarak kaynak dikişinin nüfuziyeti, yüksekliği ve genişliği ölçülmüştür.

En son olarak da imalatta kaliteli ürün çıkarmanın yanında maliyet de düşünülmektedir. Bizde deney parçalarında uyguladığımız kaynak işlemlerinde harcanan maliyetin karşılaştırılması yapılmıştır.

8.5.1 V Kaynak Ağızı İle MAGC Kaynağı

Alın alına birleştirilmeden önce parçalar taş motoru ile kaynağın işlemlerini sağlamak için hafif yuvarlatarak V kaynak ağızı açılması sağlanmıştır. Kaynağı yapılacak iki parça alın alına getirilerek aralarında maksimum 2 mm olacak şekilde birleştirilmiştir.



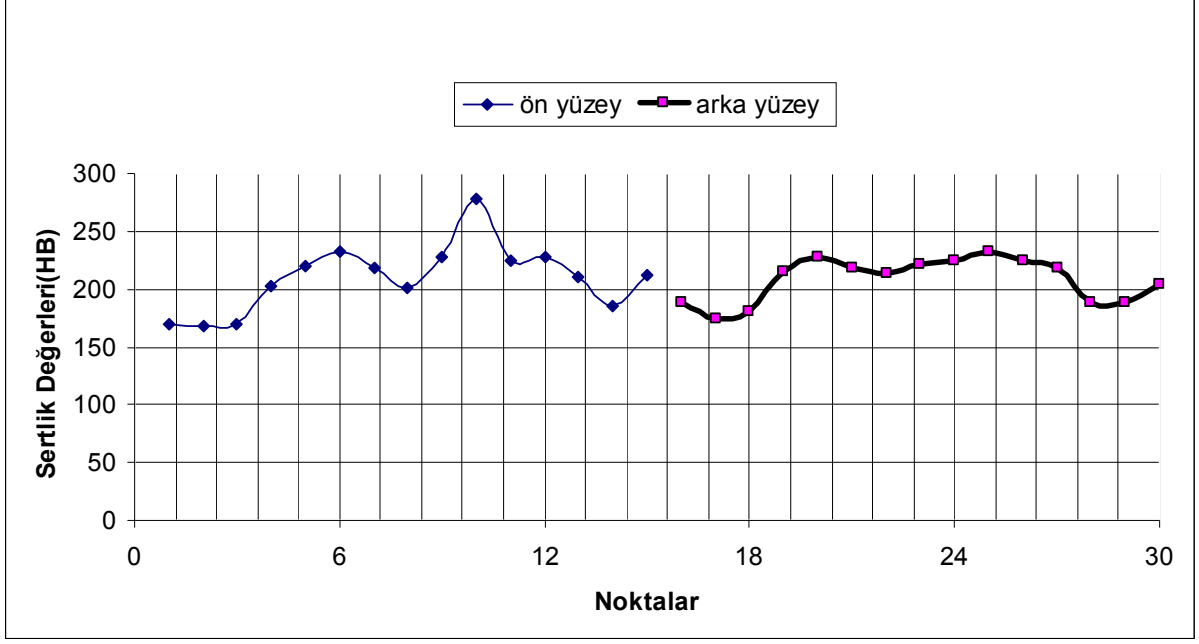
Şekil 8.1 $t= 10$ mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Paso Miktarının Şematik Gösterimi

Çizelge 8.6 $t= 10$ mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Parametre Değerleri

Akım (A)	Volt (V)	Nüfuziyet (mm)	Yükseklik (mm)	Genişlik (mm)
240	28.2	3.55	1.20	13.96

Yukarıdaki parametrelerden de görüleceği gibi kaynak akımıyla ısı girdisi doğru orantılı arttığından dolayı dolgu miktarı ona göre değişmektedir. Bununla birlikte nüfuziyet, dikiş yüksekliği, ve dikiş genişliği uygulanan akım miktarına bağlı olarak fazlalık göstermektedir. X kaynak ağzı ile yapılan MAGC kaynağında fazla olup, V kaynak ağzı ile yapılan tozaltı kaynağından az olmaktadır. Ark gerilimi ve kaynak hızının artması nüfuziyeti olumsuz etkileyeceğinden kaynak işlemi manuel gerçekleştiğinden dolayı uygun bir hızla gerçekleşmiştir, kaynakta kullanılan akım şiddetinin ergime gücüne, kaynak dikiş biçim ve boyutlarına ve nüfuziyete etkisi diğer bütün parametrelerden daha şiddetlidir. Kaynak akım şiddeti yükseldikçe ergime gücü de artar, Bütün diğer kaynak parametreleri sabit tutulduğu zaman artan akım şiddeti ile kaynak dikişinin eninin yüksekliğinin, nüfuziyetinin ve boyutlarının artan akım şiddeti ile arttığı görülür.

Bizim deney parçamızda kullandığımız parametrelerde iki taraftan kaynak birbirine nüfuziyet etmemiştir. Normal şartlar altında bu kaynak yönteminde gerekli yöntemler ve parametreler kullanıldığında yeterli nüfuziyet sağlanabilirdi. Bunun sağlanması için uygulanan yöntem ön yüzeyin kaynağından sonra arka yüzeyde karbon elektrodla ön yüzeydeki temiz alanı bulup kaynatmaktır. Bu uygulamada bu işlem yapılmayıp, bu deneydeki amaç uygulanan parametrelerle nüfuziyet derinliğinin saptanmasıdır. Uygulanan birleştirme işleminde daha iyi bir nüfuziyet elde etmek iki yüzeyde kaynağın birbirine teşkil etmesiyle meydana gelmektedir.



Şekil 8.2 t= 10 mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Sertlik Değerleri

Fotoğraf çekimleri yapılmış parçalar, mikro sertlik cihazından ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm yapılan noktalar standartlar uygun birden fazla noktalarda yapılmıştır. Ayrıca yapılan kaynak işlemlerinde, ısı tesiri altındaki bölgenin (ITAB) boyutları, akım şiddetindeki artış ile oldukça fazla miktarda artmaktadır. Bunun nedeni kaynak yerine olan ısı girişinin, akım şiddetinin karesi ile orantılı olarak artmasıdır. ($E=I^2 \cdot R \cdot t$). Bu yüzden ITAB bölgesinin boyutu ve sertlik değeri yüksektir.

Yapılan deneydeki sertlik raporu incelendiğinde, kaynaklar iki yüzeyde tek pasoda yapıldığında ayrı yarı yüzeylerdeki sertlik değerleri mevcuttur.

1, 2, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 28, 29, 30 noktaları ana malzeme üzerinde seçilmiş noktalar olduklarından sertlik değerleri birbirine bazı noktalar yakın bazı noktalarda da farklılık görülmektedir. Bunun nedeni tamamen ölçüm hatasından kaynaklanmaktadır. 6, 10, 20, 25, 26, noktaları ısı soğuma hızının yüksek olması neticesinde en sert çıkan noktalardan biridir.

Bu noktalar ısı geçiş bölgelerinde daha kırılğan ve sert bir yapı olduğu için sertlik değerlerinin bu bölgelerde daha yüksek olması görülmektedir.

Maliyet yönünden inceleme yapacak olursak, MAGC kaynağında hangi esasların göz önüne alınması, hangi özelliklere dikkat edilmesi ve bütün bunlara göre nasıl bir hesaplama yapılacağı göz önünde bulundurulmuştur. Maliyet türü bakımından düşünülmesi gereken 3 temel unsur bulunmaktadır.

1. İmalat Maddeleri

1.1 Tel elektrodlar

1.2 Koruyucu gaz

1.3 Diğer tüketim maddeleri; örneğin gaz memesini temizleme

2. İşçilik Ücretim Maddeleri

2.1. İşçilik ücreti maliyetleri

2.2 Yan işçilik ücreti maliyetleri (Sosyal sigortalar, lojman, sendika)

3. Makina Maliyetleri

Kaynak işleminde kullanılan kaynak telinin tüketim değeri : 150 gram

Kaynak işleminde kullanılan koruyucu gazın tüketim değeri : 36 lt

Bu değer daha önceden yapılan kaynaklar referans alınarak yapılmıştır. Bu değer % 10 kadar oynayabilir.

İşçilik ücreti : Bütün deneyleri aynı kaynakçı yapacağından bu kriter baz alınmayacaktır.

Kaynak makinesi maliyeti : 4562 Dolar

Harcanan maliyet ;

1 Dolar =1.490 TL

Elcor R 71 özlü telinin fiyatı 2.90 dolar / kg

Harcanan kaynak telinin tüketim maliyeti $0.15 \times 2.90 \times 1.490 = 0.64815$ TL



Kullanılan gazın fiyatı 0.44tl / l

Harcanan gazın tüketim maliyeti $0.44 \times 36 = 15.84$ TL

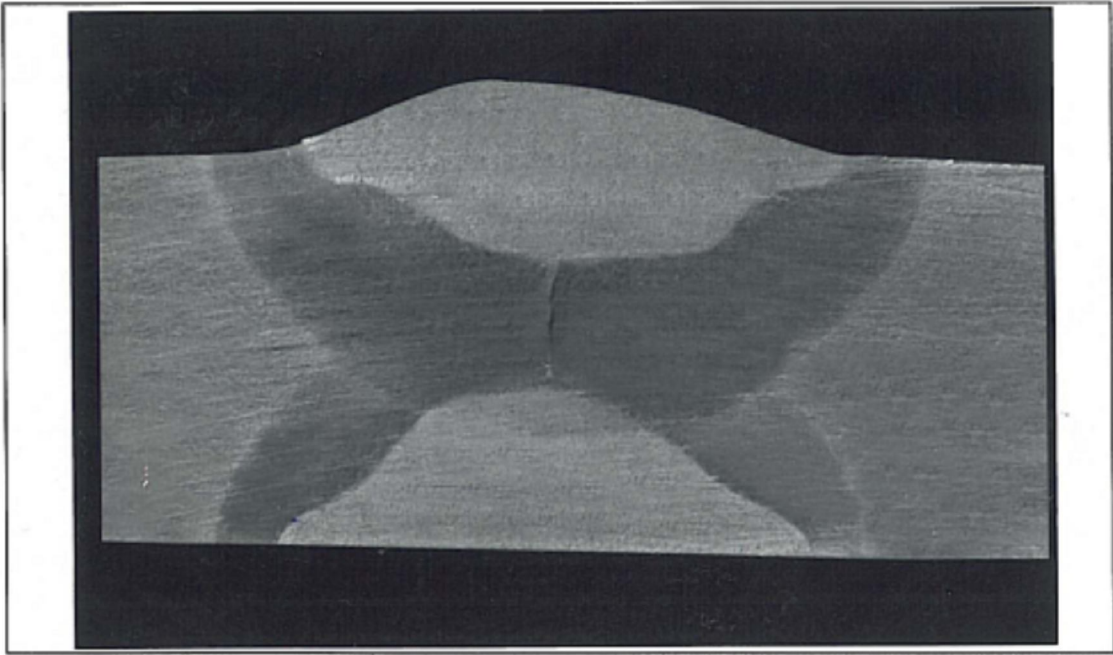
Kaynak makinesi maliyeti $4562 \times 1.490 = 6.797.380$ TL

Genel harcanan maliyet = 6.797.397 TL

Bu harcanan maliyet üzerinde çalışma ortamı, alt yapı malzemeleri gibi % 10 kadar değişiklik gösterebilir.



 ANADOLU DOKÜM SANAYİ A.Ş.	MAKROYAPI İNCELEME FORMU MACROSTRUCTURE INSPECTION FORM		 Certificate No : 360535

Firma Adı / Company : VOLKAN KAYAKÖK	Standart / Standard : EN ISO 15614-1 : EN 1321
Rapor No / Report No : R090984	Malzeme / Material : -
Parça Adı / Description : t = 9 mm / ALIN KAYNAK	Dağlama / Etching : % 3 NITAL
Amaç / Audited : Weld Run , Form , Penetration , Weld , Crack Control	



NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	KONTROL YÖNTEMİ CONTROL METHOD		SONUÇ RESULT
	GÖRSEL VISUAL	FOTOĞRAF PHOTO	
t = 9 mm / ALIN KAYNAK	Yes	Yes	

*Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.
This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.*

MUAYENEYİ YAPAN INSPECTOR MET.MÜH. BARIŞ OKUTAN 	TARİH DATE 12.05.2009	ONAY APPROVAL MET.MÜH. METEHAN/BOYDAK  ANADOLU DOKÜM SANAYİ A.Ş. İZMİR ŞİRKETİ TERTÜL YOLU KAYAKÖK SİSİ
---	--------------------------------------	---

F - 3107 Rev.0

Şekil 8.3 t= 10 mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Makroyapı İnceleme Formu

Çizelge 8.7 t= 10 mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Sertlik Raporu



ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.

Körfez :

Ref. No:

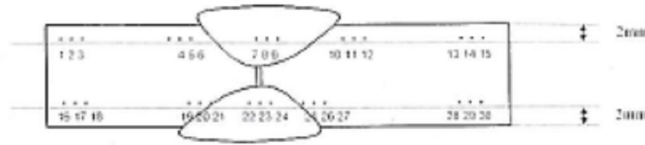
RAPOR
REPORT

Rapor No / Report No : R091382
 Deneysel Laboratuvarı / Laboratory : ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.
 Cihaz ve kalibrasyon/ Equipment and Calibration : WOLPERT 09.06.2009
 Numunenin Alındığı Firma / Company : VOLKAN KAYAKÖK
 Numune Alma / Sampling Method : FIRMA YETKİLİSİ GETİRDİ
 Numuneyi Teslim Alan / Received By : LAB. NAMIK DEMİR
 Numunenin Cinsi ve Adedi / Sample Descr. and Quantity : 1 ADET KAYNAKLI SERTLİK NUMUNESİ
 Numunenin Alındığı Tarih / Received Date of Sample : 10.07.2009
 Deneyin Yapıldığı Tarih / Date of Testing : 13.07.2009
 Uygulanan Standart / Applied Standart : EN ISO 15614 - 1 / EN 1043 - 1
 Deneyleri Yapanlar / Operator : LAB. NAMIK DEMİR / MET. MÜH. MİTHAT KERİMAK
 Deneyi Kontrol Eden ve Onaylayan / Approval : MET. MÜH. BARIŞ OKUTAN

Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.
 This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.

Deney Sonuçları / Test Results : Makro Yapı Rapor NO : R090984 .

NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	SERTLİK ÖLÇÜMLERİ (HB)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
t = 9 mm ALIN KAYNAK	169	188	109	203	220	232	219	201	228	278	225	228	210	185	212
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	186	175	181	215	228	219	213	221	225	232	225	218	189	188	204



ANADOLU DÖKÜM SANAYİ
 ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.
 TÜRKİYE LİK/KOCAELİ

F - 3008

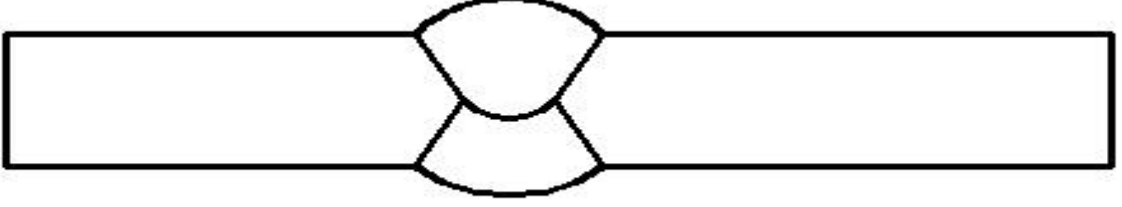
Hürriyet Cad. No. 1 41780 Körfez/ KOCAELİ
 Tel : 0 262 527 13 51 - 527 23 51
 Fax : 0 262 527 23 78
 Web address : <http://www.anadoludokum.com.tr>
 Vergi Dairesi-No : Körfez 068 008 3058
 Tic. Sic. No : 34/74 Sanayi Sicil No : 10752

E-mail : ads@tmm.net

Certificate No:360835

TSE KALİTE BELGE NO : 2609
 TSE KALİTE BELGE NO : 2607
 TSE KALİTE BELGE NO : 2160
 TSE KALİTE BELGE NO : 2161
 TSE KALİTE BELGE NO : 2162
 TSE KALİTE BELGE NO : 1006

8.5.2 X Kaynak Ağzı İle MAGC Kaynağı

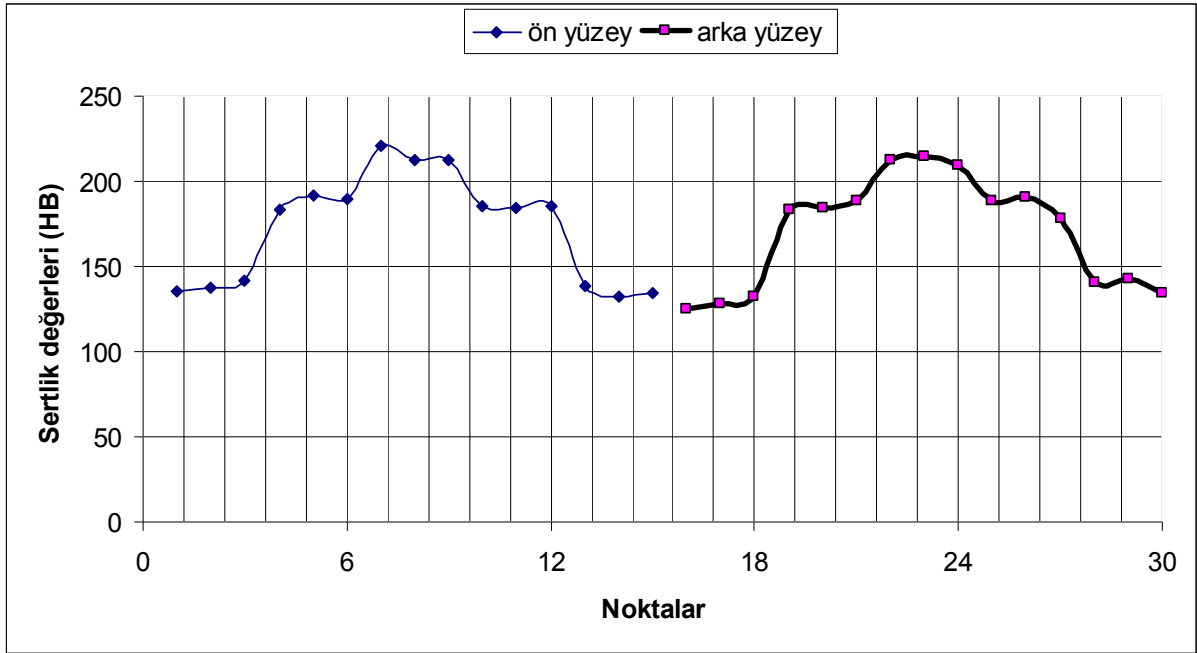


Şekil 8.4 t= 10 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Paso Miktarının Şematik Gösterimi

Çizelge 8.8 t= 10 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Parametre Değerleri

Akım (A)	Volt (V)	Nüfuziyet (mm)	Yükseklik (mm)	Genişlik (mm)
190	30.0	1.07	4.20	13.00

Bu kalınlıkta pratikte uygulanmayan kaynak ağzı açısı bu deneyde uygulanmıştır. Birleştirilecek parçalarda standartlarda belirtilen ve pratikte uygulanan 3 mm rud yükseliğinde, her bir parçada 30 derece olmak üzere 60 derece X kaynak ağzı açılmıştır. Ön ve arka yüzey 1 paso şeklinde kaynak dikişi uygulanmıştır. Arka yüzeyde taşlanmadan temiz yüzey bulunmadan ve uygulanan akım miktarı değiştirilmeden yapılan iki yüzeyde de kaynak işlemi tamamlanmıştır. Kaynakların birbirine nüfuziyet etmemesi uygulanan akım miktarına bağlıdır.



Şekil 8.5 t= 10 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Sertlik Değerleri

Yapılan deneydeki sertlik raporu incelendiğinde; kaynaklar iki yüzeyde tek pasoda yapıldığında ayrı ayrı yüzeylerdeki sertlik değerleri mevcuttur. Uygulanan kaynak akımının yarattığı sertlik değeri kaynak bölgesinde daha yüksektir. ITAB da kaynak bölgesine göre daha düşüktür. ITAB bölgesindeki pasoların çekilişindeki düzensizlikten dolayı sertlik değerlerinde ölçülen noktalarda bir düşüş görülmektedir. ITAB bölgesinde düşük çıkmasının diğer nedeni de parçadaki curuf boşluğunun etkisidir. Boşluk ısı kaçısını azaltır ve yavaş soğuma sağlar,

1, 2, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 28, 29, 30 noktaları ana malzeme üzerinde seçilmiş noktalar olduklarından sertlik değerleri birbirine çok yakın çıkmasına rağmen farklılık görülmektedir. Bunun nedeni tamamen ölçüm hatasından kaynaklanmaktadır. 6, 10, 20, 25, 26, bizim ısı tesiri altındaki bölge olmasına rağmen en yüksek sertlik 7, 8, 9, 22, 23, 24, noktalarda çıkmıştır. Soğuma hızının yüksek olması neticesinde en sert çıkan noktalardır.

19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 noktalarında kök pasoda kendini çekme ve cüruf boşluğunun oluşturduğu hata, kaynakçı faktörünün etkin bir faktör olduğunun iyi bir göstergesidir. Esasen oluşan bu hatadan dolayı bu noktalarda ölçüm yapılmaması gerekirdi, fakat biz bir model çalışması yaptığımızdan burada da sertlik ölçümü yaptık.

Maliyet yönünden inceleme yapacak olursak, MAGC kaynağında hangi esasların göz önüne alınması, hangi özelliklere dikkat edilmesi ve bütün bunlara göre nasıl bir hesaplama yapılacağı göz önünde bulundurulmuştur. Maliyet türü bakımından düşünülmesi gereken 3 temel unsur bulunmaktadır.

1. İmalat Maddeleri

1.1 Tel elektrodlar

1.2 Koruyucu gaz

1.3 Diğer tüketim maddeleri; örneğin gaz memesini temizleme

2. İşçilik Ücretim Maddeleri

2.1. İşçilik ücreti maliyetleri

2.2 Yan işçilik ücreti maliyetleri (Sosyal sigortalar, lojman, sendika)

3. Makina Maliyetleri

Kaynak işleminde kullanılan kaynak telinin tüketim değeri : 924 gram

Kaynak işleminde kullanılan koruyucu gazın tüketim değeri : 80 lt

Bu değer daha önceden yapılan kaynaklar referans alınarak yapılmıştır. Bu değer % 10 kadar oynayabilir.

Kaynak makinesi maliyeti : 4562 Dolar

Harcanan maliyet ;

1 Dolar =1.490 TL

Elcor R 71 özlü telinin fiyatı 2.90 dolar / kg

Harcanan kaynak telinin tüketim maliyeti $0.924 \times 2.90 \times 1.490 = 3.993$ TL



Kullanılan gazın fiyatı 0.44tl / l

Harcanan gazın tüketim maliyeti $0.44 \times 80 = 35.2$ TL

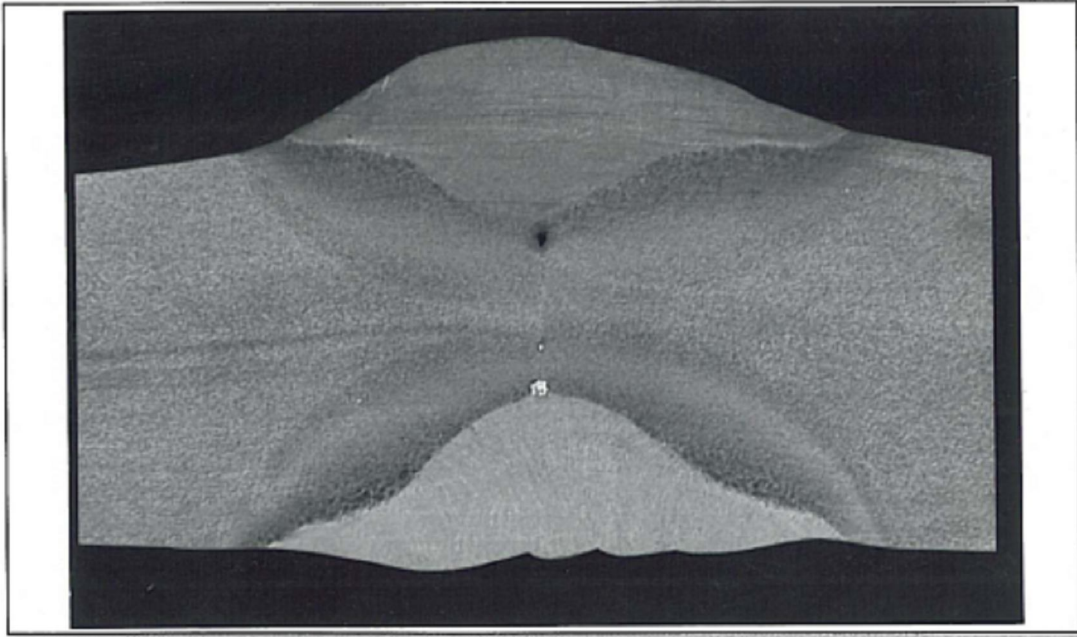
Kaynak makinesi maliyeti $4562 \times 1.490 = 6.797.380$ TL

Genel harcanan maliyet = 6.797.420 TL

Bu harcanan maliyet üzerinde çalışma ortamı, alt yapı malzemeleri gibi % 10 kadar değişiklik gösterebilir.


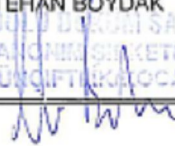
 ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.	MAKROYAPI İNCELEME FORMU MACROSTRUCTURE INSPECTION FORM		 Certificate No : 360835

Firma Adı / Company : VOLKAN KAYAKÖK	Standart / Standard : EN ISO 15614-1
Rapor No / Report No : R090985	Malzeme / Material : -
Parça Adı / Description : t = 9 mm / ALIN KAYNAK	Dağlama / Etching : % 3 NİTAL
Amaç / Audited : Weld Run , Form , Penetration , Weld , Crack Control	



NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	KONTROL YÖNTEMİ CONTROL METHOD		SONUÇ RESULT
	GÖRSEL VISUAL	FOTOĞRAF PHOTO	
t = 9 mm / ALIN KAYNAK	Yes	Yes	

*Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.
This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.*

MUAYENEYİ YAPAN INSPECTOR MET.MÜH. BARIŞ OKUTAN 	TARİH DATE 12.05.2009	ONAY APPROVAL MET.MÜH. METEHAN BOYDAK ANADOLU DÖKÜM SANAYİ ANONİM ŞİRKETİ YÜTÜNCÜİTİKALICAELİ 
---	-----------------------------	--

F - 3107 Rev.0

Şekil 8.6 t= 10 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Makroyapı İnceleme Formu

Çizelge 8.9 t= 10 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Sertlik Raporu



ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.

Körfez :

Ref. No:

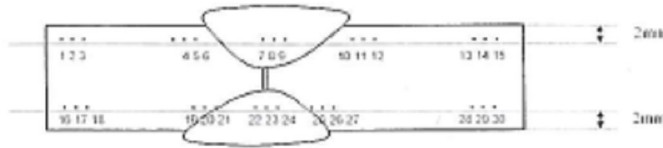
RAPOR
REPORT

Rapor No / Report No : R091383
 Deney Laboratuvarı / Laboratory : ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.
 Cihaz ve kalibrasyonu / Equipment and Calibration : WOLPERT 09.08.2009
 Numunenin Alın Olduğu Firma / Company : VOLKAN KAYAKÖK
 Numune Alma / Sampling Method : FIRMA YETKİLİSİ GETİRDİ
 Numuneyi Teslim Alan / Received By : LAB. NAMIK DEMİR
 Numunenin Cinsi ve Adedi / Sample Descr. and Quantity : 1 ADET KAYNAKLI SERTLİK NUMUNESİ
 Numunenin Alındığı Tarih / Received Date of Sample : 10.07.2009
 Deneyin Yapıldığı Tarih / Date of Testing : 13.07.2009
 Uygulanan Standart / Applied Standart : EN ISO 15614 - 1 / EN 1043 - 1
 Deneyleri Yapanlar / Operator : LAB. NAMIK DEMİR / MET. MÜH. MİTHAT KERİMAK
 Deneyi Kontrol Eden ve Onaylayan / Approval : MET. MÜH. BARIŞ OKUTAN

*Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.
 This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.*

Deney Sonuçları / Test Results : Makro Yapı Rapor NO : R090985 .

NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	SERTLİK ÖLÇÜMLERİ (HB)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
t = 9 mm ALIN KAYNAK	135	138	142	183	182	190	221	212	213	185	184	185	139	132	134
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	125	128	132	183	184	189	213	215	209	189	191	178	141	143	134



ANADOLU DÖKÜM SANAYİ
 ANONİM ŞİRKETİ
 TÜTÜNCÜYÜK KOCATEPE

F - 3000

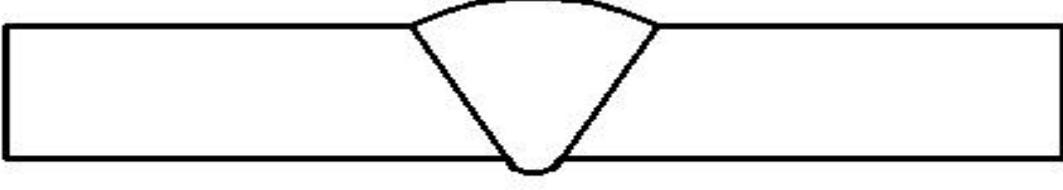
Hürriyet Cad. No. 1 41780 Körfez/ KOCAELİ
 Tel : 0 262 527 13 51 - 527 23 51
 Fax : 0 262 527 28 76
 Web address : <http://www.anadoludokum.com.tr>
 Vergi Dairesi No : Körfez 068 006 3056
 Tic. Sic. No : 34/74 Sanayi Sicil No : 10752

E-mail : acds@inn.net

Certificate No:360835

TSE KALİTE BELGE NO : 2608
 TSE KALİTE BELGE NO : 2607
 TSE KALİTE BELGE NO : 2160
 TSE KALİTE BELGE NO : 2161
 TSE KALİTE BELGE NO : 2162
 TSE KALİTE BELGE NO : 1088

8.5.3 V Kaynak Ağız İle Tozaltı Kaynağı



Şekil 8.7 $t= 10$ mm Tozaltı Kaynağı V Kaynak Ağızının Paso Miktarının Şematik Gösterimi

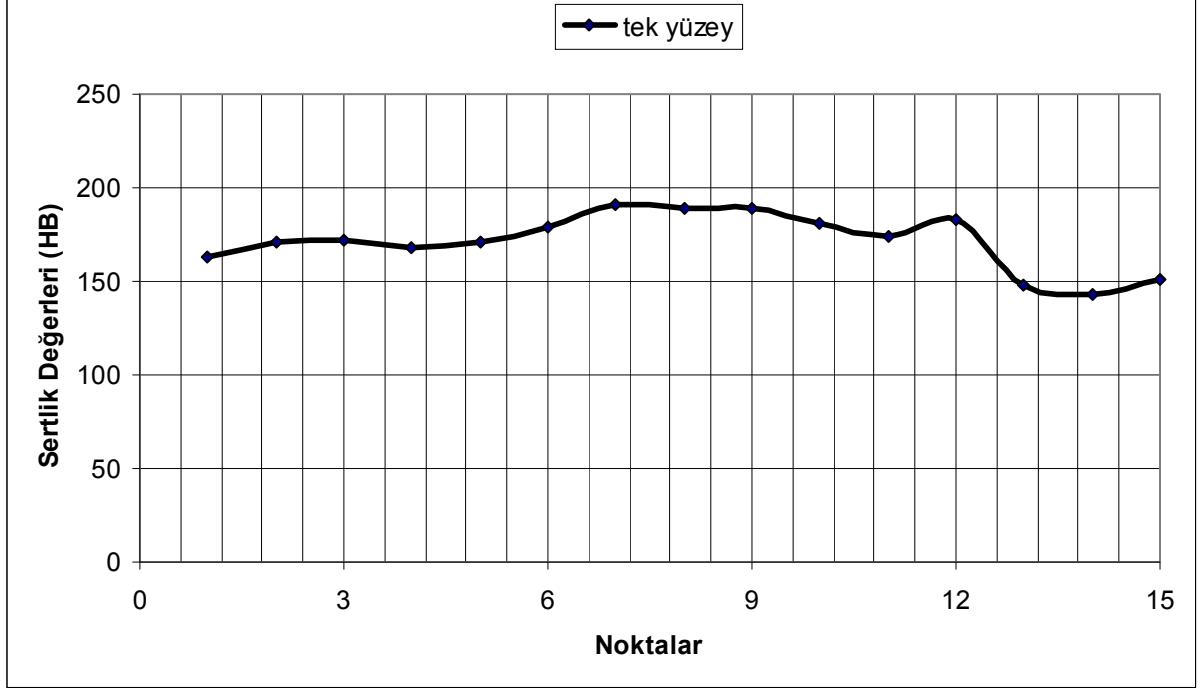
Çizelge 8.10 $t= 10$ mm Tozaltı Kaynağı V Kaynak Ağızının Parametre Değerleri

Akım (A)	Volt (V)	Nüfuziyet (mm)	Yükseklik (mm)	Genişlik (mm)
360	32	3.04	2.27	17.56

Deney çalışması yapılan tek yüzeyde tek pasoda gerçekleşen kaynağın nüfuziyet derinlik ve genişlikleri yukardaki tablodadır. Dikişin formu üzerinde en büyük tesiri olan faktörlerden biri akım şiddetidir. Kaynak akımı ergiyen elektrod miktarını, nüfuziyet derinliğini ve ergiyen esas metal miktarını belirler. Akım miktarındaki artış ile nüfuziyet ile ergime miktarı artar.

Ayrıca kullandığımız tozaltı teli olan GEKA S 2 nın çapı 4 mm idi aynı akımla daha küçük çaplı tel kullanmış olsaydık nüfuziyet artmış olurdu. Ayrıca yaptığımız parametrelere göre genişlik yer yer bölgelerde yüksek çıkmıştır. En ideal kaynak genişliği kural kitaplarında malzeme kalınlığı X 1.5 bulunmaktadır. Kaynak ağız açısının genişliği ve iki parça arasında bırakılan aralık, dikiş formunu etkileyen faktörler arasındadır. Ağız açısının artması ile dikişin yüksekliği fazla miktarda azalır. İki parça arasındaki aralığın artması ile nüfuziyet fazla miktarda artar, dikişin genişliği artar. buna mukabil yüksekliği fazla miktarda azalır

Aynı zamanda imalat aşamalarında tek taraflı kaynak söz konusu değildir. İki taraftan kaynağın işleyeceği şekilde uygun kaynak parametreleri ve kaynak öncesi işlemleri seçip ondan sonra kaynak işlemi yapıyoruz, fakat burada tek taraflı nüfuziyeti incelemek ve deneysel bir çalışma yaptığımız için bu uygulama böyle olmuştur.



Şekil 8.8 t= 10 mm Tozaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Sertlik Değerleri

Yapılan deneydeki sertlik raporu incelendiğinde uygulanan kaynak akımının yarattığı sertlik değeri kaynak bölgesinde daha yüksek çıkmıştır. Tek pasoda kendini çekme ve cüruf boşluğunun oluşturduğu hatadan dolayı ITAB da sertlik kaynak bölgesine nazaran daha az çıkmıştır. Fakat biz bir model çalışması yaptığımızdan burada da sertlik ölçümü yaptık.

1, 2, 3, 13, 14, 15, noktaları ana malzeme üzerinde seçilmiş noktalar olduklarından sertlik değerleri birbirine yakın çıkmasına rağmen farklılık görülmektedir. Bunun nedeni tamamen ölçüm hatasından kaynaklanmaktadır.

Tozaltı kaynak yönteminde kaynak edilen parçaya enerji girişinin artışı, sertlikte düşüşe neden olduğu görülmektedir.

Maliyet yönünden inceleme yapacak olursak, tozaltı kaynağında MAGC kaynağında olduğu gibi hangi esasların göz önüne alınması, hangi özelliklere dikkat edilmesi ve bütün bunlara göre nasıl bir hesaplama yapılacağı göz önünde bulundurulmuştur. Maliyet türü bakımından düşünülmeleri gereken 3 temel unsur bulunmaktadır.

1. İmalat Maddeleri

1.1 Tel elektrodlar

1.2 Kaynak Tozları

1.3 Diğer tüketim maddeleri; örneğin gaz memesini temizleme

2. İşçilik Ücretim Maddeleri

2.1. İşçilik ücreti maliyetleri

2.2 Yan işçilik ücreti maliyetleri (Sosyal sigortalar, lojman, sendika)

3. Makina Maliyetleri

Kaynak işleminde kullanılan kaynak telinin tüketim değeri : 82 gram

Kaynak işleminde kullanılan tozun tüketim değeri : 1764 gram

İşçilik ücreti : Bütün deneyleri aynı kaynakçı yapacağından bu kriter baz alınmayacaktır.

Kaynak makinesi maliyeti : 9758 Dolar

Harcanan maliyet ;

1 Dolar =1.490 TL

1 Euro = 2.150 TL

Geka S2 tozaltı telinin fiyatı 1.95 TL / kg

Harcanan kaynak telinin tüketim maliyeti $0.082 \times 1.95 = 0.16$ TL

Eliflux BFB olan tozun fiyatı 1.1 Euro/ kg

Harcanan tozun tüketim maliyeti $1.764 \times 1.1 \times 2.150 = 4.172$ TL

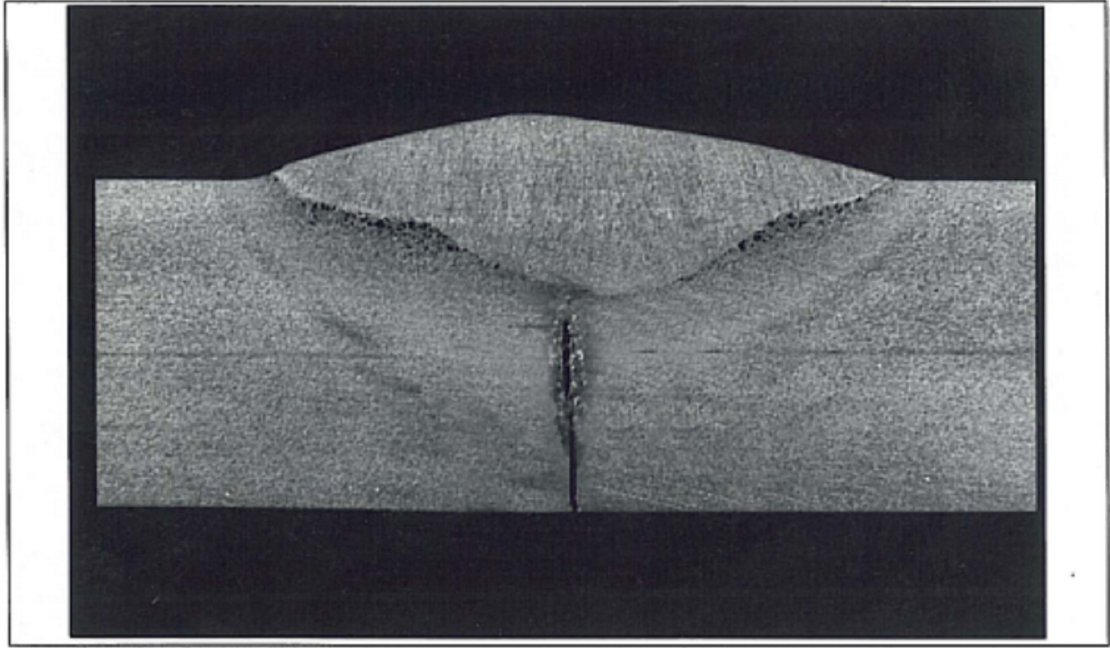
Kaynak makinesi maliyeti $9758 \times 1.490 = 14.539.420$ TL

Genel harcanan maliyet = 14.543.593 TL

Bu harcanan maliyet üzerinde çalışma ortamı, alt yapı malzemeleri gibi % 10 kadar değişiklik gösterebilir.

 ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.	MAKROYAPI İNCELEME FORMU MACROSTRUCTURE INSPECTION FORM		 Certificate No : 360835


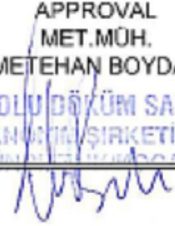
Firma Adı / Company : VOLKAN KAYAKÖK	Standart / Standard : EN ISO 15614-1 : EN 1321
Rapor No / Report No : R090978	Malzeme / Material : -
Parça Adı / Description : t = 10 mm / ALIN KAYNAK	Dağlama / Etching : % 3 NITAL
Amaç / Audited : Weld Run , Form , Penetration , Weld , Crack Control	



NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	KONTROL YÖNTEMİ CONTROL METHOD		SONUÇ RESULT
	GÖRSEL VISUAL	FOTOĞRAF PHOTO	
t = 10 mm / ALIN KAYNAK	Yes	Yes	

Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.

This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.

MUAYENİYİ YAPAN INSPECTOR MET.MÜH. BARIŞ OKUTAN 	TARİH DATE 12.05.2009	ONAY APPROVAL MET.MÜH. METEHAH BOYDAK  ANADOLU DÖKÜM SANAYİ ANKARA ŞİRKETİ TİTİZLER CADDESİ
---	---	---

F - 3107 Rev.0

Şekil 8.9 t= 10 mm Tozaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Makroyapı İnceleme Formu

Çizelge 8.11 t= 10 mm Tozaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Sertlik Raporu



ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.

Körfez :

Ref. No:

RAPOR REPORT

Rapor No / Report No : R091376

Deney Laboratuvarı / Laboratory : ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.

Cihaz ve kalibrasyon/ Equipment and Calibration : WOLPERT 09.06.2009

Numunenin Ait Olduğu Firma / Company : VOLKAN KAYAKÖK

Numune Alma / Sampling Method : FİRMA YETKİLİSİ GETİRDİ

Numuneyi Teslim Alan / Received By : LAB. NAMIK DEMİR

Numunenin Cinsi ve Adedi / Sample Descr. and Quantity : 1 ADET KAYNAKLI SERTLİK NUMUNESİ

Numunenin Alındığı Tarih / Received Date of Sample : 10.07.2009

Deneyin Yapıldığı Tarih / Date of Testing : 13.07.2009

Uygulanan Standart / Applied Standart : EN ISO 15614 - 1 / EN 1043 - 1

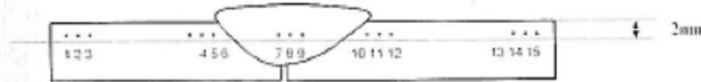
Deneyleri Yapanlar / Operator : LAB. NAMIK DEMİR / MET. MÜH. MİTHAT KERİMAK

Deneyi Kontrol Eden ve Onaylayan / Approval : MET. MÜH. BARIŞ OKUTAN

*Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.
This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.*

Deney Sonuçları / Test Results : Makro Yapı Rapor NO : R090978 .

NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	SERTLİK ÖLÇÜMLERİ (HB)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
t = 10 mm ALIN KAYNAK	163	171	172	166	171	179	191	189	189	181	174	183	148	143	151



ANADOLU DÖKÜM SANAYİ
ANADOLU DÖKÜM SANAYİ
TÜTÜM FİRMASI
TÜTÜM FİRMASI

F - 3005

Hürriyet Cad. No. 1 41780 Körfez/ KOCAELİ
Tel : 0 282 527 13 51 - 527 23 51
Fax : 0 282 527 28 76
Web address : <http://www.anadoludokum.com.tr>
Vergi Dairesi No : Körfez 068 006 3056
Tic. Sic. No : 34/74 Sanayi Sicil No : 10752

E-mail : ads@inn.net

Certificate No:360835

TSE KALİTE BELGE NO : 2608
TSE KALİTE BELGE NO : 2607
TSE KALİTE BELGE NO : 2100
TSE KALİTE BELGE NO : 2161
TSE KALİTE BELGE NO : 2162
TSE KALİTE BELGE NO : 1088

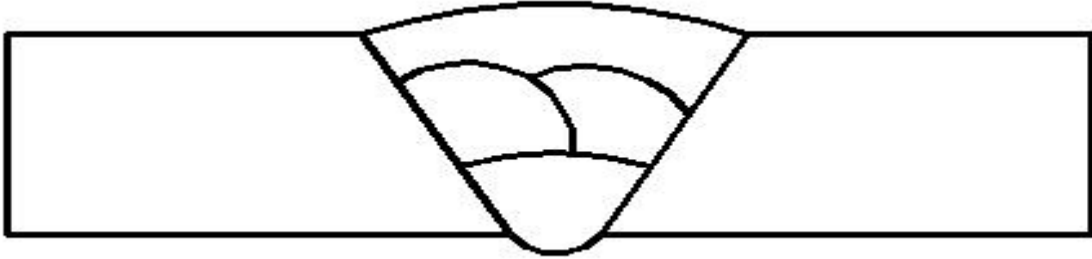
8.6 Sabit (t=15 mm) Kalınlıktaki Parçaların Birleştirilmesi

Araştırma planına göre ortalama 15 mm kalınlığındaki malzemelerde elde edilecek dikiş boyutları, sertlikleri ve ekonomik yönden incelenmiştir. Kaynağı yapılacak parçalar 150 X 300 mm boyutlarındaki CNC ile kesilmiştir. Kesme işleminde oluşan çapaklar temizlendikten sonra parçalar alın alına getirilerek farklı kaynak ağızlarında tozaltı ve MAGC kaynaklarında kaynatılmıştır.

Daha sonra kaynağı biten parçalardan kaynak kesitine yakın bölgelerden yaklaşık her iki yüzeyden 20 mm uzaklıkta olacak şekilde kesit alınıp, su zımparaları ile parlatma tezgahında zımparalanarak elmas pastalı keçe ile yüzeyleri parlatılmıştır. Daha sonra %2 Nital çözeltisi hazırlanarak kaynak dikişinin farklı bölgelerini görebilmek için dağlama işlemine tabi tutulmuşlardır. Stereo mikroskop (Büyütme olanağı 60 kata kadar olan mikroskop) altında makro fotoğrafları digital fotoğraf makinası ile çekilmiş ve digital kumpas kullanılarak kaynak dikişinin nüfuziyeti, yüksekliği ve genişliği ölçülmüştür.

En son olarak da imalatta kaliteli ürün çıkarmanın yanında maliyet de düşünülmektedir. Bizde deney parçalarında uyguladığımız kaynak işlemlerinde harcanan maliyeti karşılaştırılması yapılmıştır.

8.6.1 V Kaynak Ağızı İle MAGC Kaynağı



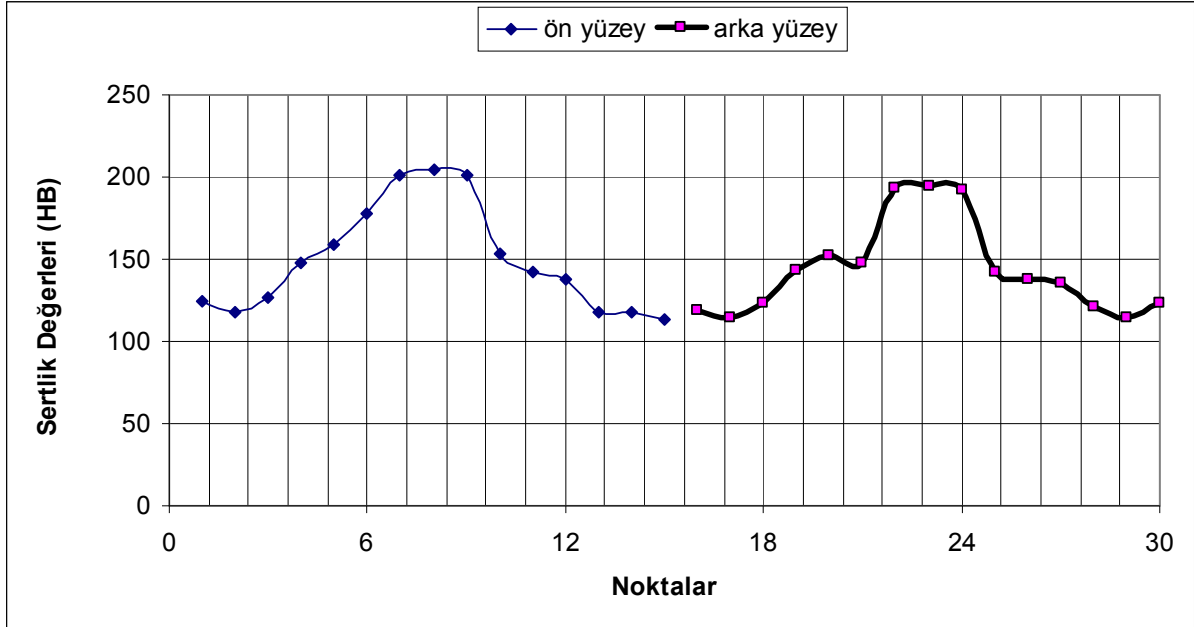
Şekil 8.10 t= 15 mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağızının Paso Miktarının Şematik Gösterimi

Çizelge 8.12 t= 15 mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağızının Parametre Değerleri

Akım (A)	Volt (V)	Nüfuziyet (mm)	Yükseklik (mm)	Genişlik (mm)
300	28	11.97 - 6.92	4.7	23.26

Bu kalınlıkta pratikte uygulanmayan kaynak ağızı açısını bu deneyde uygulanmıştır. Birleştirilecek parçalarda standartlarda belirtilen ve pratikte uygulanan 3 mm rud yüksekliğinde, her bir parçada 30 derece olmak üzere 60 derece V kaynak ağızı açılmıştır. Ön

yüzeyde kök paso+2 sıra+ son sıra olmak üzere toplam 4 paso şeklinde yapılan kaynağın arka yüzeyi kök paso +1 son sıra şeklinde yapılmıştır. Uygun kaynak açısı ile kaynaklar birbirine kolay bir şekilde nüfuziyet etmiş bulunmaktadır. Kaynak akımı ve tel ilerleme hızı ile uygun bir kaynak dikiş formu elde edilmiştir.



Şekil 8.11 t= 15 mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Sertlik Değerleri

Yapılan deneydeki sertlik raporu incelendiğinde uygulanan kaynak akımının yarattığı sertlik değeri kaynak bölgesinde daha yüksektir. ITAB da kaynak bölgesine göre daha düşüktür. ITAB bölgesindeki pasoların çekilişindeki düzensizlikten dolayı sertlik değerlerinde ölçülen noktalarda bir düşüş görülmektedir.

1, 2, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 28, 29, 30 noktaları ana malzeme üzerinde seçilmiş noktalar olduklarından sertlik değerleri birbirine çok yakın bulunmaktadır. 6, 10, 21, 25, 26, bizim ısı tesiri altındaki bölge olmasına rağmen en yüksek sertlik 7, 8, 9, 22, 23, 24, noktalarda çıkmıştır. Soğuma hızının yüksek olması neticesinde en sert çıkan noktalardır.

Kaynak merkezinden düşey olarak yapılan sertlik ölçümlerinde farklılıklar elde edilmektedir. Yukarıdan aşağıya yapılan sertlik değerlerinde ise düşmeler görülmekte olup, kaynak metalinin farklı sıcaklık bölgelerine ulaşması ve soğuma sıcaklık ve hız değerlerinin farklılığından kaynaklandığı görülmektedir.

Maliyet yönünden inceleme yapacak olursak, MAGC kaynağında hangi esasların göz önüne alınması, hangi özelliklere dikkat edilmesi ve bütün bunlara göre nasıl bir hesaplama yapılacağı göz önünde bulundurulmuştur. Maliyet türü bakımından düşünülmesi gereken 3 temel unsur bulunmaktadır.

1. İmalat Maddeleri

1.1 Tel elektrodlar

1.2 Koruyucu gaz

1.3 Diğer tüketim maddeleri; örneğin gaz memesini temizleme

2. İşçilik Ücretim Maddeleri

2.1. İşçilik ücreti maliyetleri

2.2 Yan işçilik ücreti maliyetleri (Sosyal sigortalar, lojman, sendika)

3. Makina Maliyetleri

Kaynak işleminde kullanılan kaynak telinin tüketim değeri : 1342 gram

Kaynak işleminde kullanılan koruyucu gazın tüketim değeri : 70 lt

İşçilik ücreti : Bütün deneyleri aynı kaynakçı yapacağından bu kriter baz alınmayacaktır.

Bu değer daha önceden yapılan kaynaklar referans alınarak yapılmıştır. Bu değer % 10 kadar oynayabilir.

Kaynak makinesi maliyeti : 4562 Dolar

Harcanan maliyet ;

1 Dolar =1.490 TL

Elcor R 71 özlü telinin fiyatı 2.90 dolar / kg

Harcanan kaynak telinin tüketim maliyeti $1.342 \times 2.90 \times 1.490 = 5.800$ TL



Kullanılan gazın fiyatı 0.44tl / l

Harcanan gazın tüketim maliyeti $0.44 \times 70 = 30.8$ TL

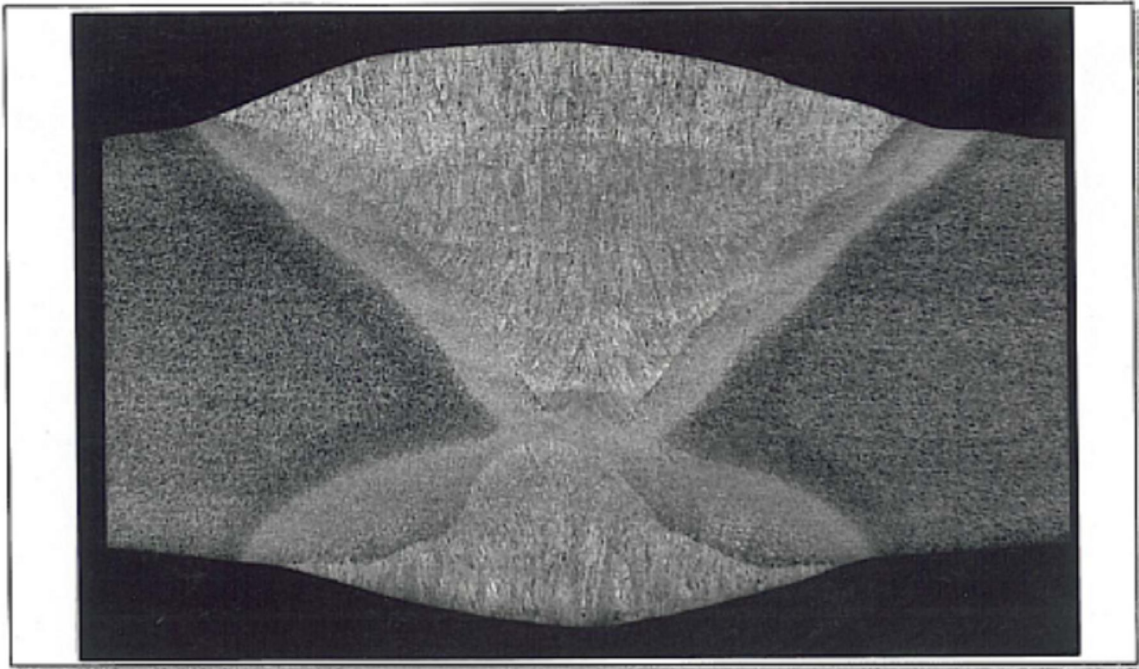
Kaynak makinesi maliyeti $4562 \times 1.490 = 6.797.380$ TL

Genel harcanan maliyet = 6.833.180 TL

Bu harcanan maliyet üzerinde çalışma ortamı, alt yapı malzemeleri gibi % 10 kadar değişiklik gösterebilir.

 ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.	MAKROYAPI İNCELEME FORMU MACROSTRUCTURE INSPECTION FORM		 Certificate No : 300835



Firma Adı / Company : VOLKAN KAYAKÖK	Standart / Standard : EN ISO 15614-1 : EN 1321
Rapor No / Report No : R090852	Malzeme / Material : -
Parça Adı / Description : t = 15 mm / ALIN KAYNAK	Dağlama / Etching : % 3 NİTAL
Amaç / Audited : Weld Run , Form , Penetration , Weld , Crack Control	



NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	KONTROL YÖNTEMİ CONTROL METHOD		SONUÇ RESULT
	GÖRSEL VISUAL	FOTOĞRAF PHOTO	
t = 15 mm / ALIN KAYNAK	Yes	Yes	Uygun / Satisfactory

Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.

This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.

MUAYENEYİ YAPAN INSPECTOR MET.MÜH. BARIŞ OKUTAN 	TARİH DATE 05.05.2009	ONAY APPROVAL MET.MÜH. METEHAN BOYDAK ANADOLU DÖKÜM SANAYİ ANONİM ŞİRKETİ 
---	-----------------------------	---

F - 3107 Rev 0

Şekil 8.12 t= 15 mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Makroyapı İnceleme Formu

Çizelge 8.13 t= 15mm Gazaltlı Kaynağı V Kaynak Ağzının Sertlik Raporu



ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.

Körfez :

Ref. No:

RAPOR
REPORT

Rapor No / Report No : R091375
 Deneysel Laboratuvarı / Laboratory : ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.
 Cihaz ve kalibrasyonu / Equipment and Calibration : WOLPERT 09.06.2009
 Numunenin Ait Olduğu Firma / Company : VOLKAN KAYAKÖK
 Numune Alma / Sampling Method : FIRMA YETKİLİSİ GETİRDİ
 Numuneyi Teslim Alan / Received By : LAB. NAMIK DEMİR
 Numunenin Cinsi ve Adedi / Sample Descr. and Quantity : 1 ADET KAYNAKLI SERTLİK NUMUNESİ
 Numunenin Alındığı Tarih / Received Date of Sample : 10.07.2009
 Deneysel Yapıldığı Tarih / Date of Testing : 13.07.2009
 Uygulanan Standart / Applied Standart : EN ISO 15614 - 1 / EN 1043 - 1
 Deneysel Yapanlar / Operator : LAB. NAMIK DEMİR / MET. MÜH. MİTHAT KERİMAK
 Deneysel Kontrol Eden ve Onaylayan / Approval : MET. MÜH. BARIŞ OKUTAN

*Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.
 This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.*

Deneysel Sonuçları / Test Results : Makro Yapı Rapor NO : R090852 .

NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	SERTLİK ÖLÇÜMLERİ (HB)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
t = 15 mm ALIN KAYNAK	125	118	127	148	159	178	201	204	201	153	142	138	118	118	113
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	119	115	123	143	152	148	193	195	192	142	138	138	121	115	123



ANADOLU DÖKÜM SANAYİ
 ANONİM ŞİRKETİ
 TÜTÜNGENELİ / KOCAELİ

F - 3008

Hürriyet Cad. No. 1 41780 Körfez / KOCAELİ
 Tel : 0 262 527 13 51 - 527 23 51
 Faks : 0 262 527 28 76
 Web address : http://www.anadoludokum.com.tr
 Vergi Dairesi No : Körfez 068 006 3056
 Tic. Sic. No : 34/74 Sanayi Sicil No : 10792

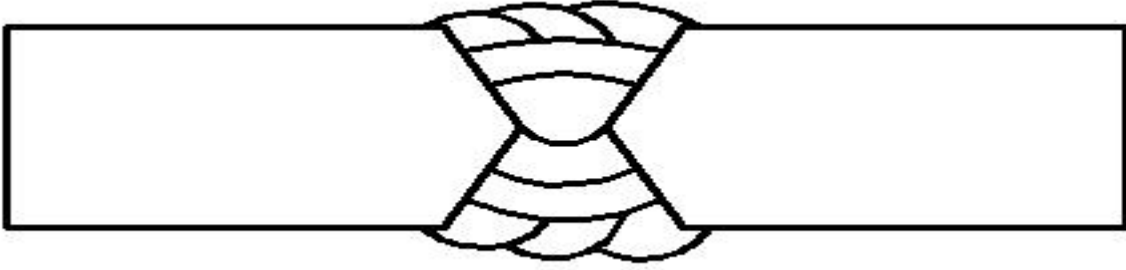
E-mail : ads@tn.net



Certificate No:350835

TSE KALİTE BELGE NO : 2008
 TSE KALİTE BELGE NO : 2007
 TSE KALİTE BELGE NO : 2160
 TSE KALİTE BELGE NO : 2161
 TSE KALİTE BELGE NO : 2162
 TSE KALİTE BELGE NO : 1088

8.6.2 X Kaynak Ağzı İle MAGC Kaynağı

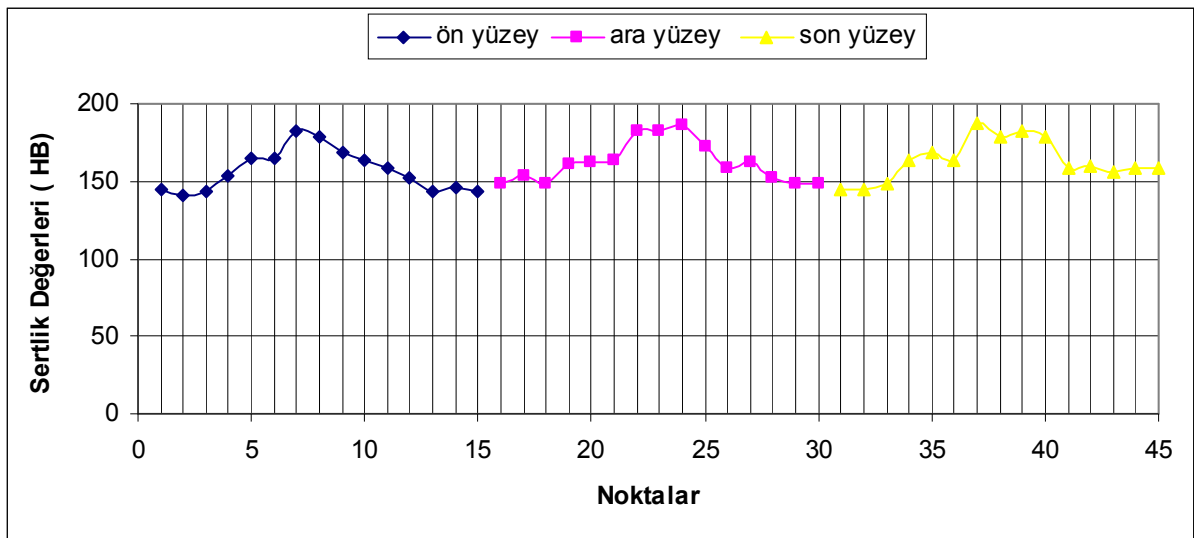


Şekil 8.13 t= 15 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Paso Miktarının Şematik Gösterimi

Çizelge 8.14 t= 15 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Parametre Değerleri

Akım (A)	Volt (V)	Nüfuziyet (mm)	Yükseklik (mm)	Genişlik (mm)
240	30.5	14.36 – 8.42	5.85	27.79

Bu kalınlıkta pratikte uygulanan kaynak ağzı açısı uygulanmıştır. Birleştirilecek parçalarda standartlarda belirtilen ve pratikte uygulanan 3 mm rud yüksekliğinde, her bir parçada 30 derece olmak üzere 60 derece X kaynak ağzı açılmıştır. Ön yüzeyde kök paso+1 sıra+ 3 son sıra örme şeklinde yapılan kaynağın arka yüzeyide aynı şekilde 5 sırada yapılmıştır. Uygulanan kaynak ağzı açısı ve kaynak parametrelerine göre makroyapı inceleme formunda kaynakların birbirine nüfuziyet ettiği görülmektedir. Kaynak hızının ve gerilimin yer yer yüksek olmasından dolayı kaynak genişliği fazla olan yerler görülmektedir.



Şekil 8.14 t= 15 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Sertlik Değerleri

Yapılan deneydeki sertlik raporu incelendiğinde uygulanan kaynak akımının yarattığı sertlik değeri kaynak bölgesinde daha yüksektir. ITAB da kaynak bölgesine göre daha düşüktür. ITAB bölgesindeki pasoların çekilişindeki düzensizlikten dolayı sertlik değerlerinde ölçülen noktalarda bir düşüş görünmektedir.

1, 2, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 43, 44, 45, noktaları ana malzeme üzerinde seçilmiş noktalar olduklarından sertlik değerleri birbirine çok yakın çıkmasına rağmen farklılık görülmektedir. Bunun nedeni tamamen ölçüm hatasından kaynaklanmaktadır. 6, 10, 20, 25, 36, 40 bizim ısı tesiri altındaki bölge olmasına rağmen en yüksek sertlik 7, 8, 9, 22, 23, 24, 36, 37, 38 noktalarda çıkmıştır. Soğuma hızının yüksek olması neticesinde en sert çıkan noktalardır.

Maliyet yönünden inceleme yapacak olursak, MAGC kaynağında hangi esasların göz önüne alınması, hangi özelliklere dikkat edilmesi ve bütün bunlara göre nasıl bir hesaplama yapılacağı göz önünde bulundurulmuştur. Maliyet türü bakımından düşünülmesi gereken 3 temel unsur bulunmaktadır.

1.İmalat Maddeleri

1.1 Tel elektrodlar

1.2 Koruyucu gaz

1.3 Diğer tüketim maddeleri; örneğin gaz memesini temizleme

2.İşçilik Ücretim Maddeleri

2.1. İşçilik ücreti maliyetleri

2.2 Yan işçilik ücreti maliyetleri (Sosyal sigortalar, lojman, sendika)

3. Makina Maliyetleri

Kaynak işleminde kullanılan kaynak telinin tüketim değeri : 1342 gram

Kaynak işleminde kullanılan koruyucu gazın tüketim değeri : 140 lt

Bu değer daha önceden yapılan kaynaklar referans alınarak yapılmıştır. Bu değer % 10 kadar oynayabilir.

İşçilik ücreti : Bütün deneyleri aynı kaynakçı yapacağından bu kriter baz alınmayacaktır.

Kaynak makinesi maliyeti : 4562 Dolar

Harcanan maliyet ;

1 Dolar =1.490 TL

Elcor R 71 özlü telinin fiyatı 2.90 dolar / kg

Harcanan kaynak telinin tüketim maliyeti $1.342 \times 2.90 \times 1.490 = 5.800$ TL




Kullanılan gazın fiyatı 0.44tl / l

Harcanan gazın tüketim maliyeti $0.44 \times 140 = 61.6$ TL

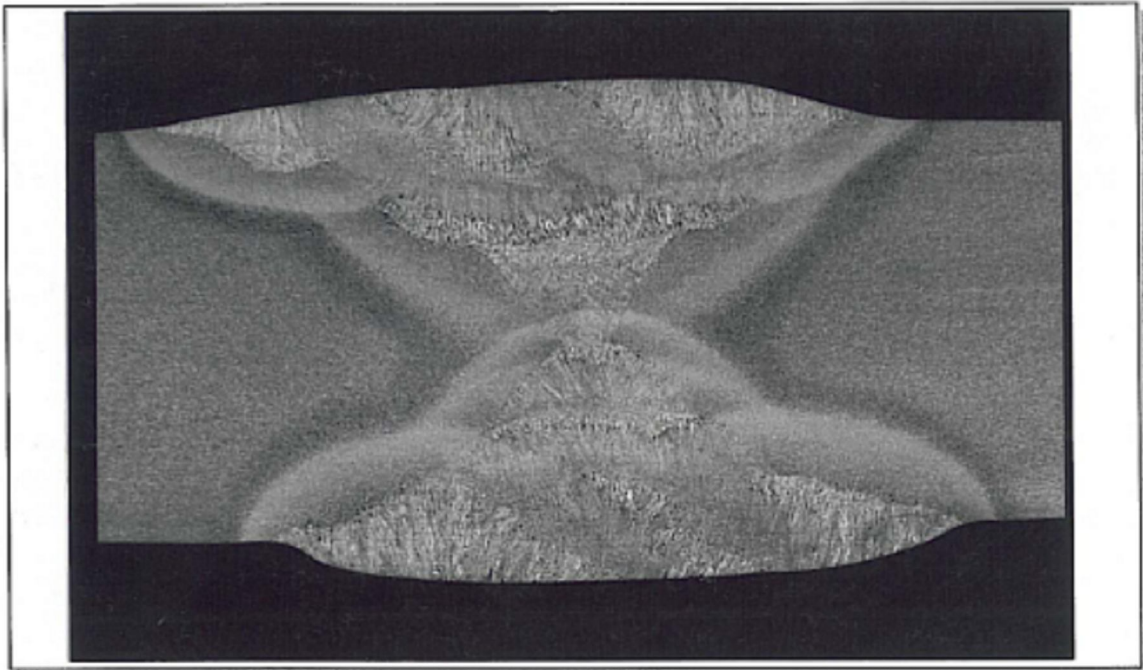
Kaynak makinesi maliyeti $4562 \times 1.490 = 6.797.380$ TL

Genel harcanan maliyet = 6.864.797 TL

Bu harcanan maliyet üzerinde çalışma ortamı, alt yapı malzemeleri gibi % 10 kadar değişiklik gösterebilir.

 ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.	MAKROYAPI İNCELEME FORMU MACROSTRUCTURE INSPECTION FORM	  Certificate No : 360835
---	--	---


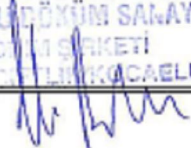
Firma Adı / Company : VOLKAN KAYAKÖK	Standart / Standard : EN ISO 15614-1
Rapor No / Report No : R090851	Malzeme / Material : -
Parça Adı / Description : t = 15 mm / ALIN KAYNAK	Dağlama / Etching : % 3 NITAL
Amaç / Audited : Weld Run , Form , Penetration , Weld , Crack Control	



NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	KONTROL YÖNTEMİ CONTROL METHOD		SONUÇ RESULT
	GÖRSEL VISUAL	FOTOĞRAF PHOTO	
t = 15 mm / ALIN KAYNAK	Yes	Yes	Uygun / Satisfactory

Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.

This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.

MUAYENEYİ YAPAN INSPECTOR MET. MÜH. BARİS OKUTAN 	TARİH DATE 05.05.2009	ONAY APPROVAL MET. MÜH. METEHAN BOYDAK ANADOLU DÖKÜM SANAYİ ANONİM ŞİRKETİ TÜRKİYE 
--	--	--

F - 3107 Rev.0

X

Şekil 8.15 t= 15 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Makroyapı İnceleme Formu

Çizelge 8.15 t= 15 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Sertlik Raporu



ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.

Körfez :

Ref. No:

RAPOR
REPORT

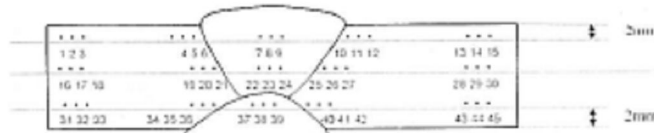
Rapor No / Report No	:	R091374
Deney Laboratuvarı / Laboratory	:	ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.
Cihaz ve kalibrasyonu / Equipment and Calibration	:	WOLPERT 09.06.2009
Numunenin Ait Olduğu Firma / Company	:	VOLKAN KAYAKÖK
Numune Alma / Sampling Method	:	FİRMA YETKİLİSİ GETİRDİ
Numuneyi Teslim Alan / Received By	:	LAB. NAMIK DEMİR
Numunenin Cinsi ve Adedi / Sample Descr. and Quantity	:	1 ADET KAYNAKLI SERTLİK NUMUNESİ
Numunenin Alındığı Tarih / Received Date of Sample	:	10.07.2009
Deneyin Yapıldığı Tarih / Date of Testing	:	13.07.2009
Uygulanan Standart / Applied Standart	:	EN ISO 15614 - 1 / EN 1043 - 1
Deneyleri Yapanlar / Operator	:	LAB. NAMIK DEMİR / MET. MÜH. MİTHAT KERİMAK
Deneyi Kontrol Eden ve Onaylayan / Approval	:	MET. MÜH. BARIŞ OKUTAN

Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.

This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.

Deney Sonuçları / Test Results : Makro Yapı Rapor NO : R090851 .

NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	SERTLİK ÖLÇÜMLERİ (HB)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
t = 15 mm ALIN KAYNAK	145	141	143	153	165	165	183	178	169	153	159	152	143	146	143
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	148	153	148	161	162	163	182	182	186	172	158	162	152	149	148
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	145	145	149	163	168	162	188	178	183	178	159	160	156	158	158



ANADOLU DÖKÜM SANAYİ
ANADOLU DÖKÜM SANAYİ
TÜRKİYE LİK KOCAELİ

F - 3008

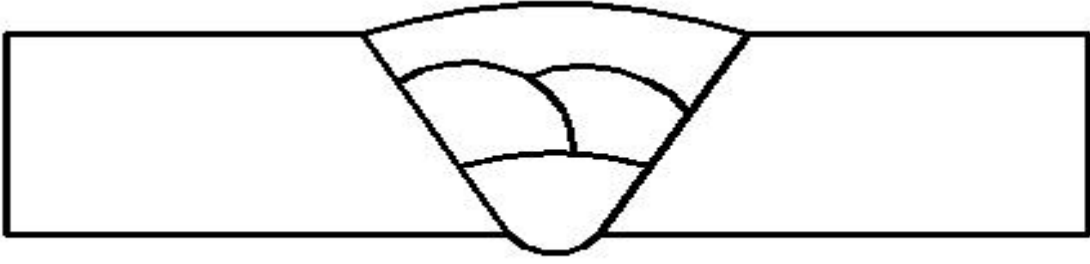
Hürriyet Cad. No. 1 41780 Körfez/ KOCAELİ
Tel : 0 262 527 13 51 - 527 23 51
Fax : 0 262 527 28 76
Web address : <http://www.anadoludokum.com.tr>
Vergi Dairesi No : Körfez 068 008 3058
Tic. Sic. No : 34/74 Sanayi Sicil No : 10752

E-mail : ads@inn.net

Certificate No:360835

TSE KALİTE BELGE NO : 2608
TSE KALİTE BELGE NO : 2607
TSE KALİTE BELGE NO : 2160
TSE KALİTE BELGE NO : 2161
TSE KALİTE BELGE NO : 2162
TSE KALİTE BELGE NO : 1088

8.6.3 V Kaynak Ağzı İle Tozaltı Kaynağı

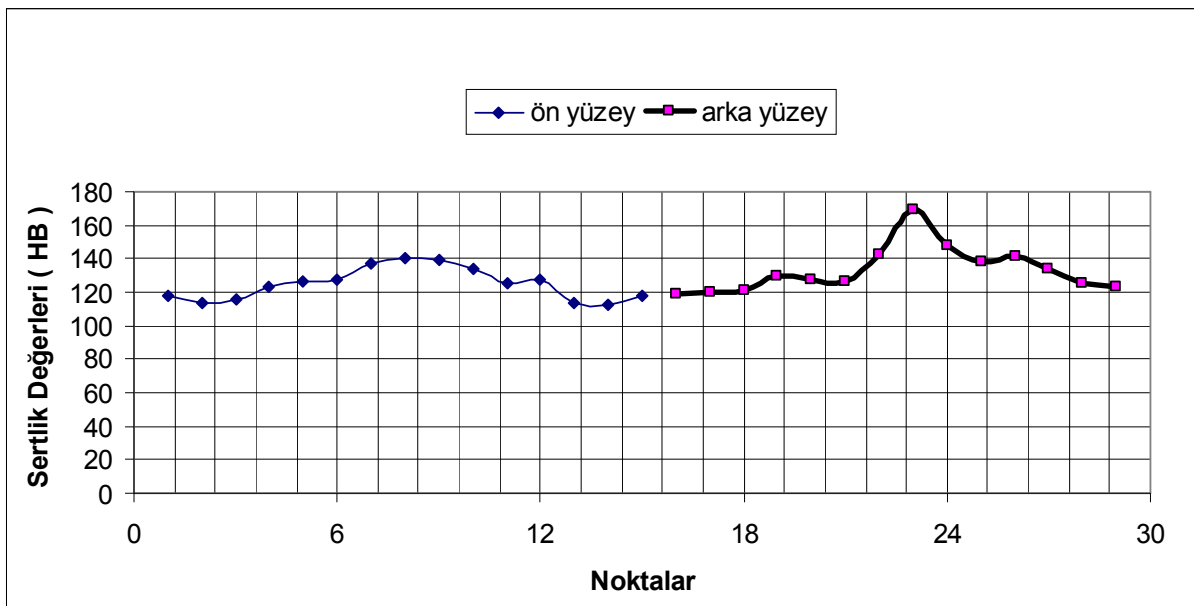


Şekil 8.16 $t= 15$ mm Tozaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Paso Miktarının Şematik Gösterimi

Çizelge 8.16 $t= 15$ mm Tozaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Parametre Değerleri

Akım (A)	Volt (V)	Nüfuziyet (mm)	Yükseklik (mm)	Genişlik (mm)
360	32	12.52	3.62	36.68

Deney çalışması yapılan tek yüzeyde kok paso+ iki paso örme+ kapak pasoda gerçekleşen kaynağın nüfuziyet derinlik ve genişlikleri yukardaki tablodadır. Bu kalınlıktaki parçaların kaynağını bu şekilde tek taraflı yapıp bırakmıyoruz iki taraftan kaynağın işleyeceği şekilde uygun kaynak parametreleri ve kaynak öncesi işlemleri seçip ondan sonra kaynak işlemi yapıyoruz, fakat burada tek taraflı nüfuziyeti incelemek ve deneysel bir çalışma yaptığımız için bu uygulama böyle olmuştur.



Şekil 8.17 $t= 15$ mm Tozaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Sertlik Değerleri

Yapılan deneydeki sertlik raporu incelendiğinde uygulanan kaynak akımının yarattığı sertlik değeri kaynak bölgesinde daha yüksek çıkmıştır. Fakat biz bir model çalışması yaptığımızdan burada da sertlik ölçümü yaptık.

1, 2, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 28, 29, 30 noktaları ana malzeme üzerinde seçilmiş noktalar olduklarından sertlik değerleri birbirine yakın çıkmasına rağmen farklılık görülmektedir. Bunun nedeni tamamen ölçüm hatasından kaynaklanmaktadır.

6, 10, 21 25, 26, bizim ısı tesiri altındaki bölge olmasına rağmen en yüksek sertlik 7, 8, 9, 22, 23, 24, noktalarda çıkmıştır. Soğuma hızının yüksek olması neticesinde en sert çıkan noktalardır.

Maliyet yönünden inceleme yapacak olursak, tozaltı kaynağında MAGC kaynağında olduğu gibi hangi esasların göz önüne alınması, hangi özelliklere dikkat edilmesi ve bütün bunlara göre nasıl bir hesaplama yapılacağı göz önünde bulundurulmuştur. Maliyet türü bakımından düşünülmeleri gereken 3 temel unsur bulunmaktadır.

1.İmalat Maddeleri

1.1 Tel elektrodlar

1.2 Kaynak Tozları

1.3 Diğer tüketim maddeleri; örneğin gaz memesini temizleme

2.İşçilik Ücretim Maddeleri

2.1. İşçilik ücreti maliyetleri

2.2 Yan işçilik ücreti maliyetleri (Sosyal sigortalar, lojman, sendika)

3. Makina Maliyetleri

Kaynak işleminde kullanılan kaynak telinin tüketim değeri : 652 gram

Kaynak işleminde kullanılan tozun tüketim değeri : 3612 gram

İşçilik ücreti : Bütün deneyleri aynı kaynakçı yapacağından bu kriter baz alınmayacaktır.

Kaynak makinesi maliyeti : 9758 Dolar

Harcanan maliyet ;

1 Dolar =1.490 TL

1 Euro = 2.150 TL

Geka S2 tozaltı telinin fiyatı 1.95 TL / kg

Harcanan kaynak telinin tüketim maliyeti $0.652 \times 1.95 = 1.270$ TL



Eliflux BFB olan tozun fiyatı 1.1 Euro/ kg

Harcanan tozun tüketim maliyeti $3.612 \times 1.1 \times 2.150 = 8.542$ TL

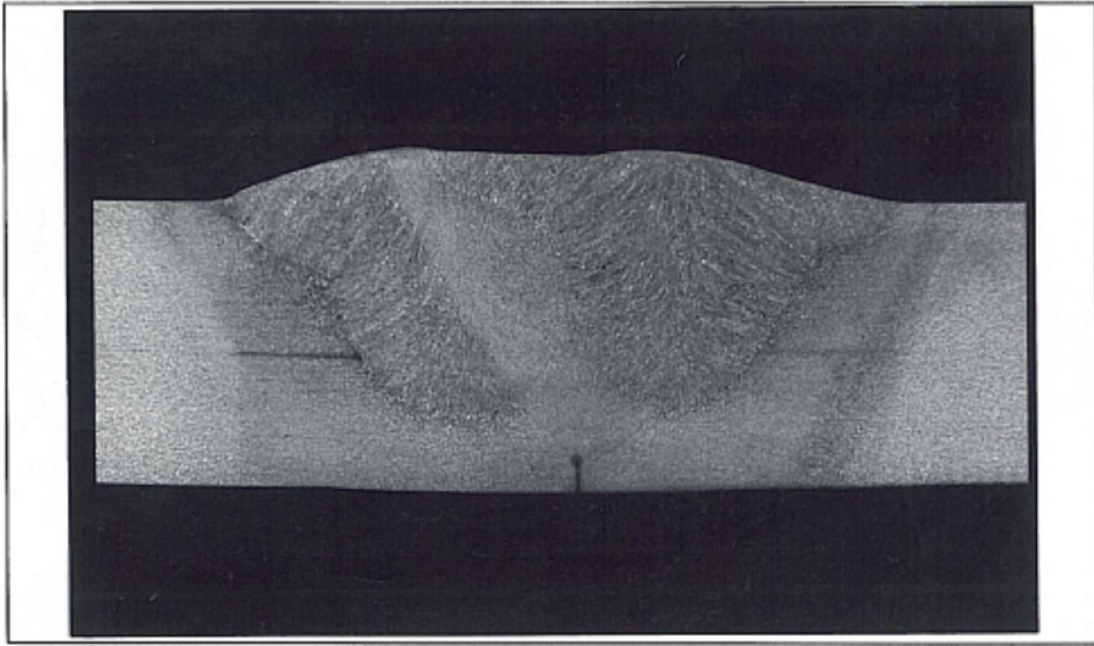
Kaynak makinesi maliyeti $9758 \times 1.490 = 14.539.420$ TL

Genel harcanan maliyet = 14.549.232TL

Bu harcanan maliyet üzerinde çalışma ortamı, alt yapı malzemeleri gibi % 10 kadar değişiklik gösterebilir.

 ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.	MAKROYAPI İNCELEME FORMU MACROSTRUCTURE INSPECTION FORM		 Certificate No : 360835

Firma Adı / Company : VOLKAN KAYAKÖK	Standart / Standard : EN ISO 15614-1 EN 1321
Rapor No / Report No : R090979	Malzeme / Material : -
Parça Adı / Description : t = 15 mm / ALIN KAYNAK	Dağlama / Etching : % 3 NİTAL
Amaç / Audited : Weld Run , Form , Penetration , Weld , Crack Control	



NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	KONTROL YÖNTEMİ CONTROL METHOD		SONUÇ RESULT
	GÖRSEL VISUAL	FOTOĞRAF PHOTO	
t = 15 mm / ALIN KAYNAK	Yes	Yes	

*Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.
This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.*

MUAYENEYİ YAPAN INSPECTOR MET.MÜH. BARIŞ OKUTAN	TARİH DATE 12.05.2009	ONAY APPROVAL MET.MÜH. METEHAN BOYDAK ANADOLU DÖKÜM SANAYİ ANADOLU DÖKÜM SANAYİ TÜRKİYE
--	--	--

F - 3107 Rev.0

Şekil 8.18 t= 15 mm Tozaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Makroyapı İnceleme Formu

Çizelge 8.17 t= 15 mm Tozaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Sertlik Raporu

**ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.**

Körfez :

Ref. No:

**RAPOR
REPORT**

Rapor No / Report No : R091377
 Deney Laboratuvarı / Laboratory : ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.
 Cihaz ve kalibrasyon/ Equipment and Calibration : WOLPERT 09.06.2009
 Numunenin Ait Olduğu Firma / Company : VOLKAN KAYAKÖK
 Numune Alma / Sampling Method : FIRMA YETKİLİSİ GETİRDİ
 Numuneyi Teslim Alan / Received By : LAB. NAMIK DEMİR
 Numunenin Cinsi ve Adedi / Sample Descr. and Quantity : 1 ADET KAYNAKLI SERTLİK NUMUNESİ
 Numunenin Alındığı Tarih / Received Date of Sample : 10.07.2009
 Deneyin Yapıldığı Tarih / Date of Testing : 13.07.2009
 Uygulanan Standart / Applied Standart : EN ISO 15614 - 1 / EN 1043 - 1
 Deneyleri Yapanlar / Operator : LAB. NAMIK DEMİR / MET. MÜH. MİTHAT KERİMAK
 Deneyi Kontrol Eden ve Onaylayan / Approval : MET. MÜH. BARIŞ OKUTAN

*Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.
 This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.*

Deney Sonuçları / Test Results : Makro Yapı Rapor NO : R090979 .

NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	SERTLİK ÖLÇÜMLERİ (HB)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
t = 15 mm ALIN KAYNAK	118	114	116	123	125	128	137	140	139	134	125	128	114	113	116
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	119	120	121	130	128	126	143	189	148	138	141	134	125	123	116



ANADOLU DÖKÜM SANAYİ
ANONİM ŞİRKETİ
TÜTÜNÇİ YOLU KOCACELİ

F - 3008

Hürriyet Cad. No. 1 41780 Körfez/ KOCACELİ
 Tel : 0 262 527 13 51 - 527 23 51
 Fax : 0 262 527 28 76
 Web address : http://www.anadoludokum.com.tr
 Vergi Dairesi No : Körfez 068 006 3058
 Tic. Sic. No : 34/74 Sanayi Sicil No : 10752

E-mail : ads@ann.net



Certificate No:360835

TSE KALİTE BELGE NO : 2908
 TSE KALİTE BELGE NO : 2607
 TSE KALİTE BELGE NO : 2160
 TSE KALİTE BELGE NO : 2161
 TSE KALİTE BELGE NO : 2182
 TSE KALİTE BELGE NO : 1098

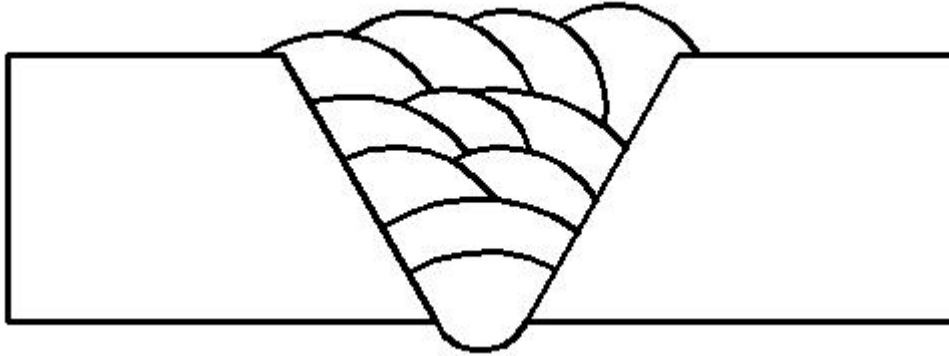
8.7 Sabit ($t=20$ mm) Kalınlıktaki Parçaların Birleştirilmesi

Araştırma planına göre ortalama 15 mm kalınlığındaki malzemelerde elde edilecek dikiş boyutları, sertlikleri ve ekonomik yönden incelenmiştir. Kaynağı yapılacak parçalar 150 X 300 mm boyutlarındaki CNC ile kesilmiştir. Kesme işleminde oluşan çapaklar temizlendikten sonra parçalar alın alına getirilerek farklı kaynak ağızlarında tozaltı ve MAGC kaynaklarında kaynatılmıştır.

Daha sonra kaynağı biten parçalardan kaynak kesitine yakın bölgelerden yaklaşık her iki yüzeyden 20 mm uzaklıkta olacak şekilde kesit alınıp, su zımparaları ile parlatma tezgahında zımparalanarak elmas pastalı keçe ile yüzeyleri parlatılmıştır. Daha sonra %2 Nital çözeltisi hazırlanarak kaynak dikişinin farklı bölgelerini görebilmek için dağlama işlemine tabi tutulmuşlardır. Stereo mikroskop (Büyütme olanağı 60 kata kadar olan mikroskop) altında makro fotoğrafları digital fotoğraf makinası ile çekilmiş ve digital kumpas kullanılarak kaynak dikişinin nüfuziyeti, yüksekliği ve genişliği ölçülmüştür.

En son olarak da imalatta kaliteli ürün çıkarmanın yanında maliyet de düşünülmektedir. Bizde deney parçalarında uyguladığımız kaynak işlemlerinde harcanan maliyeti karşılaştırılması yapılmıştır.

8.7.1 V Kaynak Ağızı İle MAGC Kaynağı

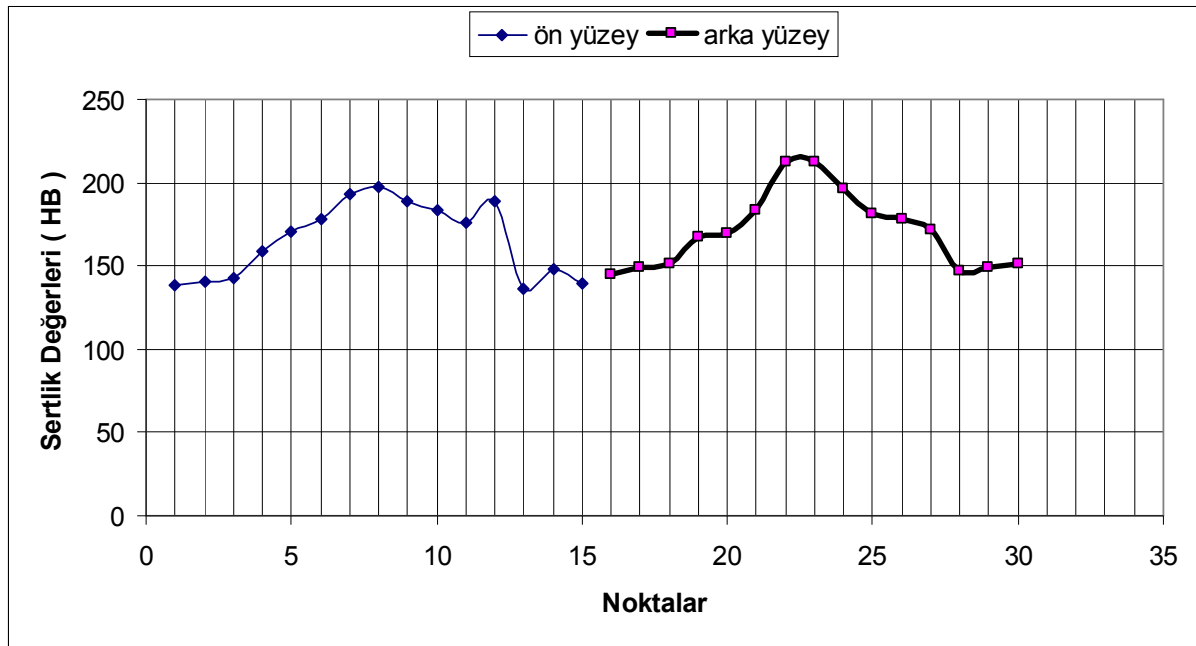


Şekil 8.19 $t=20$ mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağızının Paso Miktarının Şematik Gösterimi

Çizelge 8.18 t= 20 mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Parametre Değerleri

Akım (A)	Volt (V)	Nüfuziyet (mm)	Yükseklik (mm)	Genişlik (mm)
220-250	28 - 30.5	16.67	3.12	35.72

Bu kalınlıkta pratikte uygulanmayan kaynak ağızı açısını bu deneyde uygulanmıştır. Birleştirilecek parçalarda standartlarda belirtilen ve pratikte uygulanan 3 mm rud yüksekliğinde, her bir parçada 30 derece olmak üzere 60 derece V kaynak ağızı açılmıştır. Toplam 11 sırada yapılan kaynak işlemidir. Burada tek taraflı kaynak işlemi uygulanmıştır. Pratik uygulamada arka yüzeyde karbon temiz yüzey bulunana kadar açılır. Kaynak ağızı açısının yeteri kadar açıldığından nüfuziyet yeteri kadar iyi görülmektedir. Kaynak hızının biraz daha düşürülmesi söz konusu olduğunda dikiş genişliği daha az ve yeterli çıkmış olabilirdi. Fakat deneysel çalışma yaptığımız için tek tarafta kaynak işlemi tamamlamış bulunmaktayız



Şekil 8.20 t= 20 mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Sertlik Değerleri

Yapılan deneydeki sertlik raporu incelendiğinde uygulanan kaynak akımının yarattığı sertlik değeri kaynak bölgesinde daha yüksektir. ITAB da kaynak bölgesine göre daha düşüktür. ITAB bölgesindeki pasoların çekilişindeki düzensizlikten dolayı sertlik değerlerinde ölçülen noktalarda bir düşüş görünmektedir.

1, 2, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 28, 29, 30, noktaları ana malzeme üzerinde seçilmiş noktalar olduklarından sertlik değerleri birbirine çok yakın çıkmasına rağmen farklılık görülmektedir. Bunun nedeni tamamen ölçüm hatasından kaynaklanmaktadır. 6, 10, 20, 25, bizim ısı tesiri

altındaki bölge olmasına rağmen en yüksek sertlik 7, 8, 9, 22, 23, 24, 36, 37, 38 noktalarda çıkmıştır. Soğuma hızının yüksek olması neticesinde en sert çıkan noktalardır.

Yukarıdan aşağıya alınan sertlik ölçümlerinde sertlik değerlerinde artma görülmektedir. Bu durum alt taraftaki kaynak pasosunun daha hızlı soğumasından kaynaklanmaktadır.

Maliyet yönünden inceleme yapacak olursak, MAGC kaynağında hangi esasların göz önüne alınması, hangi özelliklere dikkat edilmesi ve bütün bunlara göre nasıl bir hesaplama yapılacağı göz önünde bulundurulmuştur. Maliyet türü bakımından düşünülmesi gereken 3 temel unsur bulunmaktadır.

1. İmalat Maddeleri

1.1 Tel elektrodlar

1.2 Koruyucu gaz

1.3 Diğer tüketim maddeleri; örneğin gaz memesini temizleme

2. İşçilik Ücretim Maddeleri

2.1. İşçilik ücreti maliyetleri

2.2 Yan işçilik ücreti maliyetleri (Sosyal sigortalar, lojman, sendika)

3. Makina Maliyetleri

Kaynak işleminde kullanılan kaynak telinin tüketim değeri : 1002 gram

Kaynak işleminde kullanılan koruyucu gazın tüketim değeri : 100 lt

Bu değer daha önceden yapılan kaynaklar referans alınarak yapılmıştır. Bu değer % 10 kadar oynayabilir.

İşçilik ücreti : Bütün deneyleri aynı kaynakçı yapacağından bu kriter baz alınmayacaktır.

Kaynak makinesi maliyeti : 4562 Dolar

Harcanan maliyet ;

1 Dolar =1.490 TL

Elcor R 71 özlü telinin fiyatı 2.90 dolar / kg

Harcanan kaynak telinin tüketim maliyeti $1.002 \times 2.90 \times 1.490 = 4.330$ TL




Kullanılan gazın fiyatı 0.44tl / l

Harcanan gazın tüketim maliyeti $0.44 \times 100 = 44.0$ TL

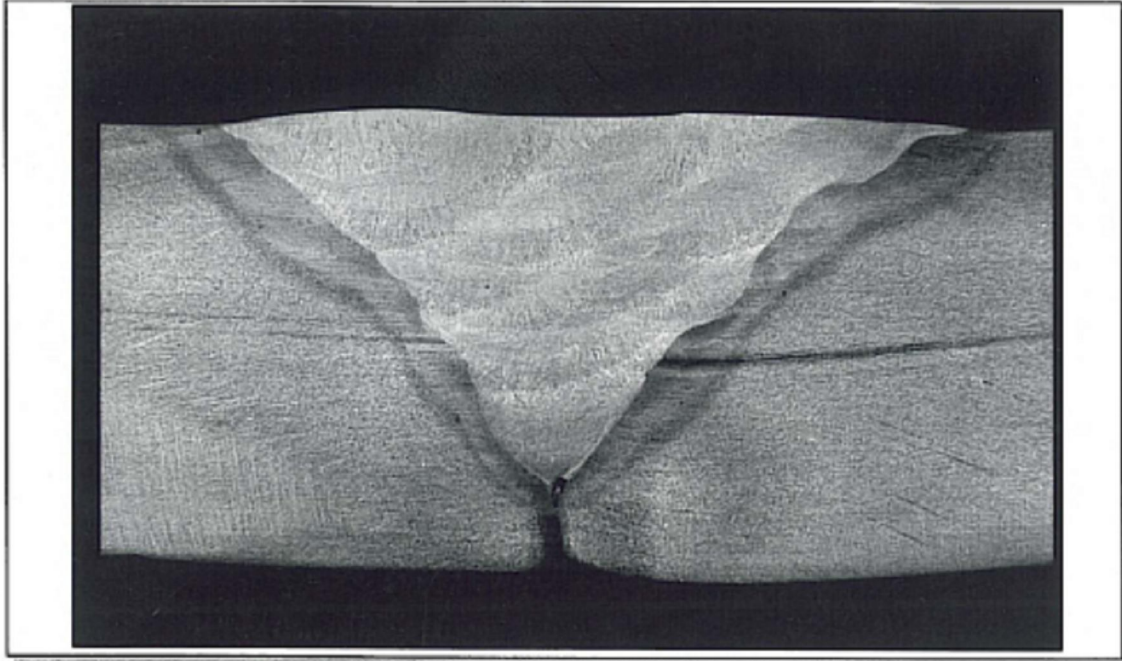
Kaynak makinesi maliyeti $4562 \times 1.490 = 6.797.380$ TL

Genel harcanan maliyet = 6.797.428 TL

Bu harcanan maliyet üzerinde çalışma ortamı, alt yapı malzemeleri gibi % 10 kadar değişiklik gösterebilir.


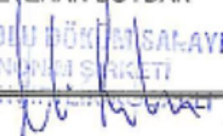
 ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.	MAKROYAPI İNCELEME FORMU MACROSTRUCTURE INSPECTION FORM	  Certificate No : 350835
---	--	---

Firma Adı / Company : VOLKAN KAYAKÖK	Standart / Standard : EN ISO 15614-1 : EN 1321
Rapor No / Report No : R090981	Malzeme / Material : -
Parça Adı / Description : t = 22 mm / ALIN KAYNAK	Dağlama / Etching : % 3 NİTAL
Amaç / Audited : Weld Run , Form , Penetration , Weld , Crack Control	



NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	KONTROL YÖNTEMİ CONTROL METHOD		SONUÇ RESULT
	GÖRSEL VISUAL	FOTOĞRAF PHOTO	
t = 22 mm / ALIN KAYNAK	Yes	Yes	

*Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.
This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.*

MUAYENEYİ YAPAN INSPECTOR MET.MÜH. BARİŞ OKUTAN 	TARİH DATE 12.05.2009	ONAY APPROVAL MET.MÜH. METEHAH BOYDAK  ANADOLU DÖKÜM SANAYİ ANONİM ŞİRKETİ
---	---	---

F - 3107 Rev 0

Şekil 8.21 t= 20 mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Makroyapı İnceleme Formu

Çizelge 8.19 t= 20 mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Sertlik Raporu


ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.

Körfez :

Ref. No:

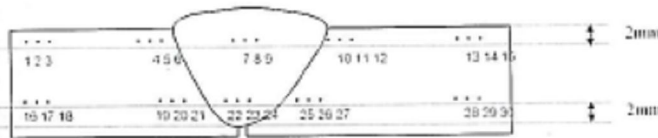
**RAPOR
REPORT**

Rapor No / Report No : R091379
 Deney Laboratuvarı / Laboratory : ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.
 Cihaz ve kalibrasyon/ Equipment and Calibration : WOLPERT 09.06.2009
 Numunenin Alın Olduğu Firma / Company : VOLKAN KAYAKÖK
 Numune Alma / Sampling Method : FİRMA YETKİLİSİ GETİRDİ
 Numuneyi Teslim Alan / Received By : LAB. NAMIK DEMİR
 Numunenin Cinsi ve Adedi / Sample Descr. and Quantity : 1 ADET KAYNAKLI SERTLİK NUMUNESİ
 Numunenin Alındığı Tarih / Received Date of Sample : 10.07.2009
 Deneyin Yapıldığı Tarih / Date of Testing : 13.07.2009
 Uygulanan Standart / Applied Standart : EN ISO 15614 - 1 / EN 1043 - 1
 Deneyleri Yapanlar / Operator : LAB. NAMIK DEMİR / MET. MÜH. MİTHAT KERİMAK
 Deneyi Kontrol Eden ve Onaylayan / Approval : MET. MÜH. BARIŞ OKUTAN

Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.
 This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.

Deney Sonuçları / Test Results : Makro Yapı Rapor NO : R090981 .

NUMUNE CİNSİ VE NO SAMPLE IDENTIFICATION	SERTLİK ÖLÇÜMLERİ (HB)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
t = 22 mm ALIN KAYNAK	138	141	143	159	171	178	193	197	189	183	176	189	136	148	139
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	145	149	151	167	169	183	212	212	196	181	178	172	147	149	151



ANADOLU DÖKÜM SANAYİ
ANONİM ŞİRKETİ
TÜRKİYE (KOCATEPE)

F - 3068

Hürriyet Cad. No. 1 41780 Körfez/ KOCATEPE
 Tel : 0 262 527 13 51 - 527 23 51
 Fax : 0 262 527 28 76
 Web address : http://www.anadoludokum.com.tr
 Vergi Dairesi No : Körfez 068 006 3066
 Tic. Sic. No : 34/74 Sanayi Sicil No : 10732

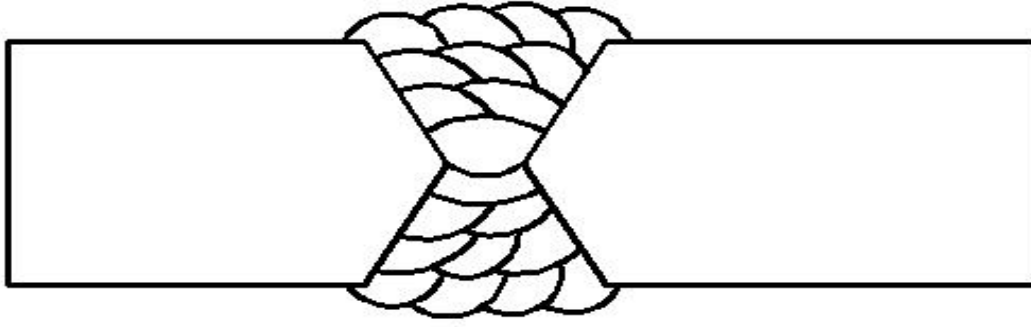
E-mail : ads@ann.net



Certificate No:350335

TSE KALİTE BELGE NO : 2600
 TSE KALİTE BELGE NO : 2607
 TSE KALİTE BELGE NO : 2160
 TSE KALİTE BELGE NO : 2161
 TSE KALİTE BELGE NO : 2162
 TSE KALİTE BELGE NO : 1086

8.7.2 X Kaynak Ağızı İle MAGC Kaynağı



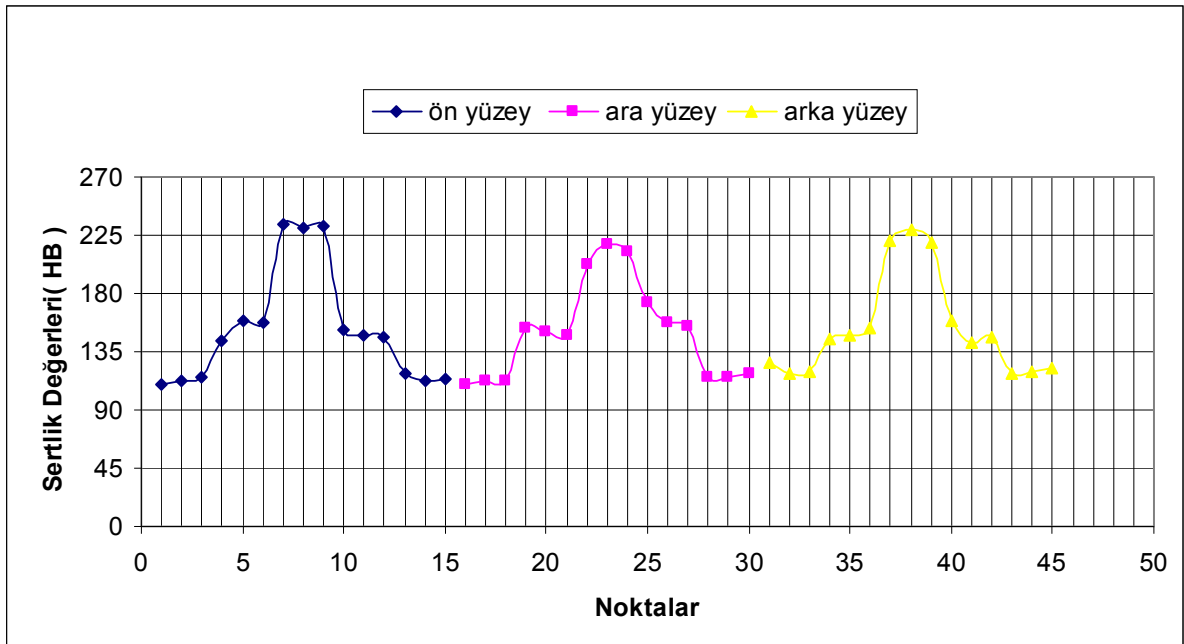
Şekil 8.22 t= 20 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağızının Paso Miktarının Şematik Gösterimi

Çizelge 8.20 t= 20 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağızının Parametre Değerleri

Akım (A)	Volt (V)	Nüfuziyet (mm)	Yükseklik (mm)	Genişlik (mm)
230	30	14.29	4.14	31.48

Bu kalınlıkta pratikte uygulanan kaynak ağızı açısı uygulanmıştır. Birleştirilecek parçalarda standartlarda belirtilen ve pratikte uygulanan 3 mm rud yüksekliğinde, her bir parçada 30 derece olmak üzere 60 derece X kaynak ağızı açılmıştır. Ön yüzeyde kök paso + 2 paso + 3 paso + 4 paso örme şeklinde yapılan kaynağın arka yüzeyide aynı şekilde yapılmıştır.

Uygulanan kaynak ağızı açısı ve kaynak parametrelerine göre makroyapı inceleme formunda kaynakların birbirine nüfuziyet ettiği görülmektedir. Kaynak hızının ve gerilimin yer yer yüksek olmasından dolayı kaynak genişliği fazla olan yerler görülmektedir.



Şekil 8.23 t= 20 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağızının Sertlik Değerleri

Yapılan deneydeki sertlik raporu incelendiğinde uygulanan kaynak akımının yarattığı sertlik değeri kaynak bölgesinde daha yüksektir. ITAB da kaynak bölgesine göre daha düşüktür. ITAB bölgesindeki pasoların çekilişindeki düzensizlikten dolayı sertlik değerlerinde ölçülen noktalarda bir düşüş görünmektedir.

1, 2, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 43, 44, 45, noktaları ana malzeme üzerinde seçilmiş noktalar olduklarından sertlik değerleri birbirine çok yakın çıkmasına rağmen farklılık görülmektedir. Bunun nedeni tamamen ölçüm hatasından kaynaklanmaktadır. 6, 10, 20, 25, 36, 40 bizim ısı tesiri altındaki bölge olmasına rağmen en yüksek sertlik 7, 8, 9, 22, 23, 24, 36, 37, 38 noktalarda çıkmıştır. Soğuma hızının yüksek olması neticesinde en sert çıkan noktalardır. Yukarıdan aşağıya alınan sertlik ölçümlerinde sertlik değerlerinde düşme görülmektedir. Bu durum her kaynak pasosunun bir önceki pasoya bir ısı işlem yapması nedeniyle kaynaklanmaktadır. Ayrıca, son olarak çekilen kaynak kök pasosunda daha yüksek sertlik değerleri elde edilmektedir. Kök dikişi kendisinden önce çekilen kep dikişine yapılan ısı işlem niteliğindedir.

Maliyet yönünden inceleme yapacak olursak, MAGC kaynağında hangi esasların göz önüne alınması, hangi özelliklere dikkat edilmesi ve bütün bunlara göre nasıl bir hesaplama yapılacağı göz önünde bulundurulmuştur. Maliyet türü bakımından düşünülmesi gereken 3 temel unsur bulunmaktadır.

1.İmalat Maddeleri

1.1 Tel elektrodlar

1.2 Koruyucu gaz

1.3 Diğer tüketim maddeleri; örneğin gaz memesini temizleme

2.İşçilik Ücretim Maddeleri

2.1. İşçilik ücreti maliyetleri

2.2 Yan işçilik ücreti maliyetleri (Sosyal sigortalar, lojman, sendika)

3. Makina Maliyetleri

Kaynak işleminde kullanılan kaynak telinin tüketim değeri : 800 gram

Kaynak işleminde kullanılan koruyucu gazın tüketim değeri : 50 lt

Bu değer daha önceden yapılan kaynaklar referans alınarak yapılmıştır. Bu değer % 10 kadar oynayabilir.

İşçilik ücreti : Bütün deneyleri aynı kaynakçı yapacağından bu kriter baz alınmayacaktır.

Kaynak makinesi maliyeti : 4562 Dolar

Harcanan maliyet ;

1 Dolar =1.490 TL

Elcor R 71 özlü telinin fiyatı 2.90 dolar / kg

Harcanan kaynak telinin tüketim maliyeti $0.800 \times 2.90 \times 1.490 = 3.456$ TL



Kullanılan gazın fiyatı 0.44tl / l

Harcanan gazın tüketim maliyeti $0.44 \times 50 = 22$ TL

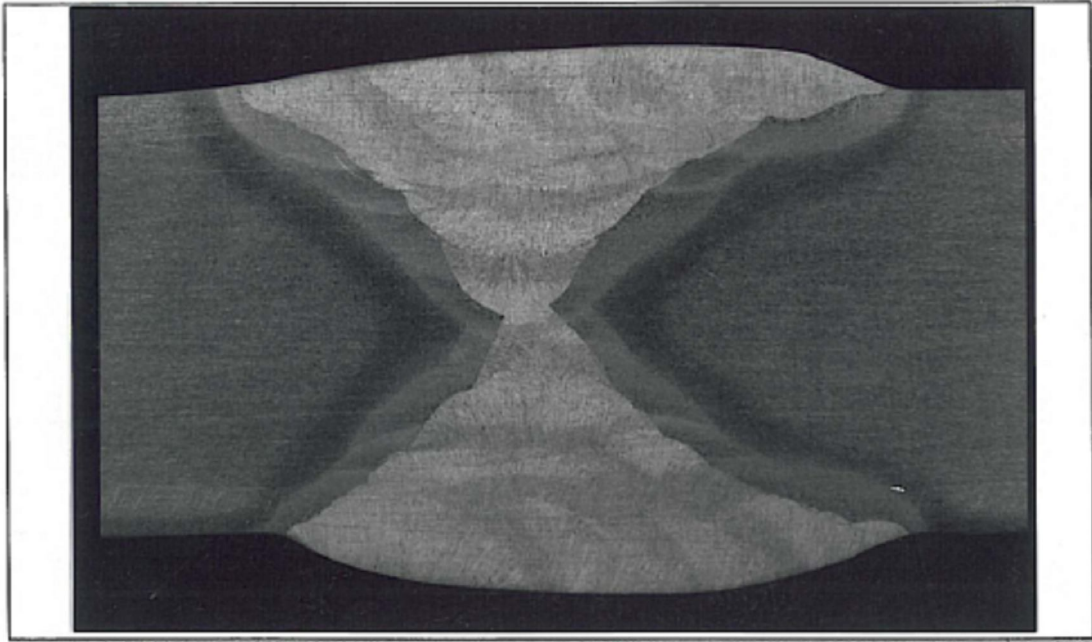
Kaynak makinesi maliyeti $4562 \times 1.490 = 6.797.380$ TL

Genel harcanan maliyet = 6.890.253 TL

Bu harcanan maliyet üzerinde çalışma ortamı, alt yapı malzemeleri gibi % 10 kadar değişiklik gösterebilir.



 ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.	MAKROYAPI İNCELEME FORMU MACROSTRUCTURE INSPECTION FORM		 Certificate No : 950835

Firma Adı / Company : VOLKAN KAYAKÖK	Standart / Standard : EN ISO 15614-1
Rapor No / Report No : R090850	Malzeme / Material : -
Parça Adı / Description : t = 20 mm / ALIN KAYNAK	Dağlama / Etching : % 3 NITAL
Amaç / Audited : Weld Run , Form , Penetration , Weld , Crack Control	



NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	KONTROL YÖNTEMİ CONTROL METHOD		SONUÇ RESULT
	GÖRSEL VISUAL	FOTOĞRAF PHOTO	
t = 20 mm / ALIN KAYNAK	Yes	Yes	Uygun / Satisfactory

*Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.
This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.*

MUAYENEYİ YAPAN INSPECTOR MET.MÜH. BARIŞ OKUTAN 	TARİH DATE 05.05.2009	ONAY APPROVAL MET.MÜH. METEHAN BOYDAK  ANADOLU DÖKÜM SANAYİ ANADOLU DÖKÜM SANAYİ TİCARET SİCİSİ NO: 270900
---	---	--

F - 3107 Rev:0

Şekil 8.24 t= 20 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Makroyapı İnceleme Formu

Çizelge 8.21 t= 20 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Sertlik Raporu

**ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.**

Körfez :

Ref. No:

**RAPOR
REPORT**

Rapor No / Report No : R091373

Deney Laboratuvarı / Laboratory : ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.

Cihaz ve kalibrasyon/ Equipment and Calibration : WOLPERT 09.06.2009

Numunenin Alın Olduğu Firma / Company : VOLKAN KAYAKÖK

Numune Alma / Sampling Method : FIRMA YETKİLİSİ GETİRDİ

Numuneyi Teslim Alan / Received By : LAB. NAMİK DEMİR

Numunenin Cinsi ve Adedi / Sample Descr. and Quantity : 1 ADET KAYNAKLI SERTLİK NUMUNESİ

Numunenin Alındığı Tarih / Received Date of Sample : 10.07.2009

Deneyin Yapıldığı Tarih / Date of Testing : 13.07.2009

Uygulanan Standart / Applied Standart : EN ISO 15614 - 1 / EN 1043 - 1

Deneyleri Yapanlar / Operator : LAB. NAMİK DEMİR / MET. MÜH. MİTHAT KERİMAK

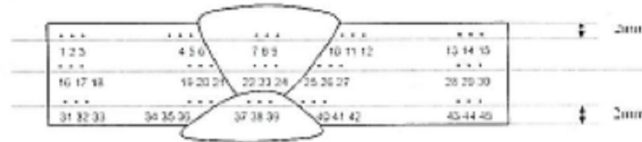
Deneyi Kontrol Eden ve Onaylayan / Approval : MET. MÜH. BARIŞ OKUTAN

Bu test sonucu sadece testi edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.

This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.

Deney Sonuçları / Test Results : Makro Yapı Rapor NO : R090850 .

NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	SERTLİK ÖLÇÜMLERİ (HB)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
t = 20 mm ALIN KAYNAK	110	113	115	143	150	158	234	231	232	152	148	146	118	113	114
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	110	112	113	153	151	148	203	218	212	173	158	155	115	115	118
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	127	118	119	145	148	153	221	229	219	150	142	146	118	119	123



ANADOLU DÖKÜM SANAYİ
ANONİM ŞİRKETİ
TÜTÜNÇİ YOLU/KOCAELİ

F - 3066

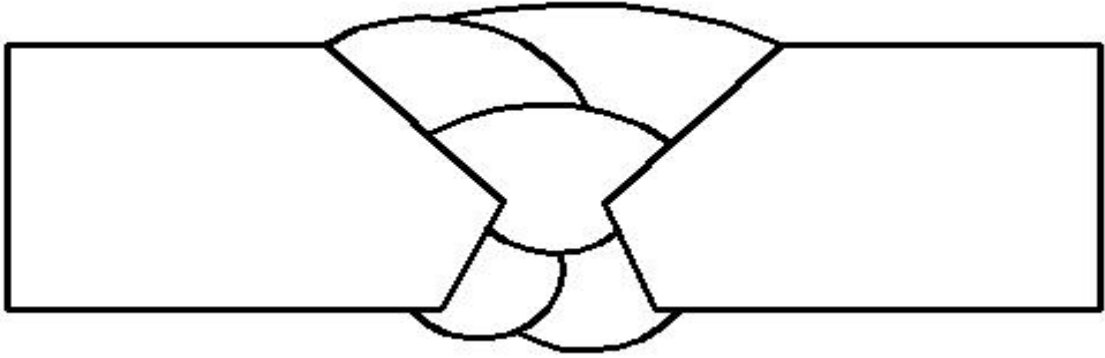
Hümiyet Cad. No. 1 41760 Körfez/ KOCAELİ
Tel : 0 262 527 13 51 - 527 23 51
Fax : 0 262 527 28 76
Web address : <http://www.anadoludokum.com.tr>
Vergi Dairesi-No : Körfez 068 005 3056
Tic. Sic. No : 34/74 Sanayi Sicil No : 10752

E-mail : ads@inn.net

Certificate No:360855

TSE KALİTE BELGE NO : 2608
TSE KALİTE BELGE NO : 2607
TSE KALİTE BELGE NO : 2160
TSE KALİTE BELGE NO : 2161
TSE KALİTE BELGE NO : 2162
TSE KALİTE BELGE NO : 1085

8.7.3 X Kaynak Ağzı İle Tozaltı Kaynağı

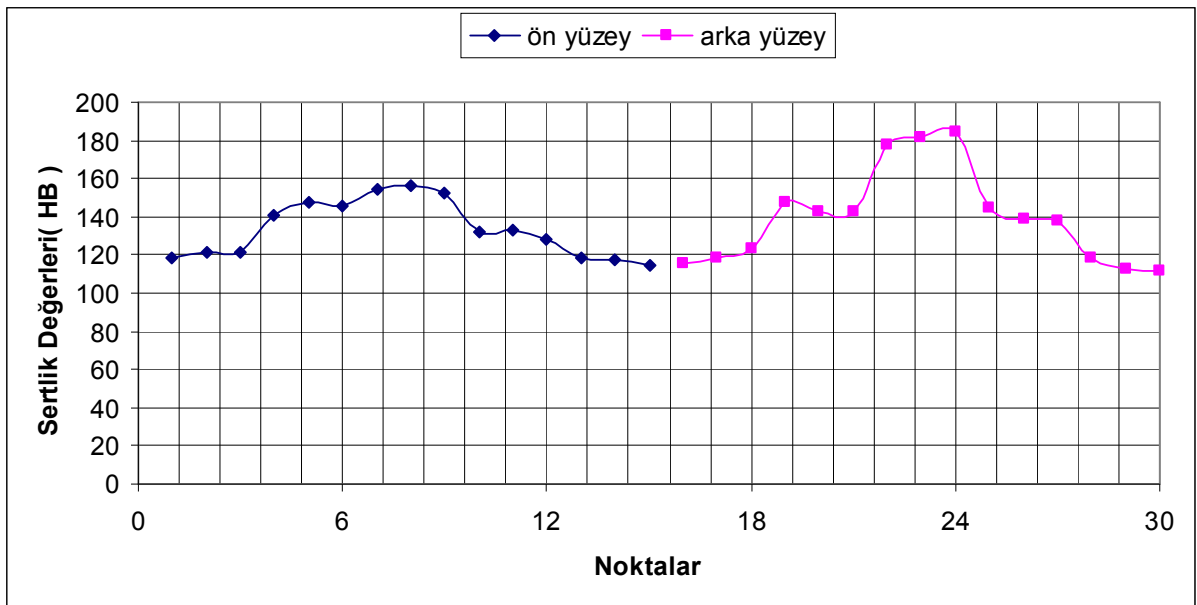


Şekil 8.25 $t=20$ mm Tozaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Paso Miktarının Şematik Gösterimi

Çizelge 8.22 $t=20$ mm Tozaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Parametre Değerleri

Akım (A)	Volt (V)	Nüfuziyet (mm)	Yükseklik (mm)	Genişlik (mm)
480	34	12.13	3.00	38.61

Deney çalışması yapılan ön yüzey ve arka yüzey kök paso + 2 pasoda gerçekleşen kaynak uygulanan akım ve kaynak ağzı açısından dolayı yeterli nüfuziyet etmesi beklenirken kaynak dikişinde curuf boşluğu bulunmaktadır.



Şekil 8.26 $t=20$ mm Tozaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Sertlik Değerleri

Yapılan deneydeki sertlik raporu incelendiğinde uygulanan kaynak akımının yarattığı sertlik değeri kaynak bölgesinde daha yüksektir. ITAB da kaynak bölgesine göre daha düşüktür. ITAB bölgesindeki pasoların çekilişindeki düzensizlikten dolayı sertlik değerlerinde ölçülen noktalarda bir düşüş görünmektedir. ITAB bölgesinde düşük çıkmasının diğer nedeni de parçadaki curuf boşluğunun etkisidir. Boşluk ısı kaçışını azaltır ve yavaş soğuma sağlar.

1, 2, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 28, 29, 30, noktaları ana malzeme üzerinde seçilmiş noktalar olduklarından sertlik değerleri birbirine çok yakın çıkmasına rağmen farklılık görülmektedir. Bunun nedeni tamamen ölçüm hatasından kaynaklanmaktadır. 6, 10, 19, 20, 25, bizim ısı tesiri altındaki bölge olmasına rağmen en yüksek sertlik 7, 8, 9, 22, 23, 24, noktalarda çıkmıştır. Soğuma hızının yüksek olması neticesinde en sert çıkan noktalardır. Yukarıdan aşağıya alınan sertlik ölçümlerinde sertlik değerlerinde artma görülmektedir. Bu durum her kısımlardaki kaynakların daha hızlı soğumasından kaynaklanmaktadır.

Maliyet yönünden inceleme yapacak olursak, tozaltı kaynağında MAGC kaynağında olduğu gibi hangi esasların göz önüne alınması, hangi özelliklere dikkat edilmesi ve bütün bunlara göre nasıl bir hesaplama yapılacağı göz önünde bulundurulmuştur. Maliyet türü bakımından düşünülmesi gereken 3 temel unsur bulunmaktadır.

1. İmalat Maddeleri

1.1 Tel elektrodlar

1.2 Kaynak Tozları

1.3 Diğer tüketim maddeleri; örneğin gaz memesini temizleme

2. İşçilik Ücretim Maddeleri

2.1. İşçilik ücreti maliyetleri

2.2 Yan işçilik ücreti maliyetleri (Sosyal sigortalar, lojman, sendika)

3. Makina Maliyetleri

Kaynak işleminde kullanılan kaynak telinin tüketim değeri : 358 gram

Kaynak işleminde kullanılan tozun tüketim değeri : 3108 gram

İşçilik ücreti : Bütün deneyleri aynı kaynakçı yapacağından bu kriter baz alınmayacaktır.

Kaynak makinesi maliyeti : 9758 dolar

Harcanan maliyet ;

1 Dolar =1.490 TL

1 Euro = 2.150 TL

Geka S2 tozaltı telinin fiyatı 1.95 TL / kg

Harcanan kaynak telinin tüketim maliyeti $0.358 \times 1.95 = 0.700$ TL



Eliflux BFB olan tozun fiyatı 1.1 Euro/ kg

Harcanan tozun tüketim maliyeti $3.108 \times 1.1 \times 2.150 = 7.350$ TL

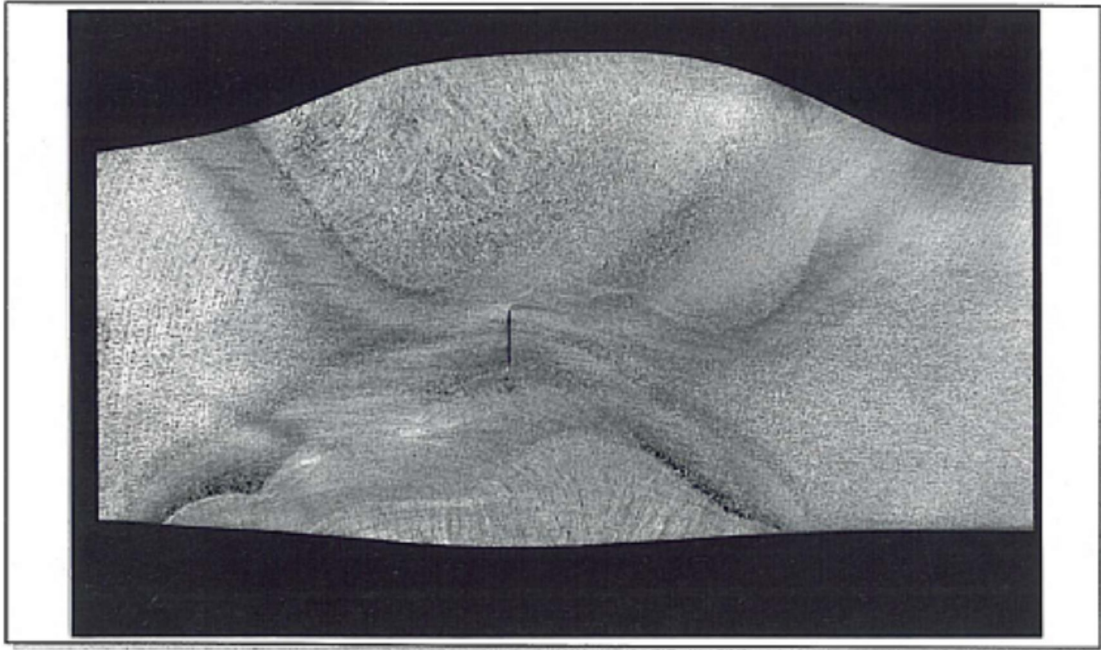
Kaynak makinesi maliyeti $9758 \times 1.490 = 14.539.420$ TL

Genel harcanan maliyet = 14.547.470TL

Bu harcanan maliyet üzerinde çalışma ortamı, alt yapı malzemeleri gibi % 10 kadar değişiklik gösterebilir.

 ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.	MAKROYAPI İNCELEME FORMU MACROSTRUCTURE INSPECTION FORM	 Certificate No : 300835
---	--	--



Firma Adı / Company : VOLKAN KAYAKÖK	Standart / Standard : EN ISO 15614-1 : EN 1321
Rapor No / Report No : R090986	Malzeme / Material : -
Parça Adı / Description : t = 20 mm / ALIN KAYNAK	Dağlama / Etching : % 3 NITAL
Amaç / Audited : Weld Run , Form , Penetration , Weld , Crack Control	



NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	KONTROL YÖNTEMİ CONTROL METHOD		SONUÇ RESULT
	GÖRSEL VISUAL	FOTOĞRAF PHOTO	
t = 20 mm / ALIN KAYNAK	Yes	Yes	

Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.

This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.

MUAYENEYİ YAPAN INSPECTOR MET.MÜH. BARIŞ OKUTAN 	TARİH DATE 12.05.2009	ONAY APPROVAL MET.MÜH. METEHAN BOYDAK  ANADOLU DÖKÜM SANAYİ ANONİM ŞİRKETİ TUTUNUVEZİ KAYNAĞI
---	--------------------------------------	---

F - 3107 Rev.0

Şekil 8.27 t= 20 mm Tozaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Makroyapı İnceleme Formu

Çizelge 8.23 t=20 mm Tozaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Sertlik Raporu


ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.

Körfez :

Ref. No:

**RAPOR
REPORT**

Rapor No / Report No : R091384
 Deneysel Laboratuvarı / Laboratory : ANADOLU DOKUM SANAYİ A.Ş.
 Cihaz ve kalibrasyon/ Equipment and Calibration : WOLPERT 09.06.2009
 Numunenin Ait Olduğu Firma / Company : VOLKAN KAYAKÖK
 Numune Alma / Sampling Method : FIRMA YETKİLİSİ GETİRDİ
 Numuneyi Teslim Alan / Received By : LAB. NAMIK DEMİR
 Numunenin Cinsi ve Adedi / Sample Descr. and Quantity : 1 ADET KAYNAKLI SERTLİK NUMUNESİ
 Numunenin Alındığı Tarih / Received Date of Sample : 10.07.2009
 Deneysel Yapıldığı Tarih / Date of Testing : 13.07.2009
 Uygulanan Standart / Applied Standart : EN ISO 15614 - 1 / EN 1043 - 1
 Deneysel Yapanlar / Operator : LAB. NAMIK DEMİR / MET. MÜH. MİTHAT KERİMAK
 Deneysel Kontrol Eden ve Onaylayan / Approval : MET. MÜH. BARIŞ OKUTAN

*Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.
 This result represents only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.*

Deneysel Sonuçları / Test Results : Makro Yapı Rapor NO : R090986 .

NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	SERTLİK ÖLÇÜMLERİ (HB)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
t = 20 mm ALIN KAYNAK	118	121	121	141	148	146	154	156	152	132	133	128	118	117	115
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	116	118	123	148	143	143	178	182	184	145	138	138	118	113	112



ANADOLU DÖKÜM SANAYİ
ANONİM ŞİRKETİ
TÜTÜNGÖZLERİ/KOCAELİ

F - 3001

Hürriyet Cad. No. 1 41780 Körfez/ KOCAELİ
 Tel : 0 262 527 13 51 - 527 23 51
 Fax : 0 262 527 28 76
 Web address : <http://www.anadoludokum.com.tr>
 Vergi Dairesi-No : Körfez 068 006 3056
 Tic. Sic. No : 34/74 Sanayi Sicil No : 10752

Email : ads@mmnet

Certificate No:360835

TSE KALİTE BELGE NO : 2608
 TSE KALİTE BELGE NO : 2607
 TSE KALİTE BELGE NO : 2160
 TSE KALİTE BELGE NO : 2161
 TSE KALİTE BELGE NO : 2162
 TSE KALİTE BELGE NO : 1098

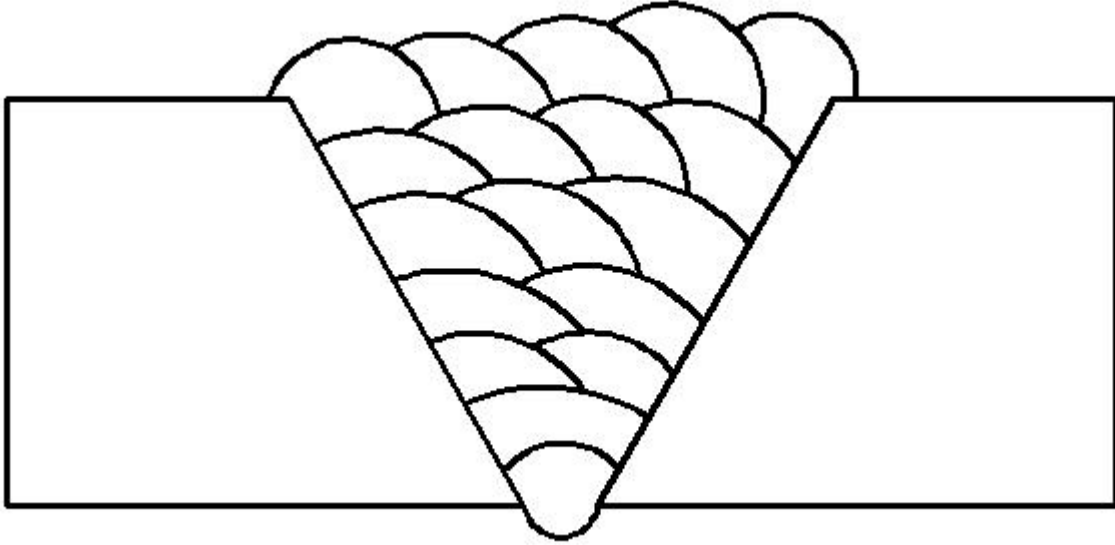
8.8 Sabit (t=30 mm) Kalınlıktaki Parçaların Birleştirilmesi

Araştırma planına göre ortalama 15 mm kalınlığındaki malzemelerde elde edilecek dikiş boyutları, sertlikleri ve ekonomik yönden incelenmiştir. Kaynağı yapılacak parçalar 150 X 300 mm boyutlarındaki CNC ile kesilmiştir. Kesme işleminde oluşan çapaklar temizlendikten sonra parçalar alın altına getirilerek farklı kaynak ağızlarında tozaltı ve MAGC kaynaklarında kaynatılmıştır.

Daha sonra kaynağı biten parçalardan kaynak kesitine yakın bölgelerden yaklaşık her iki yüzeyden 20 mm uzaklıkta olacak şekilde kesit alınıp, su zımparaları ile parlatma tezgahında zımparalanarak elmas pastalı keçe ile yüzeyleri parlatılmıştır. Daha sonra %2 Nital çözeltisi hazırlanarak kaynak dikişinin farklı bölgelerini görebilmek için dağlama işlemine tabi tutulmuşlardır. Stereo mikroskop (Büyütme olanağı 60 kata kadar olan mikroskop) altında makro fotoğrafları digital fotoğraf makinası ile çekilmiş ve digital kumpas kullanılarak kaynak dikişinin nüfuziyeti, yüksekliği ve genişliği ölçülmüştür.

En son olarak da imalatta kaliteli ürün çıkarmanın yanında maliyet de düşünülmektedir. Bizde deney parçalarında uyguladığımız kaynak işlemlerinde harcanan maliyeti karşılaştırılması yapılmıştır.

8.8.1 V Kaynak Ağzı İle MAGC Kaynağı

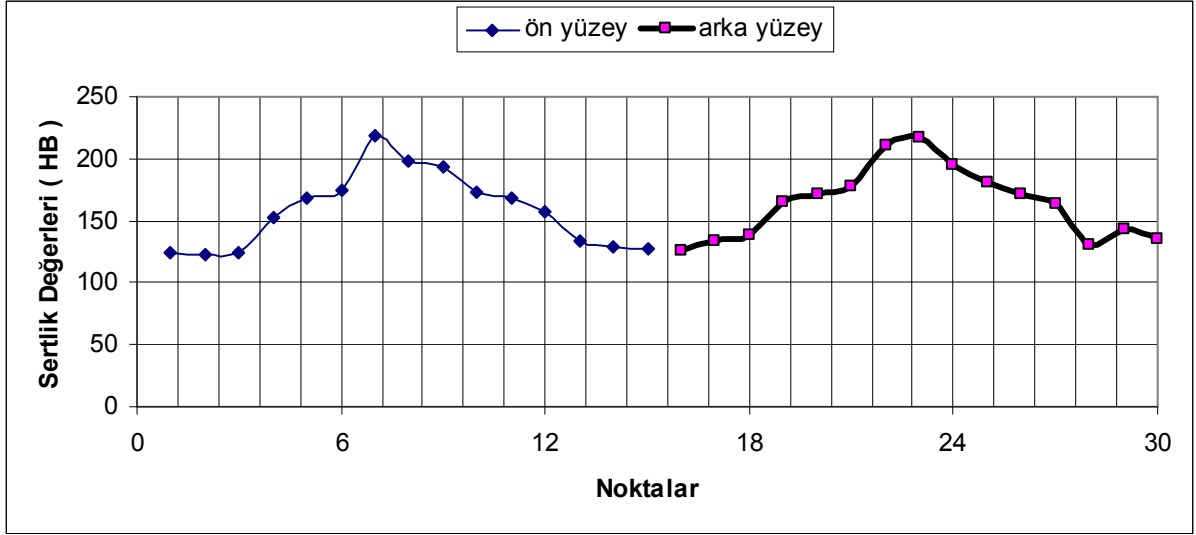


Şekil 8.28 t= 30 mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Paso Miktarının Şematik Gösterimi

Çizelge 8.24 t= 30 mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Parametre Değerleri

Akım (A)	Volt (V)	Nüfuziyet (mm)	Derinlik (mm)	Genişlik (mm)
250-270	30-32	28.45	1.00	47.02

Bu kalınlıkta pratikte uygulanmayan kaynak ağızı açısını bu deneyde uygulanmıştır. Birleştirilecek parçalarda standartlarda belirtilen ve pratikte uygulanan 3 mm rud yüksekliğinde, her bir parçada 30 derece olmak üzere 60 derece V kaynak ağızı açılmıştır. Toplam 18 sırada yapılan kaynak işlemi yapılmıştır. Kök paso + 1 paso + 2 paso + 2 paso + 3 paso+ 4 paso+ 5 paso. Burada tek taraflı kaynak işlemi uygulanmıştır. Kaynak parametreleri ve kaynak ağız açısı iyi bir nüfuziyet elde etmemizi sağlamıştır. Rud yüksekliğini bırakmamış olsaydık daha fazla nüfuziyet derinliği elde etmiş bulunurduk. Pratik uygulamada arka yüzeyde karbon temiz yüzey bulunana kadar açılır. Fakat deneysel çalışma yaptığımız için tek tarafta kaynak işlemi tamamladık.



Şekil 8.29 t= 30 mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Sertlik Değerleri

Yapılan deneydeki sertlik raporu incelendiğinde uygulanan kaynak akımının yarattığı sertlik değeri kaynak bölgesinde daha yüksektir. ITAB da kaynak bölgesine göre daha düşüktür. ITAB bölgesindeki pasoların çekilişindeki düzensizlikten dolayı sertlik değerlerinde ölçülen noktalarda bir düşüş görünmektedir.

1, 2, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 28, 29, 30, noktaları ana malzeme üzerinde seçilmiş noktalar olduklarından sertlik değerleri birbirine çok yakın çıkmasına rağmen farklılık görülmektedir. Bunun nedeni tamamen ölçüm hatasından kaynaklanmaktadır. 6, 10, 20, 25, bizim ısı tesiri altındaki bölge olmasına rağmen en yüksek sertlik 7, 8, 9, 22, 23, 24, 36, 37, 38 noktalarda çıkmıştır. Soğuma hızının yüksek olması neticesinde en sert çıkan noktalardır.

Yukarıdan aşağıya alınan sertlik ölçümlerinde sertlik değerlerinde artma görülmektedir. Bu durum alt taraftaki kaynak pasosunun daha hızlı soğumasından kaynaklanmaktadır.

Maliyet yönünden inceleme yapacak olursak, MAGC kaynağında hangi esasların göz önüne alınması, hangi özelliklere dikkat edilmesi ve bütün bunlara göre nasıl bir hesaplama yapılacağı göz önünde bulundurulmuştur. Maliyet türü bakımından düşünülmesi gereken 3 temel unsur bulunmaktadır.

1.İmalat Maddeleri

1.1 Tel elektrodlar

1.2 Koruyucu gaz

1.3 Diğer tüketim maddeleri; örneğin gaz memesini temizleme

2.İşçilik Ücretim Maddeleri

2.1. İşçilik ücreti maliyetleri

2.2 Yan işçilik ücreti maliyetleri (Sosyal sigortalar, lojman, sendika)

3. Makina Maliyetleri

Kaynak işleminde kullanılan kaynak telinin tüketim değeri : 924 gram

Kaynak işleminde kullanılan koruyucu gazın tüketim değeri : 100 lt

Bu değer daha önceden yapılan kaynaklar referans alınarak yapılmıştır. Bu değer % 10 kadar oynayabilir.

İşçilik ücreti : Bütün deneyleri aynı kaynakçı yapacağından bu kriter baz alınmayacaktır.

Kaynak makinesi maliyeti : 4562 Dolar

Harcanan maliyet ;

1 Dolar =1.490 TL

Elcor R 71 özlü telinin fiyatı 2.90 dolar / kg

Harcanan kaynak telinin tüketim maliyeti $0.924 \times 2.90 \times 1.490 = 4.000$ TL

Kullanılan gazın fiyatı 0.44tl / l

Harcanan gazın tüketim maliyeti $0.44 \times 100 = 44.0$ TL



Kaynak makinesi maliyeti $4562 \times 1.490 = 6.797.380$ TL

Genel harcanan maliyet = 6.845.380 TL

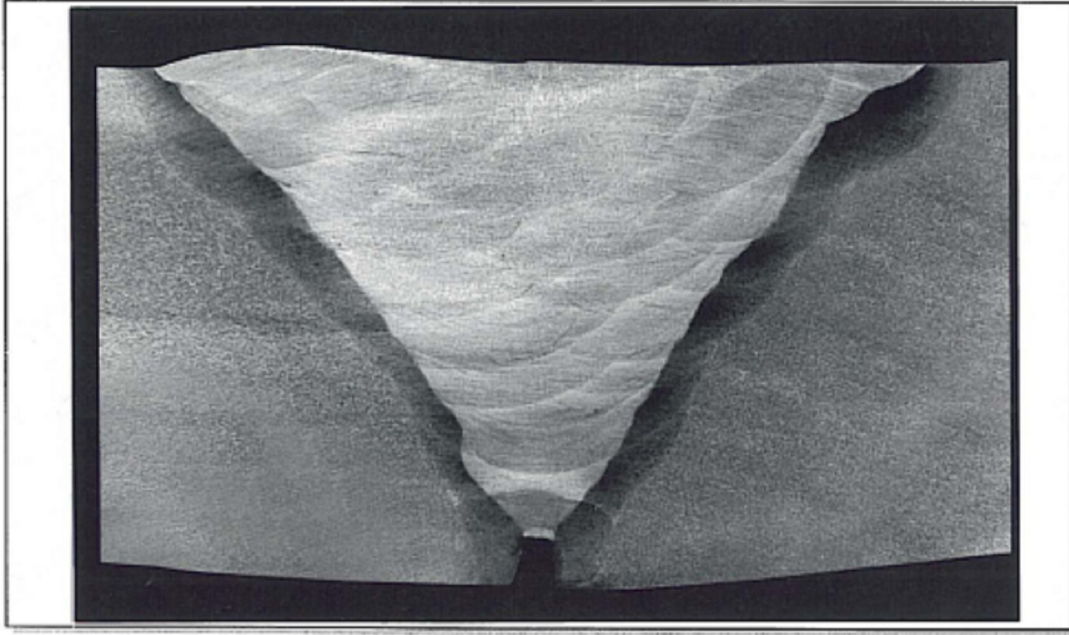
Bu harcanan maliyet üzerinde çalışma ortamı, alt yapı malzemeleri gibi % 10 kadar değişiklik gösterebilir.

İşçilik ücreti : Bütün deneyleri aynı kaynakçı yapacağından bu kriter baz alınmayacaktır.

Kaynak makinesi maliyeti :

 ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.	MAKROYAPI İNCELEME FORMU MACROSTRUCTURE INSPECTION FORM		 Certificate No : 380835



Firma Adı / Company : VOLKAN KAYAKÖK	Standart / Standard : EN ISO 15614-1 EN 1321
Rapor No / Report No : R090983	Malzeme / Material : -
Parça Adı / Description : t = 30 mm / ALIN KAYNAK	Dağlama / Etching : % 3 NITAL
Amaç / Audited : Weld Run , Form , Penetration , Weld , Crack Control	



NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	KONTROL YÖNTEMİ CONTROL METHOD		SONUÇ RESULT
	GÖRSEL VISUAL	FOTOĞRAF PHOTO	
t = 30 mm / ALIN KAYNAK	Yes	Yes	

Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.

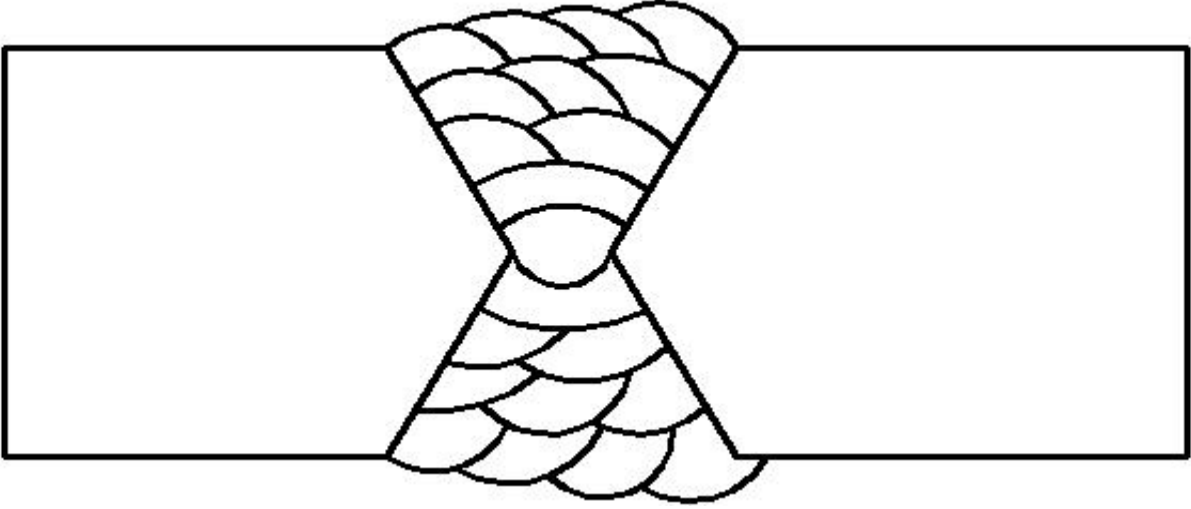
This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.

MUAYENEYİ YAPAN INSPECTOR MET.MÜH. BAŞİŞ OKUTAN 	TARİH DATE 12.05.2009	ONAY APPROVAL MET.MÜH. METEHAH BOYDAK 
---	---	---

F - 3107 Rev.0

Şekil 8.30 t= 30 mm Gazaltı Kaynağı V Kaynak Ağzının Makroyapı İnceleme Formu

8.8.2 X Kaynak Ağzı İle MAGC Kaynağı

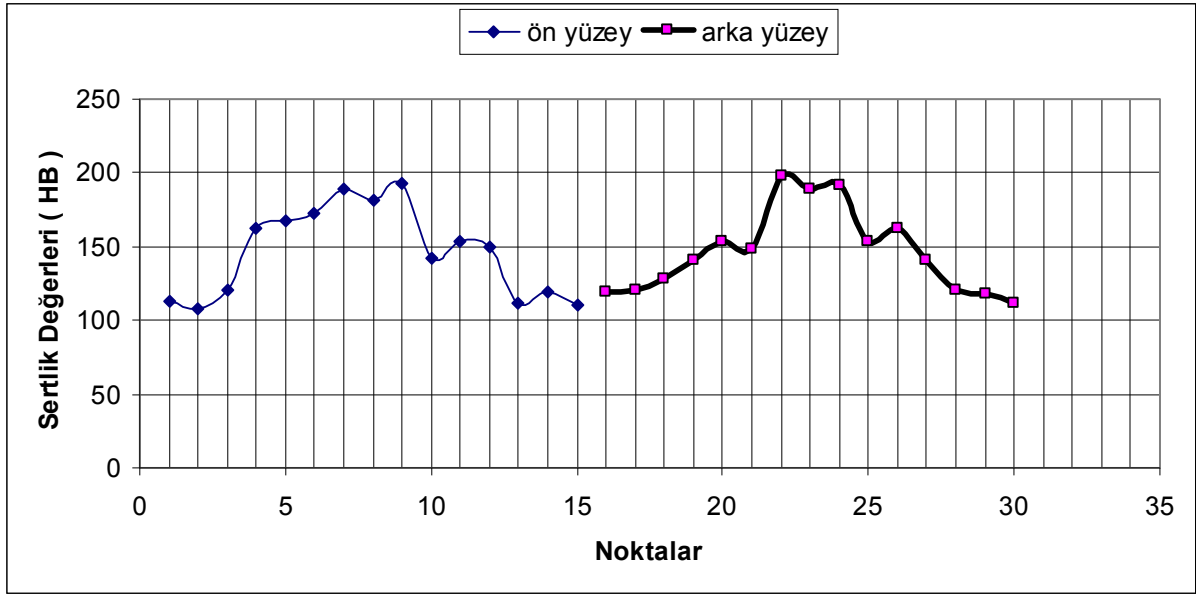


Şekil 8.31 t= 30 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Paso Miktarının Şematik Gösterimi

Çizelge 8.26 t= 30 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Parametre Değerleri

Akım (A)	Volt (V)	Nüfuziyet (mm)	Yükseklik (mm)	Genişlik (mm)
230	30	17.46	3.20	33.35

Bu kalınlıkta pratikte uygulanan kaynak ağzı açısı uygulanmıştır. Birleştirilecek parçalarda standartlarda belirtilen ve pratikte uygulanan 3 mm rud yüksekliğinde, her bir parçada 30 derece olmak üzere 60 derece X kaynak ağzı açılmıştır. Ön yüzeyde kök paso + 2 paso+ 3 paso + 4 paso örme şeklinde yapılan kaynağın arka yüzeyide aynı şekilde yapılmıştır. Kaynağın birbirine nüfuziyet etmediği görülmektedir. Nüfuziyet etmemesinin amacı kaynak ağzının yetersiz olmasından kaynaklanmamakla birlikte , rud mesafesinin bırakılması ve arka yüzeyden kaynak işlemine başlamadan yüzeyin temiz olmaması ve ön yüzeyde temiz kısmın bulunmamasından kaynaklanıyor.



Şekil 8.32 t= 30 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Sertlik Değerleri

Yapılan deneydeki sertlik raporu incelendiğinde uygulanan kaynak akımının yarattığı sertlik değeri kaynak bölgesinde daha yüksektir. ITAB da kaynak bölgesine göre daha düşüktür. ITAB bölgesindeki pasoların çekilişindeki düzensizlikten dolayı sertlik değerlerinde ölçülen noktalarda bir düşüş görünmektedir. ITAB bölgesinde düşük çıkmasının diğer nedeni de parçadaki curuf boşluğunun etkisidir. Boşluk ısı kaçısını azaltır ve yavaş soğuma sağlar.

1, 2, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 28, 29, 30, noktaları ana malzeme üzerinde seçilmiş noktalar olduklarından sertlik değerleri birbirine çok yakın çıkmasına rağmen farklılık görülmektedir. Bunun nedeni tamamen ölçüm hatasından kaynaklanmaktadır. 6, 10, 19, 20, 25, bizim ısı tesiri altındaki bölge olmasına rağmen en yüksek sertlik 7, 8, 9, 22, 23, 24, noktalarda çıkmıştır. Soğuma hızının yüksek olması neticesinde en sert çıkan noktalardır.

Maliyet yönünden inceleme yapacak olursak, MAGC kaynağında hangi esasların göz önüne alınması, hangi özelliklere dikkat edilmesi ve bütün bunlara göre nasıl bir hesaplama yapılacağı göz önünde bulundurulmuştur. Maliyet türü bakımından düşünülmesi gereken 3 temel unsur bulunmaktadır.

1. İmalat Maddeleri

1.1 Tel elektrodlar

1.2 Koruyucu gaz

1.3 Diğer tüketim maddeleri; örneğin gaz memesini temizleme

2. İşçilik Ücretim Maddeleri

2.1. İşçilik ücreti maliyetleri

2.2 Yan işçilik ücreti maliyetleri (Sosyal sigortalar, lojman, sendika)

3. Makina Maliyetleri

Kaynak işleminde kullanılan kaynak telinin tüketim değeri : 1814 gram

Kaynak işleminde kullanılan koruyucu gazın tüketim değeri : 110 lt

Bu değer daha önceden yapılan kaynaklar referans alınarak yapılmıştır. Bu değer % 10 kadar oynayabilir.

İşçilik ücreti : Bütün deneyleri aynı kaynakçı yapacağından bu kriter baz alınmayacaktır.

Kaynak makinesi maliyeti : 4562 Dolar

Harcanan maliyet ;

1 Dolar =1.490 TL

Elcor R 71 özlü telinin fiyatı 2.90 dolar / kg

Harcanan kaynak telinin tüketim maliyeti $1.814 \times 2.90 \times 1.490 = 7.838$ TL



Kullanılan gazın fiyatı 0.44tl / l

Harcanan gazın tüketim maliyeti $0.44 \times 110 = 48.4$ TL

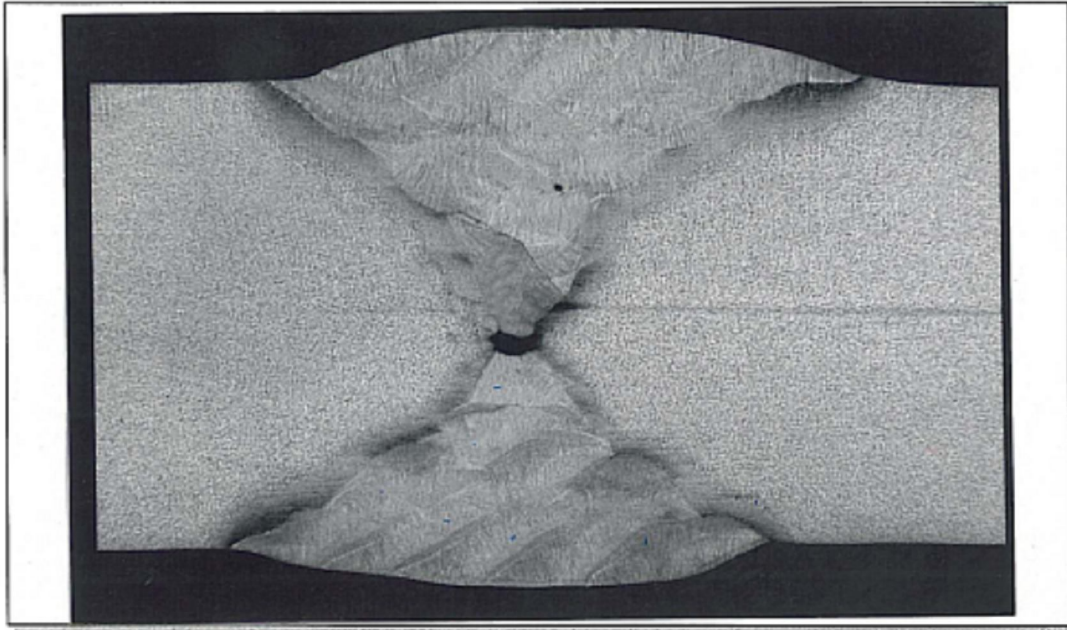
Kaynak makinesi maliyeti $4562 \times 1.490 = 6.797.380$ TL

Genel harcanan maliyet = 6.853.618TL

Bu harcanan maliyet üzerinde çalışma ortamı, alt yapı malzemeleri gibi % 10 kadar değişiklik gösterebilir.



 ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.	MAKROYAPI İNCELEME FORMU MACROSTRUCTURE INSPECTION FORM	 Certificate No : 350835
---	--	--

Firma Adı / Company : VOLKAN KAYAKÖK	Standart / Standard : EN ISO 15614-1 EN 1321
Rapor No / Report No : R090960	Malzeme / Material : -
Parça Adı / Description : t = 30 mm / ALIN KAYNAK	Dağlama / Etching : % 3 NİTAL
Amaç / Audited : Weld Run , Form , Penetration , Weld , Crack Control	



NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	KONTROL YÖNTEMİ CONTROL METHOD		SONUÇ RESULT
	GÖRSEL VISUAL	FOTOĞRAF PHOTO	
t = 30 mm / ALIN KAYNAK	Yes	Yes	

*Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.
This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.*

MUAYENEYİ YAPAN INSPECTOR MET.MÜH. BARİŞ OKUTAN 	TARİH DATE 12.05.2009	ONAY APPROVAL MET.MÜH. METEHAH BOYDAK  ANADOLU DÖKÜM SANAYİ ANONİM ŞİRKETİ TÜTÜNCÜİLLİ/KOCAELİ
---	---	--

F - 3101 Rev.0

Şekil 8.33 t= 30 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Makroyapı İnceleme Formu

Çizelge 8.27 t= 30 mm Gazaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Sertlik Raporu

**ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.**

Körfez :

Ref. No:

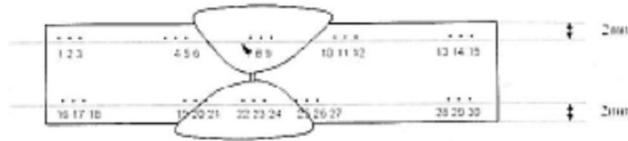
**RAPOR
REPORT**

Rapor No / Report No : R091360
 Deney Laboratuvarı / Laboratory : ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.
 Cihaz ve kalibrasyon/ Equipment and Calibration : WOLPERT 09.05.2009
 Numunenin Ait Olduğu Firma / Company : VOLKAN KAYAKÖK
 Numune Alma / Sampling Method : FIRMA YETKİLİSİ GETİRDİ
 Numuneyi Teslim Alan / Received By : LAB. NAMIK DEMİR
 Numunenin Cinsi ve Adedi / Sample Descr. and Quantity : 1 ADET KAYNAKLI SERTLİK NUMUNESİ
 Numunenin Alındığı Tarih / Received Date of Sample : 10.07.2009
 Deneyin Yapıldığı Tarih / Date of Testing : 13.07.2009
 Uygulanan Standart / Applied Standard : EN ISO 15614 - 1 / EN 1043 - 1
 Deneyleri Yapanlar / Operator : LAB. NAMIK DEMİR / MET. MÜH. MİTHAT KERİMAK
 Deneyi Kontrol Eden ve Onaylayan / Approval : MET. MÜH. BARIŞ OKUTAN

*Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.
 This result represents only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.*

Deney Sonuçları / Test Results : Makra Yapı Rapor NO : R090982 .

NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	SERTLİK ÖLÇÜMLERİ (HB)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
t = 30 mm ALIN KAYNAK	115	119	118	129	138	143	141	144	143	140	136	128	123	122	121
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	110	113	114	135	149	155	143	141	145	132	129	126	118	117	116



ANADOLU DÖKÜM SANAYİ
 ANADOLU DÖKÜM SANAYİ
 TÜTÜNÜK FİKRİ KÖKÇALİ

F- 3009

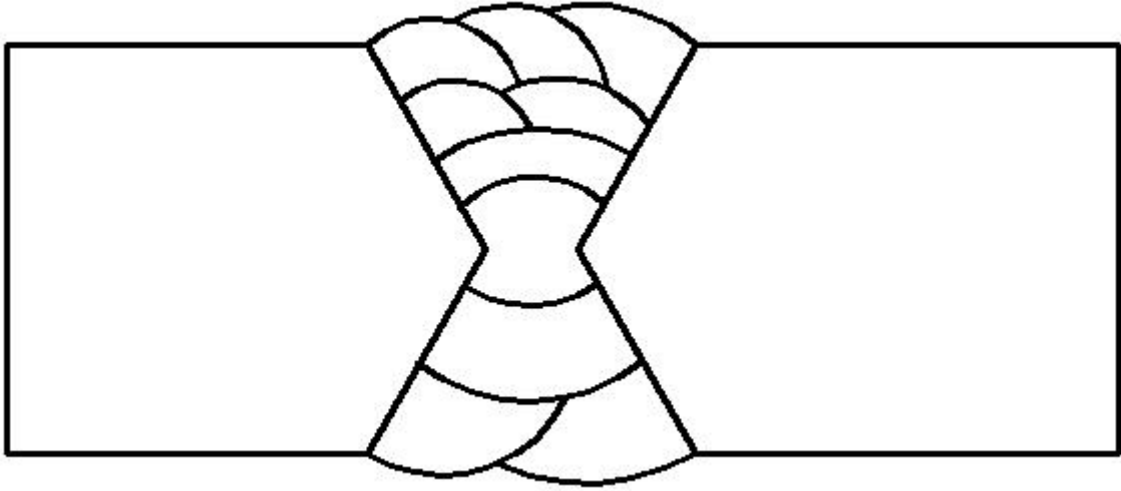
Hürriyet Cad. No. 1 41780 Körfez/ KOCAELİ
 Tel : 0 262 527 13 51 - 527 23 51
 Fax : 0 262 527 28 76
 Web address : <http://www.anadoludokum.com.tr>
 Vergi Dairesi No : Körfez 059 006 3058
 Tic. Sic. No : 34/74 Sanayi Sicil No : 10752

E-mail : ads@dn.net

Certificate No:360635

TSE KALİTE BELGE NO : 2608
 TSE KALİTE BELGE NO : 2607
 TSE KALİTE BELGE NO : 2160
 TSE KALİTE BELGE NO : 2161
 TSE KALİTE BELGE NO : 2162
 TSE KALİTE BELGE NO : 1096

8.8.3 X Kaynak Ağzı İle Tozaltı Kaynağı

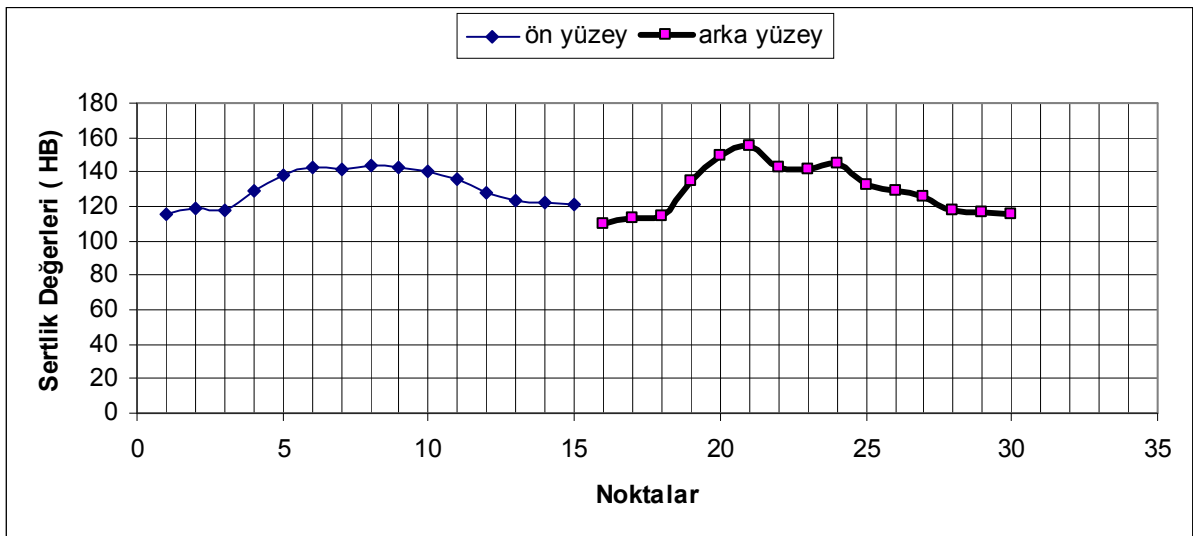


Şekil 8.34 $t= 30$ mm Tozaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Paso Miktarının Şematik Gösterimi

Çizelge 8.28 $t= 30$ mm Tozaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Parametre Değerleri

Akım (A)	Volt (V)	Nüfuziyet (mm)	Yükseklik (mm)	Genişlik (mm)
480	34	20.59	3.72	37.71

Uygulanan kaynak parametreleri ve kaynak ağzı açısı kaynağın iyi bir nüfuziyet çıkarmasını sağlamıştır. Kaynak genişliğinin çok fazla olması kaynak hızının az olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 8.35 $t= 30$ mm Tozaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Sertlik Değerleri

Yapılan deneydeki sertlik raporu incelendiğinde uygulanan kaynak akımının yarattığı sertlik değeri kaynak bölgesinde daha yüksektir. ITAB da kaynak bölgesine göre daha düşüktür. ITAB bölgesindeki pasoların çekilişindeki düzensizlikten dolayı sertlik değerlerinde ölçülen noktalarda bir düşüş görünmektedir.

1, 2, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 28, 29, 30, noktaları ana malzeme üzerinde seçilmiş noktalar olduklarından sertlik değerleri birbirine çok yakın çıkmasına rağmen farklılık görülmektedir. Bunun nedeni tamamen ölçüm hatasından kaynaklanmaktadır. 6, 10, 19, 20, 25, bizim ısı tesiri altındaki bölge olmasına rağmen en yüksek sertlik 7, 8, 9, 22, 23, 24, noktalarda çıkmıştır. Soğuma hızının yüksek olması neticesinde en sert çıkan noktalardır. Yukarıdan aşağıya alınan sertlik ölçümlerinde sertlik değerlerinde artma görülmektedir. Bu durum alt taraftaki kaynak pasosunun daha hızlı soğumasından kaynaklanmaktadır.

Maliyet yönünden inceleme yapacak olursak, tozaltı kaynağında MAGC kaynağında olduğu gibi hangi esasların göz önüne alınması, hangi özelliklere dikkat edilmesi ve bütün bunlara göre nasıl bir hesaplama yapılacağı göz önünde bulundurulmuştur. Maliyet türü bakımından düşünülmesi gereken 3 temel unsur bulunmaktadır.

1. İmalat Maddeleri

1.1 Tel elektrodlar

1.2 Kaynak Tozları

1.3 Diğer tüketim maddeleri; örneğin gaz memesini temizleme

2. İşçilik Ücretim Maddeleri

2.1. İşçilik ücreti maliyetleri

2.2 Yan işçilik ücreti maliyetleri (Sosyal sigortalar, lojman, sendika)

3. Makina Maliyetleri

Kaynak işleminde kullanılan kaynak telinin tüketim değeri : 1634 gram

Kaynak işleminde kullanılan tozun tüketim değeri : 4866 gram

İşçilik ücreti : Bütün deneyleri aynı kaynakçı yapacağından bu kriter baz alınmayacaktır.

Kaynak makinesi maliyeti : 9758 dolar

Harcanan maliyet ;

1 Dolar =1.490 TL

1 Euro = 2.150 TL

Geka S2 tozaltı telinin fiyatı 1.95 TL / kg

Harcanan kaynak telinin tüketim maliyeti $1.634 \times 1.95 = 3.186$ TL



Eliflux BFB olan tozun fiyatı 1.1 Euro/ kg

Harcanan tozun tüketim maliyeti $4.866 \times 1.1 \times 2.150 = 11.508$ TL

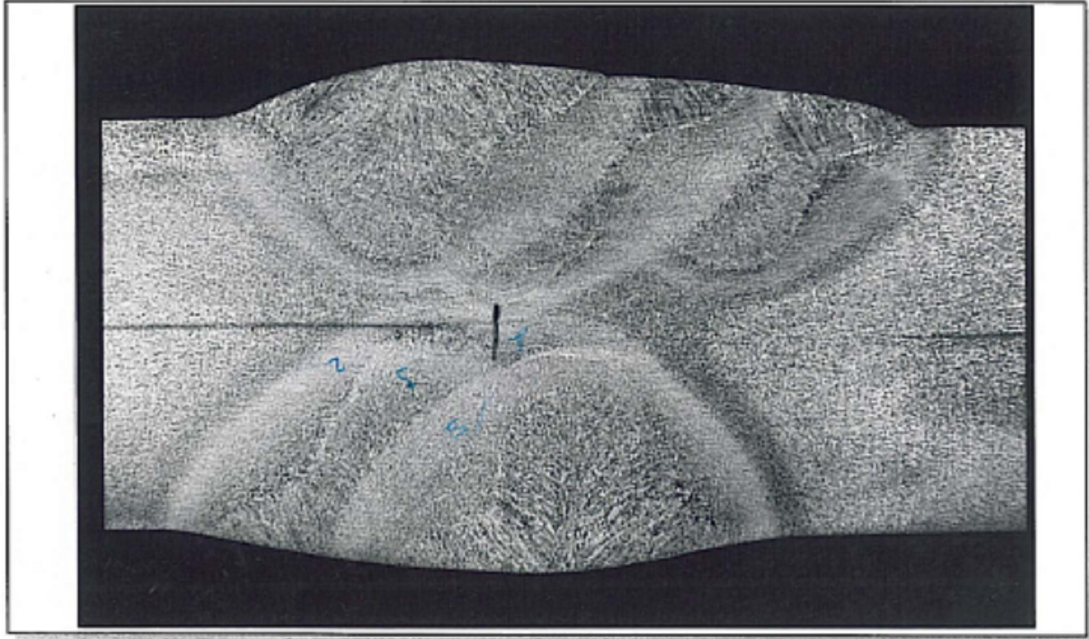
Kaynak makinesi maliyeti $9758 \times 1.490 = 14.539.420$ TL

Genel harcanan maliyet = 14.562.164 TL

Bu harcanan maliyet üzerinde çalışma ortamı, alt yapı malzemeleri gibi % 10 kadar değişiklik gösterebilir.

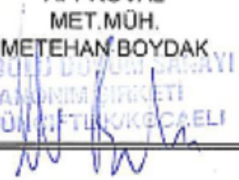
 ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.	MAKROYAPI İNCELEME FORMU MACROSTRUCTURE INSPECTION FORM		 Certificate No : 360635

Firma Adı / Company : VOLKAN KAYAKÖK	Standart / Standard : EN ISO 15614-1 EN 1321
Rapor No / Report No : R090982	Malzeme / Material : -
Parça Adı / Description : t = 30 mm / ALIN KAYNAK	Dağlama / Etching : % 3 NITAL
Amaç / Audited : Weld Run , Form , Penetration , Weld , Crack Control	



NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	KONTROL YÖNTEMİ CONTROL METHOD		SONUÇ RESULT
	GÖRSEL VISUAL	FOTOĞRAF PHOTO	
t = 30 mm / ALIN KAYNAK	Yes	Yes	

*Bu test sonucu sadece test edilen numuncüyü temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.
This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.*

MUAYENEYİ YAPAN INSPECTOR MET.MÜH. BARIŞ OKUTAN 	TARİH DATE 12.05.2009	ONAY APPROVAL MET.MÜH. METEHAN BOYDAK  ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş. İNCELEME TÜTÜM İNCELEME CAELİ
---	-------------------------------------	--

F - 3107 Reviz

Şekil 8.36 t= 30 mm Tozaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Makroyapı İnceleme Formu

Çizelge 8.29 t= 30 mm Tozaltı Kaynağı X Kaynak Ağzının Sertlik Raporu


ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.

Körfez :

Ref. No:

**RAPOR
REPORT**

Rapor No / Report No : RD91378

Deney Laboratuvarı / Laboratory : ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş.

Cihaz ve kalibrasyon/ Equipment and Calibration : WOLPERT 09.06.2009

Numunenin Alın Olduğu Firma / Company : VOLKAN KAYAKOK

Numune Alma / Sampling Method : FIRMA YETKİLİSİ GETİRDİ

Numuneyi Teslim Alan / Received By : LAB. NAMIK DEMİR

Numunenin Cinsi ve Adedi / Sample Descr. and Quantity : 1 ADET KAYNAKLI SERTLİK NUMUNESİ

Numunenin Alındığı Tarih / Received Date of Sample : 10.07.2009

Deneyin Yapıldığı Tarih / Date of Testing : 13.07.2009

Uygulanan Standart / Applied Standart : EN ISO 15614 - 1 / EN 1043 - 1

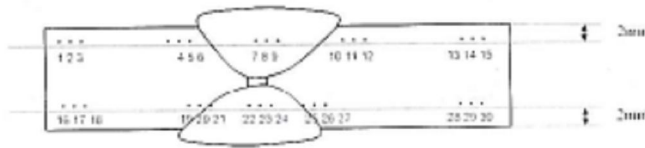
Deneyleri Yapanlar / Operator : LAB. NAMIK DEMİR / MET. MÜH. MİTHAT KERİMAK

Deneyi Kontrol Eden ve Onaylayan / Approval : MET. MÜH. BARIŞ OKUTAN

*Bu test sonucu sadece test edilen numuneyi temsil eder ve Laboratuvarın onayı olmadan çoğaltılamaz.
This result represent only the sample that we tested and the report can not be copied without laboratory permission.*

Deney Sonuçları / Test Results : Makro Yapı Rapor NO : R090980 .

NUMUNE CİNSİ ve NO SAMPLE IDENTIFICATION	SERTLİK ÖLÇÜMLERİ (HB)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
t = 30 mm ALIN KAYNAK	113	108	121	152	168	173	189	181	193	142	153	150	112	119	110
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	119	121	128	141	153	149	190	180	102	153	152	141	121	118	112



ANADOLU DÖKÜM SANAYİ
ANADOLU DÖKÜM SANAYİ
TÜTÜM MÜHÜRÜ / KOCATEPE

F - 3038

Hürriyet Cad. No. 1 41780 Körfez/ KOCAELİ
Tel : 0 262 527 13 51 - 527 23 51
Fax : 0 262 527 28 76
Web address : <http://www.anadoludokum.com.tr>
Vergi Dairesi-No : Körfez 068 006 3055
Tic. Sic. No : 34/74 Sanayi Sicil No : 10752

E-mail : ads@tmm.net

Certificate No:360835

TSE KALİTE BELGE NO : 2608
TSE KALİTE BELGE NO : 2607
TSE KALİTE BELGE NO : 2160
TSE KALİTE BELGE NO : 2161
TSE KALİTE BELGE NO : 2162
TSE KALİTE BELGE NO : 1006

9 SONUÇ

Kaynak işlemi esnasında en önemli olay hatasız bir kaynak dikişi elde etmektir. Bunun için özellikle tozaltı ve MAGC kaynaklarında, kaynak yapılacak malzemenin kalınlığına göre tel çapının, akım şiddetinin, kaynak geriliminin, kaynak hızının ve tozun doğru bir şekilde seçilmesi gerekmektedir. Çünkü bunların hepsi birbirine bağlı birer parametredir. İyi bir kaynak dikişi elde etmek için kaynak işlemine başlamadan önce bu değerlerin uygun bir şekilde ayarlanmaları gerekmektedir.

Tozaltı ve MAGC kaynakları ile yapılan deneylerde de görüldüğü gibi kaynak akımını arttırdığımız zaman kaynak yerine olan ısı girişinin artması sonucu dolgu miktarı da artmaktadır. Bununla beraber nüfuziyet, dikiş yüksekliği artmaktadır.

Kaynak işlemini gerçekleştirirken, kaynatılacak parçalar arasındaki mesafenin (ağız aralığı) arttırılması ile nüfuziyet miktarında artış, dikiş yüksekliği ve genişliğinde ise azalma meydana gelmiştir. Çünkü kaynak arkı, aralığın artması ile iş parçası arasına daha fazla girmekte ve nüfuziyeti fazla, dikiş yüksekliği ve genişliği daha az olan bir dikiş oluşturmaktadır.

Yaptığımız deneylerde kullandığımız parametrelerin dikiş boyutları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yaptığımız deney parçalarında da görüldüğü gibi iyi bir kaynak dikişi elde etmemiz için uygun kaynak öncesi işlemleri, parametreleri ve kaynak yöntemi seçmek gerekiyor. Üretim aşamasında yapılan veya uygulanan işlemler olmayıp tamamen test amaçlı olmaktadır.

Kaynak hızının küçük olduğu durumlarda, ısı tesiri altındaki bölgenin (ITAB) boyutlarının daha büyük olduğu gözlenmiştir. Çünkü kaynak bölgesine ısı girişi bu tür kaynak işlemlerinde daha fazladır. Aynı zamanda ITAB'ın boyutlarının; kaynak ağızlı parçalarda büyük olduğu gözlenmiştir. Çünkü kaynak ağızlı olan bir birleştirme işleminde, kaynak bölgesine olan ısı girişi, iş parçasının içerisine doğru daha kolay yayılabilmekte ve daha fazla bir alanı etkisi altına alabilmektedir.

Ayrıca yapılan deneysel çalışmaların tümünde, kaynak bölgesindeki ve ısı etkisi altında kalan bölgemizdeki sertlik dağılımına, paso sayısı, malzemenin kimyasal kompozisyonu, uygulanan kaynak yöntemi ve büyük rol oynayan kaynakçının etkisi göz önüne alınarak çeşitli incelemelerde bulunulmuştur.

Öztlü telle kullanılarak yapılan gazaltı kaynak yöntemi ile yapılan birleştirmede düşük kaynak hızında daha yüksek ısı girdisi olmaktadır. Kaynak edilen malzemeye ısı girdisinin artışı hem

ITAB' ın genişlemesine hem de birleştirilen malzemenin sertlik değerlerinin değişmesine neden olmaktadır.

Birleştirmede kullanılan kaynak yöntemi kaynak bölgesinde sertlik değerlerinin dağılımına etki etmektedir. Gazaltı kaynak yöntemi ile birleştirilen parçaların kaynak metalindeki sertlik değerleri tozaltı kaynak yöntemi ile birleştirilen parçaların sahip olduğu sertlik değerlerinden yüksektir. Elde edilen sertlik değerleri ısı girdisine ve paso sayısına dolayısıyla oluşan kaynak metali ve ITAB'ın mikroyapısına bağlı olarak farklılıklar göstermektedir.

Çeliğin sertlik değerleri Rockwell-C ile ölçülmesi gerekirken biz deney parçalarımızda Brinell Sertliğini kullandığımız görülmektedir.

Tozaltı kaynak yöntemleri maliyet açısından gazaltı kaynak yöntemlerine göre oldukça yüksektir. Bu yüzden kaynaklarımızda gazaltı kaynak yöntemi ekonomik yönden daha tercih edilmektedir. Fakat üretim aşamasında maliyet tek başına düşünülmemektedir. Üretimde en kısa zamanda en ucuz ürün elde etmek amaç güdülmektedir. Bunun için parçaların kaynağı yapılırken iki kıstası göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Anık, S. (1982). Kaynak Tekniği (Tozaltı Kaynağı Ve Koruyucu Gazla Kaynak). Cilt 2 İstanbul Üniversitesi Makina Fakültesi Ofset Atölyesi, İstanbul.
- Anık, S. (1991). Kaynak Tekniği El Kitabı Yöntemler Ve Donanımlar Gedik Holding Yayını.
- Anık, S. & Tülbentçi, K. Tozaltı Kaynak Tekniği. Böhler Kaynak Çubukları, Elektrodları San. Ve Tic. A.Ş. İstanbul.
- Cary, H. B. (1998). Modern Welding Tecnototiv. Fourth Edition. Columbus, Ohio.
- Çelik, A. (1988). Tozaltı Kaynak Parametrelerinin Kaynak Dikişine Etkilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Entitüsü, İzmir.
- Gülbahar, B. (1983). Oerlikon Tozaltı Kaynak Yöntemi Seminer Notları. İstanbul.
- Karadeniz, S. (2003). Kaynak Makinaları (Genişletilmiş Ve Düzenlenmiş 3. Baskı). Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir.
- Karadeniz, S. (2001). Kaynak Yöntemleri Ergitme Kaynağı. Cilt 1. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir.
- Ertürk İ., Tülbentçi, K., “MAG Kaynak Yönteminde Kaynak Akım ve Ark Geriliminin Sıçrama Kayıplarına Etkisi”, Uluslararası Kaynak Teknolojisi Sempozyumu, Gedik Eğitim Vakfı, 1996 Bildiri Kitabı, S.71-84.
- Gülenç, B., Tülbentçi, K., “Düşük Karbonlu ve Az Alaşımli Çeliklerin MIG/MAG Kaynağında Koruyucu Gaz Seçimi”, Uluslararası Kaynak Teknolojisi Sempozyumu, Gedik Eğitim Vakfı, 1996 Bildiri kitabı, S.15-17.
- Tülbentçi, K., “Eriyen Elektrod ile Gazaltı Kaynağında (MIG/MAG) Parametrelerinin Seçimi”, Gedik Holding Kaynak Dünyası, 1982 İstanbul Haziran 1988.
- Anık, S., Öğür, A., Ceyhun, V., “Gazaltı Kaynak Yöntemlerinde Kullanılan Gazlar ve Uygulamadaki Yeri”, 2.Balıkesir Mühendislik Sempozyumu, 30-31 Mayıs 1991, Bildiriler Kitabı, s. 17-27.
- Tülbentçi, K., “Malzemelerin Kaynak Kabiliyeti”, Gedik Holding Kaynak Dünyası, 1989/3, İstanbul, Kasım 1989, s. 7-10.
- Anık, S., “MIG-MAG Kaynağında Dikiş Formunu Etkileyen Faktörler”, Metal ve Kaynak Dergisi, Yıl: 2, Sayı: 9, İstanbul, Kasım-Aralık 1989, s. 16-21.
- Baggerud, A., “Kaynak Metalürjisi”, Çevirenler: S. Anık, K. Tülbentçi, İTÜ Makine Fakültesi, No: 970, İstanbul, 1966.
- Özdem Necdet; Tozaltında ark kaynağında kaynak dikişine tesir eden faktörler Kaynak Tekniği Sayı: 6.

Yılmaz, R., Tümer, M., “Gemi Saclarının Tozaltı ve Özlü Tel Kullanarak MAG Kaynağı ile Birleştirilmesi ve Mekanik Özellikleri”, Tübav Bilim Dergisi, Yıl: 2009, Sayı:1, s. 88-98

Müftüoğlu, H., “TS EN ISO 14731:2006 Kaynak Koordinasyonu Görev ve Sorumluluklar Bilgilendirme Eğitim Notları”, Türk Loydu, İstanbul, Ağustos 2009

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	27.10.1983	
Doğum Yeri	İstanbul	
Lise	1997-2001	Haydarpaşa Süper Lisesi
Lisans	2001-2006	Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fak. Makine Mühendisliği
Lisans	2003-2006	Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fak. Gemi İnşaatı ve Gemi Mak. Mühendisliği (Çift Lisans)
Yüksek Lisans	2006-2009	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İmal Usulleri Anabilim Dalı

Çalıştığı Kurumlar

2006-2007	Niyazi Tomba Tersanesi ve Taşımacılığı
2007-Devam	Rmk Marine Tersanesi