

**TC
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ**



77742

**TIG KAYNAĞINDA KAYNAK
PARAMETRELERİNİN DİKİŞ PROFİLİNE
ETKİLERİ**

**ALİ AĞAOĞLU
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

77742

**TEZ DANIŞMANI
Prof.Dr. AHMET AYHAN**

**GEBZE
1998**

Bu tez çalışması, G.Y.T.E Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu 'nun 19/11/1998 tarih ve 98/33.. sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından MALZEME...MÜH. Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.



JÜRİ

ÜYE
(Tez Danışmanı)

: Prof. Dr. Ahmet AYHAN (G.Y.T.E)

ÜYE

: Doç. Dr. Murat YURAL (İ.T.Ü)

ÜYE

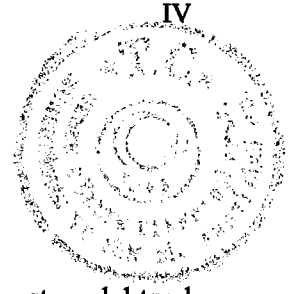
: Doç. Dr. Orhan ŞAHİN (G.Y.T.E.)

ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 08/01/1999... tarih ve 99/07.. sayılı kararı.



ÖZET



Bu tez çalışmasında X2CrNi189 çelik levhalar, yedi değişik tip Tungsten elektrod kullanılmıştır. Elektrod tipleri ve kullanılacak akım TS EN 26848 standardından alınmıştır.

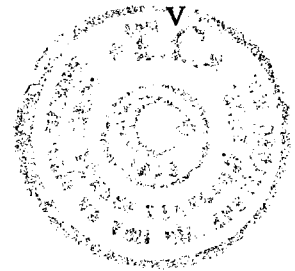
Çelik levha parçaları üzerine elektrod açıları 60° , 75° ve 90° 'de, Argon gazı koruyucu ortamında, 70 A, 90 A, 110 A, 130 A, 150 A ve 170 A, Akımlarda WP, WT 10, WT 20, WT 40, WZ 8, WL 10 ve WC 20, sembolü yedi değişik elektrodla kaynak yapılmıştır.

Kaynak işleminden sonra parçalar metalografik olarak hazırlanmış, fotoğraflar üzerinden dikiş boyutları ölçülmüş ve eğriler halinde gösterilmiştir.

Son bölümde ise deneysel çalışmalar irdelenmiştir. Bu deneysel çalışmalarda elektrod türlerinin kaynak üzerine etkin bir rolü olmadığı, daha çok akım ve elektrod açılarının etkin bir rolü olduğu görülmektedir. Akım ve elektrod açısı küçük olduğu zaman kaynak dikiş yüksekliği büyük, her ikisi de büyük olduğunda ise, derin nüfuziyet elde edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: TIG kaynağı, Elektrod, Soygaz, Torç, Nüfuziyet

SUMMARY



In this thesis X2CrNi189 steel plates, and seven different type of Tungsten electrode is used.

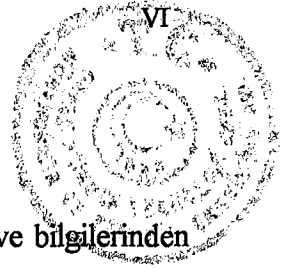
Steel plate part, welded with seven different electrode which has the symbols WP, WT 10, WT 20, WT 40, WZ 8, WL 10 and WC 20, within the ambient of argon gases and with the currents of 70A, 90A, 110A, 130A, 150A and 170A, electrode angles of 60°, 75° and 90°.

After the welding process the parts are metallographically prepared, the dimensions of the welding measured and presented in the graphics.

In the last part, the experimental results are concluded. In these experiments it is seen that the type of the electrode hasn't got any significant effect on the welding. Whereas the current and the electrode angles have significant effect. As it is seen from the results, When the current and the angle is small the excess weld metal is high, when both is high then the penetration is deeper.

Key Words: TIG welding, Electrode, Inert gas, Torch, Penetration

TEŞEKKÜR

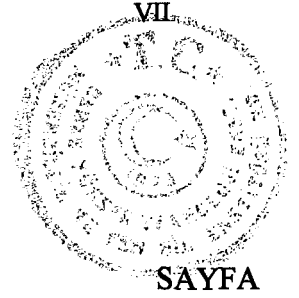


Hazırlanan bu yüksek lisans tez çalışmasında, desteğini gördüğüm ve bilgilerinden faydalandığım GYTE 'den Prof.Dr.Ahmet AYHAN 'a, ve İTÜ 'den Doç.Dr.Murat VURAL 'a çok teşekkür ederim.

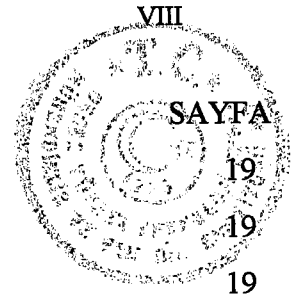
Ayrıca malzeme temini ve deneylerin yapılmasında yardımcı olan KOSGEB 'den Ali SANIOĞLU 'na, TSE Kalite Kampüsü Malzeme Laboratuvarında çalışan arkadaşlarıma, her zaman desteğini gördüğüm Halil ÇELİK 'e ve Halil AĞAOĞLU' na, Bilgi işlem ve tez yazma aşamalarında yardımlarını esirgemeyen Escorttech Genel Müdürü Ahmet BORAN' a ve Yüksek Lisans yapmamda maddi ve manevi desteği bulunan babam H.Ahmet AĞAOĞLU 'na çok teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER DİZİNİ



	SAYFA
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
LEVHALAR DİZİNİ	XII
TABLolar DİZİNİ	XIII
1. GAZALTI ARK KAYNAK YÖNTEMLERİ	1
1.1 Giriş	1
1.2 Yöntemlerin Tarihçesi	1
1.3 Yöntemlerin Sınıflandırılması	2
2. GAZALTI TUNGSTEN ARK (TIG) KAYNAĞI	4
2.1. Giriş	4
2.2. Elle TIG Kaynağında Kullanılan Ekipman	6
2.2.1. TIG Torcu	6
2.2.1.1. Tungsten Elektrodlar	7
2.2.1.2. Su Soğutmalı TIG Kaynak Torcu	7
2.2.2. Koruyucu Gazlar	8
2.2.3. TIG Kaynağında Kullanılan Kaynak Makinaları	9
2.2.3.1. Akım Türü ve Kutuplama Şekli	11
2.3. TIG Kaynağında Çalışma Tekniği	13
2.3.1. Torçun Tutuluşu ve İlerletilişi	13
2.3.2. Kaynak İlave Telinin Görevleri	14
2.4. Kaynak Parametrelerinin Etkileri	14
2.4.1. Koruyucu Gaz Akış Debisi	14
2.4.2. Elektrodun Durumu	17
2.4.3. Akım Türü ve Kutuplamanın Etkisi	17
2.4.4. Akım Şiddeti, Ark Gerilimi ve Kaynak Hızını Etkisi	18



3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1. Ön Deneylerde Kullanılan Esas Metal ve Kaynak İlave Çubuğu

3.2. Ön Deneylerde Kullanılan Tungsten Elektrodlar

3.3. Ön Deneylerin Yapılışı

3.4. Ön Deney Kaynak Parametreleri

3.5. Kaynaklı numunelerin elde edilmesi

3.6. Dikiş Profillerinin Boyutları

3.7. Deneyisel sonuçların irdelenmesi

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

KAYNAKLAR

ÖZGEÇMİŞ

19

19

19

20

20

21

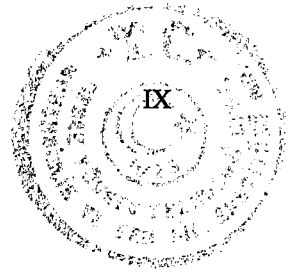
29

31

50

51

53



ŞEKİLLER DİZİNİ

	SAYFA
Şekil 2.1. TIG kaynağının prensip şeması	5
Şekil 2.2. Su soğutmalı bir TIG kaynak ekipmanının temel elemanları	5
Şekil 2.3. Bir kaynak torçunun bağlantıları	7
Şekil 2.4. Su soğutmalı bir TIG torçunun elemanları	8
Şekil 2.5. Bir TIG kaynak transformatörü-temel elemanlar ve fonksiyonları (alternatif akımla kaynak)	11
Şekil 2.6. Arkta yük taşıyıcıların hareketi	12
Şekil 2.7. TIG kaynağında torç ve ilave telin tutuluşu	13
Şekil 2.8. Parça kalınlığına ve gaz memesinin çapına bağlı olarak argon tüketimi	15
Şekil 2.9. Akım türüne bağlı olarak elektrod ucunun şekli	17
Şekil 2.10. Akım türü, kutupluluk ve elektrod formuna bağlı olarak nüfuziyet formları	18
Şekil 3.1. Ön deneylerin yapılışı	20
Şekil 3.2. Ön deneylerde kullanılan elektrod açıları	20
Şekil 3.3. Dikiş boyutları	29
Şekil.3.4. WP Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında h değerinin akım şiddetiyle değişimi	32
Şekil.3.5. WP Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında t değerinin akım şiddetiyle değişimi	32
Şekil.3.6. WP Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında b değerinin akım şiddetiyle değişimi	32
Şekil.3.7. WT 10 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında h değerinin akım şiddetiyle değişimi	33
Şekil.3.8. WT 10 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında t değerinin akım şiddetiyle değişimi	33
Şekil.3.9. WT 10 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında b değerinin akım şiddetiyle değişimi	33



Şekil.3.10. WT 20 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında h değerinin akım şiddetiyle değişimi	34
Şekil.3.11. WT 20 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında t değerinin akım şiddetiyle değişimi	34
Şekil.3.12. WT 20 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında b değerinin akım şiddetiyle değişimi	34
Şekil.3.13. WT 40 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında h değerinin akım şiddetiyle değişimi	35
Şekil.3.14. WT 40 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında t değerinin akım şiddetiyle değişimi	35
Şekil.3.15. WT 40 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında b değerinin akım şiddetiyle değişimi	35
Şekil.3.16. WZ 8 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında h değerinin akım şiddetiyle değişimi	36
Şekil.3.17. WZ 8 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında t değerinin akım şiddetiyle değişimi	36
Şekil.3.18. WZ 8 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında b değerinin akım şiddetiyle değişimi	36
Şekil.3.19. WL 10 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında h değerinin akım şiddetiyle değişimi	37
Şekil.3.20. WL 10 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında t değerinin akım şiddetiyle değişimi	37
Şekil.3.21. WL 10 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında b değerinin akım şiddetiyle değişimi	37
Şekil.3.22. WC 20 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında h değerinin akım şiddetiyle değişimi	38
Şekil.3.23. WC 20 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında h değerinin akım şiddetiyle değişimi	38



Şekil.3.24. WC 20 Elektrodun 60° , 75° , 90° açılarında h değerinin

akım şiddetiyle değişimi

38

Şekil.3.25. 7 tür elektrod için h boyunun akım şiddetiyle değişimi (60° için)

40

Şekil.3.26. 7 tür elektrod için h boyunun akım şiddetiyle değişimi (75° için)

41

Şekil.3.27. 7 tür elektrod için h boyunun akım şiddetiyle değişimi (90° için)

42

Şekil.3.28. 7 tür elektrod için t boyunun akım şiddetiyle değişimi (60° için)

43

Şekil.3.29. 7 tür elektrod için t boyunun akım şiddetiyle değişimi (75° için)

44

Şekil.3.30. 7 tür elektrod için t boyunun akım şiddetiyle değişimi (90° için)

45

Şekil.3.31. 7 tür elektrod için b boyunun akım şiddetiyle değişimi (60° için)

46

Şekil.3.32. 7 tür elektrod için b boyunun akım şiddetiyle değişimi (75° için)

47

Şekil.3.33. 7 tür elektrod için b boyunun akım şiddetiyle değişimi (90° için)

48



LEVHALAR DİZİNİ



SAYFA

Levha 3.1. WP	Elektrod için elde edilen dikiş profillerinin makro görünüşleri	22
Levha 3.2. WT 10	Elektrod için elde edilen dikiş profillerinin makro görünüşleri	23
Levha 3.3. WT 20	Elektrod için elde edilen dikiş profillerinin makro görünüşleri	24
Levha 3.4. WT 40	Elektrod için elde edilen dikiş profillerinin makro görünüşleri	25
Levha 3.5. WZ 8	Elektrod için elde edilen dikiş profillerinin makro görünüşleri	26
Levha 3.6. WL 10	Elektrod için elde edilen dikiş profillerinin makro görünüşleri	27
Levha 3.7. WC 20	Elektrod için elde edilen dikiş profillerinin makro görünüşleri	28



TABLÖLAR DİZİNİ



SAYFA

Tablo 1.1. Gazaltı ark kaynak yöntemlerinin sınıflandırılması	3
Tablo 2.1. TS EN 439'a göre koruyucu gazların sınıflandırılması	9
Tablo 2.2. TIG kaynağında elektrod çapı, koruyucu gaz memesi ve ilave tel arasındaki ilişki	16
Tablo 2.3. Rüzgar hızına bağlı olarak koruyucu gaz miktarı	16
Tablo 3.1. Ön deneylerde kullanılan tungsten elektrodlar	19
Tablo 3.2. Kaynak numunelerin elde edilmesinde kullanılan ayar değerleri	21
Tablo 3.3. Dikiş profillerinin boyutları	29





1. BÖLÜM

GAZALTI ARK KAYNAK YÖNTEMLERİ

1.1. Giriş

Günümüzde bir konstrüksiyon elemanının kaynağında örneğin bir çelik köprü, boru hattı, biçerdöver, otomobil veya mobil kren, bilinen eritme kaynak yöntemlerini kullanmaktadır. Söz konusu yöntemler aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir:

- Geleneksel yöntemler; belirli talepleri karşılamak amacıyla yaygın şekilde uygulanan gaz eritme kaynağı,
- Belirli uygulama alanlarında öncelikle kullanılan, bilinen örtülü çubuk elektrodlarla yapılan elektrik ark kaynağı,
- Birleştirme yöntemlerinin nisbeten yeni bireyi olan koruyucu gaz altında ark kaynağı; kısaca "gazaltı ark kaynağı".

Koruyucu gaz, "çıplak tel" ile kaynak yapıldığında, eriyik halindeki kaynak banyosu ile çevresindeki hava atmosferinin temasını keser. Kaynak banyosunun bu şekilde örtülmesi, gaz eritme kaynağında nötr oksii-asetilen aleviyle, elektrik ark kaynağında ise çubuk elektrodun gaz haline geçen örtüsüyle sağlanır [ANIK,1962].

Doğal olarak şu soru akla gelebilir: Gazaltı ark kaynağı, eski kaynak uygulamaları arasında hangi oranda uygulanmaktadır? Günümüzde eritme kaynak yöntemleriyle birleştirilmiş yapı çeliklerinin en az % 60'ı "gazaltı ark kaynaklı" dır. Yaklaşık % 10'u tozaltı ark kaynaklıdır ve kalanı da örtülü çubuk elektrodlarla kaynak yapılmaktadır. Bu gruplandırmada gaz eritme kaynağını ihmal edebiliriz [ANIK ve DORN,1995].

1.2. Yöntemlerin Tarihçesi

Eriyik halindeki kaynak banyosunun bir gazla korunması fikri oldukça eskidir. İlk defa 1926 yılında ortaya atılan Alexander usulünde kaynak dikişi metanol gazı ile korunmuş ve daha sonraları 1928'de de Arcogen usulü geliştirilmiştir. Bu usulde hem bir elektrod, hem de oksii-asetilen alevi birlikte kullanılmıştır. Burada üfleç alevi, dikişi havanın etkisinden korumaktaydı. Bugün bu usullerin her ikisi de terkedilmiştir.

Diğer taraftan, kaynak metalinin atmosferin etkilerine karşı korunması, sistemli bir şekilde incelenmiş ve yine 1926 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde Weinmann ve

Langmuir tarafından hidrojen'in bir koruyucu gaz olarak kullanılmasıyla arkatom usulü uygulanı alanına girmiştir. Koruyucu gaz olarak soygazın kullanılması, ancak 1930 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde Hobart ve Devers tarafından patent olarak alınmış ve 1940 yılında da Nortrop Aircraft Company Inc. firması tarafından, uçak inşaatında magnezyum ve alaşımlarının kaynağında kullanılmıştır. Burada önce helyum gazı kullanılmış ve daha sonra da 1942 yılında Linde Air Product Company ve Union Carbide and Carbon Corporation tarafından hem helyum ve hem de argon gazları kullanılarak hafif metal ve alaşımlarının kaynağı yapılmıştır. Soygazlardan başka kaynak yerinde karbondioksit gibi aktif bir gazın kullanılması konusundaki ilk çalışmalara 1952 yılında başlanmıştır. Bugün çeşitli inert gaz ve aktif gazların kullanıldığı, donanımı aynı ancak gaz karışımları farklı olan çeşitli gazaltı ark kaynak yöntemleri mevcuttur [ANIK,v.d.,1993].

1.3. Yöntemlerin Sınıflandırılması

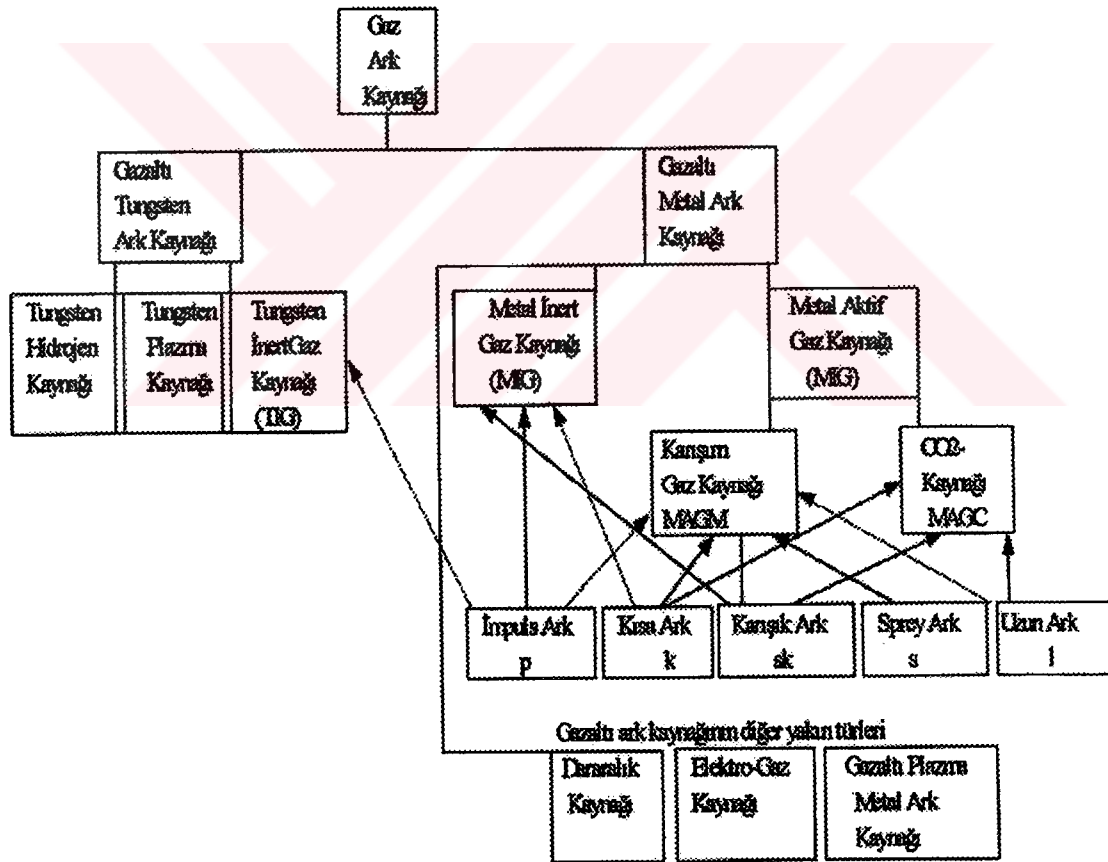
Gazaltı ark kaynak yöntemleri, elektrod, koruyucu gaz ve ark türüne göre sınıflandırılabilir. Tablo 1.1, bu prensiplere göre gazaltı ark kaynak yöntemlerinin sınıflandırılmasını göstermektedir. İlk büyük sınıflandırma, elektrod türüne göre yapılmıştır. Burada yöntemler, erimeyen ve eriyen elektrod olarak gruplandırılabilir. Erimeyen elektrodlar; tungsten'den mamuldür ve yöntem grupları bu nedenle "Gazaltı Tungsten Ark Kaynağı" (GTAK) olarak adlandırılmıştır. Eriyen elektrodlar ise hem ark taşıyıcı, hem de ilave metal görevi yaptığından ve genellikle kaynak yapılan metalle aynı kimyasal bileşime sahip olduğundan, bu yöntem "Gazaltı Metal Ark Kaynağı" (GMAK) olarak adlandırılır [ANIK,1982].

Bu iki ana grubun alt grupları, kullanılan koruyucu gaz türüne göre yapılabilir. Gazaltı Tungsten Ark Kaynağında bazı durumlarda Argon-Hidrojen karışımları, ancak çoğu uygulamada da soygazlar kullanılır. Soygazların kullanılmasının sebebi ise, reaksiyona isteksiz olmalarından kaynaklanmaktadır. Bütün soygazlar bu gruba dahildir. Yüksek sıcaklıkta diğer maddelerle bileşik oluşturmazlar; ayrıca, kaynak sırasında da nötr özelliklerini korurlar. Sözü edilen soygazların tümü, Plazma Kaynağında (PK) kullanılırken, Tungsten Inert Gaz kaynağında (TIG) bunlardan sadece argon, helyum veya ikisinin karışımı kullanılmaktadır. Tungsten hidrojen kaynağında (THK) ise kaynak sırasında çevre atmosferi hidrojen gazı ile

uzaklaştırılmaktadır. Ark türüne göre plazma ark kaynağı, plazma huzme kaynağı (PHK), plazma ark kaynağı (PAK) ve plazma huzme-plazma ark kaynağı (PHAK) olarak alt gruplara ayrılabilir [ANIK,v.d.,1991].

Gazaltı metal ark kaynağında hem inert hem de aktif gazlar kullanılabilir. Bu nedenle gazaltı metal ark kaynağı, Metal Inert Gaz (MIG) kaynağı ve Metal Aktif Gaz (MAG) kaynağı olarak ayrılır. Nüfuziyet formu, dikişin görünüşü ve sıçrama oluşumu, kullanılan aktif gaz türünün eritme gücüne bağlı olan Metal Aktif Gaz kaynağı, koruyucu gaz türüne göre, eğer aktif gaz (CO_2 ve O_2) bileşenleri olan argon esaslı bir koruyucu gaz kullanılıyorsa MAG-M kaynağı ve kaynak karbondioksiti (CO_2) kullanılıyorsa MAG-C kaynağı olarak alt gruplara ayrılır [ANIK,v.d.,1992].

Tablo 1.1. Gazaltı Ark Kaynak Yöntemlerinin Sınıflandırılması





2. BÖLÜM

GAZALTI TUNGSTEN ARK (TIG) KAYNAĞI

2.1. Giriş

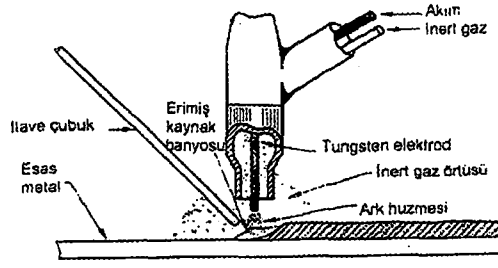
TIG kaynağı, esas olarak bir ark kaynağı şeklindedir. Özellikle alüminyum, magnezyum, titanyum gibi hafif metallerin kaynağına uygundur. 1940 - 1960 döneminde geliştirilen bu yöntem, günümüzde önemli bir kaynak yöntemi olarak geçerli hale gelmiştir.

TIG kaynak yöntemi için elektrik akımı, su ve gaz'ın her an sağlanması ve kontrol edilmesi gerektiğinden, bu yöntemde kullanılan ekipman, ark kaynağında kullanılanlara göre daha karmaşık ve pahalıdır.

Yöntem yaygın olarak TIG adıyla anılır. TIG kaynağı, elektrik ark kaynak yönteminin daha ileri bir aşamasıdır. Bu prosesin tam adında Tungsten kelimesi, arka elektrik akımını iletmeyi sağlayan, erimeyen elektrodu, Inert kelimesi, diğer elementlerle kimyasal olarak birleşmeyen bir gazı ve Gaz kelimesi de, erimiş banyo ve arkı örten, kaynak bölgesini çevreleyen havayı uzak tutan malzemeyi simgeler. Bu kaynak yöntemi, Heliarc veya Argonarc olarak da anılmaktadır. TIG yöntemiyle, genellikle diğer kaynak yöntemleriyle oluşturulan kaynaklara göre daha üstün özellikte dikişler elde edilir [ANIK,v.d.,1991].

TIG kaynağında ark, tungsten elektrod ile parça arasında serbestçe yanar. Koruyucu gaz, argon, helyum veya bunların karışımından oluşur. Şekil 2.1, TIG kaynağının prensip şemasını göstermektedir. Enerji üreticinin bir kutbu tungsten elektroda diğeri parçaya bağlıdır. Ark, sadece bir elektrik iletkeni ve ark taşıyıcısı olan tungsten elektrod (sürekli elektrod) ile parça arasında yanar. İlave malzeme, kural olarak akım yüklenmemiştir; kaynak bölgesine yandan veya önden, ya elle sevkedilen çubuk veya ayrı bir sevk aparatından sevkedilen tel formundadır.

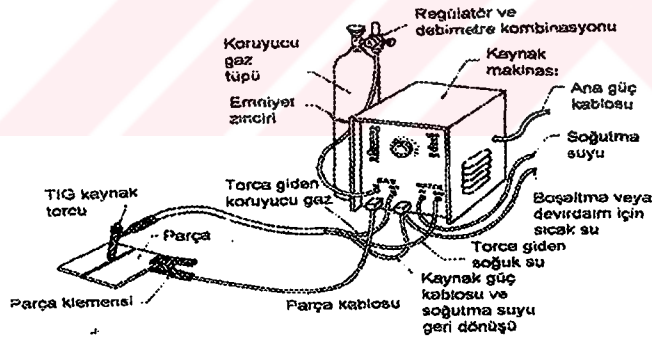
Tungsten elektrod ile erimiş banyo ve ilave metalin erimiş haldeki ucu, atmosferden, elektrodun bulunduğu bir koruyucu gaz memesinden elektrodla eşeksenli olarak beslenen bir inert koruyucu gaz ile korunur [RUGE,1980].



Şekil 2.1. TIG kaynağının prensip şeması

TIG kaynağında en yaygın koruyucu gaz olarak Argon kullanılır. Elektrodun tatminkar şekilde korunabilmesi için koruyucu gazın saflık derecesi en az % 99,95 olmalıdır. Kural olarak 200 bar basınç altındaki 10 Nm³ 'lük çelik tüplerde satılır. Hafif metallerde geniş ve derin nüfuziyet nedeniyle son yıllarda Argon/Helyum karışımlarının kullanılmasına doğru bir eğilim mevcuttur [ANIK ve TÜLBENTÇİ,1968].

Şekil 2.2'de su soğutmalı bir TIG kaynak ekipmanının temel elemanları gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Su soğutmalı bir TIG kaynak ekipmanının temel elemanları

Aşağıda TIG kaynağı ile elektrik ark ve oksii-asetilen kaynağı arasındaki farklılıklar verilmiştir:

- Bir dekapan (örtülü elektrodların örtüsü, tozaltı kaynağındaki toz vs.) gerektirmez; bitmiş kaynaklardan koroziif artıkların temizlenmesine gerek duyulmaz.

- Kimyasal bileşim bakımından kaynak metalinin bileşimi, kaynak edilen esas metal ile hemen hemen aynıdır. Diğer yöntemlerle oluşturulan kaynaklara göre genellikle daha yüksek dayanımlı, korozyona karşı daha dirençli ve daha sünektir. İnert gaz, diğer maddelerle birleşmez ve kaynak metalinin bu tip maddelerle kirlenmesine mücadele etmez.
- Kaynak tüm pozisyonlarda kolaylıkla yapılabilir.
- Kaynak işlemi kolaylıkla gözlenebilir. Görüşü engelleyen herhangi bir duman veya sis oluşmaz ve kaynak banyosu temizdir.
- Kaynağa bitişik esas metaldeki distorsiyon miktarı minimumdur. Isı, küçük bir alanda yoğunlaşır ve dolayısıyla Isının Tesiri Altındaki Bölge daha küçük boyuttadır. Isının Tesiri Altındaki Bölge (ITAB): Esas metalin, erimiş kaynak metalinin ısısından etkilenecek içyapısı ve özellikleri değişmiş bölge)
- Metal temizleme problemlerine yolaçan sıçrama olayı yoktur. Ark sırasında herhangi bir metal taşınmadığından bu probleminden kaçınılmaktadır.

2.2. Elle TIG Kaynağında Kullanılan Ekipman

TIG kaynağı için gerekli ekipman ve malzeme, içinden gaz geçen ve koruyucu gazı ark çevresine yönlendiren bir meme ile erimeyen bir tungsten elektrod içeren bir elektrod tutucusu veya torç; bir koruyucu gaz tüpü, bir basınç düşürme manometresi (basınç regülatörü) ve akışölçer (debimetre); bir elektrik akımı üretici ve bazı makinalarda da bir soğutma suyu devresinden oluşur [ANIK,v.d.,1996].

2.2.1. TIG Torçu

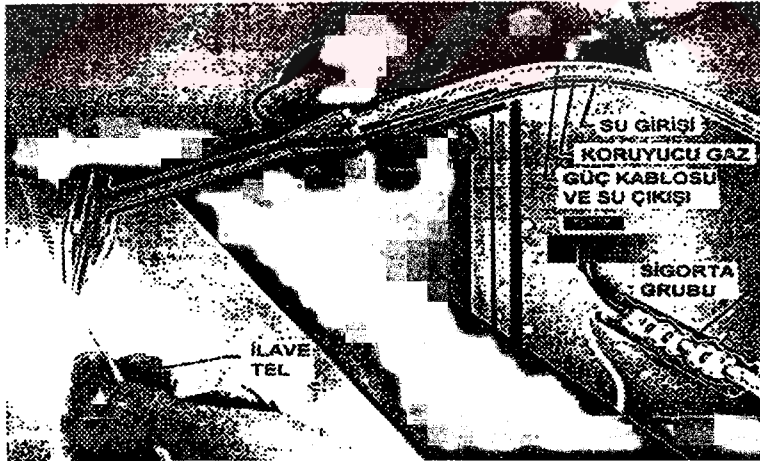
Bir TIG torçu, özel olarak tasarlanmış bir elektrod tutucusudur. Torç, çeşitli boyutlarda tungsten elektrodları kolaylıkla kullanabilecek tarzda imal edilmiş olup koruyucu gazın akışını yönlendirecek, değiştirilebilen bir gaz memesi ile donatılmıştır. Torçların bazıları hava soğutmalıdır ancak su soğutmalı torçlar daha yaygın şekilde kullanılmaktadır [ANIK,v.d.,1996].

2.2.1.1. Tungsten Elektrodlar

TIG kaynağı veya plazma kaynağı için kullanılan sürekli elektrodlar, TS EN 26848 'de standartlaştırılmıştır. Bu elektrodlar, genellikle silindirik çubuklar olup, tungsten metalinin yüksek erime sıcaklığı (3390°C) nedeniyle döküm yöntemiyle değil sinterlenerek ve bağlayıcı ile birleştirilerek imal edilir. Standartlaştırılmış çaplar 0,5; 1,0; 1,6; (2,0); 2,4; (3,0), 3,2; 4,0; (5,0); (6,0); 6,4; 8,0 mm dir. Eğriliklerden mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Yuvarlak enkesitli elektrodların haricinde, dikdörtgen enkesitli elektrodlar da mevcuttur. Bu elektrodlar özel elektrod olarak standartlaştırılmıştır. Bu elektrodların standart boyları 50; 75; 150 ve 175 mm'dir. [TS EN 26848]

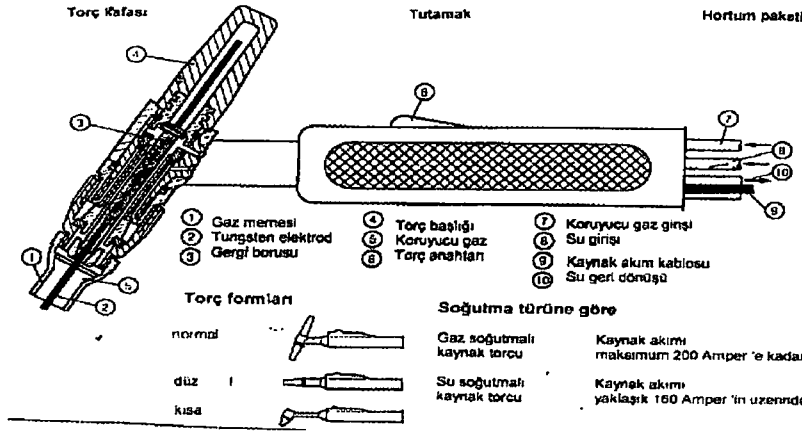
2.2.1.2. Su Soğutmalı TIG Kaynak Torçu

Şekil 2.3'te, çok amaçlı bir TIG torcunun bağlantıları gösterilmiştir. Böyle bir torç, bir tutamak, bir elektrod tutucusu , koruyucu gazı ark'a ileten bir ortam, elektrik akımını ark'a ileten bir iletken ve soğutma suyunu torç kafasına ileten bir hortumdan oluşur.



Şekil 2.3. Bir kaynak torcunun bağlantıları

Şekil 2.4'te ise su soğutmalı bir TIG torcunun kesiti ve elemanları gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Su soğutmalı bir TIG torcunun elemanları

2.2.2. Koruyucu Gazlar

Gazaltı ark kaynağında koruyucu gazların yerine getirmesi gereken fonksiyonlar şunlardır:

- erimiş metalden ve yüksek sıcaklığa çıkan çevre kısımdan oluşan kaynak bölgesini tamamen örtmelidir.
- kaynak metalinin soğuma hızının ayarlanmasına katkıda bulunmalı
- kaynak yapılan metal veya alaşımla reaksiyonu uygun olmalı
- istenen ark karakteristiğini ve damla geçişini sağlamalı
- kaynak hızına uygun olmalı
- kolay bulunabilmeli ve ucuz olmalı
- kaynak dikişinden beklenen mekanik özelliklerin oluşumuna katkıda bulunmalı

Koruyucu gazlar inert, aktif veya bu iki tür gazın karışımı olabilir. Genel olarak inert gazlar demirdışı metal ve alaşımların kaynağında, aktif gazlar veya karışım gazlar farklı kimyasal bileşimde ve özellikteki çeliklerin kaynağında kullanılmaktadır.

Gazaltı ark kaynağında kullanılan tüm koruyucu gazlar, TS EN 439'da standartlaştırılmış ve bunların sınıflandırılması Tablo 2.1'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. TS EN 439'a göre koruyucu gazların sınıflandırılması

Gösterim		% Hacim cinsinden bileşen						Yöntem	Açıklama
Grup	İşaret sayısı	oksitleyici		inert		redükleyici	reaksiyon taşıyıcı		
		CO ₂	O ₂	Ar	He	H ₂	N ₂		
R	1	Kalan (1-2)				1...15		TIG, PAK, kök koru., plaz kes.	Redükleyici
	2	Kalan (1-2)				15...35			
I	1	10						MIG, TIG, PAK, kök koruma	inert
	2	100							
	3	Kalan (1)		20...80					
M1	1	> 0...5	Kalan (1-2)		> 0...5			MAG	zayıf oksit-leyici ↓ kuv-vetli oksit-leyici
	2	> 0...5	Kalan (1-2)						
	3	>0...3	Kalan (1-2)						
	4	> 0...5	>0...3	Kalan (1-2)					
M2	1	>5...25	Kalan (1-2)						
	2	>3...10	Kalan (1-2)						
	3	>0...5	>3...10	Kalan (1-2)					
	4	>5...25	>0...8	Kalan (1-2)					
M3	1	>2550	Kalan (1-2)						
	2		Kalan (1-2)						
	3		Kalan (1-2)						
C	1	100							
	2	Kalan	>0...30						
F	1	100						Plazma kesme, kök koruma	reaksiyon taşıyıcı redükleyici
	2	>0 ila 50 Kalanı							
1) Sadece eşit veya daha fazla helyum kısmı olan karışım gazlar için geçerlidir									
2) Argon % 95 'e kadar helyum ile yer değiştirebilir.									

1) Sadece eşit veya daha fazla helyum kısmı olan karışım gazlar için geçerlidir

2) Argon % 95 'e kadar helyum ile yer değiştirebilir.

2.2.3. TIG Kaynağında Kullanılan Kaynak Makinaları

TIG kaynağında düşen statik karakteristikli kaynak makinaları (akım üreteçleri) kullanılır. Bu nedenle prensip bakımından, elektrik ark kaynağında kullanılan makinalar TIG kaynağında da kullanılabilir.

TIG kaynağında, elektrik ark kaynağına kıyasla devrede kalma süresindeki kesiklikler çok daha az sayıda olduğundan, uygun kuvvette akım üreteçlerinin seçimi çok önemlidir.

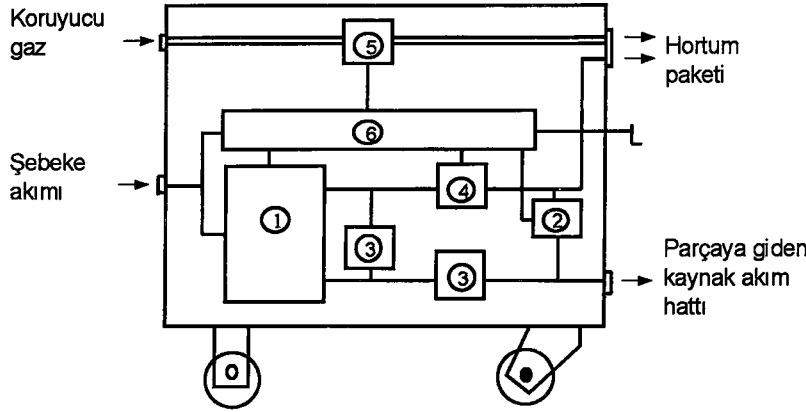
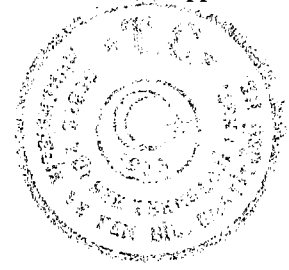
TIG kaynağı hem alternatif hem de doğru akımla yapılabilirdiğinden, ya kaynak transformatörleri ya da redresörleri kullanılır. Hem doğru hem de alternatif akım veren bileşik makineler de mevcuttur. Günümüzde TIG kaynağında, çok düşük akımlarla çalışılabildiğinden, akım üreteçlerinin hassas şekilde ayarlanabilmesi (ince ayar) gerekir.

Düşey karakteristikli kaynak makinelerinde akım şiddeti, makina üzerinde başka bir karakteristik eğrisi seçilerek ayarlanır. Bu şekilde aynı ark boyunda ark gerilimi de bir miktar yükselmiş olur; ancak kaynakçı bunu, elektrod ile parça arasındaki mesafeyi değiştirerek daha iyi etkileyebilir.

Çalışma noktası, ayarlanan makina karakteristik eğrisi ile arkın karakteristik eğrisinin kesişme noktasıdır. Bir kaynak makinasının ayar bölgesi makinasının ayarlanabilen en düşük ve en yüksek ayar eğrileriyle arkın karakteristik eğrisinin kesişim noktasında elde edilir.

Modern transistörlü kaynak makinelerinde her bir uygulama için kademesiz ayarlama ve kaynak datalarının önprogramlanması da mümkündür. Ayrıca akım impulsu olarak da ayarlanabilmektedir [AICHELE,1993].

Şekil 2.5’de bir TIG kaynak transformatörünün temel elemanları ve bu elemanların fonksiyonları gösterilmektedir.



- ① Transformatör (tek ve üç fazlı): Şebekenin akımını kaynak akımına çevirir; yani şebekenin gerilimini Boşta çalışma / Kaynak gerilimine düşürür ve şebekenin akım şiddetini kaynak akım şiddetine yükseltir.
- ② Yüksek gerilim impuls üretici: Kaynak sırasında arkın temassız tutuşturulması için gereklidir ve yüksek frekanslı impulsları üretir.
- ③ Koruyucu regülatör ve kondansatör: Transformatörün, sarımlarına zarar verebilecek yüksek gerilim impulslarından korunmasını sağlar.
- ④ Filtre kondansatörü : Kaynak sırasında oluşabilecek farklı akım yarıdalgalılarını eşitler (doğrultma etkisi)
- ⑤ Koruyucu gaz magnet ventili: Koruyucu gaz akışını elektromanyetik olarak açar ve kapatır.
- ⑥ Kontrol birimi: Kaynak akımını açar ve kapatır; kaynak akım şiddetini ayarlar; koruyucu gazın ayarlanabilen ön ve art akış süreleri sağlayan magnet ventili kontrol eder; filtre kondansatörü ayarlar; diğer kontrol fonksiyonlarını sağlar.

Şekil 2.5. Bir TIG kaynak transformatörü-temel elemanlar ve fonksiyonları
(alternatif akımla kaynak)

2.2.3.1. Akım Türü ve Kutuplama Şekli

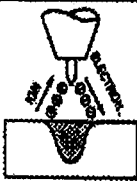
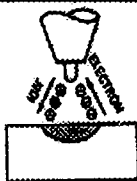
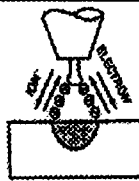
Kural olarak TIG kaynağında doğru akımla kaynak yapılır. Bunun bir istisnası, alüminyum, magnezyum ve bunların alaşımları gibi hafif metaller ve ayrıca pirinç ve berilyum bakırı gibi bakır alaşımları alternatif akımla kaynak yapılır.

Negatif kutup soğuk kutuptur; bu nedenle kaynak sırasında tungsten elektrodun akım yüklenebilirliği ve dayanıklılığı pozitif kutuplanmasına göre negatif kutuplanması halinde çok daha yüksektir. Alternatif akımda kullanım halinde tungsten elektrodun akım yüklenebilirliği, doğru akımda negatif kutuplanmadaki değerine erişemez ancak pozitif kutuplanmaya göre birkaç kat daha yüksektir. Alternatif akımla kaynakta

elektrodun yüklenbilirliği, filtre kondansatörün kullanılıp kullanılmadığından da etkilenir. Akım devresindeki filtre kondansatörün görevi, daha sonra açıklanacaktır. Aşağıdaki ipuçlarında farklı kutup türlerinde tungsten elektrodun akım yüklenebilirliği verilmiştir [ANIK,1982].

Yüksek sıcaklıkta eriyen oksit tabakası içeren malzemelerde katı oksit tabakası, kaynak banyosunun akmasını ve damlaların üzerine düştüğü paso ile birleşmesini engeller. Yaklaşık 2050°C'lik erime sıcaklığıyla alüminyumoksit, eritme kaynağında çok zor parçalanın bu oksitlerden biridir. Gaz eritme kaynağında veya lehimlemede kullanılan dekapanlarla bu oksit tabakası uzaklaştırılabilmektedir ancak ilave bir masraf yapılmasını gerektirir. TIG kaynağında bu tabakanın uzaklaştırılması, arktaki yük taşıyıcılarla sağlanır. Yük taşıyıcılar, elektronlardan ve elektronların ayrılmasıyla oluşan pozitif yüklü gaz iyonlarından oluşur. Elektronlar büyük hızlarda hareket eder ancak kütlelerinin küçüklüğü nedeniyle kinetik enerjileri azdır. Bu nedenle sadece iyonlar, esas malzeme yüzeyine çarptıklarında yüzeydeki oksit tabakasını parçalamak için yeterli enerjiye sahiptir [ANIK,1982].

Şekil 2.6'da arktaki yük taşıyıcıların hareketlerini şematik olarak göstermektedir. Elektronlar katottan anoda doğru yer değiştirir ve burada çarpma sonucu ısı üretir. İyonlar ise ters yönde hareket eder. Ancak iyonların kinetik enerjisi, sadece elektrod anod ve parça da katod olduğunda kaynak banyosunun yüzeyi üzerine uygulanabilir. Fakat bu şekilde temizleme etkisi önemli oranda düşük olur çünkü pozitif kutuplanmış elektrodun kuvvetli şekilde ısınması, akım şiddetini zayıflatır [KNOCH,1985].

Akım tipi	DAEN	DAEP	AA (Dengeli)
Elektrodun kutup durumu	Negatif	Pozitif	
Elektron ve iyon akışı:			
Nüfuziyet durumu			
Oksit temizleme işi	yok	var	var-har yarını dalgada bir kez
Arktaki ısı dengesi (yak.)	% 70'i parçada, % 30'u elektroda	% 30'u parçada, % 70'i elektroda	% 50'si parçada, % 50'si elektroda
Nüfuziyet	derin ve dar	sığ ve geniş	orta
Elektrod kapasitesi	yüksek örn. 3,2 mm 400A	zayıf örn. 6,4 mm - 120 A	iyi örn. 3,2 mm - 225 A

Şekil 2.6. Arkta yük taşıyıcıların hareketi



2.3. TIG Kaynağında Çalışma Tekniği

Uygulamaların çoğunda, TIG kaynağının genellikle elle yapıldığı görülmüştür. Bunun anlamı, kaynakçının teorik bilgi ve el becerisi bakımından mesleki eğitim alması gerektiğidir.

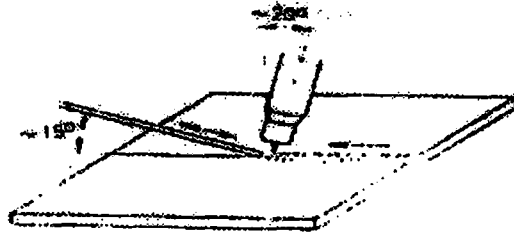
Kaynağın başlangıcında, kaynakçının herşeyden önce doğru tungsten elektrodu, doğru elektrod çapını ve elektrod çapına uygun koruyucu gaz debisini seçebilmesi gerekir.

Ayrıca ayarlanan koruyucu gaz debisi, kutup ve akım ayarı da kontrol edilmelidir [AICHELE,1984].

2.3.1. Torçun Tutuluşu ve İlerletilişi

TIG kaynak yöntemiyle hemen hemen tüm pozisyonlarda kaynak yapılabilirse de, yatay pozisyon tercih edilmelidir.

Arkı tutuşturduktan sonra çapraz hareketlerle başlangıç noktası sıvı hale getirilmelidir. Daha sonra, birleştirme kaynağında tercihan sola kaynak tekniği kullanılarak esas kaynak işlemi başlatılır. Torç kaynak yönüyle yaklaşık 20° açı yapmalıdır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. TIG kaynağında torç ve ilave telin tutuluşu

Doldurma kaynağında daha yüksek eritme gücü nedeniyle sağa kaynak tekniği de kullanılabilir. Yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya pozisyonlardaki kaynakta torcun saç yüzeyine dik tutulması gerekir. Kaynak hızı, eşit ölçülü genişlikte bir paso elde edilecek şekilde sınırlanmalıdır. Koruyucu gaz akışını bozabileceğinden dolayı ince saçlarda salınım hareketlerinden kaçınılması gerekir. Kalın saçların ara (dolgu)

pasolarında, aşağıdan yukarıya kaynakta, ağız kenarlarının eşit derecede etirilmesi için hafif bir salınım hareketi gerekir. Kaynak bittikten sonra krateri doldurması için ark kademeli veya sürekli azalan şekilde söndürülür ve koruyucu gaz 10 ila 15 saniye daha akar. Böylece sıvı banyo ve kızgın elektrod ucu korunmuş olur [AICHELE,1984].

2.3.2. Kaynak İlave Telinin Görevleri

Kaynak ilave malzemeleri, elle kaynakta çubuk formunda, mekanize kaynakta ise ayrı bir tel ilerletme aparatından sürekli şekilde beslenen bir kaynak teli formundadır. Çubuklar, kaynakçı tarafından parça yüzeyiyle 15° açı yapacak şekilde tutularak hafifçe dokundurma hareketleriyle öne doğru çekilir ve koruyucu gaz örtüsü altında damlalar halinde eritilmesi gerekir. Nüfuziyeti zayıflatacağı için, İlave telin arkın altında kalmasından kaçınılmalıdır. Ancak doldurma kaynağı tamamen farklıdır. Bu işlemde genellikle düşük bir nüfuziyet ve karışma arzulanır. Buna ulaşmak için ilave telin kısmen arkın altında kalması ve orada erimesi gerekir [ANIK,v.d.,1996].

2.4. Kaynak Parametrelerinin Etkileri

Her bir kaynak yönteminde kaynak parametreleri ve ortam şartları, kaynak işleminin sonucuna etki yapar. TIG kaynağında en önemli parametreler şunlardır [ANIK,1962]:

- * koruyucu gaz akış debisi,
- * tungsten elektrodun durumu,
- * akım türü,
- * kutuplanma şekli,
- * akım şiddeti,
- * ark gerilimi ve
- * kaynak hızı'dır.

2.4.1. Koruyucu Gaz Akış Debisi

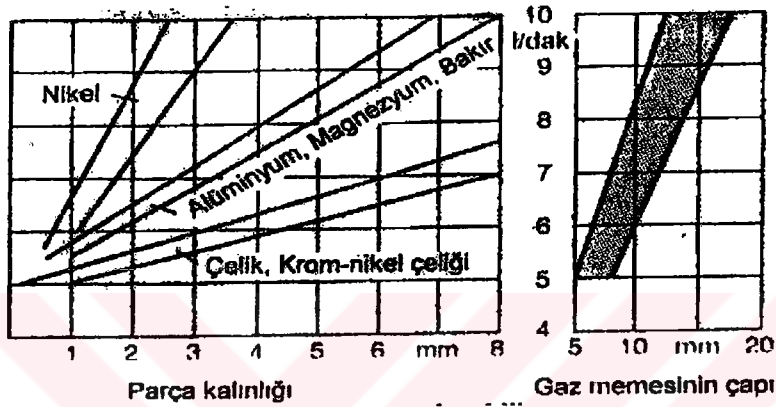
Koruyucu gaz tüketimi ve dolayısıyla ayarlanması gereken gaz debisi,

- * malzemenin kalınlığından,
- * esas metalden,



- * elektrod çapından,
- * ilave tel çapından,

etkilenir. Ayrıca bu değerlerden, kaynak banyosunun büyüklüğü, ısının tesiri altındaki bölge, kaynak hızı, torcun hareketleri ve kaynak ağızının şekli ve çevredeki hava hareketleri (rüzgar vs.) nedeniyle sapmalar ortaya çıkabilir. Şekil 2.8'de gösterildiği gibi koruyucu gaz tüketimi, akış miktarının bağlı olduğu gaz memesinin çapı tarafından belirlenir [KILLING,1991].



Şekil 2.8. Parça kalınlığına ve gaz memesinin çapına bağlı olarak argon tüketimi

Bu değerlerden, aşağıdaki durumlarda sapmalar oluşabilir:

- Kaynak banyosunun büyüklüğü
- Isının tesiri altındaki bölge
- Kaynak hızı
- Kaynak torcunun hareketi
- Kaynak ağızının şekli

Elektrod apı, gaz memesi ve ilave kaynak teli çapı arasındaki ilişki Tablo 2.2'de verilmiştir.



Tablo 2.2. TIG kaynağında elektrod çapı, koruyucu gaz memesi ve ilavetel arasındaki ilişki

Saç kalınlığı mm	Elektrod çapı mm	Gaz memesi büyüklüğü, No.	Kaynak ilave tel çapı, mm
1	1,0	4	1,6
2	1,6	4 ... 6	2,0
3	1,6	6	2,4
4	2,4	6 ... 8	3,0
5	2,4 ... 3,2	6 ... 8	3,2
6	3,2	8	4,0
8	4,0	8 ... 10	4,0
10	4,0 ... 5,0	8 ... 10	5,0

Rüzgar hızına bağlı olarak koruyucu gaz miktarının değişimi Tablo 2.3'te verilmiştir

Tablo 2.3. Rüzgar hızına bağlı olarak koruyucu gaz miktarı (gaz memesi-parça mesafesi:5 mm)

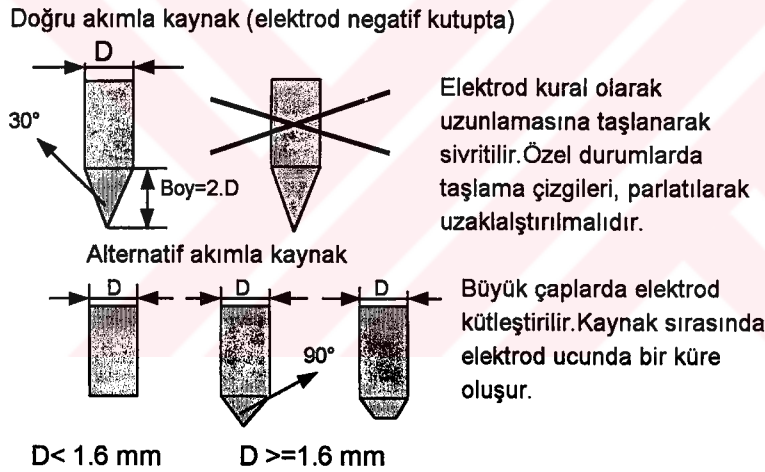
Rüzgar hızı (cm/s)	En düşük koruyucu gaz miktarı (l/dak)	
	Ar	75 Ar/25 He
0	1,6	5,7
2,5	2,0	6,2
5	2,5	7,8
7,5	3,7	9,5
10	4,5	12,0
12,5	5,0	13,7
15	8,0	16,8

2.4.2. Elektrodun Durumu

Şekil 2.9.'da farklı saç kalınlıkları için tavsiye edilen elektrod çapları verilmiştir. Bu tablodaki değerler çeliklerin doğru akımla (negatif kutuplamada) kaynağında geçerlidir. Alüminyum halinde, alternatif akımda elektrodun ısınması nedeniyle biraz daha büyük çap değerlerinde elektrodların kullanılması gerekir. Yine bu nedenle, alternatif akımla kaynakta elektrodun ucu sivri şekilde taşlanmaz.

Uygun akım şiddetiyle yüklendiğinde, ark sakın bir şekilde yanar ve elektrodun ucunda sıvı tungstenden küçük bir küre oluşur. Bu nedenle elektrodların taşlanmaması, aksine kaynaktan kısa bir süre önce, uygun bir küre erimesi için elektrodun kızdırılması tavsiye edilmektedir [AICHELE,1983].

Şekil 2.9'da Akım türü ile elektrod ucunun aldığı şekiller gösterilmiştir.



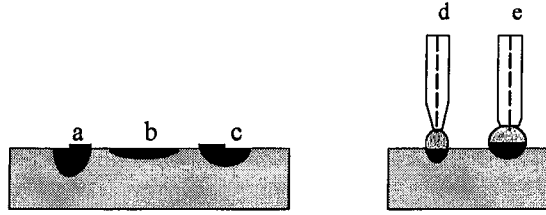
Şekil 2.9. Akım türüne bağlı olarak elektrod ucunun şekli.

2.4.3. Akım Türü ve Kutuplamanın Etkisi

Akım türü ve kutuplama, herşeyden önce nüfuziyet formunu etkiler. Şekil 2.10'da şematik olarak gösterildiği üzere negatif kutuplamanın aksine pozitif kutuplamalı kaynaktaki düşük nüfuziyet, pozitif kutuplu kaynaktaki gerekli olan kalın elektrodlarda daha düşük enerji yoğunluğu ve daha düşük akım yüklenebilirlik sağlar. Bu durum, alternatif akımla kaynakta da benzer form oluşturur. Kalın elektrod uçları, düz ve geniş bir nüfuziyet oluşturur. Kaynak sırasındaki aşınma nedeniyle elektrodun

kütleşmesinin, nüfuziyet derinliğindeki bir azalmaya yolaçacağı da hesaba katılmalıdır [N,1991].

- a: doğru akım (negatif akım)
- b: doğru akım (pozitif kutup)
- c: alternatif akım
- d: sıvı uçlu elektrod
- e: küt uçlu elektrod



Şekil 2.10. Akım türü, kutupluluk ve elektrod formuna bağlı olarak nüfuziyet formları

2.4.4. Akım Şiddeti, Ark Gerilimi ve Kaynak Hızını Etkisi

Akım şiddeti, diğer ark kaynak yöntemlerinde olduğu gibi, herşeyden önce nüfuziyet derinliğini etkiler. Ayarlanan akım şiddeti bu nedenle kaynak edilen parça kalınlığına uygun olmalıdır. Parça kalınlığının her mm'si için gerekli akım şiddeti aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

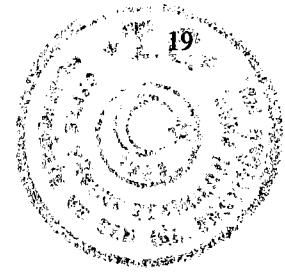
Çelik - doğru akım (negatif kutup)	- 45 A / mm
Alüminyum - alternatif akım	- 40 A / mm

TIG kaynağında ark gerilimi, arkın tam bir gaz örtüsü ile korunmasının mümkün olduğu kadar kısa olması için daima çok düşük olmalıdır. Bu nedenle dikiş geometrisini etkileyen bir parametre değildir. Yine de ark geriliminin yükseltilmesi yani ark boyunun arttırılması halinde, dikiş genişliği artar ve alaşım yanması problemi azalır.

Ark gerilimi gibi kaynak hızı da, diğer ark kaynak yöntemlerinde olduğu derecede dikiş geometrisini etkileyen bir parametre değildir. Kaynak sırasındaki şartlara göre ayarlanır ve aynı değerde tutulur. Bu sayede esas metal yeterli derecede erir ve katılma sırasında eşölçülü bir dikiş oluşur. Kaynak hızının arttırılması, birleşme hatalarına, düşürülmesi ise dikişin genişlemesine ve istenmeyen aşırı ısı girdisine yolaçar. TIG kaynağında en yaygın kaynak hızları 10 ila 40 cm/dak arasındadır [HANG and CHANDEL,1996].

3. BÖLÜM

DENEYSEL ÇALIŞMALAR



Bu çalışmalarda TIG kaynağında kullanılan 7 tür tungsten esaslı elektrodun değişik kaynak açılarında ve değişik akım şiddeti değerlerinde oluşturdukları kaynak dikiş profilleri incelenmiştir.

3.1. Ön Deneylerde Kullanılan Esas Metal ve Kaynak İlave Çubuğu

TIG kaynağından daha çok alüminyum veya paslanmaz çeliğin kullanıldığı yerlerde faydalanılmaktadır. Bunun sebebi ise yapılan kaynak bölgesinde oksitlenmenin daha az olduğu ve iyi bir kaynak elde edildiği görülmüştür.

Yapılan deneylerde esas metal olarak DIN 17440 (TS 2535)'a göre X2CrNi189 (AISI 304L), kaynak ilave çubuğu için EN 1600'e göre X2CrNi199 paslanmaz levhalar kullanılmıştır.

3.2.Ön Deneyde Kullanılan Tungsten Elektrodlar

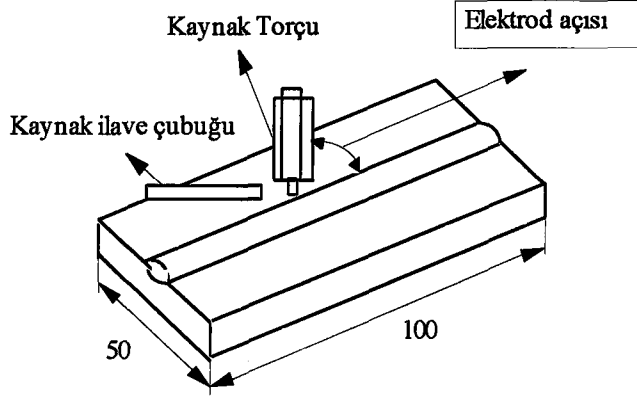
Ön deneylerde TS EN 26848'e göre 7 tür sürekli elektrod kullanılmıştır, Bu elektrodların kısa gösterilişleri ve kimyasal bileşimleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Ön deneylerde kullanılan tungsten elektrodlar

Elektrodlar	Kodlandırma	Kimyevi Bileşim				Kısa Gösteriliş Renkleri
		Oksit İlavesi		Safsızlık	Tungsten	
		% Kütle	Sembol	% Kütle	% Kütle	
1.Elektrot	WP			0.20	99.8	Yeşil
2.Elektrot	WT 10	0.80-1.20	ThO ₂	0.20	Geri Kalamı	Sarı
3.elektrot	WT 20	1.70-2.20	ThO ₂	0.20	Geri Kalamı	Kırmızı
4.Elektrot	WT 40	3.80-4.20	ThO ₂	0.20	Geri Kalamı	Turuncu
5.elektrot	WZ 8	0.70-0.90	ZrO ₂	0.20	Geri Kalamı	Beyaz
6.Elektrot	WL 10	0.90-1.20	LaO ₂	0.20	Geri Kalamı	Siyah
7.Elektrot	WC 20	1.80-2.20	CeO ₂	0.20	Geri Kalamı	Gri

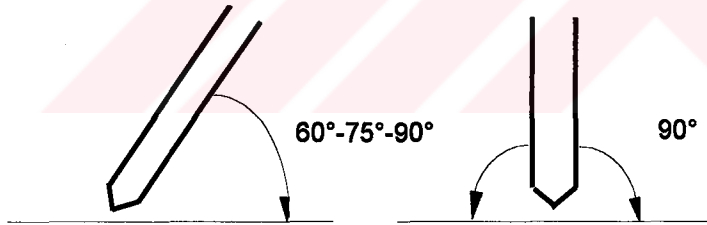
3.3. Ön Deneylerin Yapılışı

Ön deneyler Şekil 3.1’de gösterildiği gibi, bir levha üzerine kör paso çekilmek suretiyle yapılmıştır.



Şekil 3.1. Ön deneylerin yapılışı

Ön deneylerde elektrot açıları, kaynak yönüne göre 60°, 75°, 90° olarak değiştirilmiştir.



Şekil 3.2. Ön deneylerde kullanılan elektrot açıları

3.4. Ön Deney Kaynak Parametreleri

Ön deneylerde akım şiddetleri, TIG kaynağında en çok kullanılan değerler olan 70A, 90A, 110A, 130A, 150A, 170A olarak ayarlanmıştır. Her akım değerinde elektrod 3 farklı açıda (60°, 75°, 90°) tutulmuştur. Kaynak hızı, elle kaynak için uygulanan değerde tutulmuştur. Tüm parametreler Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. Kaynaklı numunelerin elde edilmesinde kullanılan ayar değerleri

Malzeme X2CrNi189	70A			90A			110A			130A			150A			170A		
Argon	5 lt/d			5 lt/d			5 lt/d			5 lt/d			7 lt/d			7 lt/d		
Elektrot Açısı	60	75	90	60	75	90	60	75	90	60	75	90	60	75	90	60	75	90
WP Elektrot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
WT 10 Elektrot	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
WT 20 Elektrot	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
WT 40 Elektrot	56	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
WZ 8 Elektrot	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
WL 10 Elektrot	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
WC 20 Elektrot	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126

3.5. Kaynaklı numunelerin elde edilmesi

Tablo 3.2' de verilen şartlarda elde edilen kaynaklı parçalar ,enine kesilmiş ve metalografik olarak hazırlanmıştır. Makro dağlama işleminde 50ml HCl, 25 ml doymuş CuSO₄ çözeltisi karışımı kullanılmıştır. Dağlama işleminden sonra parçaların makro fotoğrafları çekilmiştir. Hazırlanan resimler gerçek boyutuyla bilgisayara aktarılmıştır. Resimlerin hepsi aynı oranda küçültülerek düzenlenmiştir. Boyut ölçümleri ana fotoğraf üzerinden yapılmıştır. Makro görüşler Levha 3.1 ila 3.7'de verilmiştir.



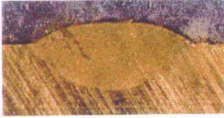
70A, 60°



70A, 75°



70A, 90°



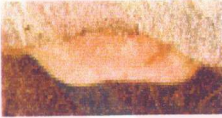
90A, 60°



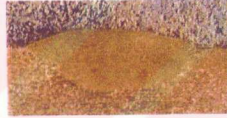
90A, 75°



90A, 90°



110A, 60°



110A, 75°



110A, 90°



130A, 60°



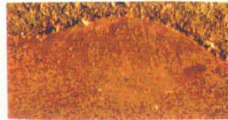
130A, 75°



130A, 90°



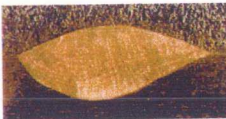
150A, 60°



150A, 75°



150A, 90°



170A, 60°



170A, 75°



170A, 90°



70 A, 60°



70 A, 75°



70 A, 90°



90 A, 60°



90 A, 75°



90 A, 90°



110 A, 60°



110 A, 75°



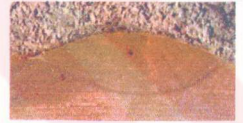
110 A, 90°



130 A, 60°



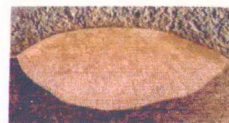
130 A, 75°



130 A, 90°



150 A, 60°



150 A, 75°



150 A, 90°



170 A, 60°

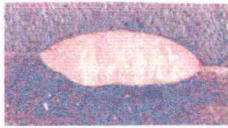


170 A, 75°



170 A, 90°

Levha 3.2. WT 10 Elektrod için elde edilen dikiş profillerinin makro görünüşleri



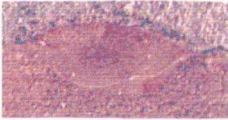
70 A, 60°



70 A, 75°



70 A, 90°



90 A, 60°



90 A, 75°



90 A, 90°



110 A, 60°



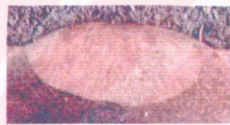
110 A, 75°



110 A, 90°



130 A, 60°



130 A, 75°



130 A, 90°



150 A, 60°



150 A, 75°



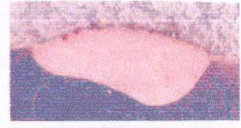
150 A, 90°



170 A, 60°



170 A, 75°

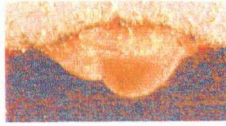


170 A, 90°

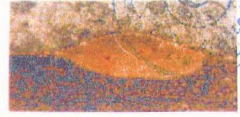
Levha 3.3. WT 20 Elektrod için elde edilen dikiş profillerinin makro görünüşleri



70A, 60°



70A, 75°



70A, 90°



90A, 60°



90A, 75°



90A, 90°



110A, 60°



110A, 75°



110A, 90°



130A, 60°



130A, 75°



130A, 90°



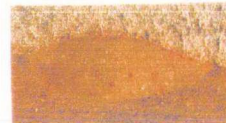
150A, 60°



150A, 75°



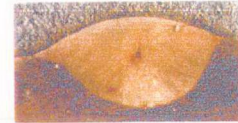
150A, 90°



170A, 60°



170A, 75°



170A, 90°

Levha 3.4. WT 40 Elektrod için elde edilen dikış profillerinin makro görüşleri



70A, 60°



70A, 75°



70A, 90°



90A, 60°



90A, 75°



90A, 90°



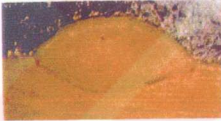
110A, 60°



110A, 75°



110A, 90°



130A, 60°



130A, 75°



130A, 90°



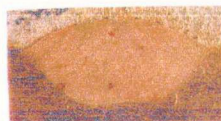
150A, 60°



150A, 75°



150A, 90°



170A, 60°



170A, 75°



170A, 90°

Levha 3.5. WZ 8 Elektrod için elde edilen dikiş profillerinin makro görünüşleri



70A, 60°



70A, 75°



70A, 90°



90A, 60°



90A, 75°



90A, 90°



110A, 60°



110A, 75°



110A, 90°



130A, 60°



130A, 75°



130A, 90°



150A, 60°



150A, 75°



150A, 90°



170A, 60°



170A, 75°



170A, 90°

Levha 3.6. WL 10 Elektrod için elde edilen dikiş profillerinin makro görünüşleri



70A, 60°

70A, 75°

70A, 90°



90A, 60°

90A, 75°

90A, 90°



110A, 60°

110A, 75°

110A, 90°



130A, 60°

130A, 75°

130A, 90°



150A, 60°

150A, 75°

150A, 90°



170A, 60°

170A, 75°

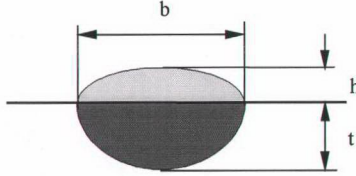
170A, 90°

Levha 3.7. WC 20 Elektrod için elde edilen dikiş profillerinin makro görünüşleri



3.6. Dikiş Profillerinin Ölçümü

Makro görünüşlerde Şekil 3.3'de verilen boyutlara göre ölçülmüştür. Bu boyutlardan b genişlik, h saç yüzeyinden yükseklik, t ise saç içindeki nüfuziyet derinliğidir.



Şekil 3.3 Dikiş boyutları

Elde edilen değerler Tablo 3.3'de topluca verilmiştir

Tablo 3.3. Dikiş profillerinin boyutları

WP ELEKTROT					WT 10 ELEKTROT				
Akım (A)	Açı	Yük.	Der.	En	Akım (A)	Açı	Yük.	Der.	En
		h	t	b			h	t	b
70	60	0,6683	0,4975	3,9	70	60	0,7191	1,1685	4
	75	0,7636	0,6304	2,8		75	0,7464	0,7024	3,6
	90	0,6564	0,9026	3,2		90	0,4865	0,6487	3
90	60	0,5747	1,0674	3,9	90	60	0,5098	1,0196	4
	75	0,8734	1,2113	4,05		75	0,8864	1,0375	4,15
	90	0,6528	1,3056	4,7		90	0,651	0,8245	4,6
110	60	0,5558	0,7411	4,25	110	60	0,5339	1,2732	4,6
	75	0,4667	1,0889	4,2		75	0,6673	0,9421	4,2
	90	0,8467	1,4261	4,2		90	0,585	0,99	4,35
130	60	0,8669	0,9907	7,1	130	60	0,798	1,927	6,2
	75	0,7159	1,6734	5,2		75	0,9122	1,4512	7,1
	90	0,8	1,2365	5,2		90	0,7587	1,1802	5,1
150	60	1,1299	1,7999	6	150	60	1,2534	1,713	6,1
	75	1,0299	1,6636	6,1		75	1,0714	1,6891	6,15
	90	0,9379	1,4495	8,1		90	1,2819	1,4792	7,1
170	60	0,9867	1,6444	7,4	170	60	1,1021	2,0123	6,95
	75	1,1132	1,5684	7,05		75	0,935	2,21	6,8
	90	0,8061	1,8338	7,4		90	1,3364	2,3584	7,2

Tablo 3.3'ün devamı

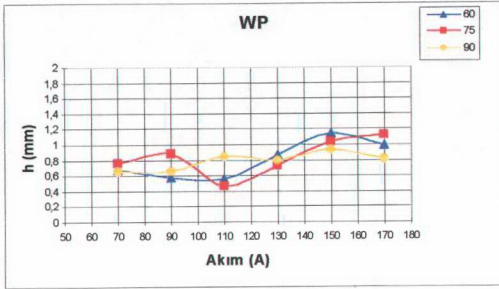
WT 20 ELEKTROT					WT 40 ELEKTROT				
		Yük.	Der.	En			Yük.	Der.	En
Akım (A)	Açı	h	t	b	Akım (A)	Açı	h	t	b
70	60	0,6796	0,6371	3,95	70	60	0,3774	0,9057	4
	75	0,5652	1,0391	4		75	0,574	1,189	4,1
	90	0,3924	0,5101	3,1		90	0,48	0,52	3,2
90	60	0,5857	0,8561	4,1	90	60	0,5409	1,4561	5,5
	75	0,662	0,664	4,4		75	0,4727	0,8455	3,2
	90	0,5939	0,9758	4,2		90	0,8259	1,0095	3,9
110	60	0,6211	1,0352	5,3	110	60	1,0668	1,4062	6,1
	75	0,6673	0,9028	4,2		75	0,7665	1,2174	5,05
	90	0,76	0,52	4,4		90	0,862	0,9528	4,9
130	60	1,2875	1,1926	5,95	130	60	0,9033	1,2836	5,8
	75	0,7448	1,6966	6		75	0,8327	1,4733	4,9
	90	1,0592	1,9419	7,9		90	0,976	1,098	6,1
150	60	1,4375	1,9547	6,95	150	60	1,1421	1,9987	6,2
	75	1,0737	1,7597	6,8		75	0,9216	2,0735	7,05
	90	0,8608	1,6785	6,9		90	0,9215	1,6335	8
170	60	1,2139	1,745	7,3	170	60	0,9703	1,2932	7,05
	75	0,9562	1,5369	8,1		75	0,7703	1,8649	6
	90	0,7342	1,55	6,2		90	1,2933	2,2203	6,6
WZ 8 ELEKTROT					WL 10 ELEKTROT				
		Yük.	Der.	En			Yük.	Der.	En
Akım (A)	Açı	h	t	b	Akım (A)	Açı	h	t	b
70	60	0,5372	1,1571	4,05	70	60	0,9764	0,577	3,95
	75	0,6538	1,2258	3,8		75	0,81	1,215	3,6
	90	0,8158	1,1163	3,95		90	0,564	0,6074	2,95
90	60	0,6239	1,2478	4,7	90	60	0,5774	1,8623	4,2
	75	0,9218	1,1984	4		75	1,0391	1,3588	5,75
	90	0,9781	0,6224	4		90	0,36	1,2	4
110	60	0,4437	1,0891	4,8	110	60	0,5322	0,8597	6,1
	75	0,6667	1,5111	4,8		75	0,4519	1,5365	4,7
	90	1,0255	1,0255	4,7		90	1,0832	0,9027	5,1
130	60	1,25	0,9821	5	130	60	0,9055	1,2224	5,75
	75	0,9032	1,8516	7		75	0,5194	1,8179	5,8
	90	0,9237	1,5395	7,8		90	1,0838	1,4902	5,78
150	60	1,1937	2,0461	8,1	150	60	1,2593	1,8543	6,8
	75	1,0695	1,5829	8		75	0,8875	1,5531	7,1
	90	1,0667	2,0513	6,4		90	0,9257	2,1158	6,7
170	60	1,0468	1,9325	6,2	170	60	1,0692	2,2692	7,8
	75	1,1455	2,3818	7,2		75	0,8444	1,8888	4,95
	90	0,76	1,4	6,6		90	1,3354	2,8988	6,7

Tablo 3.3'ün devamı

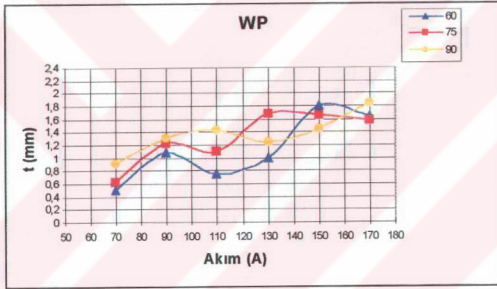
WC20 ELEKTROT				
		Yük.	Der.	En
Akım (A)	Açı	h	t	b
70	60	0,6733	1,3017	3,95
	75	1,0432	0,6019	3,25
	90	0,5618	0,8829	3,05
90	60	0,7382	0,7641	4,95
	75	0,8044	1,287	3,7
	90	0,7645	1,1043	3,85
110	60	0,8478	0,8902	3,9
	75	0,6085	0,5408	4,8
	90	0,8505	0,729	4,05
130	60	0,9272	1,3486	5,8
	75	1,0056	1,0894	5,95
	90	0,8884	0,7014	5,05
150	60	1,7411	2,6013	6,85
	75	0,7158	1,6	7,2
	90	1,2154	2,1703	7,9
170	60	1,4482	2,138	6,9
	75	0,6168	1,5421	8,9
	90	1,17	1,7333	7,8

3.7. Deneysel Sonuçların İrdelenmesi

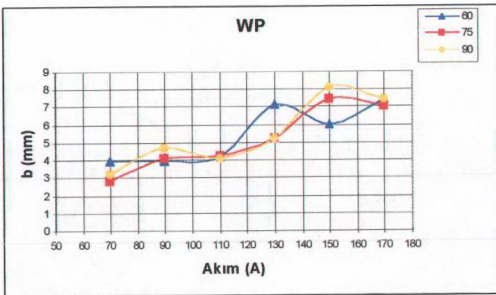
Tablo 3.3.'de verilen değerler kullanılarak her elektrod için h, t ve b değerlerinin akım şiddetiyle değişimi Şekil 3.4 ila 3.24'de verilmiştir.



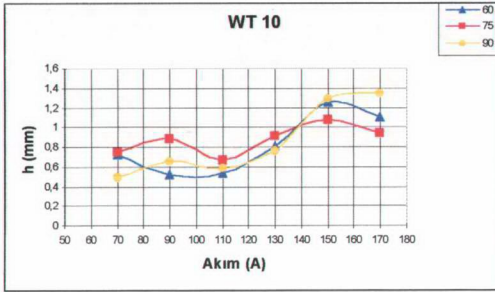
Şekil.3.4. WP Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında h değerinin akım şiddetiyle değişimi



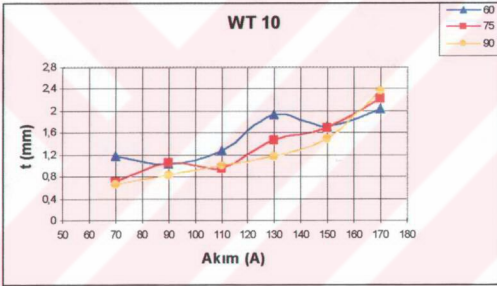
Şekil.3.5. WP Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında t değerinin akım şiddetiyle değişimi



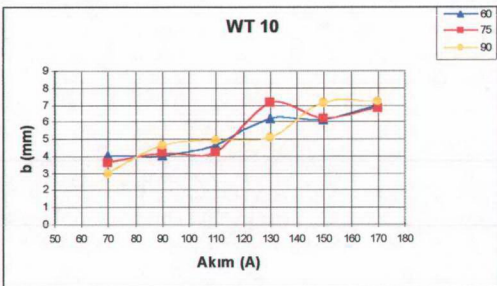
Şekil.3.6. WP Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında b değerinin akım şiddetiyle değişimi



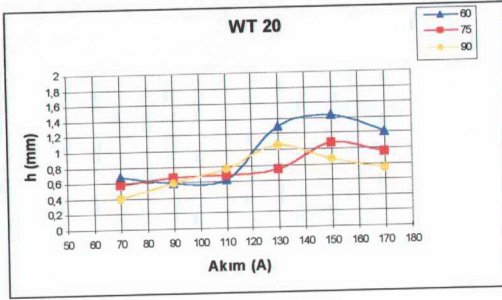
Şekil.3.7. WT 10 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında h değerinin akım şiddetiyle değişimi



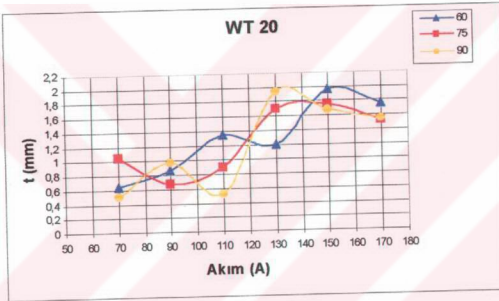
Şekil.3.8. WT 10 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında t değerinin akım şiddetiyle değişimi



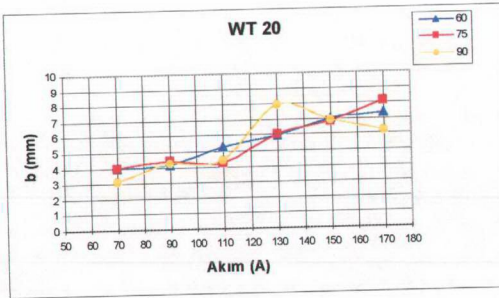
Şekil.3.9. WT 10 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında b değerinin akım şiddetiyle değişimi



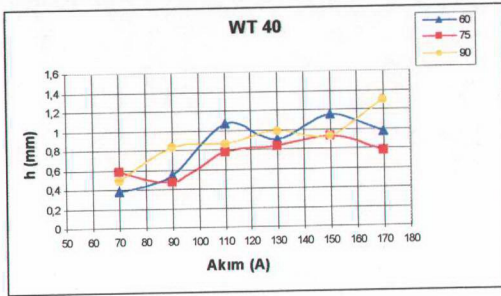
Şekil.3.10. WT 20 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında h değerinin akım şiddetiyle değişimi



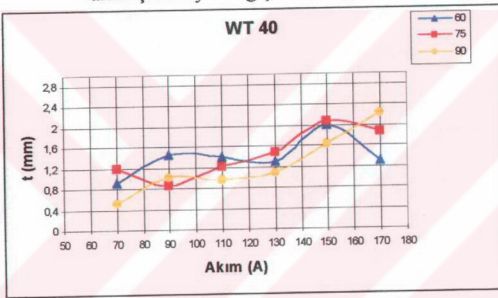
Şekil.3.11. WT 20 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında t değerinin akım şiddetiyle değişimi



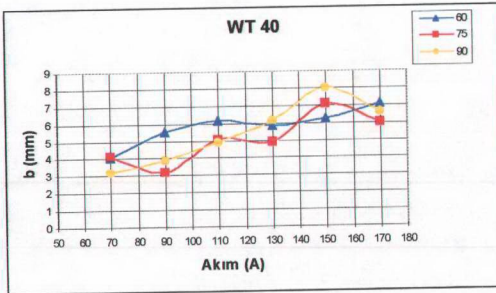
Şekil.3.12. WT 20 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında b değerinin akım şiddetiyle değişimi



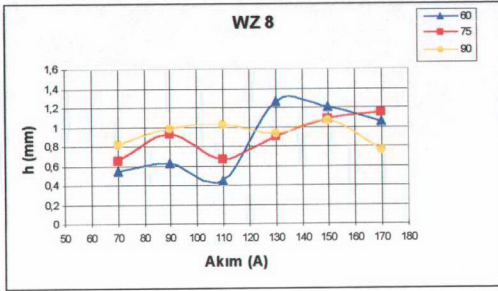
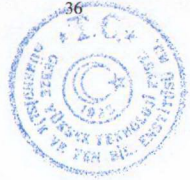
Şekil.3.13. WT 40 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında h değerinin akım şiddetiyle değişimi



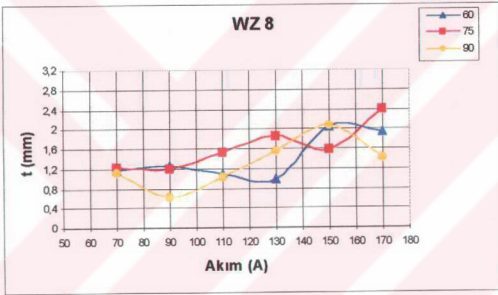
Şekil.3.14. WT 40 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında t değerinin akım şiddetiyle değişimi



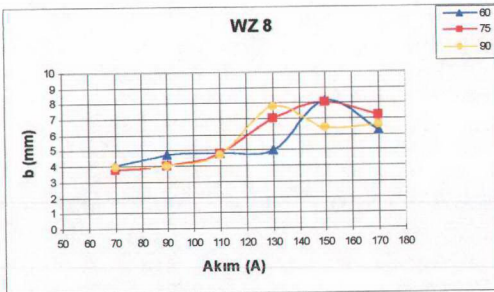
Şekil.3.15. WT 40 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında b değerinin akım şiddetiyle değişimi



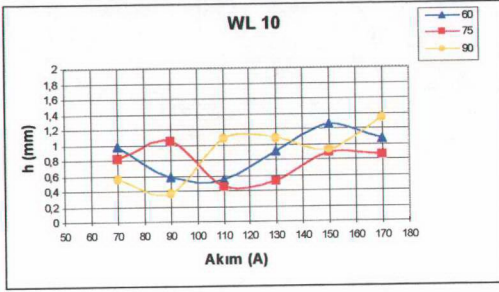
Şekil.3.16. WZ 8 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında h değerinin akım şiddetiyle değişimi



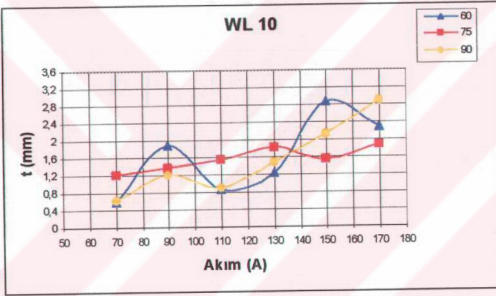
Şekil.3.17. WZ 8 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında t değerinin akım şiddetiyle değişimi



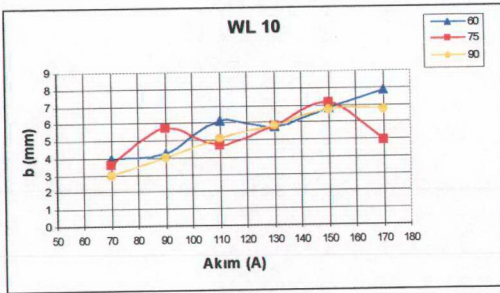
Şekil.3.18. WZ 8 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında b değerinin akım şiddetiyle değişimi



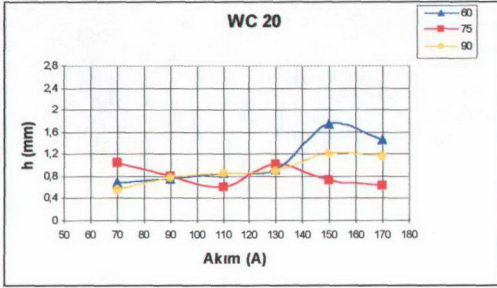
Şekil.3.19. WL 10 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında h değerinin akım şiddetiyle değişimi



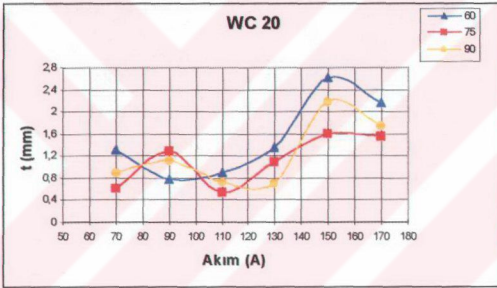
Şekil.3.20. WL 10 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında t değerinin akım şiddetiyle değişimi



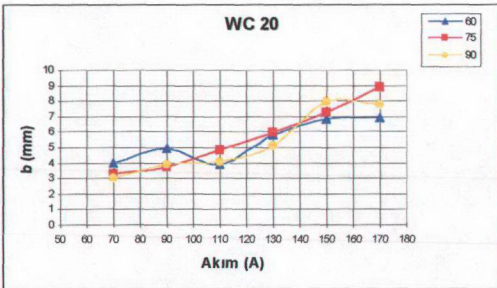
Şekil.3.21. WL 10 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında b değerinin akım şiddetiyle değişimi



Şekil.3.22. WC 20 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında h değerinin akım şiddetiyle değişimi



Şekil.3.23. WC 20 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında t değerinin akım şiddetiyle değişimi



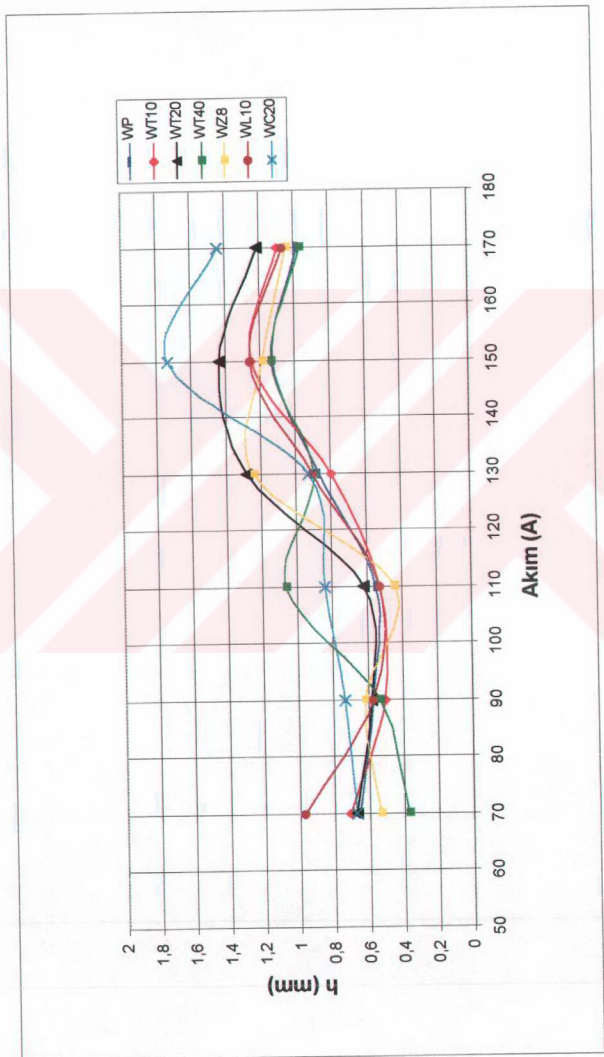
Şekil.3.24. WC 20 Elektrodun 60°, 75°, 90° açılarında b değerinin akım şiddetiyle değişimi



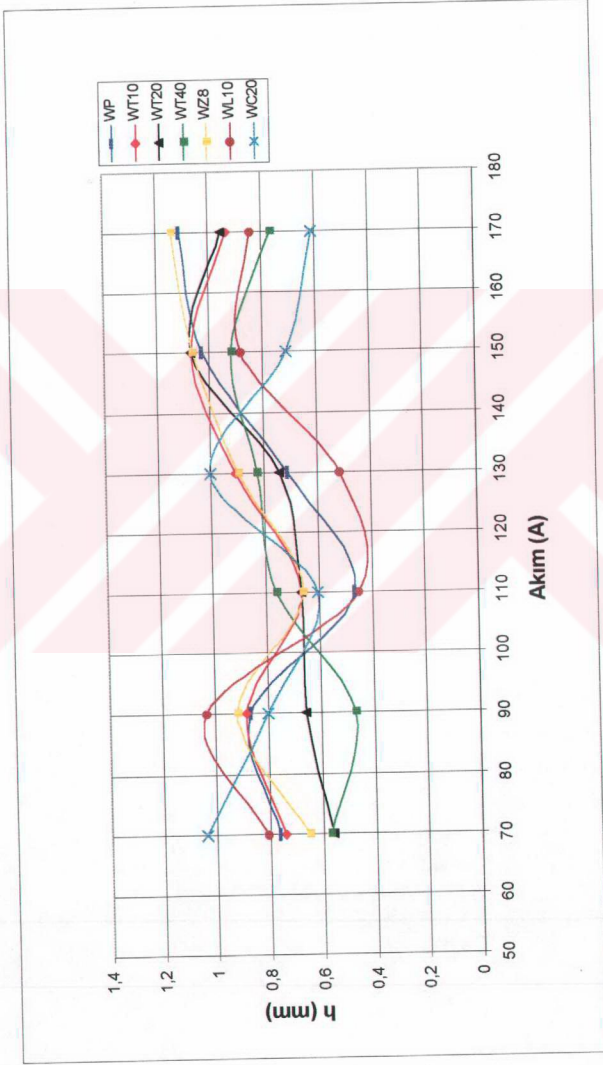
Şekil 3.4. ila 3.24.'de, genel olarak akım şiddetinin artmasıyla h , t ve b değerlerinin arttığı ancak elektrod türünün değişiminin etkisinin belirleyici olmadığı görülmüştür.

Uygulamada elektrod türlerinin seçiminde dayanıklılık ve ısıl kararlılık ön planda olduğundan bu sonuçlar elektrod seçiminin kaynak dikiş profilinin oluşumunda belirleyici olmadığını teyit etmektedir.

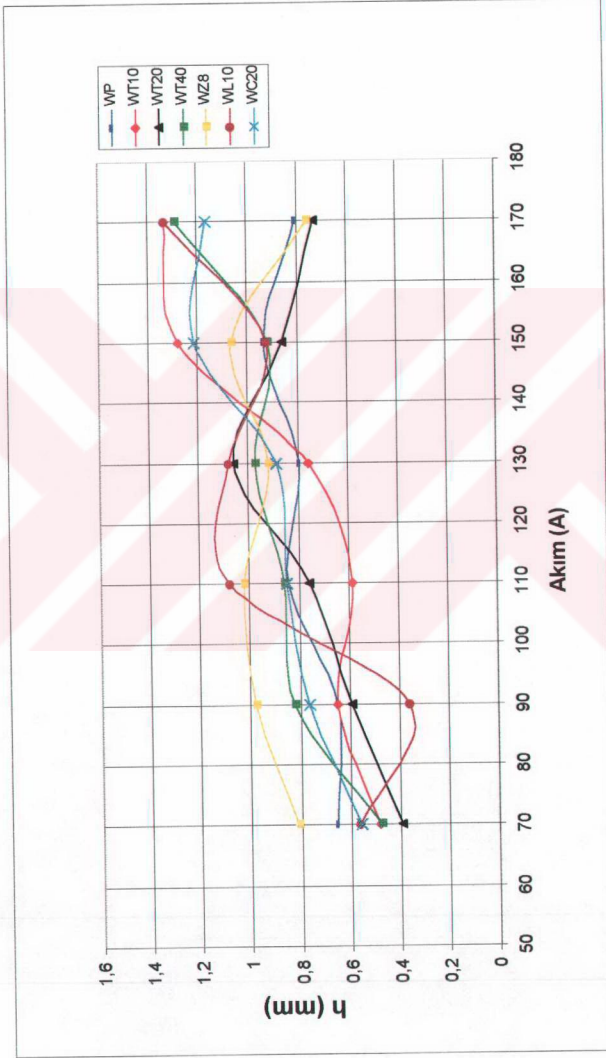
Şekil 3.25. ila 3.33'da ise, 7 tür elektrod için h , t , ve b değerlerinin elektrod açısına bağlı olarak akım şiddetiyle değişimi gösterilmiştir.



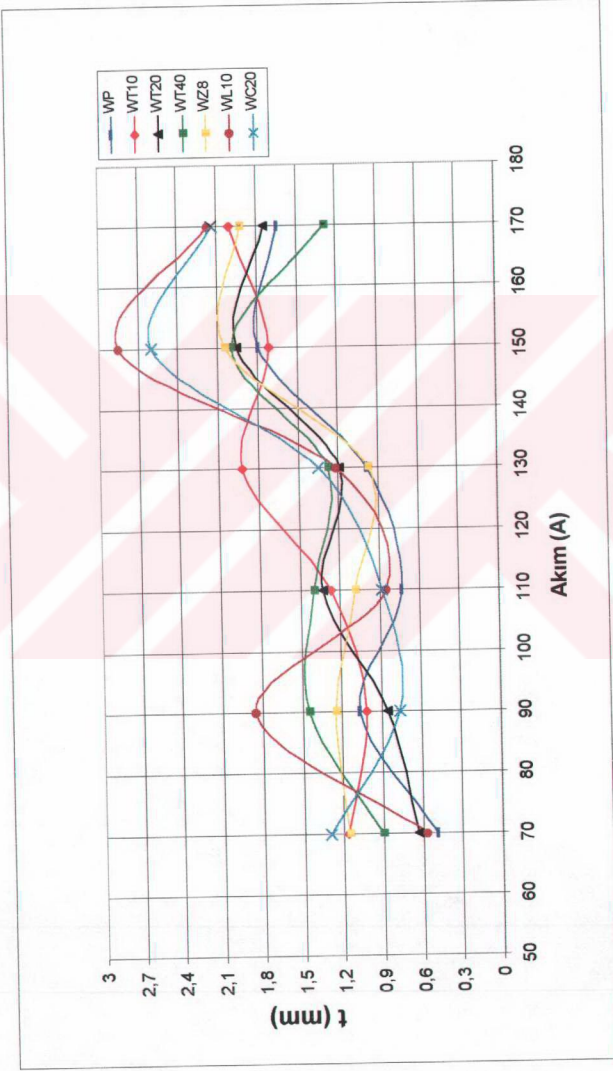
Şekil 3.25. 7 tür elektrod için h boyunun akımla değişimi (60° için)



Şekil 3.26. 7 tür elektrod için h boyunun akımla değişimi (75° için)

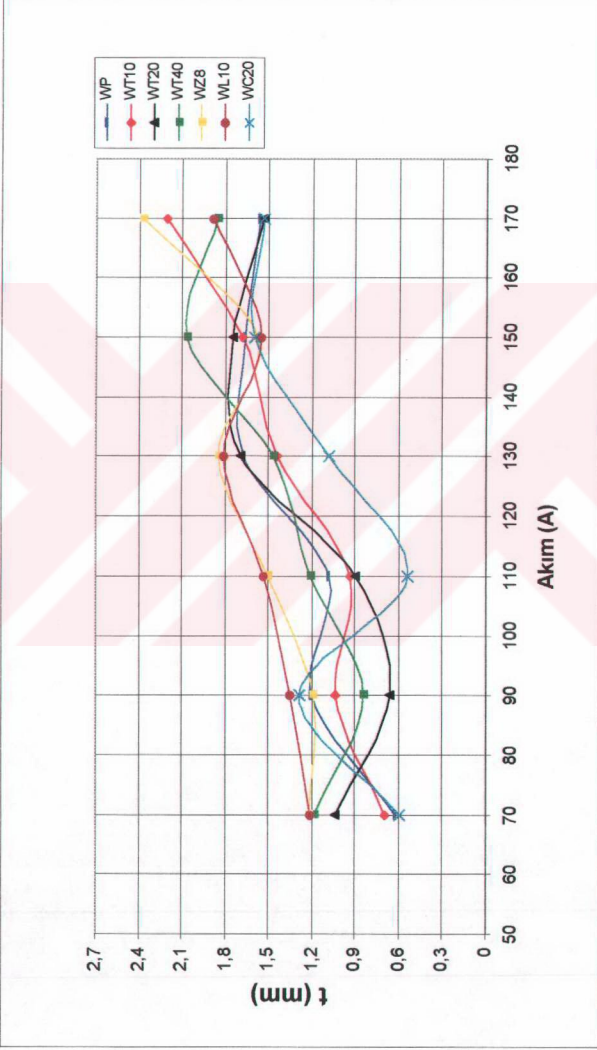


Şekil 3.27. 7 tür elektrod için h boyunun akımla değişimi (90° için)

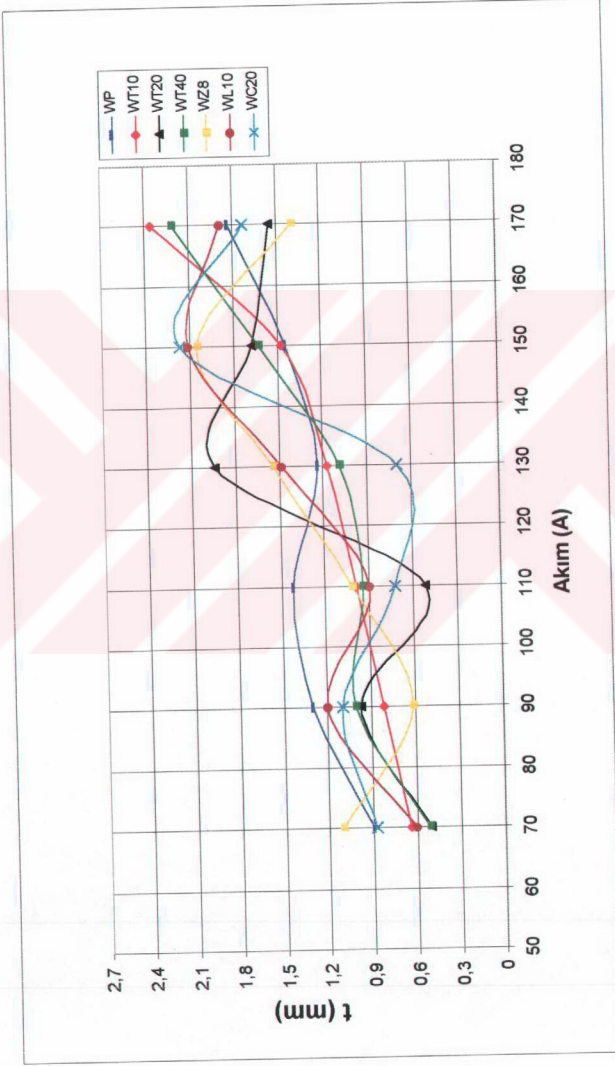


Şekil 3.28. 7 tür elektrod için t boyunun akımla değişimi (60° için)

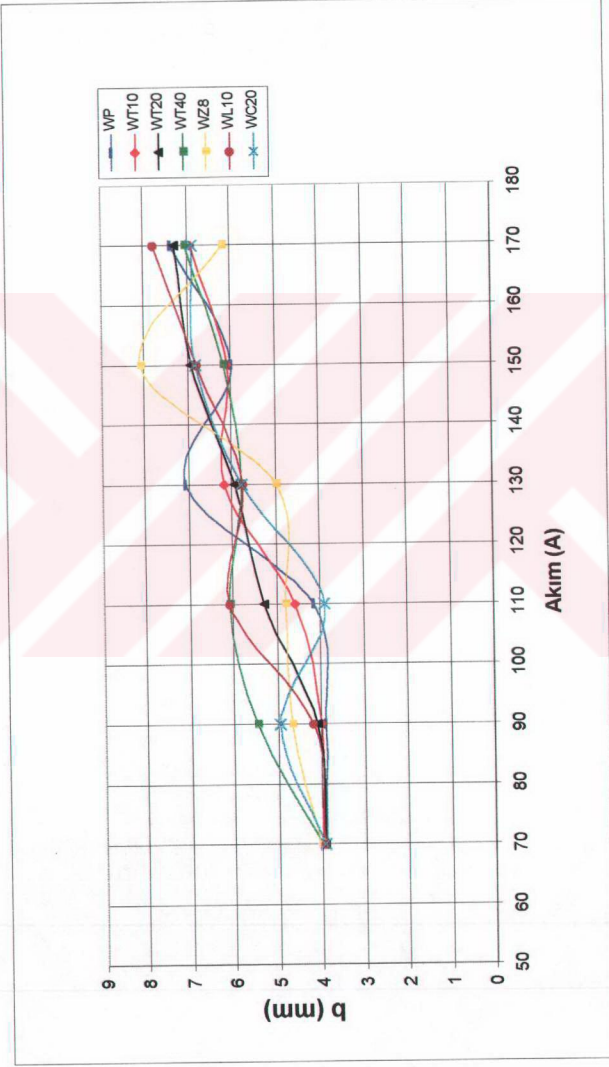




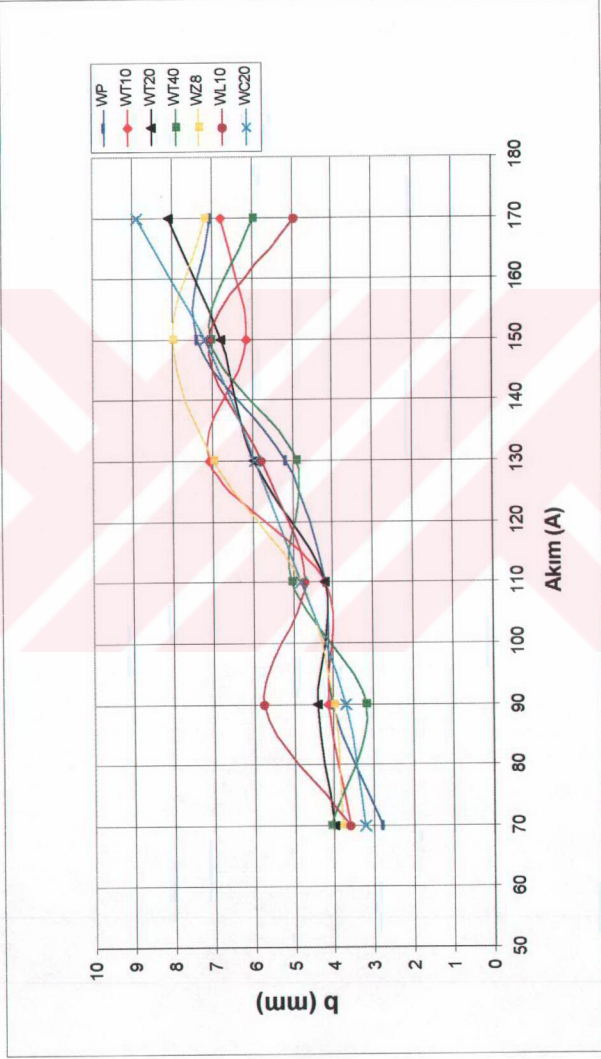
Şekil 3.29. 7 tür elektrod için t boyunun akımla değişimi (75° için)



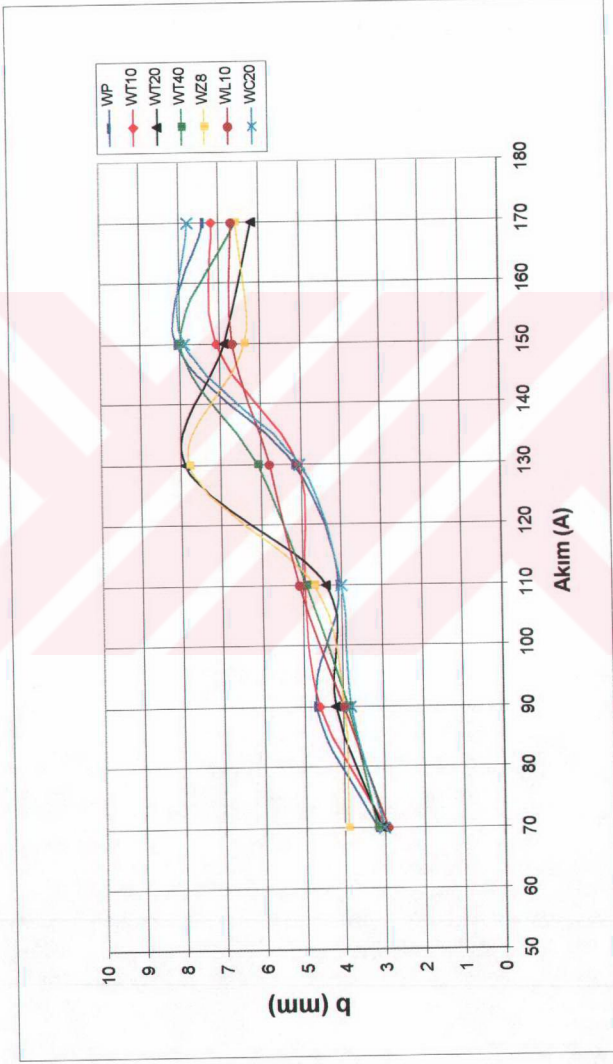
Şekil 3.30. 7 tür elektrod için t boyunun akımla değişimi (90° için)



Şekil 3.31. 7 tür elektrod için b boyunun akımla değişimi (60° için)



Şekil 3.32. 7 tür elektrod için b boyunun akımla değişimi (75° için)



Şekil 3.33. 7 tür elektrod için b boyunun akımla değişimi (90° için)

Şekil 3.32. ila 3.40 incelendiğinde, WT 40 elektrodunun genelde daha düşük profil ölçüleri verdiği, WL 10 elektrodunun ise 90°'lik torç açısında daha büyük profil verdiği görülmektedir.

Tüm elektrodlar için düşük akım şiddetlerinde profil ölçüleri küçük çıkmakta, akım şiddeti arttıkça profilde büyümektedir. Bu durum kaynak bölgesine verilen ısıнын artmasından doğmaktadır. Kaynak bölgesine verilen ısı,

$$Q = \frac{U \times I \times 60}{v \times 1000}$$

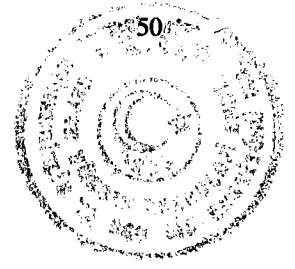
Q: Isı girdisi [kJ/mm]

U: Gerilim [V]

I: Akım şiddeti [A]

v: Kaynak hızı [mm/dak]

formülü ile hesaplanmaktadır. Burada elle kaynakta v sabit olduğundan, U ise ancak sınırlı miktarda arttırılabildiğinden, ısı girdisinin arttırılması için I akım şiddeti değerinin arttırılması gerektiği anlaşılmaktadır. Elde edilen dikiş profilleri de bu hususu teyit etmektedir.



4. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Deneysel çalışmaların incelenmesinden elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda verilmiştir.

Genel olarak tüm elektrod türlerinde akım şiddetinin artmasıyla h , t ve b değerleri artmıştır. Ancak aynı akım değeri için t değeri önce artmış sonra azalmıştır. Aynı akım değeri için b ölçüsü ise önce azalmış sonra artmıştır.

WP elektrodu için h değeri torç açısına bağlı olarak, tüm akım değerlerinde genel olarak önce artmış sonra azalmıştır. WT 10, WT 20, WT 40 elektrodları için düşük akım değerlerinde h değeri önce artmış sonra azalmış, akım şiddeti arttıkça artma eğilimine girmiştir. WZ elektrodu için h değeri, düşük akım şiddetlerinde sürekli artmış, yüksek akım şiddetlerinde ise sabit kalma eğilimi göstermiştir. WL 10 elektrodu için h değeri, tüm torç açıları için akım şiddeti arttıkça önce azalmış sonra artmıştır. WC 20 elektrodu için h değeri, akım şiddeti arttıkça 60° için önce artmış sonra azalmış, 75° için önce artmış sonra sabit kalmış, 90° için ise sürekli artmıştır.

Nüfuziyetin fazla olmasının istenmediği ancak kaynak dikiş yüksekliğinin daha fazla olmasının amaçlandığı uygulamalarda düşük akım şiddeti ve küçük torç açıları tercih edilmelidir. Daha derin nüfuziyet istenen durumlarda akım şiddeti artırılırken torç açısı da artırılmalıdır.

KAYNAKLAR



- AICHELE G., "Kalkulation and Wirtschaftlichkeit in der Schweisstechnik", Fachbuchreihe Schweisstechnik, Band 83, DVS-Verlag, Düsseldorf, 1984
- AICHELE, G., "116 Arbeitsregeln für das Schutzgasschweissen", DVS-Verlag, Die Schweisstechnische Praxis Band 14, Düsseldorf, 1993
- AICHELE G., "Leistungskennwerte für Schweissen und Schneiden", DVS-Verlag, Fachbuchreihe Schweisstechnik, Band 72, Düsseldorf, 1993
- ANIK S. ve ANIK E.S. ve VURAL M., "1000 Soruda Kaynak Teknolojisi El Kitabı, Kaynak Yöntemleri ve Donanımları" Cilt 1-Birsen Yayınevi, İstanbul, 1993
- ANIK S., "Kaynak Tekniği, Tozaltı ve Koruyucu Gazla Kaynak" Cilt-2, İ.T.Ü Kütüphanesi Yayını, Yayın No:1217, İstanbul, 1982
- ANIK S., "Koruyucu Gazla Kaynak", İ.T.Ü Kütüphanesi Yayını, Yayın No:486, İstanbul, 1962
- ANIK S. ve DORN L., "Schweisseignung metallischer Werkstoffe" Fachbuchreihe Schweisstechnik Band 122, DVS-Verlag, Düsseldorf, 1995
- ANIK S. ve ANIK E.S. ve VURAL M., "Malzeme Bilgisi ve Muayenesi" (W.Weissbach' tan tercüme), Birsen Yayınevi, 5.Baskı, 1996,
- ANIK S., "Gazaltı Kaynağında Helyum mu? Argon mu?", Gedik Kaynak Dünyası, s.11-14, Haziran 1989
- ANIK S. ve KURŞUGÖZ N. ve VURAL M. ve CEYHUN V., "Alüminyum ve Alaşımlarının Kaynağında Nokta ve TIG-MIG Kaynağı", 2.Raylı Taşıt Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, s.141-149, Eskişehir, 24-26 Kasım 1991
- ANIK S. ve VURAL M. ve MEMİK A. ve AKBAŞ C., "Alüminyum ve Alaşımlarının TIG Kaynağında Oluşan Hatalar", Metal ve Kaynak, Yıl 3, Sayı 32, s.27-34, Nisan 1992
- ANIK S. ve OĞUR A. ve CEYHUN V., "Gazaltı Kaynak Yöntemlerinde Kullanılan Gazlar ve Uygulamadaki Yeri", 2.Balıkesir Mühendislik Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s.17-27, 30-31 Mayıs 1991
- ANIK S. ve TULBENTÇİ K., "Argonark Kaynağı", Türk Kaynak Cemiyeti Yayını, No:18, İstanbul, 1968

ANIK S. ve DİKİCİOĞLU A. ve VURAL M., “İmal Usülleri”, Birsen Yayınevi, 2. Baskı, İstanbul, 1996

BAUM L. und FICHTER V., “Der Schutzgasschweisser”, DVS-Verlag, Die Schweisstechnische Praxis Band 12, Düsseldorf, 1982

HANG, L. and CHANDEL, R. S., “Effect of Electrode Geometry and Process Parameters on the Weld Pool Shape and size of GTA Welds” Gedik Eğitim Vakfı, Uluslararası Kaynak Teknolojisi Sempozyumu, pp 47-55, İstanbul, 1996

KILLING R., “Handbuch der Schweissverfahren-Teil 1: Lichtbogenschweissverfahren”, DVS-Verlag, Fachbuchreihe Schweisstechnik, Band 76, Düsseldorf, 1991

KNOCH, R., “Schweissskennwerte für das MAG-Schweissen”, DVS-Berichte Band 91, DVS-Verlag, Düsseldorf, 1985

N.N., “Welding Handbook-Vol.2-Welding Processes”, AWS, USA, 1991

RUGE J., “Handbuch der Schweisstechnik-Band 1-2”, Springer Verlag, Berlin, 1980





ÖZGEÇMİŞ

Konya ili, Bozkır ilçesi, Üçpınar Kasabası'nda 06-05-1971 yılında doğdum. 1979-1983 yılları arası Üçpınar İlkokulu'ndan, 1984-1986 yılları arası Üçpınar Ortaokulu'ndan ve 1987-1989 yılları arası da Bozkır Lisesi'nden mezun oldum.

Yüksek öğrenimimi İ.T.Ü Sakarya Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünde 1990-1994 yılları arası tamamladım. 1994-1995 yılları arası G.Y.T.E.' de Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans öğrenimime başladım.

1995 yılında Türk Standardları Enstitüsü'nde göreve başladım. Halen bu kurumun Kalite Kampüsü Kalite Müdürlüğü bölümünde TS EN ISO 9000 Kalite Sistemi konusunda Tetkik ve Eğitim görevlisi olarak çalışmaktayım.