

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ALÜMİNYUM ve ALÜMİNYUM ALAŞIMLARININ
EŞ ÇEKME DAYANIMI KOŞULU ile
ALIŞILMIŞ YÖNTEMLERLE KAYNAĞI

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

MAK. MÜH. AHMET GÖRGÜLÜ

İSTANBUL 1984

Yöneten :

Doç. Nurullah GÜLTEKİN

Jüri Üyeleri :

.....

.....

.....

ÖNSÖZ

Kaynak çözülemeyen birleştirme türü olarak, son yıllarda oldukça ileri boyutlara ulaşmış ve artık günümüzde modern yöntemlere geçilmiştir.

Önceleri Makina Mühendisliği için sıradan bir konu olan kaynak, bugün bir bilim dalı olarak ele alınmaktadır. Hatta artık, " Kaynak Mühendisi " değimi de yadsınmamaktadır. Belki gelecekte konu daha da özel bölümlere ayrılacak, kaynak konusu daha geniş bir bilim dalı haline gelecektir. Gelişmekte olan ülkelerde ve ülkemizde, henüz kaynak bilim dalı gelişmiş ülkelerdeki kadar, geniş kapsamlı olarak ele alınamamaktadır. Bunun nedenleri çeşitli olabilir: Örneğin ülkemizde kaynak teknolojisinin tam gelişmemiş olması, araştırma olanaklarının sınırlılığı ve konuların çok geniş kapsamlı olması gibi nedenler sayılabilir.

Gelişmiş ülkeler için, çoktan ilkel sayılan birçok kaynak tekniği, ülkemiz için henüz yeni sayılabilecek niteliktedir. Diğer konularda olduğu gibi, kaynak konusunda da çözülememiş sorunların araştırılmasından çok, gelişmiş ülkelerde çoktan kesinleşmiş sonuçlarla uğraşmak durumundayız. Belki işin teorisi bilinmekte ama, gözle görülmeyen sonuçlara inanmak durumunda kalınmaktadır. Bu nedenle teorinin belli somut bir gerçeğe dayandırılması, gerekli olmaktadır. Bu da ancak, deneysel çalışmalarla mümkün olabilecektir. Teorik olarak yaklaşımlarla sonuca gitmek, çoğu zaman kolay olabilmektedir. Deneysel açıdan ise, işlem oldukça zorlaşmaktadır. Bir konuda deneysel çalışmanın

yapılması, her zaman sonuç vermeyebilir. Aynı konuda birçok deneyin yapılması ve tekrarı ile sonuca gitmek mümkün olabilir. Deneysel yol uzun, zor ve dikkat gerektiren bir yoldur. Ama elde edilen sonuçlar, çoğu zaman kesin sonuçlardır. Bu nedenle, yapılacak araştırmaların deneysel bir sonuca bağlanması yerinde olacaktır. Deneysel çalışmanın yolu da: Teknoloji, ekipman ve teoriden geçer. Deneysel bir çalışmanın yapılabilmesi için, bu üç parametrenin uygun olması gerekir. Bu parametrelerden birinin uygunsuzluğu, deneysel sonucun pek sıhhatli olmamasına neden olabilir. En azından, bir yetersizlik söz konusudur. Ülkemizde hemen her zaman, bu üç parametrenin eksikliği ya da yokluğundan söz edilir.

Bilhassa ekipman olanaklarının sınırlı olması, deneysel çalışmaları zorlaştırmakta veya ilkel koşullarda çalışmaya neden olmaktadır. Ekipman olanakları sınırlı diye, deneysel çalışma yapmamak da pek doğru olmayacaktır. Araştırmacının görevi; mevcut olanaklarla, en kısa zamanda, mümkün olanın en iyisini yapmak olmalıdır. Zaten, "Mühendis" kavramının temel tanımı da budur. Çoğu zaman Mühendis: En iyi, en güzel en sağlam ve en ucuzu tasarımı yapan kişi olarak tanımlanmaktadır.

Kaynak konusunda yukarıda sözü edilen sorunlar, özel olarak bir de Alüminyum ve Alaşımları için dikkate alınırsa, zorluklar daha ileri boyutlara ulaşmaktadır. Ülkemizde demir dışı metallerin kaynağı konusunda, hala ilkel sayılabilen yöntemler kullanılmaktadır. Bunun nedeni, yine yukarıda sözü edilen üç parametreden kaynaklanmaktadır.

Buna ilaveten, demir dışı metallerin kaynağı konusunda, yapılan çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır. Konu bir deneysel çalışmalar açısından ele alınırsa, bu sayının daha azalacağı açıktır. Özellikle ekipman olanaklarının sınırlılığı ve mevcut ekipmanlarla çalışma olanağının tam anlamıyla mümkün olmaması, bu tür çalışmaları daha fazla engellemektedir. Bireysel olanaklarla yapılacak, deneysel çalışmaların da pek tatmin edici olmayacağı söylenebilir. Ülkemiz koşullarında, bu tür deneysel çalışmaların, Üniversite-Sanayi işbirliği ile yapılması daha uygun olacaktır.

Bu aşamada bu tür bir çalışmanın, Alışılmamış yöntemlerle yapılması, daha uygun olabilirdi. Fakat, yukarıda da bahsedildiği gibi, çeşitli sorunların çalışmayı olanaksız hale getireceği açıktır.

Mevcut olanaklarla, mümkün olanın en iyisinin yapılması amaç olmalıdır. Gelecekte daha uygun koşullarda, daha mükemmel araştırmalar ve deneysel çalışmalar, bu amaç dikkate alınarak yapılmalıdır.

Mayıs 1984

Ahmet GÖRGÜLÜ

TEŞEKKÜR

Kişiye yapılan, karşılığını ödemesi olanaksız yardımlar için, karşısındakilere borcunu ödiyebileceği yollardan biri de: İçtenlikle edilen bir teşekkürdür.

Araştırmalarımda emeği geçenlere borcumu ben de, acizane böyle ödemek istiyorum. Yapılan yardımlar karşısında deve de kulak kalsa da...

Öncelikle bana kaynak bilim dalını sevdiren, bu çalışmanın yapılmasına olanak tanıyan ve her konuda destek olup, yardımlarını esirgemeyen, Sayın Hocaım Doç.Nurullah GÜLTEKİN Bey'e teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca, bu konudaki araştırmaların yapılmasında, tüm kolaylıkların sağlanmasında yardımlarını esirgemeyen, Sayın Hocalarım, Dr. Yaşar PANCAR ve Dr. Soner ALANYALI Bey'lere de teşekkürü borç bilirim.

Araştırmaların deneysel kısmının yapımında, gereken tüm kolaylıkları, olanakları ve yardımları seferber eden; Etibank Seydişehir Alüminyum Tesisleri Grup Başkanlığı adına: Müessese Müdür Yardımcısı, Sayın Erdoğan SAYNAK Bey başta olmak üzere; Laboratuvarlar Müdürü, Kimya Yüksek Mühendisi Sayın Tamer GÜNEY Bey'e , Kalite Kontrol Baş Müh. Sayın Tuncer MASER Bey'e , kalite Kontrol Müh. Sayın R. Kaya GÖKMENOĞLU Bey'e , Kimya Müh. Sayın Ömer SAKARYA Bey ve İdari Sosyal Faaliyetler Müd. Yard. Sayın Kaplan ÖĞÜT Bey'e de teşekkür ederim.

Makina Mühendisleri, Sayın İbrahim ÜNLÜ ve Sayın Uğur ÖZEN Bey'lere de teşekkür ederim.

Parçaların hazırlanması ve kaynağında emeği geçenler adına:
Kaynak Teknisyenleri, Sayın Musa OĞUZ, Sayın Süleyman
CANIVAR, Sayın İsmail KÜÇÜK, Sayın İskender TOPAK, sayın
Hasan AYDIN Bey'lere teşekkür ederim.

Numunelerin hazırlanması ve testlerin yapımında emeği ge-
çen: Laboratuvar Teknisyenleri, Sayın Necati ÇELİKÖRS ve
Sayın Selahaddin ÜSTÜN Bey'lere de teşekkürü borç bilirim.
Fotoğrafların çekilmesinde yardımcı olan, Sayın Hüseyin
VAROL Bey ve adlarına hatırlayamadığım, yardımı dokunanlara
da teşekkürü borç bilirim.

Ahmet GÖRGÜLÜ

Eskişehir

ÖZET

Bu araştırmada, alüminyum ve alüminyum alaşımlarının eş çekme dayanımı koşulu ile, alaşılmış yöntemler kullanılarak kaynağı incelenmiştir.

Öncelikle, alüminyum ve alaşımlarının genel özellikleri kısaca ele alınmış ve kaynak yatkınlıkları araştırılmıştır. Daha sonra, alaşılmış yöntemlerle kaynakta oluşumu muhtemel kaynak hataları, nedenleri ve önerilen bazı düzeltme önlemleri üzerinde durulmuştur.

Alaşılmış yöntemler olarak; TIG, MIG, MMA ve Oksi-Asetilen aleviyle kaynak yöntemleri düşünülmüştür. Özellikle, alüminyum ve alaşımlarının kaynağında iyi sonuçlar veren, koruyucu gazla kaynak yöntemleri daha geniş kapsamlı olarak ele alınmışlardır.

Deneylerde malzeme kalınlığı 4 mm olarak sabit tutulmuştur. Esas metal olarak, Etial-52 alaşımı seçilmiştir. Tasarlanan 9 tür kenar tasarımı ile, alüminyum plakaların kaynağı yapılmıştır. Bu deneylerde, çekme dayanımı esas alınmıştır. Bazı tasarımlarda da eğme dayanımları esas alınmıştır.

Bu koşullar altında, deneysel çalışmalar yapılmış ve yöntemler mukayese edilmiştir.

SUMMARY

In this research, the conventional welding methods of Aluminum and Aluminum alloys had been examined with the same tensile strength condition.

First, the general characteristics of Aluminum alloys had been discussed as short and their weldabilities had been researched. After that, some possible causes of weld defects and suggested measures had been discussed in the conventional welding methods of Aluminum alloys.

Shielded metal arc welding (TIG and MIG) , metal arc welding (manual metal arc) and oxyacetylene welding methods were thought as the conventional welding methods of aluminum alloys. Specially, shielded metal arc welding methods which give better characteristics in aluminum welding had been discussed more wide content than others.

The base metal thickness was accepted stationary as 4 millimeters. 5052 aluminum alloy had been chosen as the base metal. Aluminum plates was welded with the 9 types desired joint designs. Tensile strengths were taken as criterion in the experiments. Bend strengths were taken as criterion in some designs.

Under these conditions, experimental researches were made and conventional welding methods were compared.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET	v
SUMMARY	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar	viii
ŞEKİLLER	ix
RESİMLER	x
1.0. GİRİŞ	1
2.0. ALÜMİNYUM ve ALAŞIMLARININ EŞ ÇEKME DAYANIMI KOŞULU ile ALIŞILMIŞ YÖNTEMLERLE KAYNAĞI.....	7
2.1. Alüminyum ve Alaşımlarının Genel Özellikleri	7
2.2. Gösterim Sistemi	8
2.3. Genel Temper Gösterim Sistemi	12
2.4. Kaynak Yatkınlığı	14
2.5. Yüzey Hazırlama	16
2.6. Yöntem Seçimi	18
2.7. Alışılmış Yöntemler	21
2.7.1. Oksi-Asetilen Aleviyle Kaynak	21
2.7.2. Elle Elektrodla Ark Kaynağı	24
2.7.3. Koruyucu Gazla Kaynak	30
2.7.3.1. Koruyucu Gazlar	30
2.7.3.2. Koruyucu Gazların Kaynağa olan Etkileri	32
2.7.3.3. koruyucu Gazla Kaynak Yöntemleri	35
1. TIG (WIG)	35

2. MIG	62
2.7.3.4. TIG ve MIG Yöntemlerinin Kıyaslanması	73
2.8. Alüminyum ve Alaşımlarının Yöntemlerle Kıyaslanarak Kaynak Yatkınlıklarının İncelenmesi	77
2.9. Dikişlere uygulanan Son İşlemler	79
2.10. Kladlanmış Levhaların kaynağı	81
3.0. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	85
3.1. Parçaların Hazırlanması	85
3.2. Operatörün Özellikleri	87
3.3. Yöntemlerin uygulanmasında Genel Kural- lar ve Parametrelerin Tesbiti	87
3.4. Yöntemlerin Kenar Tasarımlarına Göre Uygulanması	87
3.4.1. Düz Alın Tasarımları	87
3.4.2. Bindirme Tür Tasarımlar	93
3.4.3. Çift Taraftan Kuşaklı Tür Tasarımlar	96
3.4.4. Kıvrık Kenarlı Alın Tasarımı	97
3.4.5. Kıvrılmış Sandöviç Tasarımı	100
3.4.6. Delinmiş Bindirme Tasarımlar	102
3.4.7. Delinmiş Kuşaklı Tasarımlar	104
3.4.8. Delinmiş, Dikişsiz Bindirme Tasarımlar	107
3.4.9. Delinmiş Kuşaklı Dikişsiz Tasa- rımlar	108
3.5. Mekanik Deneyler	109
3.5.1. Numunelerin Hazırlanması	109
3.5.2. Çekme Testi	111
3.5.3. Eğme Testi	112
4.0. SONUÇLAR	114

DİPNOTLAR	144
BİBLİOĞRAFYA	146
ÖZGEÇMİŞ	149
EKLER	150

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
1	Dövme Alüminyum Alaşımlarının Gösterimi ... 10
2	Yöntemlere Bağlı Olarak Kaynatılabilecek Parça Kalınlıkları 19
3	MMA Yönteminde Elektrod Çapına Bağlı Olarak Akım Şiddetleri 28
4	Argon ve Helyum Gazlarının Karakteristik- leri 32
5	1. Kısım Mekanik Deneylerin Sonuçları 129
6	2. Kısım Mekanik Deneylerin Sonuçları 133
7	Dövme Alüminyum Alaşımlarının Bileşimleri . 150
8	Dökme Alüminyum Alaşımlarının Bileşimleri . 152
9	Isıl İşlemlere Yatkın Olmayan Dövme Alü- minyum Alaşımlarının Bileşim ve Uygulama alanları 153
10	Isıl İşlemlere Yatkın Olmayan Dövme Alü- minyum Alaşımlarının Kaynak Yatkınlıkları . 154
11	Isıl İşlemlere Yatkın Dövme Alüminyum Ala- şımlarının Bileşim ve Uygulama Alanları ... 155
12	Isıl İşlemlere Yatkın Dövme Alüminyum Ala- şımlarının Kaynak Yatkınlıkları 156
13	Isıl İşlemlere Yatkın Olmayan Dökme Alümin- yum Alaşımlarının Bileşim ve Bazı Özellik- leri 157
14	Isıl İşlemlere Yatkın Olmayan Dökme Alümin- yum Alaşımlarının Kaynak Yatkınlıkları 158
15	Isıl İşlemlere Yatkın Dökme Alüminyum Ala- şımlarının Bileşim ve Bazı Özellikleri 159
16	Isıl İşlemlere Yatkın Dökme Alüminyum Ala- şımlarının Kaynak Yatkınlıkları 160
17	Alüminyum ve Alaşımlarının Kaynağında İlave Metal Seçimi 161

18	Etibank Alüminyum Tesislerinde Üretilen Saf Alüminyum Standartları	162
19	Etibank Alüminyum Tesislerinde Üretilen İşlem Aşırımları	163
20	Etibank Alüminyum Tesislerinde Üretilen Döküm Aşırımları	165
21	Etibank Alüminyum Tesislerinde Üretilen Ön Aşırımlar	167

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
1 Hava Soğutmalı Bir TIG Torch'u	35
3 DCSP (DCEN) - TIG Yöntemiyle Kaynak	36
4 DCRP (DCEP) - TIG Yöntemiyle Kaynak	37
5 AC - TIG Yöntemiyle Kaynak	37
6 AC -TIG Kaynağında Tam ve Kısmi Doğrultma ..	38
7 TIG Yöntemiyle Kaynak Şeması	40
8 AC - TIG Kaynağında Akım-Zaman Grafiği	44
9 Dengelenmemiş AC Grafiği	45
10 Tam Doğrultma Olayı	45
11 Kısmi Doğrultma Durumu	46
12 Kararsız Arkın Sebep Olduğu Doğrultma	46
13 Sürekli, Dengelenmemiş AC, Dengelenmiş AC ve DCRP nin Dalga Grafikleri.....	47
14 Dengelenmiş AC dalga Grafiği	48
15 Kapasitör Kullanılarak Dengeli AC Eldesi ...	49
16 Kapasitörlü Sistemde Dalga Grafiği	49
17 Batarya Kullanılarak Dengeli AC Eldesi	49
18 Yüksek Frekans Enjeksiyonu ile, Düşük Voltaj ve Yüksek Amperajlı Sürekli Dengelenmemiş AC	50
19 Kaynak Esnasında TIG Torch'unun En Uygun Tutuluş Şekli	52
20 Küçük Çaplı Elektrodun Yüksek Akım Şiddetinde Ucunun Kopması	54
21 Çok Büyük Çapta Elektrodun Parçacıklarının Esas Metale Transferi	55
22 Genel Olarak Kullanılan Tungsten Elektrod Boyutları	55
23 DCSP-TIG Yöntemiyle Kaynakta Akımın Grafiği.	57
24 DCRP-TIG " " " " .	60
25 Standart Tungsten Elektrodlar İçin Akım Şiddeti Değerleri	61

26	Toryumlu Tungsten Elektrodlar İçin Akım Şiddeti Değerleri	61
27	MIG Yöntemiyle Kaynakta, DCRP	64
28	Alüminyumda Hidrojen Çözünürlüğü	69
29	Prozitenin Mekanik Özelliklere Etkisi	69
30	Çelik ve Alüminyum İçin Sıcaklık Dağılımı ..	72
31	Kladlanmış Levhaların Kaynağı	83
32	Klad Levhaların Kaynağında Tam Nüfuziyet ...	83
33	Klad Levhaların Kaynağında Altlık Kullanımı	83
34	Çift Taraftan Kladlanmış Levhaların Kaynağı	84
35	Demir Dışı Metaller İçin Çekme Numunesi Boyutları	85
36	Kaynak Edilecek Tek Parça Boyutları	86
37	Düz Alın Tasarımı	88
38	Bindirme Tür Tasarım	93
39	Bindirme Tür Tasarımlarda Genel Kaynak Sı- rası	94
40	Kuşaklı Tür Tasarımların Kaynağında Genel Kaynak Sırası	96
41	Kıvrılmış Kenarlı Alın Tasarımı	98
42	Sandöviç Tasarımın Genel Kenar Hazırlama Sırası	100
43	Kıvrılmış Sandöviç Tasarımın Kaynağa Hazır Durumu	101
44	Kıvrılmış Sandöviç Tasarımın Genel Kaynak Sırası	101
45	Delikli Tür Bindirme Tasarımlar	103
46	Delinmiş Kuşaklı, Dikişli Tasarım	105
47	Delinmiş Kuşak Boyutları	105
48	Delikli Dikişsiz Bindirme Tasarım	107
49	Delik Çapının 15 mm ye Çıkarılması ile Çekme Numunesi Boyutları	108
50	Delinmiş Kuşaklı, Dikişsiz Tasarım	108
51	Kaynatılmış Parça Boyutları	110
52	4 mm Parça Kalınlığı İçin Çekme Numunesi Boyutları	110

53	TS 205 e Göre Eğme Numunesi Boyutları	113
54	Eğme Deneyinde Esas Alınan Eğme Açısı	113
55	Alın Tasarımı ile Bindirme Tür Tasarımın Isı Transferi Açısından Karşılaştırımı	121
56	Hatalı Dikiş Kesitinin Şematik Gösterimi ...	123
57	Oksi- Asetilen Alevi ve MMA Yöntemiyle Kaynakta Sertlik Değişimi	127

RESİMLER

Resim	Sayfa
MMA Yöntemiyle Kaynakta Kullanılan, Standart Motor-Jeneratör Tipi Güç Kaynakları	136
TIG Yöntemiyle Kaynakta Kullanılan Güç Kaynağı, TIG Torch'u ve İlave Metal	136
MIG Yöntemiyle Kaynakta Kullanılan Güç Kaynağı, MIG Torch'u ve Koruyucu Gaz	137
Çekme Numunelerinin Frezede Hazırlanması	137
Çekme Numunesi İçin Kesilmiş, TIG Yöntemiyle Çekilmiş Bir Dikiş	138
Çeşitli Tasarımlar İçin Hazırlanmış Çekme Numuneleri	138
Çekme Numunelerinin Çekme Cihazına Bağlanması	139
Oksi-Asetilen Alevi ile Kaynatılmış Düz Alın Tasarımının Çekildikten Sonraki Hali	139
MIG Yöntemi ile Kaynatılmış Bir Parçanın Eğme Deneyi Sonrası Hali	140
MMA Yöntemi ile Kaynatılmış Düz Alın Tasarımının Eğme Deneyi Sonrasındaki Durumu	140
TIG Yöntemiyle Kaynatılmış Düz Alın Tasarımının Çekme Deneyi Sonrası Durumu	141
Düz Alın Tasarımlarının Eğme Deneyine Tabi Tutulması	141
MMA Yöntemiyle Düz Alın Tasarımının, Eğme Deneyi Sonrası 25° de Dikişte Oluşan Çatlama	142
Oksi-Asetilen Aleviyle Kaynatılmış Bir Tasarımda, İlk Deneylerde Tesbit Edilmiş Prozite	142
MMA Yöntemiyle Kaynakta Oluşmuş Prozite	143
Gerekli Önlemlerin Alınmasıyla Prozite Durumu	143

1.0. GİRİŞ :

Alüminyum, saf olarak ya da alaşımlar halinde geniş kullanım alanına sahip metaller arasındadır. Kullanım açısından, şu özellikleri dikkate değerdir;

Korrozyon direncinin yüksek olması, hafifliği, talaşlı ve talaşsız işlenebilme kolaylığı, temiz yüzey görünümüne sahip olması, ısı ve elektrik iletkenliğinin iyiliği vb.

Alüminyum ve alaşımlarının tipik kullanım alanları da şöyle özetlenebilir;

Mutfak eşyaları, elektrik iletkenleri, yakıt ve kimyasal madde tankları, konut aksesuarları, bazı makina aksamaları, pistonlar, ısı değiştirgeçleri, uçak endüstrisi vb.

Alaşımların değişik oran ve türde alaşım elemanı içermeleri nedeniyle, özellikleri farklılıklar göstermektedir.

Kullanım yerinin özelliklerine göre alaşım seçimi yapmak gereklidir. Bu nedenle, konstrüktörün öncelikle kullanım yeri özelliklerini tesbit etmesi ve bu özelliklere göre en uygun alaşımı seçmesi gerekir.

Alüminyumun değişik metallerle yaptığı alaşımlar, Amerikan standartlarında 9 grupta toplanmıştır. Alaşım türü ve özelliklerinin bilinmesi kadar, görmüş olduğu ısıl işlemlerin de bilinmesi, tasarımcı açısından önem taşımaktadır. Bilhassa kaynak açısından, alaşımın geçirmiş olduğu ısıl işlemlerin bilinmesi, daha fazla önem arzeder. Diğer metallerde de olduğu gibi; Alüminyum ve alaşımları; Döküm, hadde, ekstrüzyon, dövme, basma, presleme vs. gibi işlemlerle, sonradan talaşlı bir işlem görerek ya da gör-

meden kullanıma girerler. Bunun yanında, bazı durumlarda birtakım birleştirme işlemlerinin gerekebileceği, tasarımlar da tasarlanmaktadır. Burada birleştirme olayı, mekanik bağlama, perçinleme, yapıştırma, sert veya yumuşak lehimleme, ya da kaynak olarak tasarlanabilir. Bu tasarımlama, tasarımın durumu ve çalışma koşulları esas alınarak yapılır. Bunlardan başka, elde mevcut olanakların da dikkate alınması, çoğu zaman gereklidir.

Kaynak olayı, son yıllardaki birleştirme tasarımlarında büyük yer tutmaktadır. Alüminyum ve alaşımlarından oluşmuş birçok tasarımlarda bugün, az veya çok kaynak işlemine rastlamak mümkündür. Kaynak işlemi de, birçok değişik yöntem kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Yapılacak tasarımın sağlamlığı ve kabul edilebilirliği, birleştirme yönteminin oluşturduğu özelliklerle yakından ilgilidir. Yöntemin seçimi de, istenen özelliklere, kaynak tasarımcısına ve mevcut olanaklara bağlıdır. Alaşım türü de, yöntem seçiminde etkin bir parametredir.

Bugün alüminyum ve alaşımlarının kaynağı, çözülmesi olanaksız bir sorun yaratmamaktadır. Uygun yöntemin, uygun ilave metalin seçimi, kaynak öncesi ve sonrasında gerekli önlemlerin alınmasıyla, yeterli koşulları sağlayan bir kaynak işlemi gerçekleştirilebilir.

Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında, ilk bilinen yöntem, oksî-asetilen aleviyle yapılan kaynak yöntemidir. Daha sonra, elektrik ark kaynağı kullanıma girdi. Bugün, birçok yeni yöntemler geliştirilmiş durumdadır. Yaygın olarak kullanılan, koruyucu gazla kaynak yöntemle-

ri, direnç kaynağı, ultrasonik yöntemle kaynak ve yeni yeni kullanım alanına giren ışın tekniği ile kaynak bunlar arasında sayılabilir.

Koruyucu gazla kaynak yöntemleri, yaygın olarak başarıyla uygulanmaktadır. Işın tekniği ile kaynak yöntemleri ise, gelişmiş ülkelerde çoktan kullanım alanına girmiş olmasına karşın, gelişmekte olan ülkelerde henüz yeni yeni bilinmeye başlanmıştır. Işın tekniği ile kaynak yöntemlerinin, diğer metallerde olduğu kadar, alüminyum ve alaşımlarının kaynağında kullanımının birçok avantajı vardır.

Kaynak hızının yüksekliği, ısıdan etkilenen bölge sınırlarının çok küçük olması, nüfuziyetin dik iş genişliğine oranının yüksek olması, her pozisyon ve ortamda kaynak yapabilme olanağının olması, çoğu durumda ilave metal kullanımının gereksizliği, yöntemin malzeme ve alaşım türüne bağlı olmaması, ilave maddelerin kullanımının gereksizliği vs.

Amaç, araştırmaların teoride kalmayıp, bir deneysel sonuca bağlanması olmalıdır. Şimdilik ülkemiz için yeni ve fazla yatırım gerektiren yöntemlerle deneysel çalışma yapmanın olanaksız olacağı açıktır. Özellikle ışın tekniği ile kaynak ekipmanı, ülkemizde oldukça sınırlı sayıdadır. Mevcut olanlarla da deneysel çalışma yapma olanağı oldukça sınırlıdır. Bu nedenlerden dolayı, alüminyum ve alaşımlarına ülkemizde yaygın olarak uygulanan karşılaştırmayı yapmak daha faydalı olacaktır. Alüminyum ve alaşımları için bu tür bir inceleme yapma gereği, şu şekilde özetlenebilir: Alüminyum ve alaşımları son yıllarda çeşitli tasarımlarda, üst sıralarda kullanılan bir metal olarak or-

taya çıkmaktadır. Çelikten sonra, en çok kullanılan metal denilebilir. Hatta bazı alanlarda, çelikten daha fazla kullanım alanına sahiptir. Çelikle bir karşılaştırma yapılırsa; Şu özellikler dikkati çeker;

Korrozyon direnci daha yüksektir, ısı ve elektrik iletkenliği daha iyidir, talaşlı ve talaşsız işlenebilirliği daha kolaydır, daha hafiftir, birim ağırlık başına düşünülürse dayanımı çeliğe yakındır. Bugün birçok alüminyum alaşımı, çeliğe eşdeğer özellik ve koşullarda kullanılmaktadır.

Bunlara ilaveten, ülkemizde alüminyum ve alaşımları üzerine yapılan deneysel çalışmaların da sınırlı oranda olması göz önüne alınırsa; Neden Alüminyum ve Alaşımlarının Kaynağı konusunun seçildiği anlaşılır.

Düşünülen deneysel çalışmaların, tüm alüminyum ve alaşımları için yapılması, bu tür bir çalışmada oldukça fazla zaman gerektireceğinden, en çok kullanılan ya da Mühendislik açısından en fazla önem arzeden alaşımlar üzerinde deneysel çalışmaların yapılması uygun olacaktır.

Ayrıca, kaynak olayı açısından alaşımlar incelenecek olursa; Bir kısmının kaynağa pek yatkın olmadığı, bir kısmının da değişik özelliklerinden dolayı, kaynak işlemi gerektirmeyen veya sınırlı oranda kaynak olayına rastlanan tasarımlarda kullanıldığı görülebilir.

Yapılan piyasa araştırmalarına göre; Levha halinde en çok kullanılan alaşımların başında; Etial-0 (1xxx), Etial-30 (3xxx) ve Etial-52 (5xxx) gelmektedir.

Etial-0 (% 99.5 Al), genellikle kaynak işlemi gerektirmeyen tasarımlarda kullanılmaktadır. Düşük dayanıma sahip

olup, kaynak yatkınlığı oldukça iyidir. Mutfak eşyaları, konut aksesuarları, mobilya iskeletleri vs. gibi yerlerde kullanılmaktadırlar. Bu kullanım alanlarında kaynak işleminde pek rastlanmaz. Çok az oranda yapılan kaynak birleştirmelerinin de, dayanım açısından bir değeri yoktur.

Bu alaşım genellikle; presleme, ekstrüzyon, basma, haddeleme gibi işlemlerle imal edilip, direkt olarak ya da çeşitli boyutlarda kesilerek kullanılır. Mekanik bağlama ve yapıştırma işlemleri daha ağırlıktadır.

Etial-30 alaşımı (Al-Mn) , çok kullanılan ısıt işlemlere yatkın olmayan bir alaşımdır. Kaynak yatkınlığı oldukça iyidir. Bazı yakıt tankları, ısı değıştirmegeçleri ve bazı mutfak aletleri yapımında kullanımı yaygındır. Dayanımı düşüktür, bu nedenle önemli tasarımlarda pek kullanılmamaktadır.

Etial-52 alaşımı (Al-Mg) , yüksek mukavemette, kaynak yatkınlığı yüksek, ısıt işlemlere yatkın değildirler ve korrozyon dirençleri oldukça yüksektir. Mühendislik açısından önem taşıyan tasarımlarda kullanımı yaygındır. Bu tasarımlarda da genellikle, bir kaynak olayına rastlamak mümkündür. Basıncılı kaplar, kimyasal madde depoları, tankerler, yakıt tankları vb. yerlerde kaynakla birleştirilip kullanımları sık rastlanılan bir alaşım olarak göze çarpar. Kaynak tasarımcısı açısından, bu tür tasarımlarda gerekli koşulların temini oldukça önemlidir. Örneğin, kimyasal madde depolu bir basınçlı tankta, kaynak tasarımının sıhatsız olması hiç de iyi sonuçlar vermez. Dikiş dayanımının yüksek olması, sertliğinin malzeme sertliğine yakın

olması, nüfuziyetin yeterli olması, dikişin hatalı olmaması oldukça önemlidir. Bu açıdan ele alınırsa, Etial-52 alaşımı üzerinde yapılacak deneyler, ülkemizin bugünkü koşullarında daha faydalı olacaktır. Bu nedenle, optimum malzeme olarak, Etial-52 'nin seçilmesi uygun görülmüştür. Diğer yandan, amaç ülkemizde yaygın olarak kullanılan yöntemlerin bir karşılaştırımını yapmak olduğuna göre; Tüm malzeme kalınlıklarında da deney yapmak olanaksız olduğundan, optimum bir malzeme kalınlığı tesbit edilip, deneylerin sabit kalınlıkta yapımının uygun olacağı açıktır. Değişik yöntemlerle, sağlam ve güvenilir bir kaynak tasarımı yapabilmek için, bir maksimum malzeme kalınlığı tesbiti gereklidir. Kenar hazırlığı yapılmadan, bu kalınlık 4 mm olarak tesbit edilmiştir.

Kenar tasarımları için, yine yaygın olarak kullanılan türler tercih edilmiştir. Ayrıca, dayanım koşulları da düşünülerek, değişik birkaç kenar tasarımına da yer verilmiştir. Özellikle, dikiş dayanımının düşük olduğu yöntemler için, bu tür tasarımların uygun düşeceği tasarlanmıştır.

Yaygın yöntemler olarak, deneysel çalışmalarda; TIG, MIG, MMA ve Oksi-Asetilen aleviyle kaynak yöntemleri uygulamalarından yararlanılmıştır. Alüminyum ve alaşımlarının direnç kaynağı, yüksek akım yoğunlukları gereksinimi nedeniyle, ve mevcut ekipmanın sınırlı sayıda olmasından dolayı yaygın yöntemler arasında ele alınmamıştır.

Yukarıda belirtilen parametreler altında, yöntemlerin karşılaştırımında, " Çekme Dayanımı " değerleri esas alınmıştır. Yapılan tüm deneylerde, bu koşula yaklaşım amaçlanmıştır.

2.0 ALÜMİNYUM ve ALAŞIMLARININ EŞ ÇEKME DAYANIMI KOŞULU ile ALIŞILMIŞ YÖNTEMLERLE KAYNAĞI:

2.1. Alüminyum ve Alaşımlarının Genel Özellikleri:

Alüminyum, parlak ve hafif bir metaldir. Bazı alaşımların birim ağırlık başına dayanımları, düşük alaşımlı çeliklere eşdeğerdir. Talaşlı ve talaşsız işlenmesi kolaydır. Düşük sıcaklıklarda bile haddelenebilir. Korrozyon direnci yüksektir, zehirleyici değildir, elektrik ve ısı iletimi iyidir. Manyetik olmayıp, ısı ve ışık yansıtma özelliği vardır.

Saf alüminyum, 660 °C de ergir. Alaşımları, 500 ile 600 °C arasında ergirler. Alaşımların ergime sıcaklıklarının değişimi, alaşım elemanlarının cins ve miktarlarına bağlıdır. Sert lehimleme ve kaynak işlemlerinde ergitme ısı, alüminyumda belli bir renk değişimi oluşturmaz. Bu özellik, alüminyumun ergime ve kaynak sıcaklıklarının belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Yüksek ısı iletkenliği nedeniyle, ergitme kaynağında ısı transferinin yüksek tutulması gerekir. Büyük ve ağır yapılar ön tavlama gerektirirler. Örneğin: Direnç kaynağında yüksek iletkenlik nedeniyle, çeliğe kıyasla daha yüksek akım şiddeti ve daha kısa kaynak süresi gerekir.

$$Q = 0.24 \cdot I^2 \cdot R \cdot Z \quad (\text{cal.})$$

Alüminyum, manyetik olmadığından doğru akımla kaynakta ark üfleme olayı olmaz. Alüminyum ve alaşımları hava ile temas geçtiklerinde, yüzeyleri hemen özlü bir oksit tabakası ile kaplanır. Bu tabakanın, muhakkak kaynak öncesinde

temizlenmesi ya da ergitme kaynağında ilave metal ile esas metalin düzenli birleşmesi esnasında çözülmesi sağlanmalıdır. Bu amaç için çeşitli bileşimdeki dekapanlar kullanılmaktadır.

Değişik fiziksel ve mekanik özelliklerin eldesi için, saf alüminyum diğer birçok metalle alaşımlandırılabilir. Bu elemanlar sayesinde, dayanım artımı da sağlanabilir.

2.2. Alüminyum ve Alaşımlarının Gösterim Sistemi.

Alüminyum ve alaşımları iki grupta ele alınırlar.

1. Dövme alüminyum alaşımları.

2. Dökme alüminyum alaşımları.

Her iki grup da ısıt işlemlere yatkınlık bakımından ayrıca iki grupta toplanabilir.

1. Isıt işlemlere yatkın alaşımlar,

2. Isıt işlemlere yatkın olmayan alaşımlar.

1.1. Isıt işlemlere yatkın dövme alüminyum alaşımları:

Bu alaşımların iç yapı dayanımları, alaşım elemanlarının tür ve bileşim oranlarına bağlıdır. Bununla birlikte, sıcaklığın artışı ile, Cu, Mg, Zn, Si gibi elemanlar, tek tek ya da bunların bileşimlerinin alüminyum içindeki katı çözünürlüklerinin arttığı gözlenir. Isıt işleme tabi tutarak, belli dayanım verilebilmesi mümkün olur. Su verme, ısıt işlem, çözünme, tabii ya da suni yaşlandırma yöntemleri ile bu alaşımların özellikleri iyileştirilebilir. Soğuk şekil verme işlemi, dayanımı daha da arttırır. Bu alaşımlar, talassız şekil verme özelliğinin arttırılması amacıyla, yumuşatma tavına tabi tutulabilir.

Bu işlem için yüksek sıcaklık (yaklaşık 350 °C) ve kontrollü soğuma gereklidir. Bu suretle, istenen yumuşama temin edilmiş olur.

Isıl işlemlere yatkın dövme alüminyum alaşımları , 2xxx, 6xxx, 7xxx serileri ile verilmiştir. (Amerikan normları) Çok yaygın kullanılan alaşımlardan bazıları, aşağıdaki tablolarda, ana bileşim elemanları yüzdesi, birleştirme kolaylığı, mekanik ve fiziki özellikleri ile verilmiştir. (Tablo 7 den 16 ya kadar)

1.2. Isıl işlemlere yatkın olmayan dövme alüminyum alaşımları:

Bu alaşımlar, Amerikan normlarında esas olarak, lxxx, 3xxx, 4xxx, 5xxx serileri ile verilmiştir. Bu alaşımların iç yapı dayanımları , başta alaşımı oluşturan elemanların sertleştirme etkilerine bağlıdır. Alüminyum ve alaşımlarındaki Fe ve Si, gayrisafiyet olarak kabul edilirler. Fakat, lxxx serisinde dayanımı arttırıcı eleman olarak ilave edilirler, Magnezyum, ısıl işleme yatkın olmayan alaşımlarda dayanımı en fazla etkileyen elemandır. 5xxx serisi ile ifade edilen Al-Mg alaşımları, relatif olarak yüksek dayanıma sahiptirler. Soğuk işlem etkilerini ortadan kaldırmak ve işlenebilirliği kolaylaştırmak amacı ile , bu alaşımlar üniform bir sıcaklığa kadar ısıtılarak, gerekli yumuşama temin edilebilir.

2. Dökme alüminyum alaşımları:

Dökme alüminyum alaşımları, bir numara sistemi ile düzenlendiği halde, belli bir alaşım guruplama sistemi izlemezler. Dökme alaşımlarında alaşım gerekli ise:

Döküm yöntemine göre ikinci bir sınıflama yapılabilir. Örneğin: Kum kalıba döküm, sürekli kalıba döküm, basınçlı döküm gibi. Amerikan normlarında dövme (işlem) alaşımları için, dört haneli ve rakamlardan oluşan bir gösterim sistemi geliştirilmiştir.

Tablo 1 - Dövme Alüminyum alaşımları için gösterim.

<u>Ana Alaşım Elemanı:</u>	<u>Gösterim:</u>
Al (% 99 min.)	1xxx
Cu	2xxx
Mn	3xxx
Si	4xxx
Mg	5xxx
Mg-Si	6xxx
Zn	7xxx
Diğerleri	8xxx
Kullanılmayan Seri	9xxx

1xxx Serisi:

Bu alaşımlar, % 99 veya daha fazla Al içerirler. Elektrik ve kimya sanayiinde kullanımları yaygındır. Isıl işleme yatkın değildirler, sadece soğuk işlemle sertleştirilebilirler. Kaynak ve lehimle birleştirilmeleri kolaydır.

2xxx Serisi:

Bakır ana alaşım elemanıdır. % 1.9 - 6.0 Cu içerirler. Uygun ısıtıl işlem uygulanırsa, yüksek dayanım elde edilebilir. Korrozyon dirençleri düşüktür. Saf alüminyum veya özel

Al alaşımları ile kladlanarak kullanılırlar. Gaz ergitme kaynağı sınırlı bir alanda uygulanabilmektedir. Elle elektrodla yapılan ark kaynağı, hepsine uygulanabilir. Tipik kullanım alanları: Pistonlar, silindir kafaları, uçak endüstrisi, silah endüstrisi vs.

3xxx Serisi:

Manganez ana alaşım elemanıdır. Bu guruptaki alaşımlar ısıtıl işlemlere yatkın değildirler. Manganez oranı % 1.5 olarak sınırlandırılmıştır. Dayanımları azdır, kolay işlenebilirler. Kaynak yatkınlıkları iyidir. Sert lehimle kolayca birleştirilebilirler. Tipik kullanım alanları: Mutfak kapları, basınçlı tanklar, ısı değiştirgeçleri, depolama tankları vs.

4xxx Serisi:

Silisyum ana alaşım elemanıdır. Isıl işlemlere yatkın değildirler. Kaynak ve sert lehimle kolayca birleştirilebilirler. Bu alaşımlar, kaynak ve sert lehimlemede ilave metal olarak kullanılırlar.

5xxx Serisi:

Magnezyum ana alaşım elemanıdır. Bu alaşımlar, orta dayanımdadırlar. Isıl işleme yatkın değildirler. %5 e kadar magnezyum içerirler. İyi kaynak yatkınlığına sahiptirler. Ayrıca, korrozyon dirençleri de yüksektir. Soğuk şekil değiştirme oranı küçük tutulmalıdır. El aletleri, metal plakalar, basınçlı kaplar, kamyon gövdeleri tipik kullanım alanlarıdır.

6xxx Serisi:

Bu gruptaki alaşımlar, Si ve Mg içerirler. Si ve Mg bu alaşımlara ısıtıl işlemlere yatkınlık kazandırır. Orta dayanımdadırlar. Yüksek korrozyon direncine sahiptirler. Tüm yöntemlerle kaynak edilebilirler. Ekstrüzyonla imal edilmiş profiller, kamyon ve trayler kasaları, mobilya iskeletleri, köprü parmaklıkları tipik kullanım alanlarıdır.

7xxx Serisi:

Çinko ana alaşım elemanıdır. % 7 ye kadar Zn, Mg, Cu içerirler. Ancak, sadece düşük Cu lu alaşımlar ergitme kaynağı için uygundur. Direnç kaynağı tüm alaşımlara özel önlemler alınarak uygulanabilir. Bu grup uçak parçalarının yapımında yaygın olarak kullanılır. Alüminyum döküm alaşımları da bir sisteme göre düzenlenmiştir. Bu alaşımların kaynak işlemleri de hemen hemen dövme alaşımları ile aynıdır.

2.3. Alüminyum ve Alaşımlarının Genel Temper Gösterim Sistemi:

Dövme ve dökme alüminyum alaşımları için bir temper gösterim sistemi geliştirilmiştir. Bu gösterim sistemi, uygulanan temel işlemlerin sırasına göre düzenlenmiştir. Temel temper gösterim işaretleri, harflerden oluşmuştur. Temper işaretlerinin alt gurubu ise: Şayet gerekiyorsa, harflerden sonra bir veya iki rakamla ifade edilir.

Ana temper işaretleri ve alt gurupları aşağıdaki gibidir.

F: İşlemden çıktığı gibi,

O: Yumuşatma tavlı uygulanmış. (Sadece dövme Al alaşımları için)

W: Çözünme ısı işlemi uygulanmış,

H: Soğuk işlemle sertleştirilmiş. (Sadece dövme Al alaşımları için)

H'dan sonra rakam da kullanılmaktadır. İlk rakam temel işlemin özel bileşimlerine değinir.

H1: Sadece soğuk işlemle sertleştirilmiş,

H2: Soğuk işlemle sertleştirilmiş, sonra kısmen yumuşatılmış,

H3: Soğuk işlemle sertleştirilmiş, sonra stabilize edilmiş,

Bu rakamlar, soğuk işlem sertleştirmesinin derecesini belirler. Bunlar, 0'dan 8'e kadar düzenlenmişlerdir.

0: Yumuşatılmış,

8: Tam sertleştirilmiş.

T: F veya 0'dan başka, dengeli tavlamlar elde etmek için, ısı işlem görmüş.

Bu işaret, daima bir veya birden fazla rakamla beraber kullanılır. 1'den 10'a kadar olan bu numaralar, özel işlem sıralarını gösterirler.

Kaynak açısından, temper işlemlerinin bilinmesi ve dikkate alınması muhakkak gereklidir. Kaynak işlemi de bir ısı işlem gibi düşünülebilir. Bu işlem, ısı etkisi altındaki bölgede özellik değişimleri yaratabilir.

H, W, T gibi temper işaretleri ile verilen alaşımların

kaynağı esnasında, özel dikkat gereklidir.

2.4. Alüminyum ve Alaşımlarının Kaynak Yatkınlıkları:

Alüminyum, çeliğe nazaran farklı özelliklere sahip bir metaldir. Bu nedenle, kaynak işlemi çeliğe kıyasla oldukça farklı özellikler taşır. Bu farklılıklar şu şekilde ele alınabilir:

1. Yüzeyin bir oksit tabakası ile kaplı olması,
2. Yüksek ısı iletkenlik,
3. Yüksek ısı genleşme katsayısı,
4. Düşük ergime sıcaklığı,
5. Ergime noktası civarında, ısı etkisiyle gözlenebilen bir renk değişiminin ya da belirtilerin olmayışı.

Normal metalürjik faktörler, diğer metallerle aynıdır.

Oksitlerin ergime noktaları, saf alüminyumunkinden hemen hemen üç kat daha fazladır. (Oksitlerin ergime noktası, yaklaşık 2050 °C , alüminyumun kaynama noktası, 1800 °C civarındadır.) Bunlara ilaveten, bu oksit tabakası hava ile temas halinde nem absorbe ederek daha da kalınlaşır.

Nem, alüminyum ve alaşımlarının kaynağında en büyük sorunlardan birini oluşturur. Prozite'nin sebebi olan hidrojen, nem aracılığı ile metale girer. Hidrojen, ayrıca yağlardan, boyalardan, kaynak bölgesindeki pisliklerden de gelebilir. Bu suretle metale giren hidrojen, ergimiş metal banyosu içinde çözünür. Katılaşma esnasında, hidrojenin bir kısmı dışarı atılır. Fakat, bir miktar hidrojen, ergiyip katılaşmış metal içerisinde hapsedilir. Özellikle hızlı soğuma durumlarında, katılaşmış bölgede hapsedilen

hidrojen miktarında büyük bir oranda artış olduğu gözlenebilir.⁽¹⁾ Prozite, miktara bağılı olarak, kaynak dikiş dayanımını ve haddelenebilme özelliğini düşürür. Bu nedenlerden dolayı, oksit tabakasının kaynak öncesinde muhakkak temizlenmesi gereklidir. Oksit tabakası tamamen temizlenemez ve bir takım oksit parçacıkları kalırsa, bu parçacıklar katılaşma esnasında kaynak dikişi içerisinde hapsedilir. Bu ise, çekilebilme özelliğinde bir düşüm, ergime yetersizliği ve kaynak çatlamlarına sebep olabilir. Oksit tabakasının temizlenmesi, mekanik, kimyasal ya da elektriksel yolla olabilir. Alüminyum, kimyasal olarak aktif olduğundan, temizleme sonucu belli bir zaman sonra, yüzeydeki oksit yeniden oluşmaya başlar. Yeniden oluşum zamanı pek fazla hızlı değildir. Ama, istenen kalitede bir kaynak temini için, yüzey temizlendikten sonra sekiz saat içinde muhakkak kaynak işlemi tamamlanmış olmalıdır. Şayet, zaman bundan daha uzun tutulursa, kaynak kalitesi düşecektir. Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında fark yaratan diğer sebepler: Isıl iletkenliğinin yüksek, ergime noktasının düşük olmasıdır. Alüminyum çeliğe nazaran, ısıyı alaşım elemanının özelliğine bağılı olarak, 3-5 kat daha fazla iletir. Bunun anlamı, ergime noktası çeliğin yarısından az olan alüminyumun kaynağında, daha fazla ısı- nın verilmesi gerekliliğidir. Bu yüksek ısı iletkenlik nedeni ile, kalan parçaların kaynağında, genellikle ön tavlama uygulanır. Isıl işlemlere yatkın veya soğuk sertleşebilir alaşımlarıda sıcaklığın çok yüksek tutulması, kaynak dayanımına zarar verebilir.

Alüminyum için ön tavlama sıcaklığı, 200 °C civarındadır. Ayrıca, bu sıcaklıkta, parçalar çok fazla bekletilmemelidir. Yüksek ısı iletkenlik nedeni ile yüksek ısı yoğunluğu kullanılarak, yüksek hızla kaynak yapılmalıdır. Koruyucu gazla yapılan kaynak yöntemleri, bu özelliğe en uygun olan yöntemlerdendirler.

2.5. Kaynak İçin Parça Yüzeylerinin Hazırlanmasında Genel İşlem sıraları:

1. Birinci adım: Yağ, gres, nem ve tozların temizlenmesi. (Yalnız bir metod kullanılacak.)

1.1. Kısmi temizleme.

1.1.1. Hafif alkali çözeltide temizleme,

1.1.2. Aseton, alkol vs gibi, hidrokarbon çözücülerle temizleme,

1.1.3. Özel çözücülerle temizleme,

1.2. Tam temizleme.

1.2.1. Gaz ile yağ giderme,

1.2.2. Sprey çözücülerle yağ giderme,

1.2.3. Buharla yağ giderme,

1.2.4. Alkali çözücüye batırma,

1.2.5. Özel çözücülere batırma,

2. İkinci adım: Oksit giderme. (Yalnız bir metod kullanılacak.)

2.1. Kısmi temizleme.

2.1.1. Kenarların, güçlü alkali çözeltiye daldırılması, sonra suya, nitrik aside daldırılması ve suda tekrar durulama.

2.1.2. Özel oksit gidericilerle temizleme,

2.1.3. Mekanik oksit giderme,

2.1.3.1. Tel fırça ile temizleme,

2.1.3.2. Eğeleme,

2.1.3.3. Taşlama,

2.1.3.4. Raspalama,

Kritik işlemler için, yüzeylerden yaklaşık % 2 talaş kaldırmak ve yağlayıcı kullanmamak gereklidir.

2.2. Tam temizleme.

2.2.1. Güçlü kostik alkali çözeltiye dadırma. Sonra suya, nitrik aside ve suya daldırılarak durulama,

2.2.2. Özel oksit gidericilerle temizleme.

Örnek: Asit çözeltisi ile temizleme: Bu işlem, ticari bir kostik soda çözeltisinde yapılır. Bileşimi şöyledir:

40-50 gr kostik soda,

40-50 gr sodyum fluorid,

1 lt su.

Banyo sıcaklığı 50-70 °C

Zaman 1 dakika

İşlem sonunda parçalar su ile yıkanır. (2)

2.6. Alüminyum ve Alaşımlarının Kaynağında Birleştirme Yönteminin Seçimi.

Uygulama ve kaynak konstrüksiyonunu kullanım çevresi, çoğu zaman alaşım ve birleştirme yönteminin seçiminde bir tercih yapmak zorunda kalırlar. Birleştirme yönteminin seçiminde birçok koşulun dikkate alınması gereklidir. Bunlardan bazıları şöyle sıralanabilir:

1. Parça boyutları,
2. Kaynak yeri ve pozisyonu,
3. Benzer dikişlerin sayısı,
4. Üretim oranı,
5. Kaynak ekipmanına ödenen para,
6. Bitirme ve görünüm arzusu,
7. Alaşım tipi
8. Mevcut olanaklar.

Çok pasolu bir kordon gerektiren, kalın parçalar, en iyi şekilde MIG yöntemiyle kaynak edilebilirler. Uygun kalınlıktaki parçalar (1.5 - 5 mm arası), ticari yöntemlerin herhangi biri ile kaynak edilebilirler.

Direnç nokta ve dikiş kaynağı, en başarılı şekilde 5 mm ye kadar kalınlıktaki parçalara uygulanabilir. (Deneysel olarak, 12 mm ye kadar kalınlıktaki parçalar kaynak edilebilmektedir.)

İnce parçalar, ilave metal kullanılmadan, kenarları kıvrılarak (kenet kaynağı) kaynatılabilirler. 4 mm ye kadar kalınlıktaki parçalar, kaynak ağzı açılmadan, gereği kadar alın aralığı bırakılarak kaynak edilirler. 4 mm ile 18 mm

arası kalınlıktaki parçalar tek taraflı V kaynak ağzı, daha kalın parçalar 30 - 35 ° açılı X kaynak ağzı veya lale kaynak ağzı açılarak kaynak edilirler.

Tablo 2 - Kaynak yöntemlerine bağılı olarak, kaynatılabilecek parça kalınlıkları.

Yöntem	Parça Kalınlığı (mm)	
	min.	mak.
MIG	1.5	sınırsız
TIG	0.5	25
MMA	3.0	25
Gaz Ergitme	1.0	25
Direnç Nokta	folye	5.0
Direnç Dikiş	0.25	5.0
Alın Yakma	1.0	5800 mm ²
Alın Basma	0.4	1950 mm ²
Ultrasonik	folye	3.0
Elektron Işın	0.5	150
Sert lehim	0.15	sınırsız

Kaynak yeri ve pozisyonu da, kaynak yöntemi seçiminde etkili bir diğer faktördür. Kaynak yapılan atölyenin durum ve alanının yanında, birim birleştirmeler için kaynak pozisyonu da seçimi etkileyebilir. Gaz ergitme kaynağı ekipmanları, kolay taşınabilir türdedirler. Bunun yanında, direnç kaynağı ekipmanları genellikle bir yere monte

edilmiş durumdadırlar. MMA kaynağı sadece standart bir elektrik motoru tarafından döndürülen, doğru akım jeneratörü gerektirir. Koruyucu gazla kaynak işlemleri, koruyucu gaza ilaveten, daha dikkat ve incelikle yapılmış ekipmanlar gerektirirler. Koruyucu gazla kaynak işlemi, tavan kaynağı da dahil olmak üzere, tüm pozisyonlarda kaynak yapabilme olanağı sağlar. Direnç nokta ve dikiş kaynakları ile ultrasonik kaynağı bindirme pozisyonları için uygundur. Diğer ergitme kaynağı yöntemleri, oksitlerin kaynak dışına kaydırılabilmelerine bağlıdırlar. Her pozisyonda kaynak yapabilme olanağı sınırlıdır.

Şayet, alın pozisyonunda kaynak gerekli ise, parça kalınlığına bağlı olarak, Koruyucu Gazla Kaynak yöntemleri tercih sebebidir. Bazı durumlarda mevcut olanaklar yönünden, gaz ergitme kaynağı da düşünülebilir.

Benzer parça sayısı ve benzer dikişlerin yapımı da yöntem seçimine ekendir. Seri üretim durumunda, ekipmanın sabit olması, mekanize edilmesi ve kaynak işleminin otomatik kontrolü gereklidir. Otomatikleştirilebilen kaynak yöntemleri, koruyucu gazla kaynak, atomik hidrojen kaynağı ve tüm direnç kaynağı yöntemleridir.

Diğer bir açıdan, eğer kaynak işlemi onarım ve birim parçalarla oluşturulan tasarımlarda kullanılıyorsa; Bu durumda, genellikle gaz ergitme kaynağı kullanılmaktadır.

Çünkü, gerekli ekipmanlar bu yöntemde daha basit durumdadır. Yöntem seçiminde diğer bir husus da; Üretim oranıdır. Bu koşul, genellikle komplike ekipmanların varlığına bağlıdır. Yapılacak iş miktarı ise, bazı durumlarda işlem

seçimini daha fazla etkiler. Bu yönden MIG yöntemi daha uygundur. Ayrıca, kaynak ekipmanı yatırımı da yöntem seçimini etkiler. Çok çeşitli türdeki işler, eldeki mevcut ekipmanlar kullanılarak yapılabilir. Bazı durumlarda, kaynatılan parçanın son bitirme işlemleri ve görünümü de, yöntem seçiminde etkili olur.

Yöntem seçimini etkileyen bir diğer husus da, kaynak sonrasında parçadan beklenen performanstır. Burada önemli hususlar:

1. Birleştirme yeri dayanımı,
2. Yorulma dayanımı,
3. Korrozyon direnci,
4. Özel çalışma koşulları altındaki performans.

2.7. Alüminyum ve Alaşımlarının Kaynağında Kullanılan Alışılmış Kaynak Yöntemleri:

2.7.1. Oksi Asetilen Aleviyle Kaynak.

Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında, kullanılan en eski yöntemlerden biri de oksi asetilen alevi ile kaynak yöntemidir. Bugün, sınırlı olanaklara sahip birçok işletmede bu yöntem halâ kullanım alanı bulmaktadır. Bu yöntemde, ısıdan etkilenen bölgenin sınırları oldukça geniştir. Bu nedenle de, dayanım kaybı oldukça fazla olmaktadır. Yöntemin bir başka dezavantajı da, oksit tabakasını parçalamak için, bir dekapana gereksinim duyulmasıdır. Bu dekapanların korrozif etkisi de, bir başka dezavantajdır. Bunların sonucu olarak, yöntemin, zorunlu durumlar hari-

cinde kullanımı pek önerilmez. Bu yöntem, daha çok saf Al, % 1.25 Mn içeren ve %5 Si içeren Al alaşımlarının kaynağı için uygun düşer. İlave metal, esas metale bağlı olarak seçilir. İlave metaller, genellikle saf Al ya da % 5 Si içeren Al alaşımlarından yapılırlar.

Kaynak esnasında, alaşımların güçlü oksidasyon ilgileri dolayısı ile, asetileni fazla (karbürleyici) alev kullanılır. Alev yoğunluğu, çeliğe kıyasla daha fazla tutulur. Dekapan, kaynak bölgesine toz ya da pasta halinde uygulanabilir. Bazı durumlarda, kaynak öncesinde su ile karıştırılıp yüzeye sürülen dekapanlar da kullanılmaktadır. İlave metalin ısıtılarak, toz dekapana daldırılması da bir başka yoldur.

Alüminyum döküm alaşımları, 250-300 °C de bir ön tavlama sonrasında kaynak edilirler. İç gerilmeleri azaltmak ve ince taneli bir yapı elde etmek için, bazan kaynak sonrası da, 300-350 °C de bir yumuşatma tavlama da uygulanmaktadır.

2.7.1.1. Alüminyum ve Alaşımlarının Kaynağında Kullanılan Dekapanların Kaynağa Olan Etkileri.

Dekapanlar, sodyum veya potasyum kloridlerdir. Alkali floridler, oksit kaldırım oranının arttırılması istendiği durumlarda ilave edilirler. Lityum florid ise, ergime noktasını düşürmek amacı ile ilave edilir. Dekapanlar, oksit tabakasına nüfuz ederek işlem yaparlar. Korrozif olduklarından, kaynak sonrasında tüm artık deka-

panlar temizlenmelidirler. Dekapanların nem absorbe etmeleri, çeşitli kaynak hatalarına sebep olabilir.

Dekapanlar, kaynak edilmiş parçadan, sıcak su ile yıkılarak temizlenir. Ya da parça, bir asit çözeltisine daldırılır. Örneğin, hidrofluorik asit, sülfirik asit, nitrik asit, nitrik dikromat asit, fosforik asit veya krom trioksit, bu amaç için kullanılmaktadır. Bu temizleyici asitlerin temizleme yetenekleri oldukça iyidir. Fakat, nitrik dikromat asit ve fosforik asit, yiyeceklerle temas halinde bulunan tasarımlarda kullanılmaz. Temizleyici aside dikromat asit ilavesi, yüzeyde oluşacak korrozyonu önleyici etki yapar. Bu nedenle, uçakların yakıt tanklarının kaynağından sonra kullanılır.

% 5 lik nitrik asit çözeltisi ile % 2 lik potasyum bikromat asit ile temizleme, sık kullanılan bir temizleme işlemidir. Bu uygulamadan sonra, parçalar sıcak su ile tekrar yıkanır. Son olarak, yıkanmış bu parçalar kurutulur.

iyi bir dekapanı beklenen özellikler şunlardır:

1. Yüzeydeki oksit tabakasının çözülmesini temin etmelidir,
2. Ergime noktaları esas metalinkinden aşağıda olmalıdır,
3. Ergiyik metal banyosu üzerinde kolayca yüzebilmesi için yoğunluğu düşük olmalıdır.

Çok yaygın kullanılan dekapanlardan bazılarının bileşimleri aşağıda verilmiştir. Bu dekapanlar, toz halinde ya da özel bileşimli pastalar halindedirler.

Çok yaygın kullanılan bir dekapan, (AØ - 4a) :

% 50 potasyum klorid,

% 28 sodyum klorid,

% 14 lityum klorid,

% 08 sodyum florid ' den oluşmuştur.

Bir başka bileşim:

% 30 sodyum klorür,

% 28 potasyum klorür,

% 26 lityum klorür,

% 16 sodyum fluorür.

Bu tür dekapanlar çok nem çekicidirler ve korrozif özelliğe sahiptirler. Bu nedenle, alternatif bir bileşim olarak, floridlerden oluşan bir bileşim kullanılır.

% 43 lityum fluorür,

% 41 sodyum fluorür,

% 16 kriyolit ($Al F_3 \cdot 3 Na F$)

Fakat, bunlar yüksek ergime noktalarına sahip olduklarından, işlem zorlukları oluşmaktadır.

Dekapanlardaki nem miktarı da minimum değerde olmalıdır.

Bu suretle, oluşumu muhtemel kaynak hataları da önlenmiş olur.

2.7.2. Elle Elektrodla Ark Kaynağı..

Alüminyum ve alaşımlarının bu yöntemle kaynağında, çeliklerin kaynağında kullanılan alçalan tipte akım şiddeti- potansiyel farkı karakteristiğine sahip redresör tipi ya da doğru akım üreten motor-jeneratör tipi güç kaynakları kullanılmaktadır. Genellikle, doğru akım ters

kutuplama (elektrod pozitif kutupta) ile kaynak işlemi uygun düşer. (DCRP ya da DCEP)

Kullanılan elektrod örtülü tiptedir. Bu örtü malzemesi, elektrod üzerine 1 - 1,2 mm kalınlıkta kaplanmıştır.

Bu örtünün bileşimi şöyledir:

- % 15 e kadar sodyum klorid,
- % 50 ye kadar potasyum klorid,
- % 35 e kadar kriyolit.

100 gr'lık bu karışıma 50 cm³ su ilave edilir. Burada, bağlayıcı madde sodyum kloriddir.

Bu elektrod, standart bir başlığa takılarak kaynakta kullanılır.

Bugün için elle elektrodla yapılan ark kaynağı, yerini diğer bazı modern yöntemlere bırakmış olmasına karşın; Küçük işletme ve atölyelerde halâ kullanılmaktadır. Kritik tasarımlarda pek sağlıklı sonuçlar vermez. Bilhassa sızdırmazlık istenen yerlerde, bu yöntemin kullanımı tavsiye edilmez. Bu yöntemle kaynakta, bazı koşulların dikkate alınması önem taşır. Bunlardan başlıcaları: Elektrod örtü malzemesinin durumu, ön tavlama, elektrod, esas metalin temiz olması gibi koşullardır. Örtünün nem absorbe etmiş olması, prozite oluşumunda en büyük etkindir. Aynı nedenden dolayı, esas metalin de bir temizleme işlemine tabi tutulması, muhakkak gereklidir. Esas metalin ön tavlama, çoğu durumda gerekli olur. Özellikle büyük ve ağır tasarımlarda ön tavlama kaçınılmazdır. Elektrod örtüsünün nem çekme özelliği olduğundan, kaynak anına kadar, elektrodların çok iyi korunması gerekir. Bu yöntemle yapılan birleştirmeler,

dayanım bakımından yaklaşık olarak, oksii asetlen aleii ile yapılan birleştirmelere eşdeğerdedir. Dikiş sağlamlığı, yzney gzyryny, sızdırmazlık vs gibi hususlar koruyucu gazla kaynak ynyntemlerindeki kadar mkyemmel değildir. Bu ynyntemle kaynakta bir zorluk da; Ergimiş erty malmazesinin elektrod ucuna birikmesi ve arkı engellemesidir.

2.7.2.1. Kenar hazırlama ve birleştirme tasarımı:

Alzminyum ve alaşımlarının kaynağında, şayet bu ynyntem kullanılıyorsa ve alın tury tasarımı yapılacaksa; 5 mm kalınlığa kadar parçalarda kenar hazırlığı szy konu su değildir. Daha kalın parçaların kaynağında, 60 - 90 ° aılı tek taraflı ya da çift taraflı V kaynak ağzı aılıması uygun olur. Kalın parçaların kaynağında, 0,8 - 1,5 mm kzy aralığı bırakmak, tam nufuziyet elde etmede ynyem taşır.

2.7.2.2. Elektrodlar:

Alzminyum ve alaşımlarının bu ynyntemle kaynağında, genel olarak iki tury elektrod kullanılmaktadır. Bunlardan ilki, % 99 Al içeren (ya da daha fazla) saf elektrodlardır. İkinci tury elektrodlar, silisyum alaşımıdır. Bunlara ilaveten, yzyel amaç ve istek yzerine, her turyde alaşımlı ertyly elektrodlar yapılmaktadır. Saf olanlar, 1100 gurubundandırılar. Si alaşımlı elektrodlar ise, 4043 serisindedir. Bu tury elektrodların bileşiminde, %95 Al, % 5 Si vardır. 4043 alaşımı ile yapılan kaynak dikişinin çekme dayanımı, 1100 alaşımınıninkine gzye daha ykysektir. 4043 alaşımı elektrod, genel amaçlar için daha

uygundur. Kaynak esnasında, daha iyi akıcılık sağlar. Korrozif faktörlerin etkin olduğu yerlerde, esas metal alaşımına yakın bir bileşimde ilave metal (elektrod) kullanımı, daha fazla avantaj sağlar. Daha önce de belirtildiği gibi, elektrod örtüsünün nem çekme özelliği olduğundan, açık havaya maruz kalmış ve nem çekmiş elektrodlar, 150 - 200 °C civarında sıcaklıkta bir fırında tavlaniırlar. Fırında tutma süresi birkaç saat kadardır. Bu işlemten hemen sonra kaynak işlemine geçilmelidir.

2.7.2.3. Ön tavlama:

Ön tavlama, parça sıcaklığı ile kaynak sıcaklığı arasındaki farkı en aza indirdiğinden, oluşumu muhtemel kaynak hatalarının önlenmesinde etkili olur. Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında ön tavlama sıcaklığı 200 °C civarındadır.

Ön tavlama, mevcut olanakların durumuna göre; Oksi asetilen alevi ile ya da ark kaynağı pensine bağlanacak, bir tungsten elektrodla oluşturulan arkın ısısından yararlanılarak yapılabilir. Fakat, tungsten elektrodla yapılan ön tavlama, büyük ve ağır parçalar için pek önerilmez.

2.7.2.4. Kaynak işlemi:

Alüminyum ve alaşımlarının bu yöntemle kaynağında ark oluşturmumu, çeliğe göre biraz farklıdır. Çünkü; esas metal ve ilave metalin ergiyip katılaşması, oldukça kısa zamanda olmaktadır. Elektrod, yaklaşık olarak dik pozisyonda tutulmalıdır. Ark başlatıldıktan sonra, elektroda 20 - 30 ° eğim verilebilir. Elektrod açısının çok fazla olmasının, metal sıçraklarına ve proziteye sebep

olduğu tesbit edilmiştir. (3) Düzgün bir dikiş elde etmek için, elektrod pozisyonu muhafaza edilmeli, düz bir durumda ve sabit hızda kaynak yapılmalıdır.

Aşağıdaki tabloda, alüminyum ve alaşımlarının MMA yöntemi ile, elektrod pozitif kutupta olmak üzere; Elektrod çapına bağlı olarak akım şiddetleri verilmiştir. (4)

Tablo 3- MMA Yöntemiyle kaynakta elektrod pozitif kutupta olmak üzere, elektrod çapına bağlı olarak, akım şiddeti değerleri.

Elektrod Çapı (mm)	Yaklaşık Akım Şiddeti (A)
3	90 - 120
4	120 - 150
5	125 - 175

En uygun ark boyu, 3 - 5 mm arasındır. Bu aralıkta ark kararlılığı oldukça iyidir. Daha uzun ark boylarında metal sıçrakları oluşur. Aynı zamanda arkın sürdürülmesi zorlaşır.

2.7.2.4. Temizleme:

Mümkün olan oranda, tek pasolu kaynak işlemleri tercih edilir. Bununla beraber, çok paso gerektiren tasarımların kaynağında, optimum koşulların sağlanması için, pasolar arası temizleme işlemi gerekebilir.

Kaynak sonrasında da, dikiş ve esas metal üzerinde kalan örtü tabakası ve kalıntılar temizlenmelidir. İşlem, öncelikle tel fırça, daha sonra buhar veya sıcak su ile yapılır. Tümüyle daha iyi sonuçlar elde edilir. Tüm artıkların temiz-

lenip temizlenmediğini anlamak için, kaynak bölgesine % 5'lik bir gümüş nitrat çözeltisinin sürülmesi gerekir. Şayet, artık varsa köpüklenme oluşacaktır.

2.7.2.5. Kaynak pozisyonları:

Mümkün olan oranda, yatay pozisyonda kaynak tercih sebebidir. Bu sayede, metal transferi kolay olacak ve yerçekiminin pozitif yönde olması nedeni ile, metal transfer oranı artacaktır. Buna karşın, bu yöntemle her pozisyonda kaynak yapmak mümkündür.

2.7.2.6. Nüfuziyet:

Düz alın kaynağında, tam nüfuziyet elde etmek amacıyla altlık kullanımı önerilir. Altlıklar, Cu, Fe, asbest ve grafitten olabilir. Altlıklar, örtü tabakası ve dikiş oluşumu için uygun biçimde, yarı oval olarak yivli yapılırlar. Yiv derinlikleri, 4-15 mm arasında olabilir.

2.7.3. Koruyucu Gazla Kaynak.

Koruyucu gazla kaynak yöntemleri, iki kısımda ele alınmaktadır. Bunlardan ilki: Ergimeyen elektrodla (genellikle tungsten) yapılan, TIG (Tungsten Inert Gas) yöntemidir. Bu yöntemde, ark tungsten elektrodla esas metal arasında oluşturulmakta, ilave metal ayrıca verilmektedir. İkincisi, ergiyen elektrodla (ilave metal) yapılan, MIG (Metal Inert Gas) yöntemidir. Bu yöntemde, ark oluşturma, esas metalle ergiyen elektrod (ilave metal) arasında olur. Her iki yöntemde de koruyucu gaz olarak, genellikle Argon veya Helyum kullanılmaktadır. Son yıllarda, Azot, Klor ve Karbondioksit gazları da ekonomi ve ark kararlılığı için kullanılmaktadır.

2.7.3.1. Koruyucu gazlar ve uygulama alanları:

Koruyucu gazların önemli bazılarının uygulama alanları ve özellikleri şöylece özetlenebilir.

1. Argon (İnert) :

1.1. Kullanım alanları,

Çelikler hariç, hemen hemen tüm metallerin kaynağında kullanılır.

2. Helyum (İnert) :

2.1. Kullanım alanları,

Al, Cu, Mg ve alaşımlarının kaynağında,

3. Argon + Helyum (İnert) : Değişik yüzdelerde,

3.1. Kullanım alanları,

Al, Mg, Cu ve alaşımlarının kaynağında,

Yüksek ısı ve kararlı ark verir.

4. Argon + Klor (Yeterli oranda inert) :

4.1. Kullanım alanları,

Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında, proziteyi en aza indirmek için kullanılır. Klor, eser miktardadır.

5. Azot (Redükleyici) :

5.1. Kullanım alanları,

Al, Cu ve alaşımlarının kaynağında, ark oluşumunu güçlendirmek amacı ile ve ekonomi için kullanılır.

6. Argon + (% 25-30) Azot (Redükleyici) :

6.1. Kullanım alanları,

Al, Cu ve alaşımlarının kaynağında kullanılmaktadır. Güçlü, fakat Azota göre daha kararlı ark oluşturur.

7. Argon + (% 1-5) Oksijen (Oksitleyici) :

7.1. Kullanım alanları,

Al ve alaşımlarının kaynağında kullanılmaktadır. Bu karışımın kullanıldığı durumlarda, ilave metalin deokside edilmesi gereklidir.

8. Argon + Karbondioksit (Oksitleyici) :

8.1. Kullanım alanları,

Düşük alaşımlı ve sade karbonlu çeliklerin kaynağında kullanılır. Ayrıca, Al ve alaşımlarının kaynağında da kullanılmaktadır.

9. Karbondioksit (Oksitleyici) :

9.1. Kullanım alanları,

Sade karbonlu çeliklerin kaynağında.

2.7.3.2. Koruyucu gazların kaynağa olan etkileri:

Koruyucu gaz, alüminyum ve alaşımlarının kaynağında önemli bir parametredir. Üç temel fonksiyonu, özellikle dikkate değerdir.

1. Kaynak bölgesini havanın etkisinden koruma,
2. Doğru akım ters kutuplama durumunda, oksitlerin parçalanmasına yardım etme,
3. Ark oluşumu için, iyon yolunun teşkili.

Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında, yaygın olarak Argon ve Helyum gazları, koruyucu gaz olarak kullanılmaktadır. Bu yüzden, sadece bu iki gazın Al ve alaşımlarının kaynağı üzerindeki etkilerini ele almak yeterli olacaktır. Bu iki gazın fiziksel özellikleri ve bazı karakteristikleri, aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4 - Argon ve Helyum gazlarının bazı fiziksel özellikleri ve karakteristikleri

	Argon	Helyum
İyonizasyon Potans.	15.8 eV	24.6 eV
Ark tutuş. Kab.	iyi	zayıf
Ark Kararlılığı	iyi	zayıf
Isıl İletkenlik (Cal.cm/cm ² .°C.s)	0.406x10 ⁴	3.32x10 ⁴
Yoğunluk	1.38	0.137
Temizleme Kab.	iyi	zayıf

Argonun iyonizasyon potansiyeli, helyuma göre daha düşüktür.

" İyonizasyon Potansiyeli " : Bir atomdan bir elektronu harekete geçirmek için gereken voltaj, olarak tanımlanır. Buradan da anlaşılacağı üzere; İyonizasyon potansiyeli ne kadar yüksekse, ark tutuşması o kadar zor olmaktadır. Çünkü ark oluşumu için, gazın oluşturduğu iyon yolu zayıf durumdadır. Yüksek iyonizasyon potansiyeli, ark kararlılığını da kötü yönde etkilemektedir. Bu yönden, helyum daha zayıf bir ark kararlılığına sebep olur.

" Isıl İletkenlik " de oldukça önemli bir faktördür. Gazın yüksek bir ısı iletkenliğe sahip olması, iş parçasına ısı transferini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, ısı iletkenliğinin dikiş özelliklerini ve dikiş komşu, ısı etkisi altında kalan bölgenin de özelliklerini etkilediği tesbit edilmiştir. (5)

Bu yönden, helyum argona göre üstünlük sağlamaktadır.

" Yoğunluk " da önemli bir faktördür. Helyumun yoğunluğu, argonun yaklaşık 1/10 u kadardır. Bu nedenle, helyum kullanımı halinde, gaz debisinin daha yüksek tutulması gereklidir.

" Oksitlerin Temizlenmesi " yönünden, argonun helyuma göre daha iyi özellikler verdiği, yapılan deneylerle tesbit edilmiştir. (6)

Argon ve helyum, değişik fiziksel özellik ve karakteristiklere sahip olduklarından; Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında, kullanım açısından bazı avantaj ve deavantajlara sahiptirler. Bunlar, kısaca şöyle özetlenebilir:

1. Helyum,

1.1. Avantajları:

1.1.1. Yüksek ark voltajı ve yüksek ısı girişi değerlerinde çalışmaya olanak sağlar,

1.1.2. Kök genişliği daha büyük tutulabilir,

1.2. Dezavantajları:

1.2.1. Temizleme yeteneğinin yıflığı,

1.2.2. Ark tutuşturma ve karallılığını kötü yönde etkiler,

1.2.3. Argona göre daha pahalıdır,

1.2.4. Argona göre daha yüksek gaz debileri gerekliliği.

2. Argon,

2.1. Avantajları:

2.1.1. Ark tutuşturma ve karallılığını iyi yönde etkiler,

2.1.2. Koruyucu özelliği çok etkilidir,

2.1.3. Daha ucuzdur,

2.1.4. Temizleme yeteneğinin yüksekliği.

2.2. Dezavantajları:

2.2.1. Kök genişliği, daha dar tutulmalıdır.

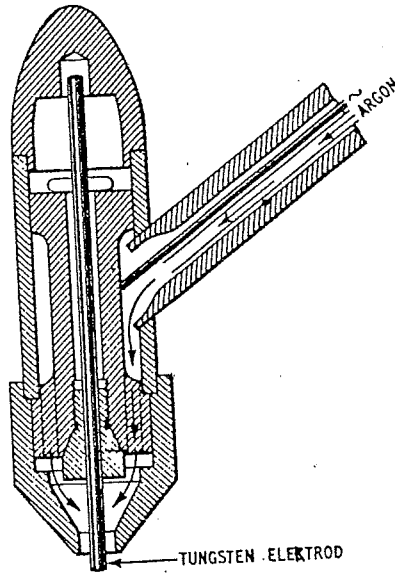
Helyum kullanımı halinde, yüksek ark voltajlarında çalışılırsa; Yüksek ısı girişinden dolayı, daha derin nüfuziyet değerleri elde etmek mümkündür. Ayrıca, bu yüksek ısı girişi nedeni ile, yüksek kaynak hızlarında çalışmak mümkündür. Bunların dışında, koruyucu gaz seçimini etkileyen bir husus da, gazın bulunabilme olanağı ve fiyatıdır. Bu açılarından, argon optimum gaz olarak kabul edilebilir.

2.7.3.3. Koruyucu gazla kaynak yöntemleri:

Bu bölüm, daha önce sözü edilen iki yöntemin ayrı ayrı incelenmesine ayrılmıştır.

1. TIG (Tungsten Inert Gas) :

Bu yöntemde, uygun bir başlık (Torch) vasıtası ile taşınan bir tungsten elektrod, esas metalle ark oluşturur. Oluşturulan bu ark sonucu, açığa çıkan ısınnn ergitme gücü, esas ve ilave metalin ergitilmesinde kullanılır. Koruyucu gaz, bir tüpten çekilip başlık aracılığı ile kaynak bölgesine gönderilir. Böylece, oluşumu muhtemel kaynak hataları, bölgenin korunması ile önlenmiş olur. Aşağıda, hava soğutmalı bir TIG torch'u görülmektedir.



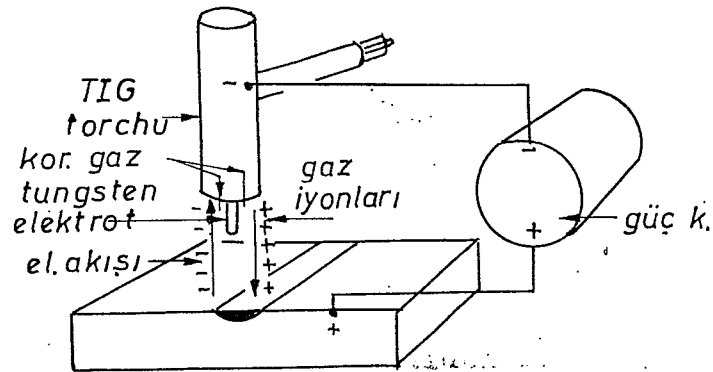
Şekil 1 - Hava soğutmalı bir TIG torch'u

Bu yöntemde, ark tungsten elektrodla esas metal arasında olduğundan, ergimeyen tungsten elektrodta bir ısı

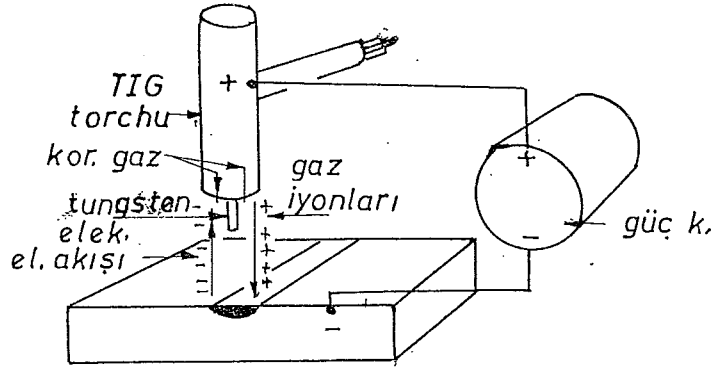
birikimi oluşur. Bu birikim sonucunda, oksit tabakası da parçalanmış olur. Oksit tabakasının tam parçalanabilmesi için, elektrod pozitif kutupta olmalıdır. Eğer elektrod pozitif kutupta ve doğru akım kullanılıyorsa, oksit tabakasının parçalanması çok daha kolay olacaktır. Fakat, daha önce de değinildiği gibi, elektrodta aşırı ısı birikimi oluşur. Bu ısı birikiminin nedeni, esas metalden elektrodta geçen elektronlardır. Yani, elektrod pozitif kutupta iken elektronların akış yönü, esas metalden tungsten elektrodta doğrudur. Ters kutuplama ile ısı, istenilen kaynak bölgesine kolayca transfer edilebilir. Fakat, bu durumda da oksit filmi tam parçalanmamış olacaktır.

Alternatif akımın, TIG yöntemi ile kaynakta kullanıma girmesi, bütün bu mahzurları ortadan kaldırmıştır.

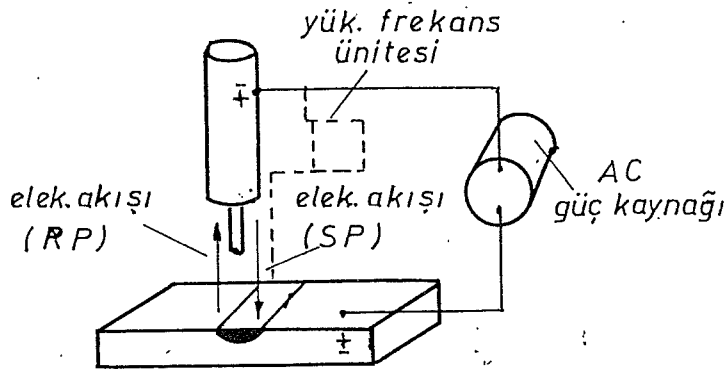
Aşağıdaki şekillerde, Doğru Akım Doğru Kutuplama (DCSP ya da DCEN) , Doğru Akım Ters Kutuplama (DCRP ya da DCEP) ve Alternatif Akımla TIG kaynağının şematik resimleri verilmiştir.



Şekil 3 - DCSP (DCEN) - TIG yöntemiyle kaynak.



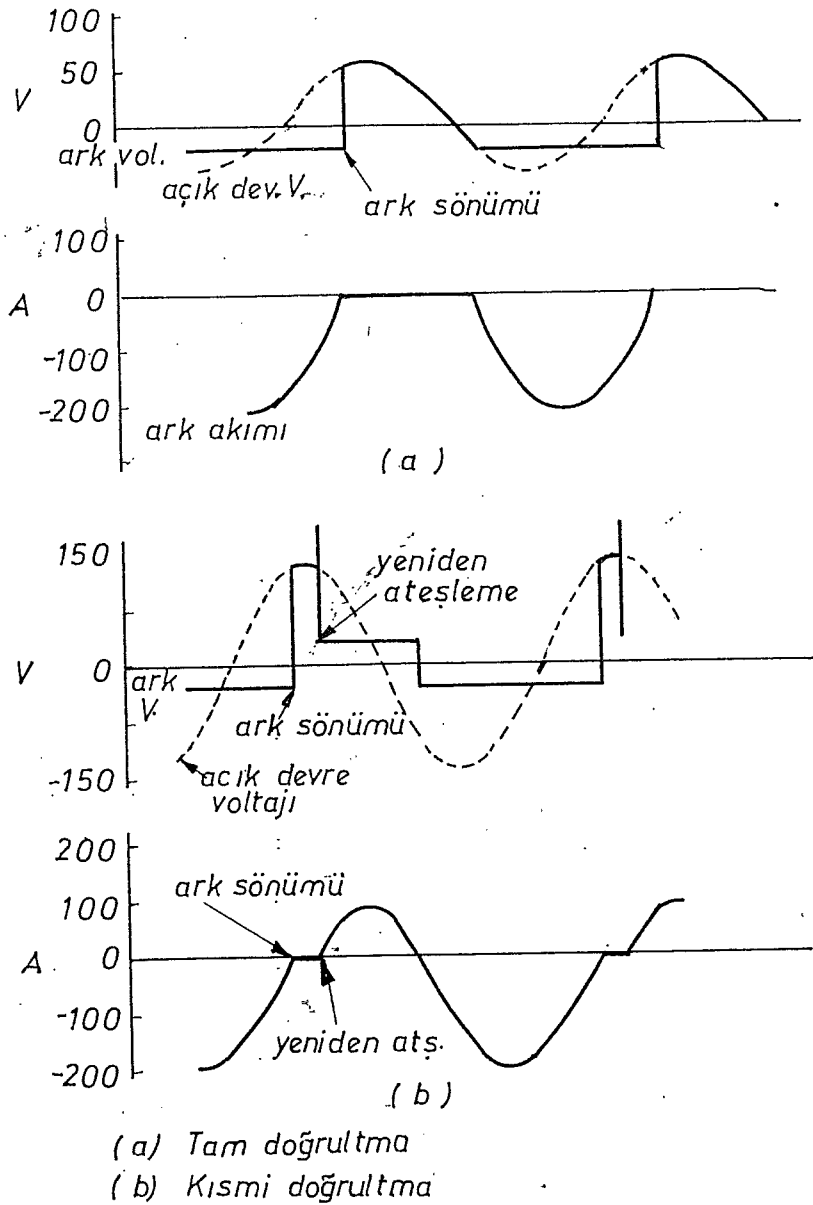
Şekil 4 - DCRP (DCEP) - TIG yöntemi ile kaynak.



Şekil 5 - AC-TIG yöntemi ile kaynak.

AC akım kullanıldığında, kaynak için sorun teşkil eden oksit tabakası, pozitif yarı devre esnasında parçalanır. Kaynak bölgesine ısı girişi ise, negatif yarı devre esnasında olur. Ark oluşumu, negatif yarı devrede iken, çabuk olduğu halde, pozitif yarı devreye geçiş oldukça zorlaşmaktadır. Akım sıfırdan geçerken, ark hemen söner. Ancak, açık devre voltajı, yeniden ark oluşumu için yüksek bir değere ulaştığında, ark yeniden oluşur. Diğer yandan, açık devre voltajı düşerse, tam doğrultma olayı oluşur.

Aşağıdaki şekilde, tam ve kısmi doğrultma olayları şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 6 - Alternatif akımla TIG kaynağında tam ve kısmi doğrultma olayları.

Arktaki kesiklik, arkın dengesini bozduğu gibi, oksit tabakasının dağıtımında da bir eksiklik oluşturur. Tam doğrultma ile, Al ve alaşımlarının kaynağı pek iyi olmaz.

Ark kesilmesini önlemenin iki yolu vardır. Her ikisi de kaynak ekipmanına, dağıtıcı birimlerin ilave edilmesi ile mümkün olur. Bunlar :

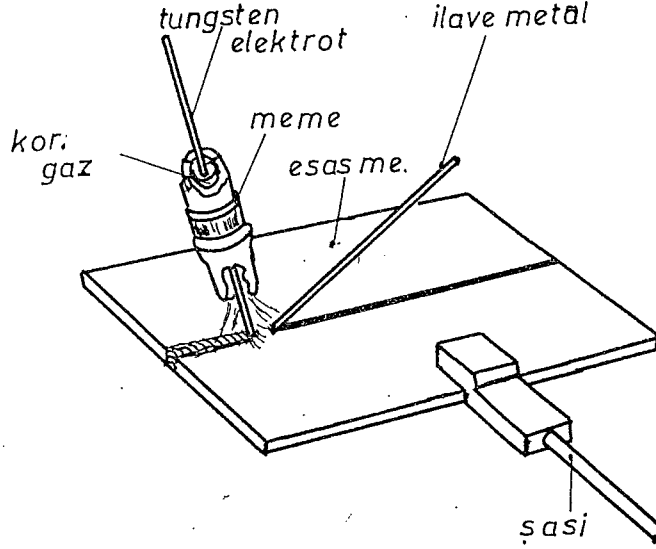
1. Yüksek voltaj kıvılcımları ile, yüksek frekans enjeksiyonu.

Bu enjeksiyonu bağlayan üniteler, arkın yeniden ve çabuk oluşumu için, bir iletim yolu oluşumunu sağlayabilirler. Yüksek bir açık devre voltajı, arkı oluşturmada, her zaman gerekli olduğundan; Bu, sorunun tam çözümü değildir.

2. Yüksek akım şiddeti enjektör ünitelerinin kullanımı. Bu ünite, arkın kesilmesi halinde, yüksek akımı aniden enjekte eder.

Akım şiddeti, 150 amperden aşağı sınırlarda ise, hava soğutmalı, daha yüksek değerler için, su soğutmalı başlıklar (torch) kullanılmaktadır. Elle yapılan TIG kaynağı, MIG kaynağına göre, daha yavaş hızda kaynak olanağı sağlar. Fakat, TIG yöntemi, oksijen-asetilen yöntemi ile karşılaştırılırsa, daha hızlı kaynak yapabilme olanağı sağlar. Alüminyum ve alaşımları, ilave metal kullanılmadan da TIG yöntemi ile kaynak edilebilirler. Daha kalın parçaların bu yöntemle kaynağında, alternatif akım yerine doğru akım doğru kutuplama (DCSP) ile , 30 mm ye kadar parçaların kaynatılması mümkün olmaktadır. Kalın parçaların kaynağında, muhakkak kenar hazırlama işlemi gereklidir. Bu tip kalın parçaların kaynağında, geniş kaynak ağızları gerekli olduğundan, bu işlem, MIG yöntemi ile daha başarılı bir şekilde yapılabilir.

Çünkü MIG yöntemi ile dolgu yapılması, daha kolaydır. Aşağıda, şematik olarak TIG yöntemi ile kaynak işlemi verilmiştir.



Şekil 7 - TIG yöntemi ile kaynak işlemi.

Koruyucu gazla yapılan TIG yöntemi ile kaynak işleminde, kullanılan tungsten elektrod, ergimez kabul edilir. Gerçekte, çok az da olsa, tungsten elektrodta da bir ergime mevcuttur. TIG yöntemi ile kaynak; Alaşım türü, parça kalınlığı, ark boyu, birleştirme tasarımı ve diğer özel koşullara bağlı olarak, üç akım türü ile de yapılabilir. TIG yöntemi ile kaynak işleminde, akım türü ve kutuplamanın kaynak olayına yansıması, aşağıda kısaca özetlenmiştir. Burada, akım şiddeti tüm yöntemlerde aynı kabul edilmiştir.

1. AC :

- 1.1. Akım türü: Alternatif,
- 1.2. Metalsel banyoda paylar:

Dengeli güç kaynağı ile,

% 50 esas metalden,

% 50 ilave metalden.

1.3. Isı dağılımının etkileri:

1.3.1. Elektrodun akım kapasitesi, DCSP den biraz daha düşüktür.

1.3.2. DCRP den daha büyük, DCSP den düşük, orta nüfuziyet,

1.3.3. Orta oranda kaynak hızları (1.5-9 m/d)

1.4. Ark kararlılığı :

Dengelenmiş AC veya yüksek frekanslı AC (ACHF) kullanımı durumunda, kararlı ark oluşur.

1.5. Ark boyu :

Elle kaynakta, orta oranda. (Yaklaşık: 3 mm).

1.6. Ark ve gazın oksit çözme yeteneği:

Argonla kaynakta, pozitif yarı devrede iken çok iyidir. (Saf argon veya Argon-Helyum karışımları ile başarılı kaynak dikişleri elde edilebilmektedir.)

1.7. Gerekli tungsten elektrod çapı:

Orta oranda.(Örneğin, 2.5 mm ; 125 A akım için)

1.8. Uygulama alanları:

Genel amaçlı, otomatik ve el işi kaynak işlemleri.

1.9. Maksimum kalınlık:

Kenar hazırlığı yapılmadan, tam nüfuziyet için, maksimum kalınlık 3 mm olarak verilmektedir.

2. DCSP (Elektrod -, parça +) :

2.1. Akım türü : Doğru akım .

2.2. Ark ısı dağılımı (Metalsel banyoda paylar) :

% 70 esas metalden,

% 30 ilave metalden.

2.3. Isı dağılımının etkileri :

2.3.1. Daha yüksek akım şiddetlerinde, daha küçük çapta elektrod kullanabilme olanağı.

2.3.2. Ark ısı uygun (dar ve derin) nüfuziyet sağlaması.

2.3.3. Kaynak hızı: Tipik olarak, 1.5 m/d dan 40 m/d ya kadar değişen oranlarda kaynak yapılabilir.

2.4. Ark kararlılığı : Kararlı ark verir.

2.5. Ark boyu: Maksimum ısı birikimini sağlamak için, kısa ark boyu (2,5 mm den 3 mm ye kadar) DCSP otomatik kaynak yöntemlerine en uygun olanıdır.

2.6. Arkın ve gazın temizleme yeteneği: Bu tür kutuplamada temizleme yeteneği zayıftır. Bunun yanında, Helyumla başarılı birleştirmeler yapılabilmektedir. Bazan Argonda kullanılmaktadır.

2.7. Gerekli Tungsten elektrod çapı: Oldukça küçük (örneğin: 1,5 mm; 125 A akım için)

2.8. Uygulama türü: Otomatik.

2.9. Maksimum kalınlık: Tam nüfuziyet için maksimum kalınlık 20 mm dir.

3. DCRP (Elektrod +, parça -):

3.1. Akım türü: Doğru akım, ters kutuplama.

3.2. Metalsel banyoda paylar:

% 30 esas metalden,

% 70 ilave metalden.

3.3. Isı dağılımının etkileri:

3.3.1. Elektrod çapı daha büyük tutulmalıdır.

3.3.2. Yetersiz nüfuziyet oluşur.

3.3.3. DCSP ye göre, daha düşük kaynak hızlarında çalışmaya uygundur.

3.4. Ark kararlılığı: Kararlı.

3.5. Ark boyu: Uzun ark boylarında çalışmaya olanak sağlar. Elle kaynağa daha uygun.

3.6. Arkın ve gazın temizleme yeteneği: Sürekli ve mükemmel. Argonla en uygun yüzey temizliği sağlanır. Fakat, nüfuziyet daha düşüktür.

3.7. Gerekli tungsten elektrod çapı: Oldukça büyük (Örneğin: 6 mm ; 125 A akım için).

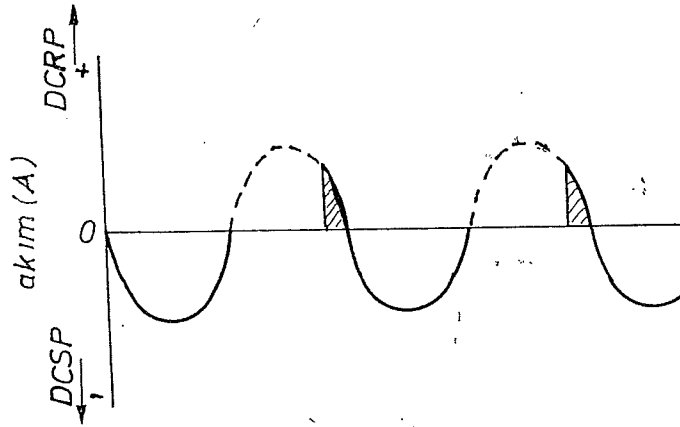
3.8. Uygulama alanları: İnce levhaların kaynağı, boruların kaynağında kök pasolar.

3.9. Maksimum kalınlık: Oldukça ince.

1.1. Alternatif Akımla TIG Kaynağı:

Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında, en çok kullanılan akım türü, alternatif akımdır. Bunun nedeni; Bu akım türü ile, en uygun nüfuziyet ve oksit çözebilme ilişkisinin sağlanabilmesidir. Bu da, DCRP ve DCSP ye göre bir üstünlük sağlar. AC-TIG yöntemiyle kaynakta, tungsten elektrodta da en uygun ısı birikim oranını sağlamak, mümkündür. Alternatif akımla kaynak işlemi yapılırken, alternatif akımın doğru kutuplama kısmında, yüksek akım nedeni ile, parçaya giren ısı miktarı da yük-

sek olduğundan, nüfuziyetin yüksek olması sağlanır. Bu ısı, relatif olarak, çok küçük bir bölgede yoğunlaştırılabilir. DCRP nin tabiatında var olan, temizleme olgusu nedeni ile, TIG yöntemiyle kaynakta da esas metal ya da ilave metal üzerindeki oksit tabakası, alternatif akımın ters kutup kısmında kolayca dağıtılabilir. AC-TIG yöntemiyle kaynak, DCRP-TIG ve DCSP-TIG yöntemlerinin bir bileşimidir. Aşağıdaki şekilde, 125 A akım şiddetinde AC-TIG yöntemi ile kaynak işleminde, akımın zamanla değişimi verilmiştir.



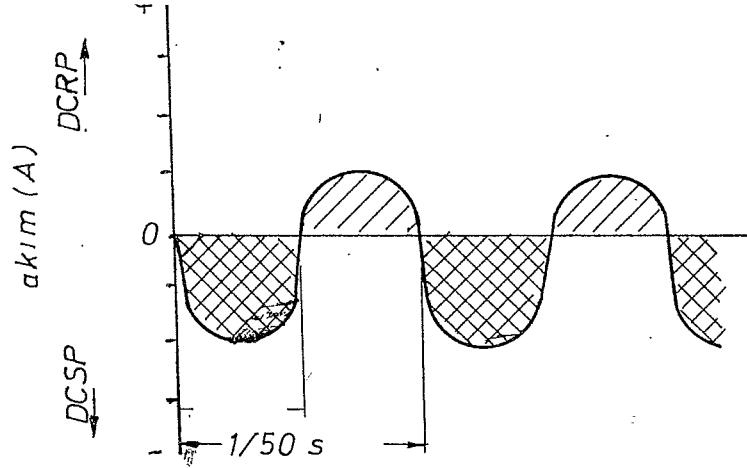
Şekil 8 - AC-TIG yöntemi ile kaynakta akım-zaman grafiği.

AC-TIG yöntemiyle, alüminyum ve alaşımlarının kaynağında, eğer güç kaynağı dengeli bir dalga üretmiyorsa; Doğru kutup yönüne göre, ters kutup yönünde daha az akım geçer. Esas metal üzerinde, doğal olarak bulunan oksit tabakası, doğrultma için bir engel teşkil eder.

Bir dizi faktöre bağlı olarak, aşağıda verilen faktörler akım değişimine sebep olabilirler.

1. Dengelenmemiş dalga üretimi durumu:

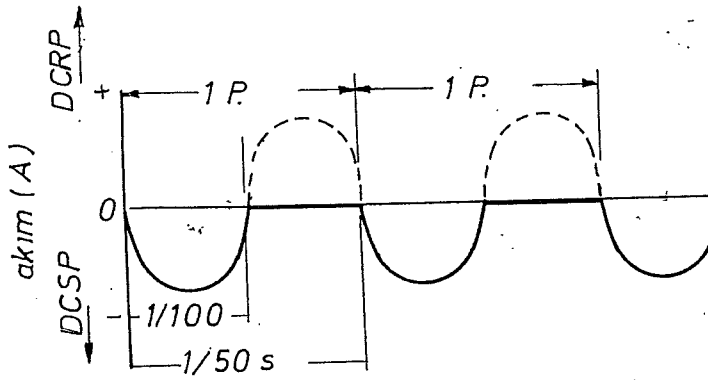
Bu durumda, normal alternatif akıma göre; X ekseninin altındaki doğru kutup halkaları geniş ve uzun periyotlara sahipken; X eksenini üzerindeki ters kutup halkaları daha dar ve kısadır.



Şekil 9 - Dengelenmemiş alternatif akım grafiği.

2. Tam doğrultma durumu:

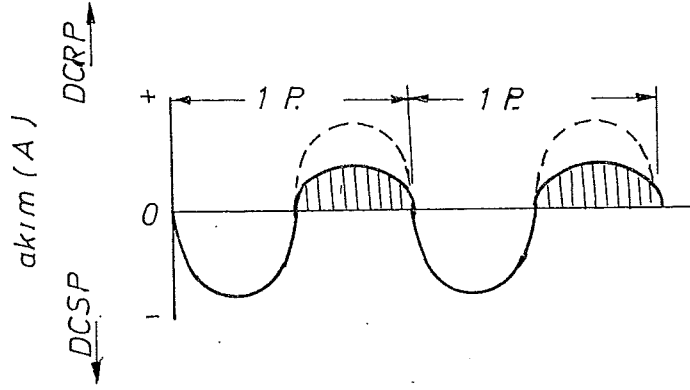
Burada ters kutup halkaları, tamamen X eksenini üzerine geçerler. Dolayısı ile, arkın tüm oksit temizleme yeteneği yok olur.



Şekil 10 - Tam doğrultma olayı.

3. Kısmi doğrultma durumu:

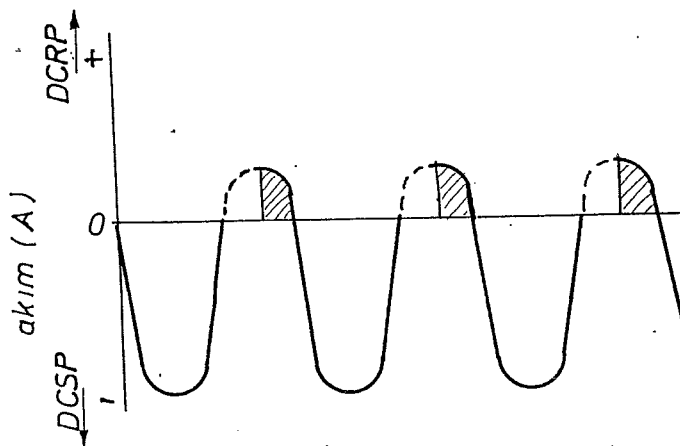
Bu durum, 1 ve 2. durumların bir bileşimidir.



Şekil 11 - Kısmi doğrultma durumu.

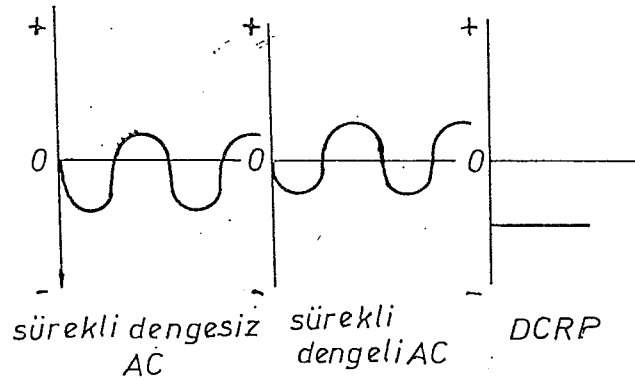
4. Kararsız arkın sebep olduğu doğrultma:

Burada doğru kutup halkaları, büyük ve geniş periyotlara sahiptirler. Fakat, akım ters kutup halkalarının başlangıcında doğrultulur.



Şekil 12 - Kararsız arkın sebep olduğu doğrultma.

Sürekli dengelenmemiş AC: TIG yöntemi ile kaynakta kullanılan birçok kaynak transformatörü, sürekli dengelenmemiş dalga üretirler. Bu da, AC ile DCSP nin bir bileşimi olan akım türüdür. Burada, DC akımın değeri bir ampermetre ile belirlenebilir. AC kısmı ise, direkt okuma yapan, AC bir ampermetre ile tesbit edilebilir.



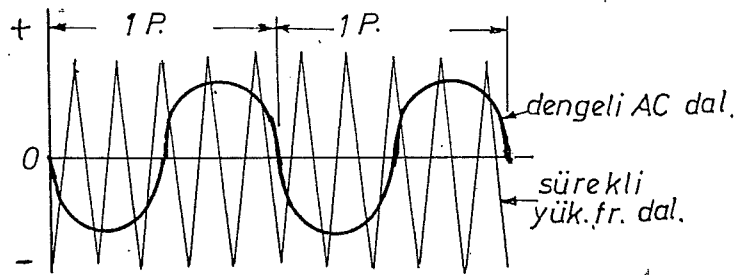
Şekil 13 - Sürekli dengelenmemiş AC, dengeli AC ve DCRP nin dalga grafikleri.

Genellikle, bu türdeki güç kaynaklarında alternatif akımın doğru akıma oranı, 2:1 veya 4:1 civarındadır.⁽⁷⁾ Bilindiği üzere, alüminyum ve alaşımlarının AC-TIG yöntemi ile kaynağında, dalga doğrultması yönünden çeşitli duyarlılıklar mevcuttur. Buna ilaveten, tungsten elektrod üzerindeki açık devre voltajı da, ark kararsızlığına sebep olabilir. Bu potansiyel, yaygın AC kaynak transformatörleri için normaldir. Bu tip güç kaynaklarında potansiyel fark değeri, 40-50 V kadardır. Potansiyel farkın bu derece düşük olması, ark kararsızlığına neden olabilmektedir. Ayrıca, akım sıfırdan geçerken, sönme olabilir. 100-150 V

gibi yüksek açık devre voltajlarının kullanımı, bu mahzur-
ları bir parça azaltır.

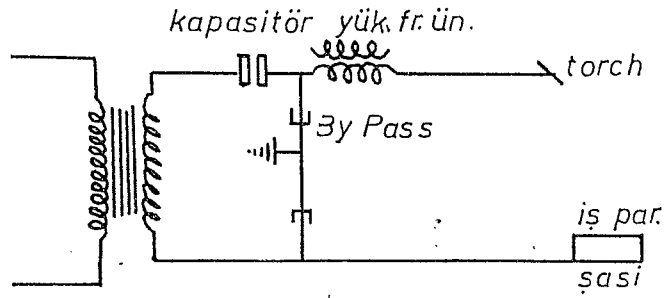
Ark kararlılığını sağlamada bir diğer yöntem de, Yüksek frekanslı voltaj (yüksek voltaj, düşük akım) kullanımıdır. Bu, sabit, kesintisiz ve dengelenmemiş bir AC dalgası oluşturur. Bu tür dalganın DCRP kısmında, yeterli oksit temizleme işlemi oluşur. Bu tür akım, ACHF olarak sem-bollenmektedir. (ACHF: Alternating Current High Frequency) Yüksek frekans eldesi, kaynak devresine 12 kHz kadar bir ilave frekansın verilmesi ile olur. Bunu temin edecek potansiyel fark, yaklaşık olarak 5000 V kadardır. Akım şiddeti ise, oldukça düşük değerlerde kalır.

Ark kararlılığını sağlamada bir diğer yöntem de; Kapasitörlü dengeleme üreteçleri kullanımıdır. Bu yöntem, yüksek voltajlı kaynak yöntemi olarak adlandırılır. Burada ilave yüksek frekans, sadece ark kesilmesi durumunda uygulanır.

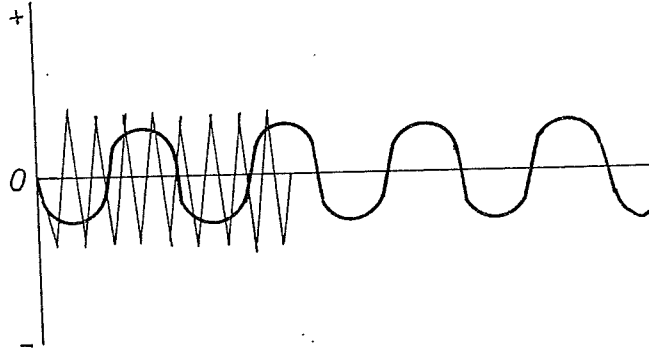


Şekil 14 - Dengelenmiş AC dalga grafiği.

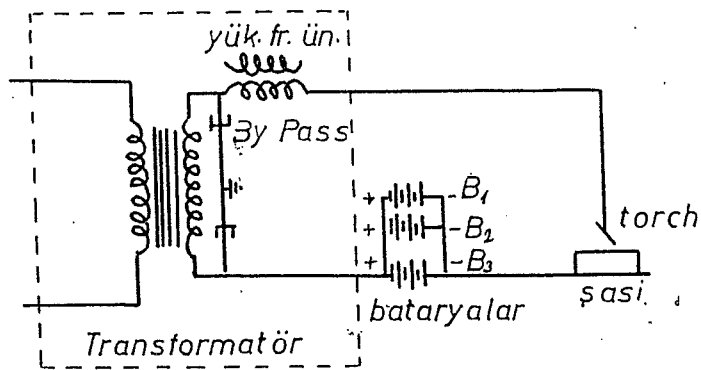
Ark kararlılığını sağlamada bir diğer yöntem de, güç kaynağına bir batarya takımının ilave edilmesidir.



Şekil 15 - Kapasitör kullanılarak dengeli AC eldesi.

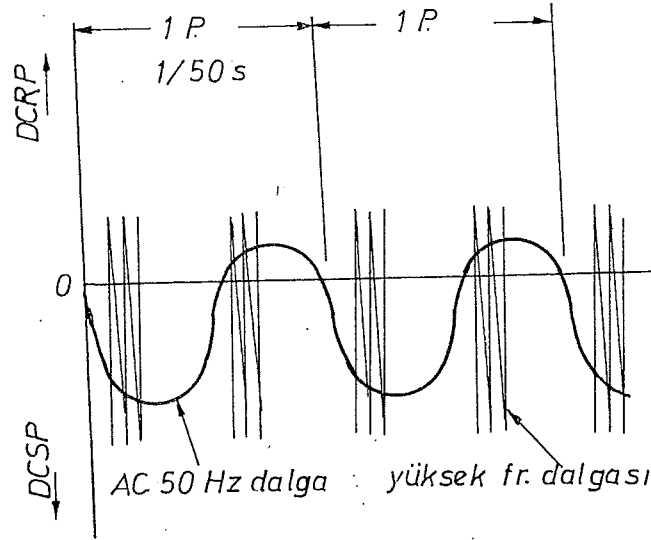


Şekil 16 - Kapasitörlü sistemde dalga grafiği.



Şekil 17 - Batarya kullanılarak dengeli AC eldesi.

Ark kararlılığını sağlamada kullanılan bir diğer yöntem de, yüksek frekans enjeksiyonu ile, düşük voltaj ve yüksek amperajlı; Sürekli dengersiz AC akım kullanılır.



Şekil 18 - Yüksek frekans enjeksiyonu ile, düşük voltaj ve yüksek amperajlı, sürekli dengelenmemiş AC.

1.1.1. AC-TIG yöntemi ile
kaynakta kullanılan koruyucu
gazlar:

AC-TIG yöntemi ile kaynakta, alüminyum ve alaşımları için, en iyi oksit çözme olayı saf argon kullanmakla olur. Ayrıca, elle yapılan AC-TIG kaynağı için birçok kaynak operatörü, argonun ark kararlılığında daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. (8)

Araştırmalar sonucunda, argon atmosferindeki sıcaklığın arttırılması için, argona bir miktar helyum katılmasının yararlı olduğu belirlenmiştir. (9)

Argona % 10 dan daha fazla oranda helyum ilavesi, nüfuzi-

yeti de arttırmaktadır. İyi kalitede bir kaynak için, koruyucu gazın saf olması da oldukça önemlidir.

1.1.2. Gaz debisi:

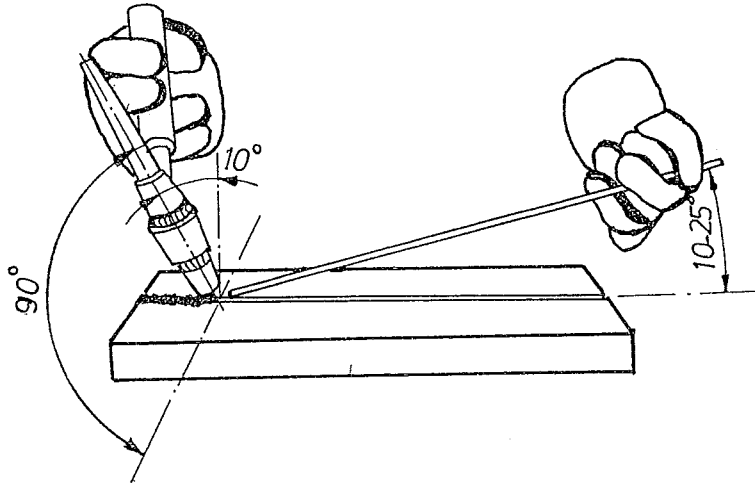
İyi kalitede bir AC-TIG kaynağı için, koruyucu gaz debisinin de uygun seçilmesi gerekir. Gaz debisi; akım şiddeti, meme çapı, birleştirme tasarımı, kaynak hızı ve kaynak bölgesindeki hava akımlarına göre ayarlanır.

1.1.3. İlave metal seçimi:

TIG yöntemi ile kaynakta çoğu zaman ilave metal kullanılmaz. Özellikle ince parçaların kaynağında, kenar tasarımının uygun yapılmasıyla, ilave metal devreden çıkarılmış olur. İlave metalin gerekli olduğu durumlarda, alaşım türüne göre bir seçime gidilir. İlave metalin uygun seçilmemesi, dikiş eksenini boyunca çatlamlara, krater çatlamlarına, dayanım düşmelerine ve değişik diğer kaynak hatalarına sebep olabilir. Fazla oksitlenmiş veya kirlenmiş ilave metaller, prozite, çatlama, kalıntı gibi kaynak hatalarına neden olabilirler.

1.1.4. Ark tutuşturulması:

AC-TIG yöntemi ile kaynakta ark tutuşturma, güç kaynağının türüne bağlı olarak, koruyucu gazın iyonlaşması ile olur. Tungsten elektrodun parçaya, 1.5-3 mm kadar yaklaştırılmasıyla kaynak arkı tutuşturulur. Daha sonra ark boyu, uygun şekilde elle ayarlanır. Kaynak bölgesinin dış sınırı, torch'a bir dairesel hareket verilerek genişletilebilir.



Şekil 19 - Kaynak esnasında TIG torch'unun en uygun tutuluş şekli.

1.1.5. Ark tutuşturma güçlükleri:

Yüksek frekanslı akım kullanıldığı durumlarda, AC arkını başlatmak için ark bölgesinde iyonlaşmayı sağlayacak, yeterli oranda koruyucu gaz atmosferi bulunmalıdır. 1.5 mm mesafede ark yine oluşmuyorsa, bu durumda ya güç kaynağı devresinde bir arıza vardır, ya da oksit tabakasının kalın olması nedeni ile, ark oluşumu engellenmektedir. Kaynak öncesinde, devrenin kontrolü, yüksek frekans ünitesinin ateşleme ayarının kontrolü ve esas metalin temizlenmesi düşünülmelidir.

1.1.6. İlave metal besleme:

İlave metal, uygun zamanda elle kaynak bölgesine verilmelidir. Birçok kaynak operatörü, bu işlem için kendilerine göre pratik teknikler geliştirmişlerdir. Genel olarak, bu işlem TIG torch'unun belli

bir süre bir bölgeye tutulması ve hafif ergimelerin göz-
lendiği bir anda ilave metalin verilmesi şeklindedir.

Genel olarak, TIG yöntemi ile kaynakta yapılan en çok ha-
talardan biri de, kaynak bölgesine ilave metalin düzensiz
verilmesidir. İlave metalin, kaynak bölgesine en küçük
açıda verilmesi gerekir. Böylece, ergiyik bölgenin mükem-
mel bir koruyucu gaz tabakasıyla kaplanması sağlanmış olur.
Ayrıca, ilave metal ergiyeğinin tungsten elektroda değme
olasılığı da azalmış olur.

1.1.7. Kaynağın tamamlanması:

Kaynak sonrası arkın kesilme
zamanı oldukça önemlidir. Bunun için bir metod; Dikiş so-
nunda arkın birden kesilmesidir. Bu amaçla, elektrod biré
den kaldırılır. Bu şekilde bir ark kesimi, TIG yöntemi
için pek önerilmemektedir. Bu durumda, krater çatlamaları-
nın çok olduğu tesbit edilmiştir. Buna ilaveten, prozite
oranında da bir artış gözlenmiştir. Özellikle üst pasolar-
da, bu tür krater çatlamalarının çok olduğu belirlenmiştir.
Krater çatlamaları görünümü bozar ve kaynak dayanımını
azaltırlar. Krater çatlamalarını önlemede en iyi yöntem;
Kaynak dikişi sonunda akım şiddetinin azaltılmasıdır.
Bu işlem genellikle, ayakla kontrol edilen bir pedalla
yapılır. Herhangi bir dekapan kullanılmadığından, bitmiş
kaynak dikişlerinin temizlenmesine gerek yoktur.

1.1.8. Ön tavlama:

AC-TIG yöntemiyle kaynakta,
kalın parçalar kaynatılırken, muhakkak ön tavlama yapıl-
malıdır. Alüminyum ve alaşımlarının ısı iletim katsayıları

çok yüksek olduğundan, ark ısısı hemen iletilir. Bu nedenle, ergime olayı oluşmaz. Ön tavlama, basit olarak gaz ale- vi ile, ya da diğer tavlama ortamları kullanılarak yapılır. Özellikle, ısıl işlemlere yatkın alaşımların maksimum ön tavlama sıcaklıkları oldukça kritiktir. Çünkü, aşırı ön tavlama, bu alaşımlarda dayanım düşmesine neden olabilir.

1.1.9. Elektrod aşınması:

Ark oluşumu esnasında, ark yolu boyunca elektrod parçacıkları esas metale transfer edilirler. Bunun bir mahzuru: Dikişe karışan elektrod parçacıklarının, kaynak dikişinin mekanik özelliklerini etkilemesidir. Diğer bir mahzur, elektrodun gereksiz tüketimi ve işe yaramaz hale gelmesidir. Ayrıca, elektrodun ayarı ya da değiştirilmesi için harcanacak zaman ve ek masraflar da dikkate alınmalıdır. AC-TIG yöntemi ile kaynakta, elektrodun kaynak bölgesine transferi, AC nin kısmi doğrultulması nedeniyle olur. Bunun önlenmesi, devreye birtakım cihazların yerleştirimi ile mümkün olur. TIG yöntemi ile kaynakta, akımın her üç türünde de, transfer olayı çok küçük çapta elektrodun kullanıldığı durumlarda, akım şiddeti yüksekse muhakkak oluşur.

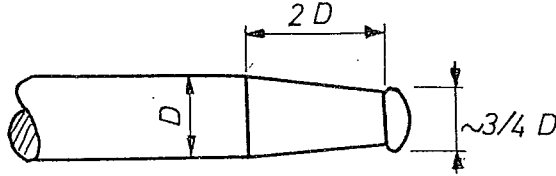


Şekil 20 - Çok küçük çapta elektrodun yüksek akım şiddetlerinde kullanımı ile ucunun kopması.

Aşırı büyük çapta elektrod kullanımı durumunda, yine elektrod parçacıklarının transferi söz konusudur.



Şekil 21 - Çok büyük çapta elektrod kullanımı nedeni ile, elektrod parçacıklarının esas metale transferi.



Şekil 22 - Genel olarak kullanılan tungsten elektrod boyutları.

1.1.10. Ekonomi önlemleri:

Isıdan etkilenen bölgenin

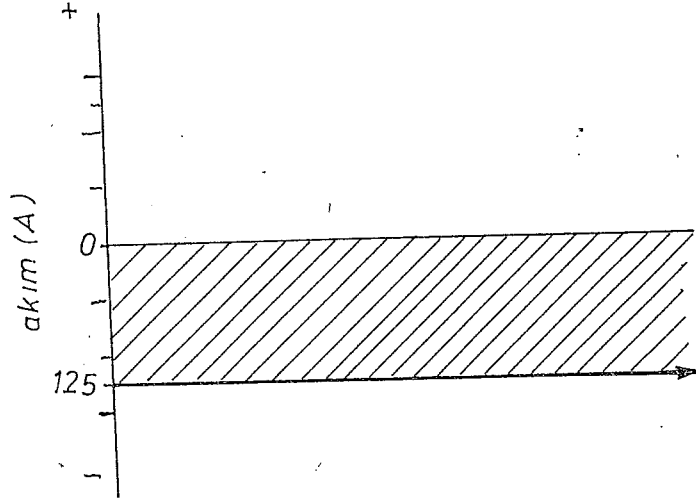
minimum olması, dolayısı ile enerji tasarrufu sağlamak amacıyla; Kaynak hızının mümkün olan oranda yüksek olması gereklidir. Küçük akım şiddetlerinde ve çok küçük kaynak hızlarında koruyucu gaz debisinin çok yüksek olması, gereksiz harcamalara neden olur. Yeterli yüzey temizliği ve normal görünümde bir dikiş görünümü için, optimum bir gaz debisinin ayarlanması gereklidir.

1.2. Alüminyum ve Alaşımlarının DCSP-TIG Yöntemiyle Kaynağı:

Daha önce de kısaca değinildiği gibi, alüminyum ve alaşımlarının kaynağında kullanılan yöntemlerden biri de, Doğru Akım Doğru Kutuplama ile kaynaktır. Bu yöntem, MIG yönteminin kullanıldığı birçok yerde kullanılabilir. DCSP (DCEN) - TIG yönteminde, elektrod negatif kutupta, esas metal pozitif taraftadır. Elektronlar, elektrodta esas metale geçerler. Bu elektron geçişi dolayısıyla, esas metal ısınırken, elektrod relatif olarak daha soğuk kalır.

DCSP-TIG yöntemi ile kaynak, derin ve dar dikişlerin çekilmesini sağlar. Bu yöntemle kaynakta, ısıdan etkilenen bölge oldukça küçüktür. Ark boyunu kısa tutabilme olanağı olduğundan, dikişler daha iyi sonuç verirler. Bu yöntemin diğer bir avantajı da, kolayca otomatikleştirilebilmesidir. Ark boyu; Elle kaynakta 1.5 mm, otomatik kaynakta 0.4 mm kadardır. Bu yöntemde, koruyucu gaz olarak, argon yerine helyum kullanımının daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmektedir. (10) DCSP yönteminde oksit çözme olayı oldukça zayıftır. Bu nedenle, kaynak öncesinde yüzeylerin iyi temizlenmesi gereklidir. Ark ısısının % 70 i esas metalde, % 30 luk kısmı da elektrodta oluşur. Bu özellik, küçük elektrod çaplarıyla, yüksek akım şiddetlerinde çalışma olanağı sağlar. Sonuçta, esas metale transfer edilen ısı miktarı, ve dolayısı ile de nüfuziyet artmış olur. Ayrıca, yüksek kaynak hızlarıyla çalışmaya da olanak sağlar.

DCSP ile kaynakta, ark boyu DCRP deki ark boyunun yarısı kadardır. Ark tutuşmasını kolaylaştırmak için, yüksek frekanslı sistemler kullanılmaktadır.



Şekil 23 - 125 A akım şiddetinde DCSP-TIG yöntemi ile kaynakta, akımın X eksenine göre grafiği.

1.2.1. DCSP-TIG yöntemi ile

kaynakta gerekli ekipmanlar:

Bu yöntemde de, MIG yöntemi

minde olduğu gibi; Bir DC kaynak jeneratörü veya redresörü gereklidir. Bazı araştırmacılar, bu yöntemde üç fazlı akım kullanımının daha uygun olduğunu belirtmişlerdir. (11)

Bu durumda akımın daha kararlı olduğu söylenmektedir.

Güç kaynağı haricinde, diğer kaynak ekipmanları AC-TIG yöntemindekilerle aynıdır. Burada, AC-TIG yöntemine göre farklı hususlar; Elektrod seçimi ve koruyucu gazdır.

1.2.2. Elektrod seçimi:

DCSP-TIG yöntemi ile kaynakta, birçok araştırmacı toryumlu tungsten elektrodları tercih etmektedirler. Toryumlu tungsten elektrodlar, saf

tungsten elektrod-lara göre daha fazla ısı dirence sahiptirler. Bazı kaynak otoriteleri de saf tungsten elektrod-ları yeğlemektedirler. (12) Onların inancına göre; Saf tungsten elektrod-lar, daha az metal sıçramasına ve ark kesilmesine neden olmaktadır. Her iki tür elektrod kullanımında da oluşan hatalar, kaynak parametrelerinin uygun-suzluğundan ileri gelmektedir.

1.2.3. Birleştirme tasarımı:

Bazı avantajlara sahip, DCSP TIG yönteminin alüminyum ve alaşımlarının kaynağında kul-lanımı, birleştirme tasarımının da iyi düzenlenmesi gere-ğini de beraberinde getirir. DCSP ile helyum atmosferinde oluşturulan ark, AC ile helyum veya argon atmosferinde oluşturulan ark-tan daha yüksek sıcaklığa sahiptir. Bu yöntemle alın tasarımlarının yapımı oldukça kolaydır. Kalın parçaların kaynağında, V kaynak ağzı gereklidir. Distorsiyon oluşumu, AC-TIG yöntemine göre daha azdır. Çünkü, birim dikiş başına verilen ısı, daha düşüktür.

1.2.4. Koruyucu gaz:

Saf helyum ya da helyum ar-gon karışımları (% 7 den %35 e kadar argon) , DCSP-TIG yöntemiyle kaynakta tercih edilmektedir. Helyuma argonun ilavesi, ark kararlılığını temin içindir. Yapılan araştır-malar sonucunda, helyum atmosferinde oluşturulan arkın argon atmosferindekinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber, Argon atmosferinde ark tutuşturulması da-ha kolay olmaktadır. (13) Helyum argon karışım oranları, kaynak koşullarına göre değişmektedir. Genellikle, % 65den %93 e kadar helyumlu argon karışımları tercih edilmektedir.

1.2.5. Mekanik özellikler:

DCSP-TIG yöntemi ile kaynakta, yüksek kaynak hızlarının kullanılabilme olanağından dolayı, AC-TIG yöntemine göre ısıdan etkilenen bölgenin sınırları daha dardır.

1.3. Alüminyum ve alaşımlarının

DCRP-TIG yöntemiyle kaynağı:

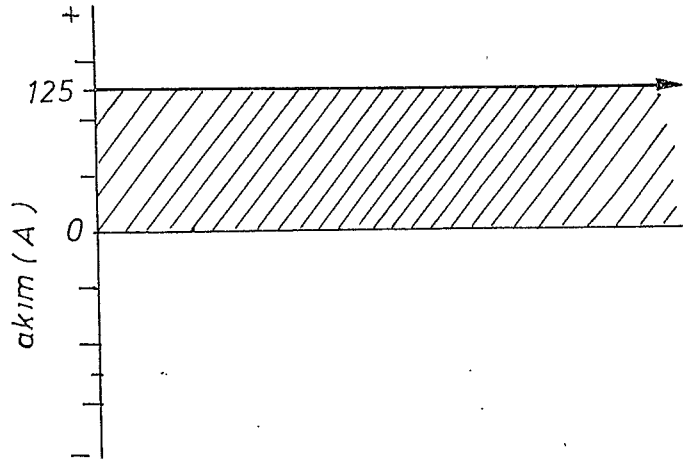
Bu yöntemde elektrod pozitif kutupta, esas metal ise negatif kutuptadır. Buna göre, elektronlar esas metalden tungsten elektroda doğru akarlar. Dolayısı ile, tungsten elektroda ısı birikimi, esas metalden daha fazla olacaktır. Bu nedenle, AC-TIG ve DCSP-TIG yöntemlerine göre, daha büyük çapta elektrod kullanmak gereklidir. Örneğin, 125 A akım şiddetinde DCSP de 1.5 mm tungsten elektrod çapı gerekli iken, DCRP de 6 mm çapta elektrod kullanmak gereklidir. Küçük çapta elektrod kullanımı halinde, aşırı ısı birikimi nedeniyle, elektrodun uç kısmı kopmaktadır. Kopan bu uç, dikiş içinde kalacak ve mekanik özellikleri kötü yönde etkileyecektir. Ayrıca, tungsten elektrod belli bir süre sonra kullanılmayacak hale gelecek ve değiştirilmesi icap edecektir.

Yukarıda izah edilen nedenlerden dolayı, DCRP-TIG yöntemi ile kaynak, Al ve alaşımlarına oldukça sınırlı bir alanda uygulanabilmektedir. Bu yöntem, yalnızca ince Al levhaların kaynatılmasında uygun olmaktadır. (maks. 1.5mm) DCRP-TIG yöntemi ile kaynakta, argon kullanımı ile, mükemmel bir temizleme işlemi oluşmaktadır. Bu olay sonucu,

yüzeydeki oksit tabakası parçalanmış olur. Bu yöntemde kullanılan ekipman, DCSP-TIG yöntemi ile aynıdır. Yalnızca kablo bağlantıları terstir.

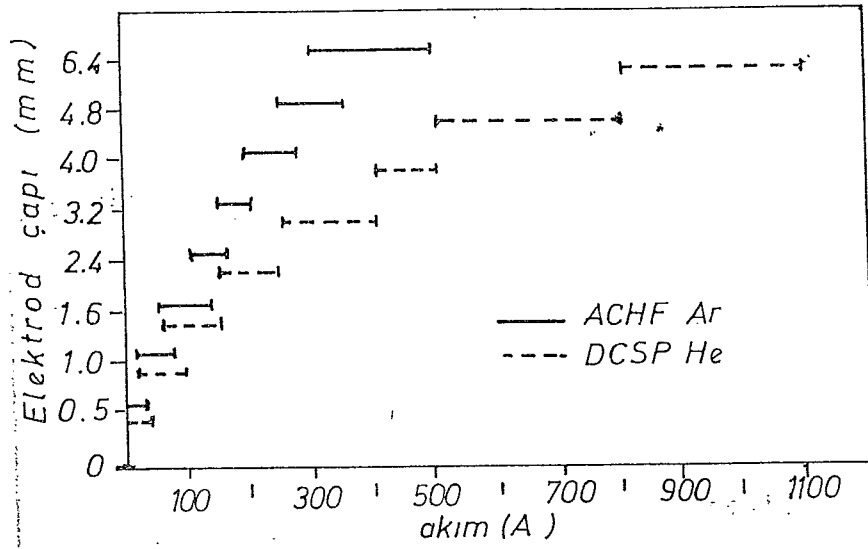
DCRP-TIG yönteminde argon gazı tercih edilmektedir.

Bu yöntemde de ark oluşturmunu kolaylaştırmak için, yüksek frekans üniteleri kullanılmaktadır. Kaynak hızı, benzer koşullarda, DCSP nin yarısı kadardır. Ark boyu ise, DCSP nin iki katıdır. Böylece, DCRP(DCEP) de ark boyu, 5-6 mm kadardır. Buna göre, DCRP(DCEP) yöntemi elle kaynağa daha yatkındır.

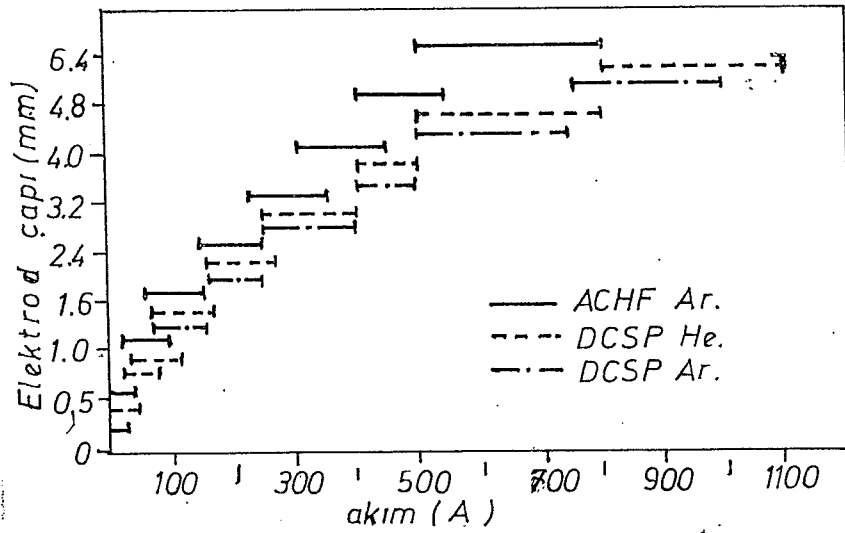


Şekil 24 - 125 A akım şiddetinde DCRP(DCEP)-TIG yöntemi ile kaynakta dalga grafiği.

DCRP yönteminin en önemli özelliği; Kaynak esnasında, mekanizması henüz tam açıklanamayan, elektron ve gaz aktivasyonunun neden olduğu , mükemmel temizleme işlemidir. Bu açıdan, DCSP çok zayıf bir yeteneğe sahiptir. Diğer yandan, AC-TIG yöntemi ile kaynakta, temizleme yeteneği DCRP-TIG yöntemindeki kadar olmasa bile, yine de iyidir.



Şekil 25 - Standart tungsten elektrodlar için akım şiddeti değerleri.



Şekil 26 - Toryumlu tungsten elektrodlar için akım şiddeti değerleri.

2. MIG (Metal Inert Gas) :

Bu yöntemde, TIG yöntemindeki tungsten elektrod yerine, esas metalin bir bileşimi olan ilave metal kullanılmaktadır. Ark oluşumu, esas metalle ilave metal arasında olmaktadır. Bu yöntemde, çoğunlukla doğru akım ters kutuplama ile kaynak yapılır. İlave metal, DC kaynak makinasının pozitif ucuna bağlanır. Bu koşullar altında, oksit tabakasının oluşturulan ark tarafından parçalanması süreklilik kazanır. Pozitif kutuptaki ilave metalde (elektrod) oluşan ısı, ilave metalin ergimesini sağlar. İlave metal, bir tel sürme mekanizması tarafından otomatik olarak sürülmektedir. Torch'taki memeden çıkan koruyucu gaz, kaynak bölgesini dış etkilerden korumakta, ark oluşumuna yardımcı olmakta ve oksit tabakasının dağıtımını sağlamaktadır.

2.1. MIG yöntemi ile kaynakta kullanılan güç kaynakları ve bunların özellikleri:

MIG yöntemi ile kaynak için, motor-jeneratör tipi ya da redresör tipi, DC güç kaynakları kullanılmaktadır. Her iki tip güç kaynağı da çeşitli akım karakteristiklerini sağlayacak türde olmalıdır.

Gerilimin normal değişimlerinde ve güç ünitesinin kendisi içindeki sıcaklık değişimlerinden dolayı oluşacak, akım şiddeti değişimleri minimum değerde olmalıdır. Motor-jeneratör tipi kaynak makineleri, hat gerilimi değişimlerine

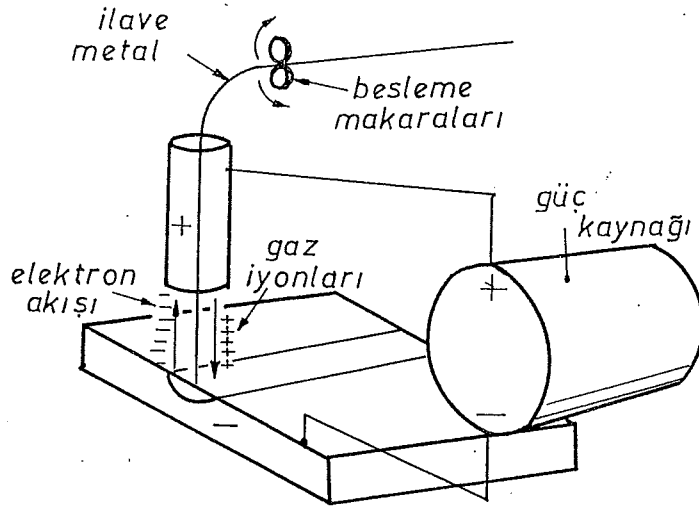
daha az duyarlıdırlar. Redresör tipi kaynak makinaları ise, buna daha fazla duyarlılık gösterirler. Bunun yanında, bazı jeneratör tipi kaynak makinaları, iç ısınma nedeniyle, çıkış akım şiddetinde değişimlere neden olurlar. Redresör tipi kaynak makinaları ise, sıcaklık değişimleri karşısında, çıkış akım şiddetini pek fazla değiştirmezler. Fakat, gerilim kararsızlıkları, direkt olarak ark kararlılığında etkili olur. Alışılmış MIG yöntemiyle kaynak işleminde, ilave metal güç kaynağının pozitif kutbuna bağlanır. Esas metal ise, negatif kutuptadır. Bu işlem, doğru akım ters kutuplama olarak isimlendirilir. DCRP (Direct Current Reverse Polarity) olarak gösterilir. Yeni bir gösterim, DCEP (Direct Current Electrode Positive) olarak verilmektedir.

Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında, şayet MIG yöntemi seçilmişse; Metal sıçraması, ark kararsızlığı, ön temizleme sonucu ortamda kalan artık temizleyicilerin kötü etkisi gibi nedenlerden dolayı, doğru akım doğru kutuplama ile kaynak (DCSP ya da DCEN : Direct Current Straight Polarity ya da Direct Current Electrode Negative) pek tavsiye edilmemektedir.

Yine; ark kararsızlığı, homojen olmayan ilave metal ergimesi gibi nedenlerden dolayı, Alüminyum ve alaşımlarının MIG yöntemiyle kaynağında, alternatif akım (AC) da pek kullanılmaz.

DCRP (DCEP) ile kaynak, metal transferinin düzgün olmasını ve yüzeydeki oksit tabakasının kolayca parçalanmasını sağlar. Belli bir ilave metal çapı için, belli bir

eşik limitinin üzerindeki akım yoğunluklarında, ark kararlı olur ve metal transferi çok küçük kürecikler halinde oluşur. (14) Bu eşiğin altındaki akım yoğunluklarında ise, metal transferi düzensiz ve büyük damlalar halinde oluşur. DCRP ile alüminyum ve alaşımlarının MIG yöntemi ile kaynağında ark kararlılığı; Eşik akım yoğunluğu, güç kaynağı karakteristikleri, ilave metal çapı ve alaşım türüne bağlıdır. Oksitlerin parçalanması, DCRP ile kaynak işleminde çok kolay olmaktadır. Bu olayın mekanizması henüz tam olarak bilinmemektedir. Bunun, elektronların esas metalden ayrılmaları sonucunda, pozitif iyon bombardmanı sonucunda, ya da her ikisinin karmaşık etkisi sonucunda oluştuğu varsayılmaktadır. (15)



Şekil 27 - MIG yöntemiyle kaynakta, DCRP (DCEP) .

2.2. Alüminyum ve alaşımlarının MIG yöntemiyle kaynağında kaynak kalitesinin oluşumu:

Kaynakla birleştirilen tasarımlar, çoğu zaman istenilen özellikleri sağlamazlar. Bazı önlemlerin alınmasıyla, istenilen özelliklere yaklaşılabilmektedir. Kaynakta, kaliteye etki eden faktörler oldukça çok ve değişiktir. Konu, hatalar yönünden ele alınırsa daha uygun yaklaşımlar yapılabilir.

Prozite ve diğer kalıntılardan oluşan boşluklar, her ne kadar sınırlandırılırsalar da, yine de malzemenin çekilebilme özelliğini, yorulma dayanımını, çekme dayanımını, eğilme dayanımını ve diğer bazı özelliklerini kötü yönde etkilerler. Prozitenin esas sebebi, katılaşma anında metal tarafından gazların hapsedilmesidir. Gazlar ise; Arktaki kararsızlıktan, kirli esa ve ilave metal tarafından kaynak bölgesine sokulan bileşimlerden, havadan, sudan, koruyucu gazdan ve diğer şeyler aracılığı ile ergiyik banyoya girebilirler. Kaynak bölgesinde kalan gaz miktarı, soğuma hızının bir fonksiyonudur.

Prozitenin başlıca sebepleri şöyle özetlenebilir:

1. Gaz hapsi:

Katılaşma esnasında, çeşitli gaz bileşenleri veya koruyucu gaz, kaynak bölgesinde tutulabilir. Kaynak dikişlerinde oluşan prozite, hızlı dondurulmuş bir buz kütesinde kalan hava kabarcıklarına benzetilebilir.

Metal transferinin karakteristiği, kaynak bölgesinde tür-

bülans oluşumu ile etkilenir. Kaynak akım şiddetinin yüksek olduğu durumlarda, kaynak bölgesinde oluşan bir gaz kabarcığı üzerine çökelen sıvı metal, gazın katılaşma esnasında dışarı çıkmasına izin vermiyecektir. Bu tip prozite, ark kararsızlıklarından dolayı da oluşabilir.

2. Hidrojen:

Gaz hapsine ilaveten, prozitenin bir diğer sebebi de, çeşitli yollarla dikişe giren hidrojendir. Ergimiş Alüminyum yüksek oranda atomik hidrojen afinitesine sahiptir. Diğer yandan, katılaşmış alüminyum çok az miktarda hidrojen tutabilir. Bu nedenle, katılaşma esnasında bir kısım hidrojen dışarı atılır. Eğer, soğuma oranı çok yüksekse, hidrojen metal yüzeyine çıkamıyacak ve metal içerisinde kalarak gaz prozitesine neden olacaktır. Kullanılan birtakım bileşimler, hidrojen içerirler. Koruyucu gaza kaçan su veya diğer hidrojen içeren bileşiklerden de, hidrojen dikişe girebilir. Her durumda, artan hidrojen miktarı ile prozite oranı artar. Proziteli kaynak dikişleri ayrıca, uzun bir zaman nemli bir ortamda tutulan esas veya ilave metale, kimyasal yolla ya da absorpsiyon yoluyla nemin nüfuz etmesinden dolayı da olabilir. İlave veya esas metal üzerindeki yağ, gres ve benzeri hidrojen içeren bileşikler de proziteye sebep olabilirler. Torch veya klavuz borulardaki nem artıkları da prozite oluşumunda etkilidirler.

3. Soğutma sisteminin sebep olduğu prozite:

Su soğutmalı MIG ekipmanında, soğutma suyu devresi, sürekli olarak çalışır veya sadece kaynak esnasında dev-

reye girer. Kaynak işlemi durduğunda, soğutma suyu devirdaimi devam ederse, atmosferden gelen su buharı, gaz hattı ve torch'un iç aksamalarında yoğunlaşır. Kaynak yeniden başladığında, bu yoğunlaşım suyu tekrar buharlaşarak ergimiş banyoya girecek ve proziteye sebep olabilecektir. Bu nedenle, bu tür prozitenin önlenmesi için, kaynak işlemi durduğunda soğutma suyu devirdaimi de kesilmelidir.

4. Kaynak bölgesinin soğuma hızı:

Kaynak bölgesinde kalarak proziteye sebep olan gaz miktarı, kaynak bölgesinin soğuma hızının bir fonksiyonudur. Şayet soğuma zamanı, gaz miktarının çoğunun çıkmasına müsaade edecek kadar uzunsa, prozite oranı daha düşük kalacaktır. Şayet altlık kullanılıyorsa, ısı iletim katsayısının yüksek olması nedeni ile, ısı giriş miktarının yüksek tutulması gereklidir. Bu da, kaynak hızının azaltımı ya da akım şiddetinin arttırımı ile mümkün olur. Ayrıca, yüksek ark gerilimleri kullanılarak da bu işlem sağlanabilir.

Argona % 10 dan fazla oranda helyum ilavesinin ark gerilimini arttırdığı ve proziteyi azalttığı tesbit edilmiştir. (16) Kaynak bölgesinin soğuma hızı yüksekse, çatlama olayı da oluşabilir. Bu nedenlerden dolayı, çatlama ve proziteyi azaltmak için, esas metalin kaynak sıcaklığına yakın sıcaklıkta olması faydalı olur. Bu nedenle, büyük yük tasarımlarda ön tavlama önerilir.

Kullanılan altlıklarda, derin ve dar oyuklar kök prozitesini arttırırken, derin olmayan geniş oyuklar prozite oranını azaltıcı etki yaparlar. Bunun nedeni: Geniş oyuklarda, kök kısmında daha fazla metal çökeltimi yapılabil-

mesidir. Ayrıca, altlığın da ön tavlanmasının, proziteyi azaltıcı yönde etkidiği belirtilmiştir. (17)

5. Düzensiz ilave metal beslenmesi:

Düzensiz ilave metal beslenmesinin de proziteye neden olduğu söylenmektedir. (18) Alışılmış, alüminyum ve alaşımlarının MIG yöntemiyle kaynağında , çok kısa ark boylarında çalışma ve kaynak bölgesinde türbülans oluşumunun da, proziteye neden olduğu tesbit edilmiştir. (19)

Düzensiz ilave metal beslenmesi ise, birçok nedene bağlı olabilir. Bunlardan bazıları şunlar olabilir:

5.1. İlerletme makaralarında yetersiz basınç nedeni ile ilave metalin atlama yapması,

5.2. Uygun olmayan yivde makara kullanımı,

5.3. Sistemdeki tel klavuzlarının aşırı bükülmesi,

5.4. Elektronik arızalar,

5.5. Eskimiş ve yıpranmış yataklar,

5.6. Uygun olmayan boyutta klavuz kullanımı.

İlave metal çapından daha büyük çapta klavuz kullanımı tavsiye edilir.

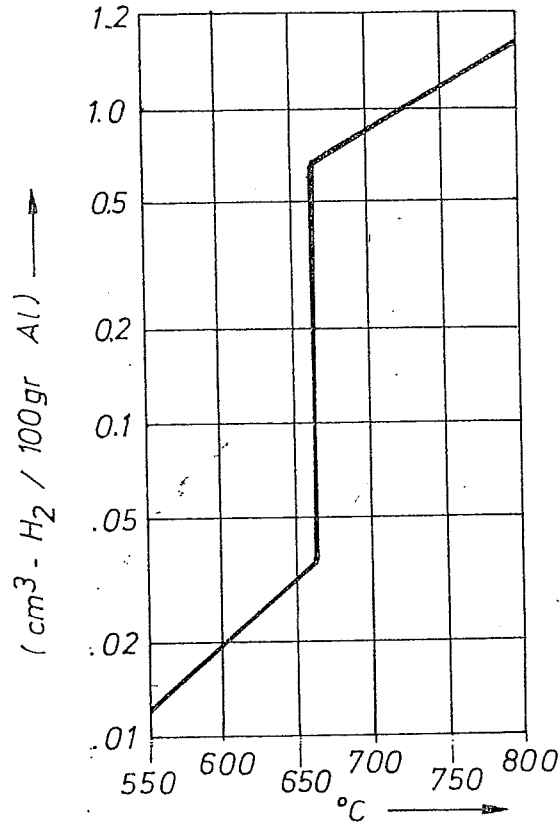
6. Esas metal kalitesi:

Prozite, kısmen esas metal kalitesine de bağlı olabilir. Esas metalin içerdiği elementlerden bazıları, prozite oluşumuna neden olabilirler. Özellikle, döküm alaşımlarının kaynağında bunun önemi çok büyüktür.

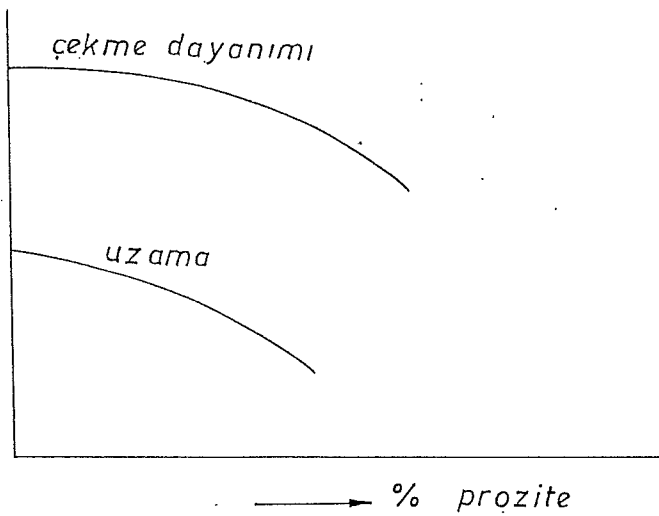
7. Çok pasolu kaynak:

Prozite oluşumu, tek pasolu kaynak işlemlerine nazaran, çok pasolu kaynak işlemlerinde daha hakim durumdadır. Büyük tasarımlarda kök pasolara göre, üst pasolarda prozite

te miktarı daha fazladır. Prozite, dikişin mekanik özelliklerini kötü yönde etkiler. Prozite yüzdesinin artışıyla mekanik özelliklerde düşme olur.



Şekil 28 - Alüminyumda hidrojen çözünürlüğü.



Şekil 29 - Prozitenin mekanik özelliklere etkisi.

2.3. MIG yöntemiyle kaynakta yüzeyde oluşan kalıntılar.

(Dross):

Kaynak sonrasında dikiş yüzeyinde gözlenen lekeler (kalıntı) , kırılmış alüminyum oksit parçacıklarından , ya da alüminyum nitrit filmlerinden oluşur. Bunlar, dikiş boyunca dağılım gösterirler. Kalıntıların esas sebebi oksijendir. Bunlar, prozitenin aksine olarak, mekanik özellikleri pek etkilemezler. (20)

Kalıntıların ana nedenleri şöylece özetlenebilir:

1. Yetersiz koruma:

Kaynak bölgesine oksijen girişi birkaç yolla olur. Bunlardan biri, yetersiz koruma dolayısı ile olur. Kaynak bölgesinde hava akımlarının olması, kısa süreli ya da devamlı olarak koruyucu gaz kaybına neden olur. Bu nedenle, yüzey hava ile temasa geçer. Gaz debisinin yetersiz olduğu durumlarda da yetersiz korunma olayı oluşabilir. Kontakt silindrine hava girmiş olması da kalıntı oluşumunu etkileyebilir. Koruyucu gaz hortumunun çapının küçük olması da yetersiz korumaya neden olabilir.

2. İlave metal yüzeyi:

Prozitenin esas kaynağının hidrojen olduğu gibi, kalıntının da esas kaynağı oksijendir. Oksijen içeren ilave metaller de bir kalıntı kaynağı olabilir. Oksijen ayrıca, ilave metal yüzeyindeki hidrokarbon bileşikleri içinde de bulunabilir. Şayet, ilave metal makaraları, herhangi bir koruyucu kılıf olmadan, uzun süre açık atmosferde bırakı-

larsa, ilave metal yüzeyi oksitlenebilir. Kullanılmayan m karalar koruyucu paketler içerisinde konularak, depolanmalıdır. Kısmi kullanım halinde de koruyucuların kullanımı uygun olur.

3. Oksitli esas metal yüzeyi ve dikişler:

Kaynak öncesinde fırçalanmayan veya deokside edilmeyen, esas metal yüzeyine çekilen dikişler de bir oksijen kaynağı olabilirler. Ayrıca, zamanın uzun olduğu durumlarda bir sonraki dikiş çekilmeden, önce çekilmiş dikişler muhakkak fırçalanmalıdır. Temizleme yapılmadan, bir sonraki dikişin çekilmesi, yine bir oksijen kaynağı yaratır.

2.4. Kalıntıların Mekanik Özellikler Üzerindeki Etkileri:

Kalıntı miktarı az ise, mekanik özellikler üzerinde pek etkisi olmaz. Aşırı miktardaki kalıntılar ise, mekanik özellikler üzerinde ciddi etkilere sebep olurlar. Bu durumlarda kalıntılar, mikroçatlaklar ve boşluklar olarak gözlenirler. Bunlar da, çekme ve haddelenebilme özelliği üzerinde kötü etkilere neden olurlar. (21)

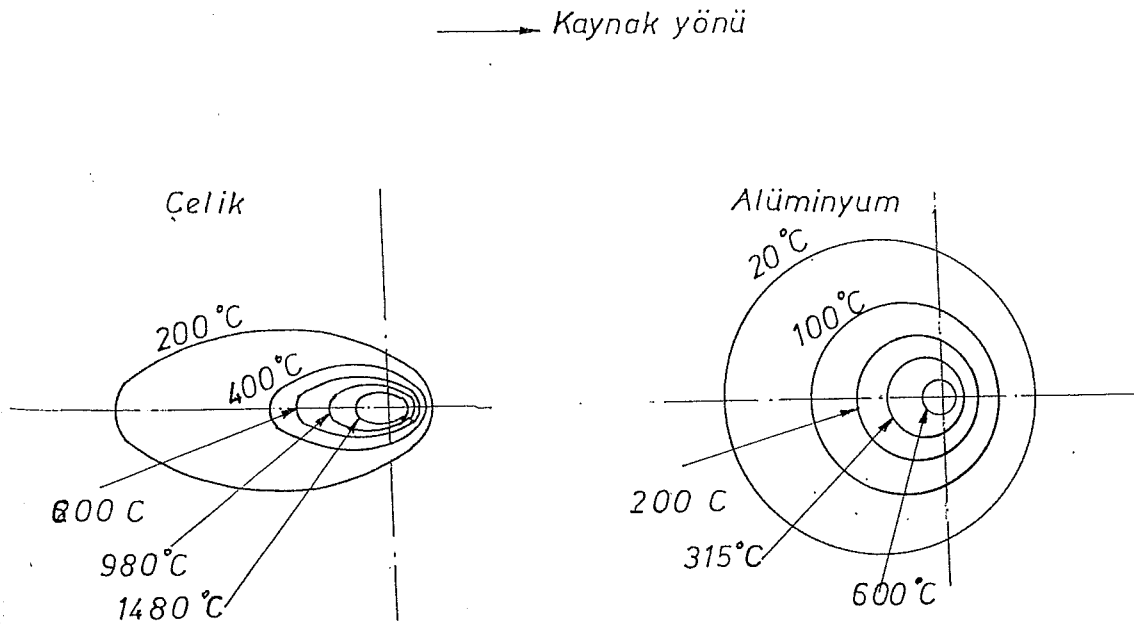
2.5. Alaşım Elemanı Kayıpları :

Kaynak esnasında, ark yolu boyunca ilave metal transferi esnasında, birtakım alaşım

elemanı kayıpları oluşur. Si, Mn, Fe, Cu, Ti gibi elemanlar, pek fazla kayıp oluşturmazlar. Diğer yandan, Mg ve Zn gibi elemanlar, kayıp oluşturlar.

Magnezyum kaybı, % 2 den % 15 e kadar değişebilir. Akım şiddetindeki değişimlerin, magnezyum kaybını çok az etkilediği belirlenmiştir. (22)

Ark oluşumu esnasında oluşan, bu kayıpların dengelenmesi için, özellikle MIG yöntemiyle kaynakta kullanılan ilave metaldeki Mg oranının yüksek tutulması gerekir. (% 2 - % 15 daha fazla)



Şekil 30 - Aynı ısı yoğunluğu ve aynı kaynak hızında çelik ve alüminyum için sıcaklık dağılımı.

2.7.3.4. MIG ve TIG Yöntemlerinin Kıyaslanması:

1. MIG yönteminin avantajları: MIG yönteminin TIG yöntemine göre avantajlarından çoğu; Elektrodun pozitif kutupta iken , yüksek akım şiddetleri kullanabilme olanağı sağlamasıdır. Elektrodun ergiyen türde olması, pozitif kutuplama olanağını sağlamış olur. TIG yönteminde ise, akım şiddeti tungsten elektrodun ergime sıcaklığı ile sınırlanmıştır.

1.1. Yüksek kaynak hızlarıyla çalışabilme olanağı:

Elle yapılan TIG yöntemiyle kaynağa göre, MIG yöntemiyle kaynakta, kaynak hızları 2-3 kat daha fazla olabilir. Bu fazlalık, malzeme kalınlığı ile sınırlandırılmıştır. 10 mm den kalın parçalar için söylenenler doğrudur. Daha ince parçaların otomatik kaynağı yapılıyorsa, kaynak hızları yaklaşık olarak, her iki yöntemde de aynıdır. Elle yapılan TIG yöntemiyle kaynakta, çekilecek dikiş boyu ilave metal boyu ile sınırlandırılmıştır. Kordon boyu 300 mm den fazla ise, kaynak operatörü arkı kesmeden işleme devam edemez. MIG yönteminde ve otomatik TIG yönteminde, ilave metal mekanik olarak beslendiğinden, operatör arkı kesmeden 600 mm ye kadar olan dikişleri rahatlıkla çekebilir. Bu yöntemlerde, ark tutuşturumu ve kesilmesi için zaman kayıpları daha azdır. Bunun sonucunda, daha az krater çatlamları oluşur ve birim zaman başına çekilen dikiş boyu artmış olur. Ayrıca, bu yöntemlerle çekilen di-

kişilerin yorulma dayanımlarının daha yüksek olduğu söylenmektedir. (23) (Elle yapılan TIG yöntemine göre.)

1.2. 5 mm den daha kalın parçaların kaynağında düşük maliyet:

MIG yöntemiyle kaynakta kullanılan ekipman, TIG yöntemiyle kaynakta kullanılan ekipmandan daha pahalıdır. Fakat, kalın parçaların kaynağında çok pasolu kaynak işlemi gerekli olur. Bu durumda, MIG yöntemi daha avantajlı olur.

1.3. Düşük oranda distorsiyon:

MIG yönteminde, yüksek kaynak hızlarının bir sonucu olarak, kaynak bölgesinde ısı birikimi daha az orandadır. Bu nedenle, distorsiyonlar da az olacaktır.

1.4. İyi kaynak kalitesi:

MIG yöntemiyle kaynakta, yüksek akım yoğunluğu kullanabilme olanağı nedeniyle, damla göçümü daha yüksek olduğundan, iyi kalitede kaynak olasıdır.

1.5. Çeşitli pozisyonlarda kaynak yapabilme olanağı:

Ark kuvvetinin büyüklüğünden dolayı, ilave metal zerrecikleri ark yolu boyunca yüksek bir hızla geçerler ve yerçekiminden fazlaca etkilenmezler. Bu nedenle, her pozisyonda kaynak mümkün olur.

1.6. İlave metal göçüm oranının yüksek olması:

Yüksek bir oranda ilave metal göçümü istendiği durumlarda, (Büyük yapıların kaynağı ya da yüzey kaplama işlemlerinde) MIG yöntemi daha avantajlıdır. Dikişte ilave metal oranının yüksek olması istendiği durumlarda, kalın

aplı ilave metal ve yüksek akım Şiddetleri kullanımı ne-
rilir.

1.7. Otomatik kaynaĒa uygulanabilme kolaylıĒı:

MIG ekipmanı, her durumda yarı otomatik olarak
yapılmaktadır. TIG otomatize edilmeye daha az yatkındır.

1.8, Radyo dalgalarını etkileme:

MIG yöntemiyle kaynakta, genellikle doĒru akım
kullanıldıĒından, ark kararlılıĒını temin için yüksek fre-
kans ünitelerinin kullanımı gereksizdir.

TIG yönteminde ise, oĒunlukla alternatif akım uygun oldu-
Ēundan, ark kararlılıĒını saĒlamak için, yüksek frekans
nitelerinin kullanımı gerekebilir. Bu da radyo dalgaları-
nı etkiler.

2. TIG Yönteminin Avantajları: TIG yönteminin avan-
tajlarından oĒu, ilave metalin, daha önceden oluŐturul-
muŐ arkın içine beslenmesinden kaynaklanır. Bu da, akım ve
ilave metal hızının baĒımsız olarak ayarına olanak tanır.

2.1. 3 mm den daha ince parçaların kaynaĒında, d- Ők maliyet:

İlave metal hızı ve akım Şiddeti birbirinden ba-
Ēımsız olarak ayarlanabildiĒinden, ilave metal tkzetiminin
en aza indirilmesi mümkün olur. TIG ekipmanı daha ucuzdur.

2.2. Çok ince parçaların kaynatılabilme olanaĒı:

Pulse'li akım kullanılarak, MIG yöntemiyle minimum
1 mm kalınlıktaki parçaların kaynatılması mümkün olmakta-
dır. TIG yöntemiyle kaynakta, bu kalınlık 0.25 mm ye kadar
inebilmektedir.

2.3. Çok dar kordonlar çekebilme olanaĒı:

Elle yapılan TIG yöntemiyle kaynakta, ilave metalin kaynak bölgesine elle verilmesinden dolayı, operatör her zaman için kaynak bölgesini kontrol edebilme olanağına sahiptir. Bu nedenle, kordonun ince ya da kalın olması büyük oranda operatörün becerisine bağlıdır.

2.4. İlave metal kullanmadan kaynak yapabilme olanağı:

Bu, alın ve bindirme tür tasarımlarda , kenar ergimesi yönünden oldukça avantaj sağlar.

2.5. Mükemmel kaynak kalitesi:

TIG yöntemiyle yapılan kaynakta, dikiş kalitesi oldukça iyidir. Ayrıca, mükemmel bir yüzey görünümü elde edilir. TIG yöntemiyle kaynakta, kalın parçalarda tam nüfuziyet gerekli ise, ilave metal beslenmesi geciktirilebilir. MIG yönteminde ise, ark ateşlenir ateşlenmez ilave metal beslenir. Bu da yetersiz nüfuziyete sebep olabilir. Bunun önlenmesi için, 200-250 °C de bir ön tavlama yapmak gerekli olur.

AC-TIG yöntemiyle, 4.5 mm ye kadar parçaların kaynağı yapılabilir. Bu kalınlıktan yukarı kalınlıktaki parçaların kaynağında ise, DCRP-MIG yöntemi uygun düşer.

2.8. Alüminyum ve Alaşımlarının Yöntemlerle Kıyaslanarak, Kaynak Yatkınlıklarının İncelenmesi:

Ergitme kaynak yöntemlerinde, birleştirme, ısı aracılığı ile yapıldığından, düşünülmesi gereken bir diğer husus da; Isı etkisi altında kalan bölgede, esas metalin müsaade edilen yumuşama derecesidir. Bazı durumlarda da, bu ısı, korrozyon direncini de etkileyebilir. Bu nedenle, birleştirme için minimum miktarda ısı kullanımı, en uygun koşulları sağlar. Dolayısıyla, ısı miktarının en az olduğu yöntemlerin mümkün olan oranda tercihi, avantaj sağlar. Direnç kaynağı, soğuk pres kaynağı, ultrasonik yöntemle kaynak, yumuşak lehimleme, yapıştırma veya mekanik bağlama yöntemleri, bu koşulu sağlayan yöntemlerdir.

Isıdan etkilenen bölgenin minimum olduğu ve maksimum özelliklerin istendiği tasarımlarda, lâl kaynak ağzı önerilmektedir. Bu tür yerlerde, koruyucu gazla kaynak yöntemleri, (özellikle MIG) önerilir. Ayrıca, bu tür tasarımlarda, Işın Tekniği ile kaynak, indüksiyon kaynağı ve alın basma kaynağı gibi modern yöntemler de önerilmektedir. Isıdan etkilenen bölgenin minimum , penetrasyonun maksimum olması ve maksimum özelliklerin istendiği tasarımlarda, ışın tekniği ile kaynak yöntemleri, son yılların en popüler yöntemleri olarak dikkati çekmektedir.

Bunların yanında, birleştirme yönteminin seçimi de, istenen özelliklerin sağlanması açısından önem taşır. Bazen, yüzeyin temiz ve iyi görünümlü olması istenir. Işın tekniği ile kaynak yöntemleri dışında, ergitme kaynak yöntem-

leri içinde en iyi yüzey görünümünü, koruyucu gazla kaynak yöntemleri, özellikle TIG yöntemi sağlar. Direnç, ultrasonik, soğuk pres ve elektrik arkı ile kaynak yöntemleri, yüzeyin az veya çok bozulmasına, deforme olmasına neden olurlar. Lehimleme ve yapıştırma işlemleri , çok az bir son bitirme işlemi gerektiren ya da gerektirmeyen, güzel bir yüzey görünümü sağlarlar. Soğuk pres kaynağı, yüzeyi büyük ölçüde deforme ettiğinden, iyi görünüm istenen yerlerde pek tavsiye edilmez.

Kaynatılmış parçalar, kimyasal ya da elektrokimyasal yüzey işlemlerine tabi tutulabilirler. Direnç, ultrasonik ve soğuk pres yöntemleri ile kaynatılmış parçalar, işlem sonrası çok az dikkat gerektirirler. Fakat, bindirme tür tasarımlarda, kimyasal çözeltinin hapsedilmesini önlemek ve renk değişiminin minimum olmasını sağlamak için, durulama esnasında daha dikkatli davranılması tavsiye edilir.

Yöntem seçimini etkileyen bir husus da, ekonomik koşullardır. Bunlar, ekipman masrafı, ustalık ve gerekli iş gücüne yapılan masraflar, hazırlama ve bitirme işlemleri masrafları ve diğer masraflardır. Yapılacak işin tekrarlanma olasılığı ve ekipmanların kullanılabilirliği de yöntem seçimine etkirler. Aynı boyut ve şekildeki parçaların üretildiği yüksek üretim oranlarında otomasyona gidilmesi tavsiye edilir.

2.8.1. Kaynak Tasarımı:

İyi bir kaynak tasarımı, birleştirme sayısı ve ürün gereksinimlerinden etkilenmeyen bir kaynağı mümkün

kılar. Birleştirme sayısındaki azalma, verilen enerji ve distorsiyon oluşum olasılığını da azalmaya teşvik etmektedir. Bu nedenle, çoğunlukla görünüm ve ürünün işlevlerinde bir gelişim sonucunu doğurur. Birleştirmelerden kurtulmak için, tasarımcı çoğu zaman döküm, ekstrüzyon, presleme, bükme veya haddeleme gibi yöntemlerle şekil verme yoluna gider. Fiyatın azaltımı düşünöldüğu durumlarda, örnek bir metod olarak, özel ekstrüzyonların kullanımı ile kenar hazırlama işlemlerinin en aza indirilmesi düşünölebilir. Ekstrüzyon yolu ile, hemen hemen her istenen şekil verilebileceğinden, kenar hazırlama işlemlerinin ekstrüzyon yolu ile oluşturulması mümkündür. Kenar hazırlamada bu kolaylıklar, kaynak hızını arttırır ve fiyatı azaltır.

2.9. Kaynak Dikişlerine Uygulanan Son İşlemler:

2.9.1. Dikişlere uygulanan son ısıl işlem:

Isıl işlemlere yatkın alüminyum alaşımları, kaynak sonrasında bir ısıl işlemle sertleştirilebilirler. Bu, tam bir çözünme ve suni yaşlanma, ya da yalnızca suni yaşlanma olarak ortaya çıkar.

Çözünme esnasında, alaşım elemanları, yüksek sıcaklıkta ısıtılma dolayısıyla yeniden çözünürler.

Isıl işlemlere yatkın alüminyum alaşımlarınının kaynağında, üç temel işlem sırası uygulanır.

1. 0 tavlı malzemelerle kaynak sonrasında, çözünme ısıl işlemi ve suni yaşlandırma,

2. T4 temperli malzemelerle kaynak sonrasında, suni veya doğal yaşlandırma,

3. T6 temperli malzemelerle kaynak sonrasında, doğal yaşlandırma.

Çözünme ısıtıl işlemi, ısıtıl işlem fırınları ve yaşlandırma tankları gerektirir. Suni yaşlandırma ise, sadece fırın gerektirir. Isıtıl işlemlere yatkın alüminyum alaşımlarının kaynak dikişlerinde maksimum dayanım eldesi için, mutlaka son bir ısıtıl işlem gereklidir. Bu nedenle, bu alaşımların kaynağında, ısıtıl işleme yatkın ilave metal seçimi gerekli olur.

2.9.2. Son dikiş gerilmelerinin giderimi:

Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında, kaynak sonrası, kaynak ısıtısının sebep olduğu kalıntı gerilmeler; Toplam ısı girişı miktarı, malzeme kalınlığı ve kenar tasarımına bağılı olarak değışıim gösterirler. Artık gerilmelerin dağıtımında en genel yollardan biri de mekanik yolla olanıdır. Bu işlem, bir çekikle lokal işleme esasına dayanır. Bu yol, ince parçalarda pek tavsiye edilmez. Bu gibi durumlarda, ikinci yol olarak; Isıtıl işleme gerilme azaltımı tavsiye edilir.

Tüm alüminyum alaşımları, uygun sıcaklıklara ısıtılmakla, belirli zaman bu sıcaklıkta tutularak yumuşatılabilir.

Yumuşatma, tüm artık gerilmeleri yok eder.

Isıtıl işlemlere yatkın alüminyum alaşımlarında, gerilme azaltımı için yapılan ısıtıl işlemler alaşımların mekanik özelliklerini etkileyebilir. Hatta, bazı durumlarda korrozyon direnci de etkilenebilir.

Isıtıl işlemlere yatkın olmayan, Al-Mg alaşımları için, (5xxx) artık gerilmeler, 350 °C nin altında ısıtılmak

suretiyle alınabilir. Bu sıcaklık, tam yumuşama sıcaklığıdır. Son tavlama işlemi, kaynak tasarımı ve tav fırını boyutlarına bağlıdır. Şayet mümkünse, bir tav fırınında ısıtma işlemi yapılır. Al-Mg alaşımlarının kaynak sonrası artık gerilmeleri, yaklaşık 230 °C de 4 saat kadar bekletilmekle alınabilir. Tavlama süresi, tüm parçanın tav sıcaklığına erişmesine kadar geçen süredir. Parçanın daha fazla bekletilmesi uygun olmaz. Bazı durumlarda, bölgesel ısıtmalar da gerilmelerin azaltımı ve yayımında etkili olurlar.

2.10. Kladlanmış Alüminyum Levhaların Kaynağı:

Levha veya folye halindeki birçok alüminyum alaşımı, aynı veya farklı alaşımlardaki alüminyum levhalarla kladlanmış olarak kullanılmaktadır. Klad kesit alanının kalınlığı, toplam kalınlığın % 15 ine kadar olabilmektedir. Çekirdek alaşım, kısmen klad alaşımdan daha serttir. Bu, yumuşak klad alaşımının, haddeme esnasında kolay yayılmasına ve çok ince tabaka haline gelebilmesini sağlamak amacıyla düşünülmüştür.

2.10.1. Kladlamanın bazı sebepleri:

Kladlama, şu nedenlerden dolayı yapılır.

1. Atmosferik korrozyon direncinin arttırımı,
2. Daha dayanıklı çekirdek malzeme kullanılarak, dayanım arttırımı,
3. Bazı korrozif akışkanlarla temas halindeki alaşımlarda kimyasal reaksiyonların önlenmesi,
4. Daha iyi son bitirme özellikleri ve görünüm eldesi,

5. Daha iyi anodizasyon özelliklerinin temini.

Levha olarak, uçak endüstrisinde kullanılan, 2014, 2024 ve 7075 alaşımlarının korrozyon dirençlerini arttırmak için, örnek olarak, 6053, 1230 veya 7072 bu amaç için klad malzeme olarak kullanılmaktadır.

2.10.2. Kladlanmış Alüminyum Levhaların Kaynak Yöntemleri:

Klad alüminyum alaşımlarının kaynağında, esas olarak iki ergitme kaynağı yöntemi kullanılmaktadır.

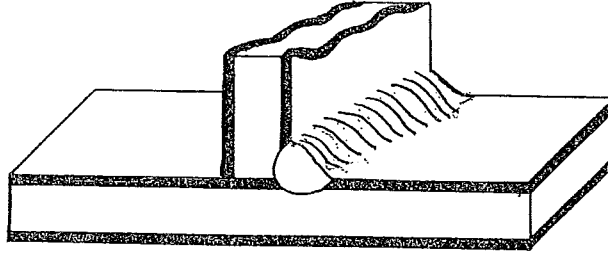
1. Direnç kaynağı,
2. Koruyucu gazla kaynak.

Bunlardan başka, uygulama alanlarına yeni girmiş bulunan yöntemler de bu amaç için kullanılmaktadır. Özellikle ışın tekniği ile kaynak yöntemleri uygun koşulları sağlamaktadır.

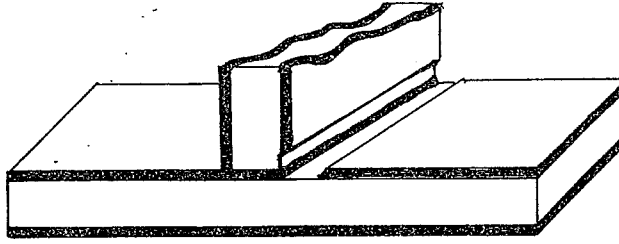
Direnç kaynağı, çok yüksek akım şiddetleriyle çalışmayı gerektirdiğinden, pek yaygın kullanım alanına sahip değildir. Koruyucu gazla kaynak yöntemleri; Hidrojen peroksit depolama tankları, borular, su ısıtıcıları, petrol boru hatları gibi kladlanmış alüminyum alaşımlarından oluşmuş tasarımlarda uygun düşmektedir.

İlave metal seçimi genellikle çekirdek alaşıma göre yapılmaktadır. Kalın klad alaşımların kullanıldığı durumlarda, şayet kaynak yapılırsa çatlama olayına sık rastlanmaktadır. İyi kalitede kaynak için, nüfuziyetin çekirdek malzeme içlerine kadar olması gereklidir. Bu, ancak akım şiddetinin belirli bir düzeye kadar arttırımı ile mümkün olur. Çekirdek malzemede yeterli nüfuziyet eldesi için bir diğer

yol da, kaynak bölgesindeki klad malzemenin yontulmasıdır.

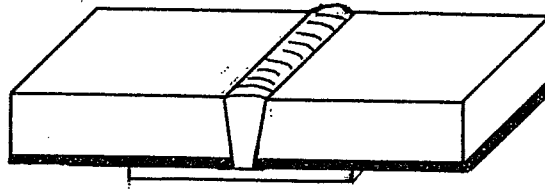


Şekil 31 - Klad alüminyum alaşımlarının yüksek akım şiddetleri kullanılarak kaynağı.



Şekil 32 - Klad alüminyum alaşımlarının kaynağında tam nüfuziyet eldesi için hazırlanmış, kenar tasarımı.

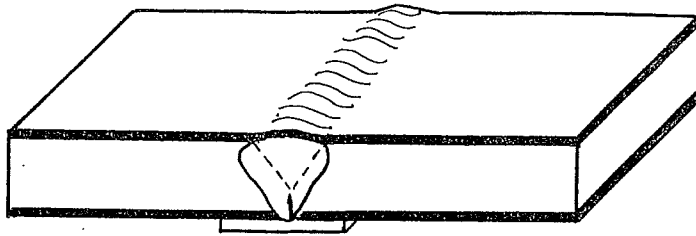
Şayet kimyasal bir bileşimin muhafazası gerekli ise, integral bir altlık kullanımıyla, yüzeyde gerekli bileşim elde edilmiş olur.



Şekil 33 - Tek taraftan kladlanmış alüminyum alaşımlarının kaynağında (Tek taraftan kladlanmış) integral altlık kullanımı.

Bir taraftan kladlanmış malzemeler için, altlık kladlanmış tarafa, klad malzemeye uygun bileşimde bir ilave metalle ya da klad malzeme ile aynı bileşimde ilave metalle puntalanır. Birleştirmenin diğer yanı çekirdek malzemeye uygun bir ilave metal seçilerek kaynatılır.

Şayet, iki yandan kladlanmış malzemeler kaynak edilecekse, klad malzeme ile aynı bileşimde altlık kullanılarak, klad malzeme tarafları klad malzemeye uygun ilave metalle kaynak edilir. Çekirdek malzeme de çekirdek malzemeye uygun ilave metalle kaynak edilir.

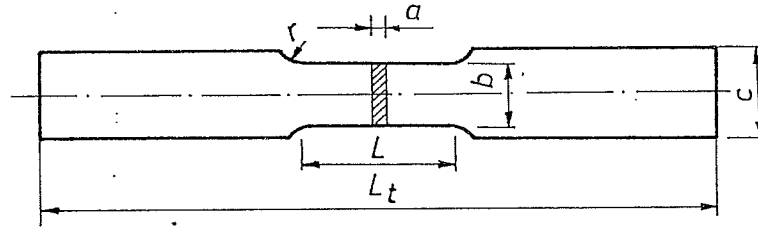


Şekil 34 - İki taraftan kladlanmış alüminyum alaşımlarının kaynağı.

3.0. DENEYSEL ÇALIŞMALAR:

3.1. Parçaların Hazırlanması:

Deneyler için; Tesbit edilen kalınlıkta ve alaşımdaki levha alaşımdan, uygun boyutta deney parçaları kesildi. Ülke tüketiminde, kaynak tasarımlarında payının büyüklüğü nedeniyle, alaşım olarak Etial-52 (5052) ve 4 mm kalınlık seçildi. Buna göre, herbir kenar tasarımı için 5'er adet çekme numunesi hazırlanabilecek boyutlarda parçalar kesildi. Standartlardan 4 mm parça kalınlığı için, demir dışı metallere ait çekme numunesi boyutları tesbit edildi. Bu standartlarda belirtilen koşullara uygun olarak, numuneler hazırlandı.

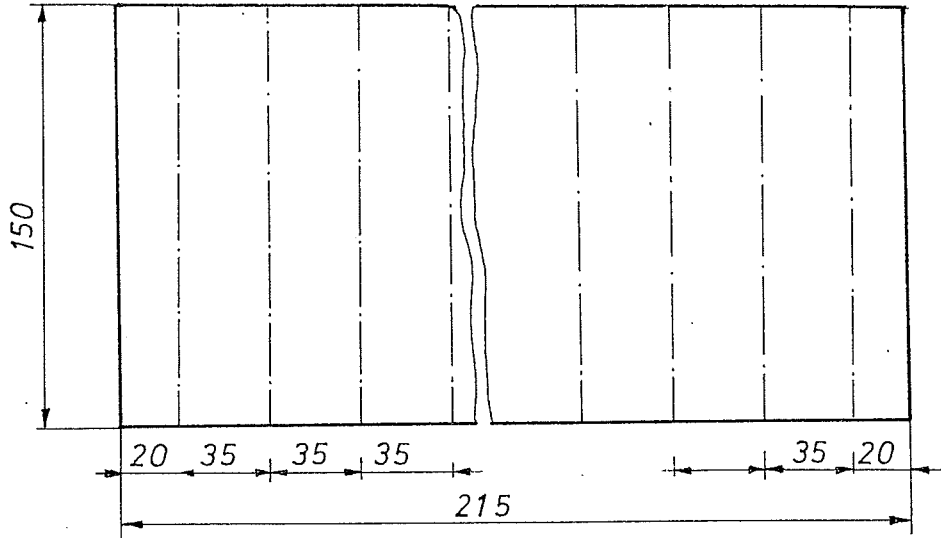


<i>a</i>	6'ya kadar	6 - 16	16-30
<i>L_t</i>	200	220	250
<i>L</i>	50	65	80
<i>c</i>	30	40	50
<i>b</i>	20	30	40
<i>r</i>	24-40	40-24	24-40

Şekil 35 - Demir dışı metaller için çekme numunesi boyutları.

Parça kalınlığının dikkate alınmasıyla, kesilecek parça ölçüleri belirlendi. Dikiş başlangıcı ve sonundaki kaynak

hatalarından kurtulmak için, kaynatılmış parçaların, dikiş eksenine dik olan her iki kenarından 20 şer mm'lik kısmın kesilmesinin uygun olacağı düşünüldü. 4 mm parça kalınlığı için, kaynatılmış çekme numunesi boyu 200 mm olarak verilmiştir. Bindirme türü tasarımlar da dikkate alınarak, numunelerin toplam boyunun 300 mm olarak alınması uygun bulundu. Dikiş, bu boyun tam ortasından çekileceğinden, kaynatılacak tek parça boyu 150 mm olarak bulundu. Kaynatılacak parça eni için ise; Kesme kayıpları ve çekme numunesinin standartlarda belirtilen eni dikkate alınarak, bir hesaplama yapıldı. 4 mm kalınlık için numune eni: 30 mm, kesme ve işleme esnasında, her iki kenardan 5 mm toplam kayıp olacağı varsayımıyla, parça eni:

$$b=5 \times (30+5) + 2 \times 20 = 215 \text{ mm olarak bulundu.}$$


Şekil 36 - Kaynak edilecek tek parça boyutları.

Belirlenen boyutlarda yeterli sayıda kesilen parçalar, daha sonra ikişer ikişer, belirlenen kenar tasarımlarında kaynak edildi.

3.2. Kaynak Operatörünün Özellikleri:

Kaynak işleminin gerçekleşmesinde, deneylerin yapıldığı işletmenin değerlendirmelerinden yararlanılarak, 1. sınıf olarak tanımlanan kaynak operatöründen yararlanıldı.

3.3. Yöntemlerin Uygulanmasında Genel Kurallar ve Parametrelerin Tesbiti:

Belirlenen 9 tür kenar tasarımı için, belirlenen 4 kaynak yöntemi ayrı ayrı uygulanmış ve kaynak sonrasında her parçaya numara verilmiştir. Bu numaraların, hangi yöntem, kenar tasarımı ve parametrelere karşılık geldiği kaydedilmiştir. Kaynak öncesinde, kenarlar paslanmaz çelik telli dönel fırça ile fırçalanıp, bir ön temizleme işlemi yapılmıştır. Kaynak sonrasında ise; yüzeydeki dekaplan, örtü ve curuf kalıntıları buharla temizlenmiştir. Bundan sonra, çekme numunelerinin hazırlanmasına geçilmiştir. Kaynak parametrelerinin ayarında bir dizi ön deney de yapıldıktan sonra kaynak işlemlerine geçilmiştir.

3.4. Yöntemlerin Kenar Tasarımlarına Göre Uygulanması:

3.4.1. Düz Alın Tasarımları:

Düz alın tasarımlarının kaynatılması için, daha önce 150x215 mm boyutlarında kesilen parçalar, ikişer ikişer uzun kenarlarından kaynak edilecek şekilde, mekanik olarak kenarları temizlendi. Uygun biçimde kaynak masasına yerleştirilen parçaların kaynağına geçildi.



Şekil 37 - Düz alın tasarımı.

3.4.1.1. Oksi-Asetilen Aleviyle Düz Alın Tasarımlarının Kaynağı:

Öncelikle, 4x150x215 boyutlarındaki parçalardan ikisinin kaynak edilecek kenarları mekanik olarak temizlenip, aralarında yaklaşık olarak 2 mm alın aralığı olacak şekilde, kaynak masasına yerleştirildi. Parça kalınlığı dikkate alınarak, 3 nolu bek hamlaca takıldı.

(3 nolu bek: 2-4 mm kalınlıktaki parçalar için)

Oksijen ve asetilen basınçları ayarlandıktan sonra, bek ateşlendi. Alev ayarı redükleyici (asetileni fazla) olarak yapıldı. Parçaların kısa bir süre ön tavlama sonrasında, toz halindeki dekapan birleşim yerine serpiştirildi. Yapılan bu ilk ön tavlamanın, toz halindeki dekapan parçacıklarının birleşim yerine kolayca yapışmasına yardımcı olacağı düşünüldü. Dekapanın serpilmesinden sonra, ikinci ön tavlama yapıldı. Toz halindeki dekapanın, sıvı hale gelmeye başladığı sıcaklık, kaynak sıcaklığı kabul edilerek, kaynak işlemine geçildi. Kaynak parametreleri şu şekilde tesbit edildi:

Alev Türü: Redükleyici

Bek Numarası: 3 (2-4 mm)

İlave Metal : 5154 alaşımı (TIG yönteminde kullanı-
lan)

İlave Metal Çapı: 3 mm

Ön Tavlama : 200 °C

İlave metal olarak, TIG (WIG) yönteminde kullanılan 5154 alaşımı kullanıldı. İlave metal, bir miktar ısıtma sonucu toz halindeki dekapana daldırılarak kaynak işleminde kullanıldı. Dekapanın ergimeye başlamasından sonra, öncelikle parça kenarlarına punta atıldı. Puntalama sonrası, bir uçtan itibaren dikiş çekimine başlandı. İlave metalin dekapan kaplı kısmının ergimesinden sonra, yeniden toz halindeki dekapana daldırılmasıyla dikiş tamamlandı.

Dikişin çekilmesinden sonra, yüzeyin düzgün çıkmadığı ve oksit çözümünün yeterli olmadığı tesbit edildi. Ayrıca soğuma esnasında dikişte çatlamlar gözlemlendi. Bunun nedeninin dekapan olduğu varsayımıyla, dekapanın uygun olmadığı ve havadan nem çektiği belirlendi. Daha gerçekçi sonuçların elde edilmesi için, dekapanın değiştirilmesi gereği ortaya çıktı. Yeni dekapanla, yukarıdaki kurallar titizlikle uygulanarak, kaynak işlemleri yinelenildi. Bu arada, kaynak esnasında ergiyen bölgeye dekapan atılmasının da, oksit dağıtımında daha etkili olduğu, daha güzel yüzey görünümü sağladığı ve daha uygun koşullarda dikiş özellikleri verdiği belirlendi. İlk dekapanla yapılan tasarımların çekme dayanımı ve uzama değerlerinin oldukça düşük değerlerde olduğu, daha sonra yapılan testlerle belirlendi.

Ayrıca, kopan kesitin incelenmesiyle, her tür kaynak hatasının olduğu belirlendi. Özellikle prozitenin çok fazla olduğu gözlemlendi.

Düz alın tasarımlarında, dikişler her iki yandan da çekilmiştir. Birinci taraftaki dikişin çekilmesinden sonra, parça ters çevrilip, arka tarafı da fırça ile temizlendikten sonra, ilk dikiş çekilirken yapılan işlemler aynen tekrarlandı. Sonunda parça numaralanılarak, soğumaya bırakıldı.

3.4.1.2. Elle Elektrodla Yapılan Ark Kaynağı ile Düz Alın Tasarımlarının Kaynağı:

Bu yöntemle yapılacak düz alın tasarımlarının kaynağı için de, kenar hazırlığı ve temizleme işlemleri, oksii-asetilen aleviyle kaynak yöntemindekine benzer niteliktedir. Gerekli temizleme ve ön hazırlama işlemleri sonucunda, parçalar aralarında 3 mm kadar alın aralığı olacak şekilde kaynak masasına yerleştirildiler. Uygulanan kaynak parametreleri şu şekilde belirlendi:

Akım Şiddeti	: 160 A
Gerilim	: 25 V
İlave Metal	: % 99.5 saf Al elektrod
İlave Metal Çapı	: 3.25 mm
Ön Tavlama	: 200 °C de oksii asetilen alevi ile
Kaynak Makinası	: Standart Motor-Jenaratör tipi
Kutuplama	: Doğru akım ters kutuplama (DCRP)

Gerekli hazırlıkların tamamlanmasından sonra kaynak işlemine geçildi. Öncelikle parçalar her iki uçtan puntalandı. Daha sonra, bir uçtan başlanarak parçalar kaynatıldı. Parça ters çevrilip, gerekli temizleme işlemlerinden sonra, ikinci dikiş de, birinci dikiş koşulları ile çekildi. Parça daha sonra numaralanarak, soğumaya bırakıldı. Kaynak işlemlerinden sonra, yapılan deneylerde dikişin pek uygun olmadığı, hemen her tür hatanın mevcut olduğu belirlendi. Bu hatalara bir önlem olarak, elektrod örtüsünün nem çekmiş olduğu düşüncesiyle, elektrodlar 175 °C civarında, etüv tipi bir fırında 4 saat kadar tutularak, deneyler yinelenildi. Ayrıca, kaynak esnasında ergiyik bölgeye, oksiasetilen aleviyle kaynakta kullanılan dekapandan bir miktar serpilmesi daha uygun dikiş özellikleri gösterdi. Gerekli ön koşulların sağlanmasından sonra, kullanılabilir çekme dayanımı değerlerine ulaşıldı.

3.4.1.3. Koruyucu Gazla TIG (WIG) Yöntemi ile Alın Tasarımlarının Kaynağı:

Bu yöntemle kaynakta, oksitlerin parçalanması koruyucu gazın iyonizasyonu ve kutuplama aracılığı ile kendiliğinden olduğundan, temizleme işleminin çok itinalı yapılmasına gerek yoktur. Ama, yine de optimum koşulların temini için, diğer yöntemlerle kaynakta olduğu gibi, bir temizleme işlemi tatbik edilmiştir. Ön deneyler sonucunda kaynak parametreleri şöyle belirlendi:

Akım Şiddeti	: 165 A
Gerilim	: 24-36 V

Koruyucu Gaz : 12 l/dak Argon

İlave Metal : 5154 alaşımı

İlave Metal Çapı: 3 mm

Ön Tavlama : Yapılmadı

Kaynak Makinası : Redresör tipi

Kutuplama : AC akım

Tungsten Elektrod Çapı: 4mm

Gerekli ön koşulların temininden sonra, parçalar aralarında 2 mm alın aralığı olacak şekilde, kaynak masasına yerleştirildi. Esas metal ile Tungsten elektrod arasında ark oluşturulduktan sonra, parçalar kenarlarından puntalandı. Daha sonra, sıra ile birinci yüzdeki sonra ikinci yüzdeki dikişler çekildi. En son olarak, numaralanan parçalar soğumaya bırakıldı. Bu yöntemle kaynakta kullanılan güç kaynağı; Yüksek voltaj enjeksiyonu sistemine göre çalışmaktadır. Akım şiddeti 0-600 A arasında ayarlanılabilmektedir. Ark kesilmesi durumunda, yüksek voltaj ünitesi devreye girmekte ve arkın yeniden tutuşturulmasını sağlamaktadır.

İlk deneylerde dikiş yüzeyinde gözlenen kalıntı lekeler, koruyucu gaz debisinin arttırımı ile ortadan tamamen kaldırılmıştır.

3.4.1.4. Koruyucu Gazla MIG Yöntemi ile Alın Tasarımlarının Kaynağı:

Bu yöntemle kaynakta kenar hazırlama ve temizleme işlemleri, aynen TIG (WIG) yönteminde olduğu gibi yapıldı. İki parça aralarında 3 mm alın aralığı olacak şekilde, kaynak masasına yerleştirildi. Her iki baştan yapılan puntalamadan sonra, dikişler çekildi.

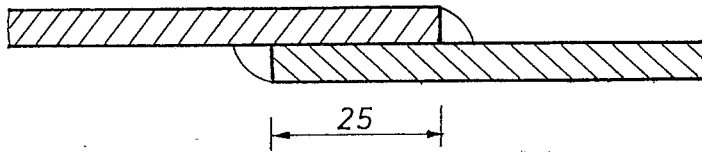
Kaynak öncesinde yapılan ön deneyler sonucunda, kaynak parametreleri şöyle tesbit edildi:

Akım Şiddeti	: 185 A
Gerilim	: 30 V
İlave Metal	: 5556 alaşımı
İlave Metal Çapı	: 1.2 mm
Ön Tavlama	: Yapılmadı
Kaynak Makinası	: Redresör tipi
Kutuplama	: Doğru Akım Ters Kutuplama
İlave Metal Hızı	: 7 m/dak
Gaz Debisi	: 12 l/dak Argon

Bu yöntemle kaynakta kullanılan güç kaynağı, 0-450 A akım kapasiteli olup, yüksek frekans ünitesine sahip değildir. İlave metal ilerletme mekanizması, redresörle akuple olarak çalışmaktadır.

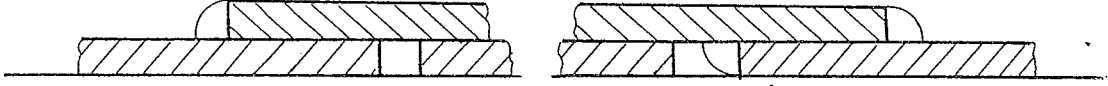
3.4.2. Bindirme Tür Tasarımlar:

Belirlenen bindirme tür tasarımlar için de, yine 4x150x215 mm ebadındaki parçalar kullanıldı. Parçaların kaynak edilecek kenarları mekanik olarak, paslanmaz çelik telli dönel fırça ile temizlendi. Bindirme payı, delinmiş kuşaklı ve delikli bindirme tür tasarımlar da dikkate alınarak, 25 mm olarak belirlendi.



Şekil 38 - Bindirme Tür Tasarım.

On hazırlıkların tamamlanmasından sonra, yöntemler sıra ile uygulandı. Tüm yöntemlerde aşağıda verilen genel kaynak sırası takip edildi.



Şekil 39 - Bindirme tür tasarımlarda genel kaynak sırası.

3.4.2.1. Oksi-Asetilen Aleviyle Kaynak:

Bu yöntemle bindirme tür tasarımların kaynağı, daha önce yapılmış olan düz alın tasarımlarından pek farklı değildir. Yalnız buradaki fark; Kenar tasarımının gereği olarak, dikişlerin arka arkaya gelmemesi ve ilave metalle hamlaç pozisyonunun dikiş eksenine paralel, düşey düzleme göre belirli bir açıda olmasıdır. Parametreler, alın tasarımlarında belirlenen parametrelerdir. Bu tür tasarım için de daha önce belirtilen değişimler yapılmıştır. Örneğin, ilk deneylerden sonra dekapan değiştirilmiş, ön tavlama uygulanmış ve kaynak esnasında ergiyik bölgeye dekapan serpilmiştir.

3.4.2.2. Elle Elektrodla Ark Kaynağı:

Bindirme tür tasarımların bu yöntemle kaynağında, alın kaynağında belirlenen parametreler kullanılmıştır. Kenar tasarımının bir gereği olarak, elektrod

açısı biraz daha farklıdır. Parçaların masaya belirtilen şekilde yerleştirilmesinden sonra, nötr bir oksit-asetilen aleviyle ön tavlama yapılması, daha uygun sonuçlar vermiştir. Ayrıca, kaynak esnasında birleşim yerine bir miktar dekapan ilavesi de oksit dağıtımında faydalı olmuş ve daha iyi yüzey görünümü elde edilmiştir.

Kaynak işleminden sonra, parçalar numaralanıp soğumaya bırakılmıştır.

3.4.2.3. Koruyucu Gazla TIG (WIG)

Kaynağı:

Bindirme tür tasarımların bu yöntemle kaynağında, yine alın tasarımında kullanılan parametreler sabit tutulmuştur. Gerekli ön hazırlıkların tamamlanmasından sonra, belirlenen şekilde dikişler çekilmiştir. Kaynak sonrasında yine parçalar numaralanmış ve soğumaya bırakılmıştır.

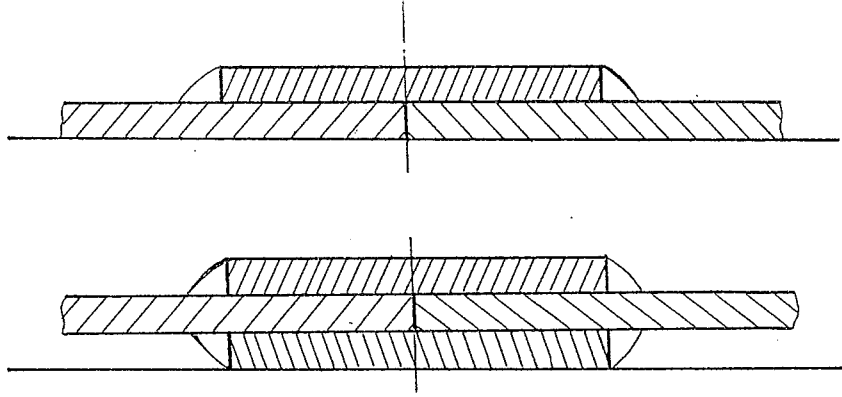
3.4.2.4. Koruyucu Gazla MIG Kaynağı:

Bu yöntemde de, daha önce yapılan düz alın tasarımında belirlenen parametreler kullanılmıştır. Bu tür tasarımların kaynağında ilave metal hızı biraz daha düşük seçilmiştir. (yaklaşık, 6 m/dak)

Burada, düz alın kaynağında olduğu gibi bir kök aralığı olmadığından, ilave metal hızı daha düşük seçilerek, metal transferi biraz daha azaltılmıştır.

3.4.3. Çift Taraftan Kuşaklı Tür Tasarımlar:

Bu tür tasarımlar için, gerekli kuşak eni, delikli türde yapılacak kuşaklı tasarımlar da dikkate alınarak, 50 mm olarak belirlenmiştir. Bu amaç için, yapılacak tasarım sayısı da dikkate alınarak, 4x50x215 mm boyutlarında yeterli sayıda parça kesilmiştir. Kuşaklar, yine Etial-52 alaşımından kesilmişlerdir. Kaynak işlemi, tüm yöntemler için, aşağıda belirtilen aşamalarda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 40 - Kuşaklı tür tasarımların kaynağında genel kaynak sırası.

3.4.3.1. Oksi-Asetilen Aleviyle Kaynak:

Bu amaç için gerekli ön hazırlıkların tamamlanmasından sonra, parçalar kaynak masasına yerleştirilip, genel işlem sırası uygulanarak kaynak tamamlanmıştır. Düz alın tasarımında belirlenen parametreler, bu tür tasarımlar için de aynen kullanılmıştır.

Yine, birinci kısım deneylerden sonra yapılan değişimler için, ikinci kısım deneylerde bu tür tasarımların da yeniden yapılması gereği ortaya çıkmıştır.

3.4.3.2. Elle Elektrodla Ark Kaynağı:

Bu yöntemle bu tür tasarımların kaynağında, düz alın tasarımlarında belirlenen parametreler sabit tutularak ve genel kaynak sırası uygulanarak kaynak işlemi tamamlanmıştır. Yine, alın tür tasarımlarda belirlenen hataların en aza indirilmesi için, gerekli ön koşulların temini için, deneyler yinelenmiştir.

3.4.3.3. Koruyucu Gazla TIG (WIG)

Kaynağı:

Bu yöntemle, bu tür tasarımların kaynağında, yine düz alın tasarımındaki kaynak parametreleri ile çalışılmıştır. Ön koşulların temini ve gereken sıranın takibi ile kaynak işlemi tamamlanmıştır.

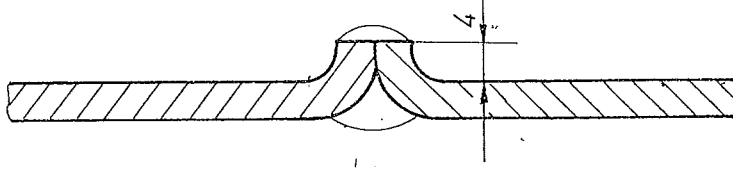
3.4.3.4. Koruyucu Gazla MIG Kaynağı:

Yine, daha önce belirtilen parametreler sabit tutulmak koşuluyla, genel kaynak sırasının takibiyle kaynak işlemi tamamlanmıştır. İlave metal hızı, düz alın tasarımına göre biraz daha düşük seçilmiştir.

3.4.4. Kenarları Kıvrılmış Türde Alın Tasarımı:

Dayanım ve dikişte esas metal yüzdesinin fazla olması istendiği durumlarda, bu tür alın tasarımları

önerilmektedir. Bu tür tasarımların kaynağı için, parça kenarları kaynatılacak kısımlardan olmak üzere, yaklaşık esas metal kalınlığı kadar kıvrıldı.



Şekil 41 - Kenarları kıvrılmış türde alın kaynağı için kenar tasarımı.

Kıvrırma esnasında, kırılmaların önlenmesi için parçalar, bir tavlama işlemine tabi tutuldu. Kenar hazırlama ve ön hazırlıklardan sonra, parçalar kaynak masasına yerleştirildi. Önce, kıvrılmış kısım ilave metal kullanılmadan (MIG yöntemi haricinde) kaynak edildi. Parça ters çevrilip, ikinci dikiş ilave metal kullanılarak çekildi.

3.4.4.1. Oksi-Asetilen Aleviyle Kaynak:

Parçalar, gerekli ön hazırlama ve temizleme işlemlerinden sonra, kaynak masasına yerleştirildi. Kıvrılmış kenarlar alın altına getirilerek, önce kıvrık kısımlar ilave metal kullanılmadan, hamlaca 5 no'lu bek (7-12 mm) takılarak kaynatıldı. Parça ters çevrilip, ikinci dikiş çekildi. Diğer hususlar bu yöntemle alın (düz) tasarımının kaynağında olduğu gibi göz önüne alındı.

3.4.4.2. Elle Elektrodla Ark Kaynağı:

Bu tür tasarımı kaynağında, kıvrık kenarlar kaynak edilirken, ergiyen elektrod nedeniyle, aşırı yığılmayı önlemek için akım şiddeti daha yüksek tutuldu. (yaklaşık 180 A)

Diğer parametreler, bu yöntemle düz alın kaynağında kullanılan parametreler olarak sabit tutuldu. İkinci dikişin çekilmesinde, yine alın tasarımıındaki belirlenen parametreler kullanıldı.

3.4.4.3. Koruyucu Gazla TIG(WIG)

Kaynağı:

Gerekli ön hazırlıkların tamamlanmasından sonra, parçalar kaynak masasına, kıvrık kenarları üstte olmak üzere yerleştirildi. Kıvrılmış kısımların tam ergitilmesi için, ilave metal kullanılmadı ve akım şiddeti daha yüksek tutuldu (180 A). Diğer kaynak parametreleri bu yöntemle düz alın tasarımlarının kaynağında kullanılan parametreler olarak, sabit tutuldu. İkinci dikiş çekilirken, kaynak parametreleri, düz alın tasarımlarında belirlenen parametreler olarak yine sabit tutuldu. Bu kısımda ilave metal de kullanıldı.

3.4.4.4. Koruyucu Gazla MIG Kaynağı:

Bu yöntemle kıvrılmış alın tasarımlarının kaynağında, düz alın tasarımıında belirlenen benzer parametrelerle çalışıldı. Burada, kıvrılmış kısmın kaynağı yapılırken, ilave metalin aşırı yığılmasını önlemek

amacıyla, akım şiddeti daha yüksek, ilave metal hızı daha düşük seçildi. Diğer parametreler, bu yöntemle düz alın tasarımlarında kullanılan parametreler olarak belirlendi. Kıvrılmış kısmın kaynağında;

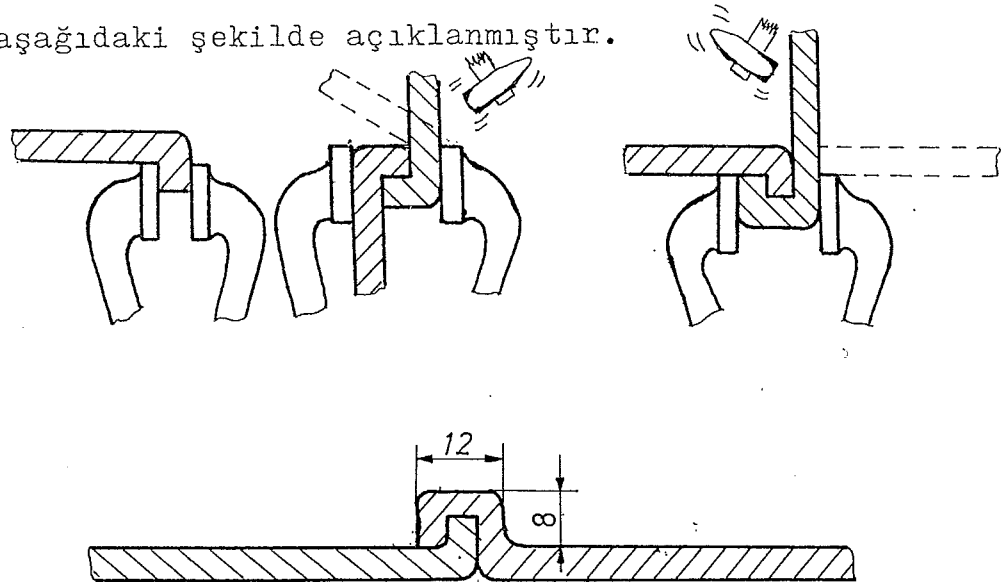
Akım Şiddeti : 195 A

İlave Metal Hızı : 6 m/dak

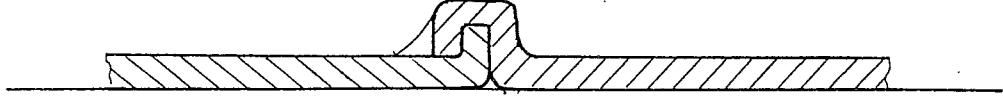
olarak değiştirildi. Diğer kısmın kaynağında, parametreler düz alın tasarımındakiler olarak kabul edildi.

3.4.5. Kıvrılmış Sandöviç Tasarım:

Alışılmış türdeki kenar tasarımlarının dışında, özellikle kaynatılmış tasarımların çekme özelliklerini artırmak için, bu tür bir tasarım düşünülmüştür. Yöntemlere bağlı olmadan, bu tür tasarımların genel hazırlanma sıraları aşağıdaki şekilde açıklanmıştır.

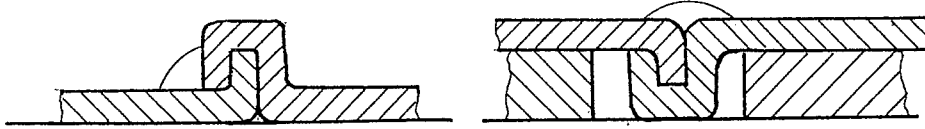


Şekil 42 - Sandöviç tasarımının genel kenar hazırlama sırası.



Şekil 43 - Kıvrılmış Sandöviç Tasarımın Kaynak İşle-
mine Hazır Durumu.

Tasarım, yukarıda verilen genel kenar hazırlama sırasına göre hazırlandıktan sonra, aşağıda verilen genel kaynak sırasına göre kaynak işlemleri tamamlandı.



Şekil 44 - Kıvrılmış Sandöviç Tasarımın Genel Kaynak
sırası.

3.4.5.1. Oksi-Asetilen Aleviyle Kaynak:

Bu tasarımın kaynağında, gerekli ön hazırlama ve kıvrırma işlemleri sonucunda, daha önce düz alın türü tasarımda belirlenen kaynak parametreleri ile çalışıldı. Yukarıda genel kaynak sırası olarak verilen sıra takip edilerek kaynak tamamlandı. Parça numaralanıp soğumaya bırakıldı.

3.4.5.2. Elle Elektrodla Ark Kaynağı:

Bu tür tasarımların kaynağında, düz alın tasarımına göre, akım şiddeti daha yüksek tutuldu. (Yaklaşık 180 A)

Bu yöntemle düz alın tasarımlarında kullanılan diğer parametreler, sabit tutuldu. Belirlenen genel kaynak sırası takip edilerek, kaynak tamamlandı.

3.4.5.3. Koruyucu Gazla TIG (WIG)

Kaynağı:

Bu yöntemle bu tür tasarımın kaynağında, düz alın tasarımlarında kullanılan kaynak parametreleri ile çalışıldı. Yalnız, akım şiddeti daha yüksek (180 A) tutuldu.

3.4.5.4. Koruyucu Gazla MIG Kaynağı:

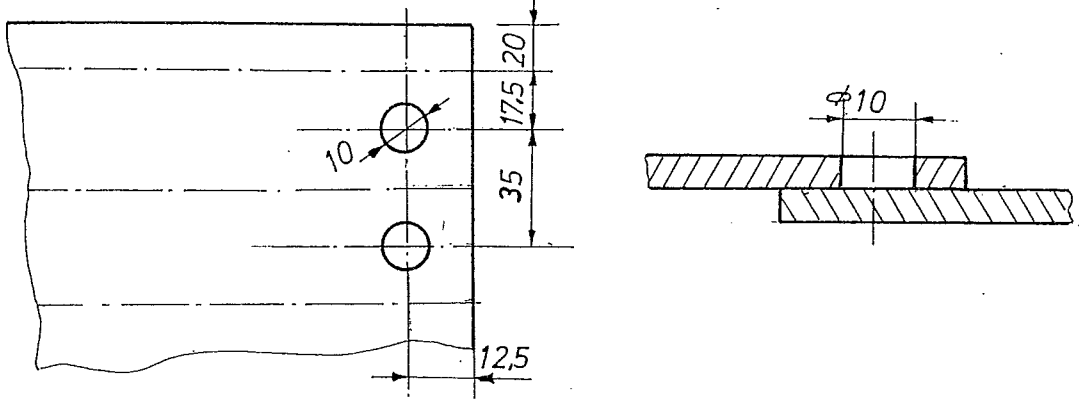
Akım şiddeti 190 A, ilave metal hızı 6 m/dak ve diğer parametreler bu yöntemle düz alın tasarımının kaynağında kullanılanlar olmak üzere, kaynak işlemi belirlenen genel sırada yapıldı.

3.4.6. Delikli Tür Bindirme Tasarımlar:

Yine, mekanik özellikleri düşük değerlerde olan yöntemler için, özellikle çekme dayanımının artırımı için bu tür bir tasarım düşünülmüştür.

Delik çapı önce, 6 mm olarak düşünüldü. Kaynak sonrası tam

nüfuziyet sağlanamaması ve yapışma durumunun söz konusu olması nedeniyle, delik çapı 10 mm'ye çıkarıldı. Alınan önlemler sonucu, bu çap için uygun koşullar temin edildi.



Şekil 45 - Delikli tür bindirme tasarımlar.

Bu tür tasarımların kaynağı, önce deliklerin atlamalı olarak, sonra dikişlerin kaynağı olarak tamamlandı. Bindirme payı, 25 mm olarak alındı.

3.4.6.1. Oksi-Asetilen Aleviyle Kaynak:

Bu tür tasarımların kaynağında, yine 3 no'lu bek hamlaca takıldı. Özellikle delinmemiş parçanın ön tavlama sonucunun, nüfuziyet için gerekli olduğu belirlendi. Deliklere, ön tavlama sonucu gerekli dekapanın konulmasından sonra, atlamalı olarak delikler dolduruldu. Daha sonra dikişler çekildi. Diğer parametreler, bu yöntemle daha önceki tasarımlarda kullanılan parametreler olarak alındı.

3.4.6.2. Elle Elektrodla Ark Kaynağı:

Yapılan ön hazırlama ve temizleme iş-

lemlerinden sonra parçalar kaynak masasına yerleştirildi. Oksi-Asetilen alevi ile yapılan ön tavlama sonucu, kaynak işlemine geçildi. Alt parçada yeterli nüfuziyeten temini için, kutuplamanın tam delik altlarından yapılmasının faydalı olduğu belirlendi. Bu şekilde, önce delikler dolduruldu. Daha sonra dikişler çekildi.

3.4.6.3. Koruyucu Gazla TIG (WIG)

Kaynağı:

Kaynatılacak parçaların masaya yerleştirilmesinden sonra, bu yöntemle daha önce yapılan tasarımlarda kullanılan parametrelerle kaynak yapıldı. Akım şiddeti daha yüksek tutuldu (180 A) . Deliklerin doldurulması esnasında kutuplama, tam delik altlarından yapıldı. Delikler doldurulurken, arkin delik kenarlarında oluşumunu engellemek ve nüfuziyetin tam olmasını sağlamak için, elektrod boyu daha uzun tutuldu.

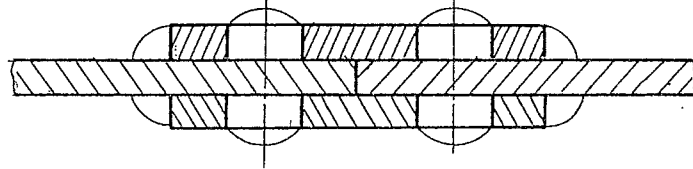
3.4.6.4. Koruyucu Gazla MIG Kaynağı:

Tel hızı 6 m/dak , akım şiddeti 190 A olmak üzere, diğer parametreler bu yöntemle daha önce yapılan tasarımlardakilerle aynı tutuldu. Öncelikle, delikler atlamalı olarak dolduruldu. Daha sonra dikişler çekildi.

3.4.7. Delinmiş Kuşaklı Dikişli Tasarımlar:

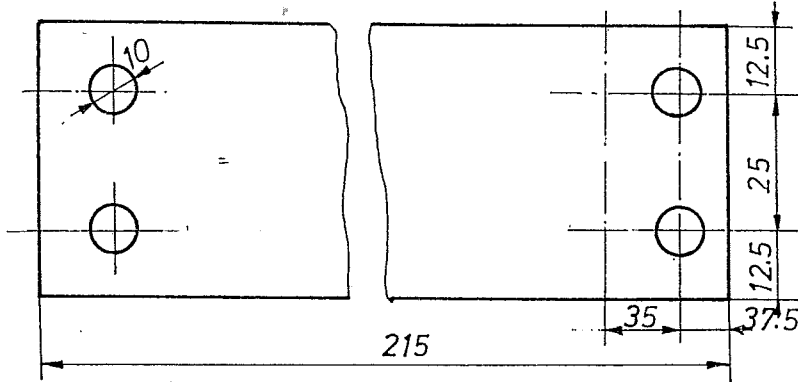
Dayanım koşullarının ağır bastığı tasarımlar-

da, bilhassa çekme dayanımını arttırmak amacıyla bu tür tasarımlar düşünülmüştür. Kuşaklar, 4x50x215 mm boyutlarında kesilip, uygun şekilde delindiler.



Şekil 46 - Delinmiş kuşaklı, dikişli tasarım.

Delik çapları 10 mm olarak alındı. Delik çaplarının daha büyük tutulması, kenarlarda kaynak esnasında yırtılmaya neden olmaktadır. Delik çapının 10-12 mm arasında olması, optimum koşulları sağlamaktadır.



Şekil 47 - Delinmiş kuşak boyutları.

Parçalar, bir ön hazırlık sonrasında kaynak masasına yerleştirildiler. Önce delikler olmak üzere kaynak işlemi tamamlandı. Delikler, atlamalı olarak her iki uçtan olmak üzere kaynak edildi.

3.4.7.1. Oksi-Asetilen Aleviyle Kaynak:

Gerekli ön hazırlama ve temizlik işlemlerinden sonra, bu yöntemle kaynakta daha önce belirlenmiş parametreler kullanılarak, kaynak işlemi tamamlandı. Ön tavlama, özellikle deliklerin doldurulması esnasında gerekli olmaktadır.

3.4.7.2. Elle Elektrodla Ark Kaynağı:

Bu tür tasarımların kaynağında, akım şiddeti biraz daha yüksek tutuldu. (yaklaşık, 180 A) Gerekli ön koşullar titizlikle uygulanarak ve daha evvel belirlenmiş parametreler altında kaynak işlemi tamamlandı.

3.4.7.3. Koruyucu Gazla TIG (WIG)

Kaynağı:

Bu tür tasarımların kaynağında, daha önce yapılan, bindirme tür tasarımların kaynağında kullanılan parametrelerden yararlanıldı. Deliklerin doldurulması esnasında, arkın delik kenarlarında oluşumunu engellemek için, tungsten elektrod boyu biraz daha uzun tutuldu ve kutuplamanın tam delik altından yapılmasına gayret edildi. Kaynak parametreleri, bir önceki delikli bindirme tasarımda kullanılanlar olarak alındı.

3.4.7.4. Koruyucu Gazla MIG Kaynağı:

Gerekli ön koşullar sağlandıktan son-

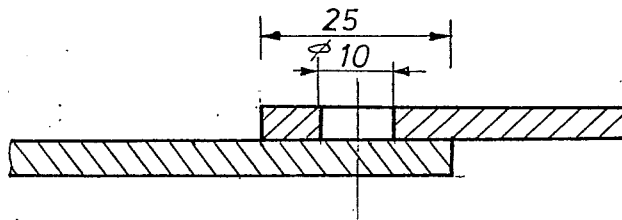
ra, bir önceki delikli bindirme tasarımı belirlenen parametrelerle çalışılarak kaynak işlemi tamamlandı.

3.4.8. Delikli Dikişsiz Bindirme Tasarımlar:

Bu tür tasarımlar, direnç kaynağının bir türü sayılabilir. Yine önceki delinmiş dikişli bindirme tasarımlarda olduğu gibi, delikler delindi. Tek fark, burada sadece deliklerin doldurulmasıdır. Burada dikiş olayı yoktur. Deliklerin doldurulması, yine her iki uçtan olmak üzere, atlamalı olarak yapıldı.

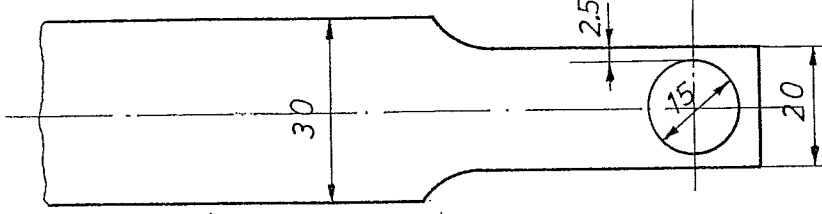
Fazla kritik olmayan, sızdırmazlık istenmeyen tasarımlar için bu birleştirme türü düşünülmüştür. Delik çapının küçük seçilmesi, alt parçada ergime yetersizliklerine neden olmaktadır. Küçük delik çaplarıyla yapılan tasarımların çekme deneyi sonrasında çok açık olarak, kaynak olayından çok, yapışma olayına maruz oldukları tesbit edildi.

Yapılan deneyler sonucunda, optimum delik çapının 10-12 mm arasında olduğu belirlendi. Delik çapının daha büyük tutulması ise, çekme deneyi esnasında kenarlarda yırtılmaya neden olduğu belirlendi. Örneğin, delik çapının 15 mm'ye çıkarılması, çekme numunesi kenarındaki mesafeyi 2.5 mm'ye indirmektedir.



Şekil 48 - Delikli Dikişsiz Bindirme Tasarım.

Delik çapının daha büyük tutulması ile, tasarım dikişli tür tasarıma dönüşmektedir. Bu da, tasarımın amacına ters düşmektedir.

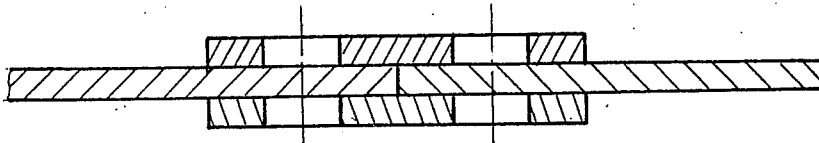


Şekil 49 - ekme numunesi boyutlarının, delik çapı 15 mm'ye çıkarılması halindeki durumu.

Bu tür tasarımlar kaynak edilirken, daha önce yapılmış olan, delikli dikişli bindirme tür tasarımların kaynağında belirlenen, yöntemlere bağlı parametrelerle çalışıldı. Yalnız bu tür tasarımlarda, dikiş çekilmedi.

3.4.9. Delinmiş Kuşaklı Dikişsiz Tasarımlar:

Bu tür tasarımlar da, delinmiş dikişsiz bindirme tasarımlarda olduğu gibi, fazla çekme dayanımı ve sızdırmazlık istenmeyen tasarımlar için düşünülmüştür. Her iki taraftan delinmiş kuşaklarla, birleştirme yapılmaktadır. Birleştirme, sadece deliklerin doldurulması ile gerçeklenmektedir. Burada da dikiş söz konusu değildir.



Şekil 50 - Delinmiş kuşaklı, dikişsiz tasarım.

Bu tür tasarımı kaynağında, daha önce yapılan, delinmiş kuşaklı dikişli tasarımların kaynağında belirlenen parametrelerden yararlanılmıştır. Delikler, atlamalı olarak her iki uçtan itibaren kaynak edildi.

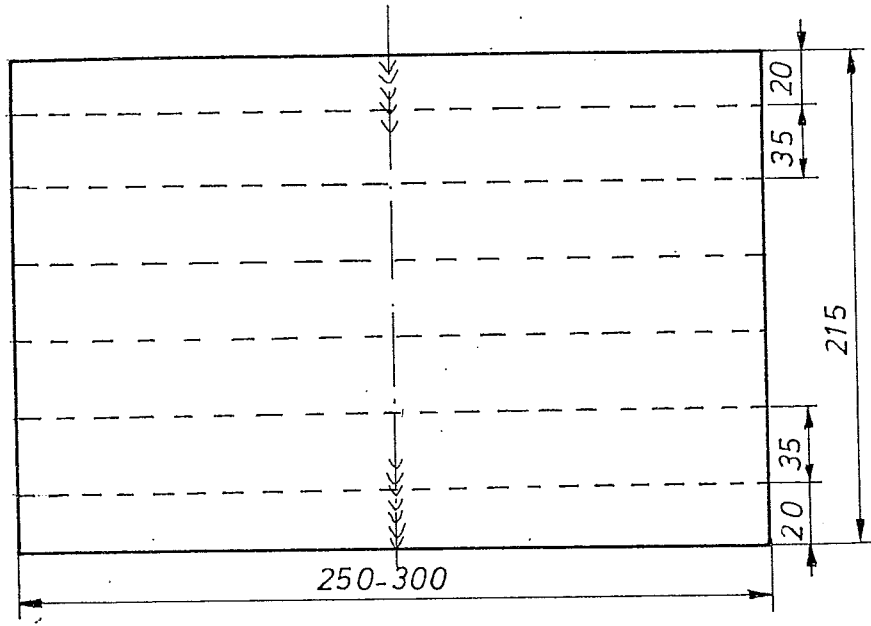
3.5. Mekanik Deneyler :

3.5.1. Numunelerin Hazırlanması:

Daha önce belirlenen kenar tasarımlarına göre, alışılmış yöntemlerle kaynatılan ve numaralanıp soğutulan (havada) parçalar, son olarak temizlik işlemine tabi tutuldu. Temizleme, dekapan artıkları, curuf ve diğer artıkların parçadan uzaklaştırılması için yapıldı. Bu işlem için, su buharından yararlanıldı.

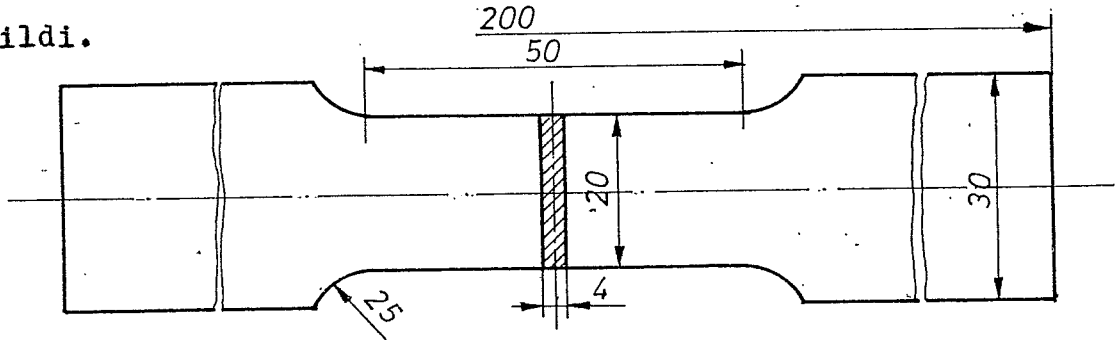
Başlangıçta 4x150x215 mm boyutlarında kesilen parçalar, kaynak sonrasında boyut değişimine uğradılar. Kaynak sonrası; Alın (düz) ve kuşaklı tür tasarımlarda boyutlar 4x215x300 mm'ye ulaştı. Bindirme tasarımlarda boyutlar, 4x215x275 mm, kıvrılmış ve sandöviç tasarımlarda 4x215x280 mm civarında kaldı.

Bu parçalar, gerekli temizleme işlemlerinden sonra, dikiş eksenine dik olacak biçimde, testere ile kesildi. Her kenar tasarımı için, 5'er adet numune hazırlanıp, ortalama bir değer alınması düşünüldüğünden, dikiş eksenine dik kenarlardan 20'er mm'lik kısımların kesilmesinden sonra, kaynatılmış parçalar 35'er mm'lik 5'er parçaya ayrıldı.



Şekil 51 - Kaynatılmış parça boyutları.

Tüm kenar tasarımları için, 4x35x(275-300) mm boyutlarındaki, 5'er adet numunenin standartlara göre hazırlanması işlemine geçildi. Standartlarda, demir dışı metaller için çekme numunesi boyutları, kalınlığa bağlı olarak tesbit edildi.



Şekil 52 - 4 mm parça kalınlığı için çekme numunesi boyutları.

Her kenar tasarımı için kesilen 5'er adet numunenin, ölçülere göre hazırlanmasına geçildi. Özellikle düz alın türü tasarımların dikiş fazlalıkları freze ile alındı. Böylece dikiş kalınlığı, esas metal kalınlığına indirgenmiş oldu.

Diğer tasarımlardaki aşırı dikiş fazlalıkları da, freze ile alındı. Numune uzunluğu, dikiş eksenini referans alınarak, eşit uzunlukta kesildi. Standartlarda demir dışı metaller için, düz alın tasarımları dışında çekme numunesi boyutları verilmediğinden; Diğer kenar tasarımları için de, düz alın tasarımı için verilen numune boyutları esas alındı. Yalnızca, kuşaklı tür tasarımlar için numunenin dar kısmının uzunluğu 80 mm olarak alındı. Bu uzunluk diğer tasarımlarda, standartlarda verildiği gibi; 50 mm olarak alındı. Kuşaklı tür tasarımlarda, sadece kuşak genişliği 50 mm olduğundan, bu yola başvuruldu. Düz alın türü tasarımların dışındaki tasarımların, çekme deneyine tabi tutulması sonucu, elde edilen değerler için benzerlik kuralının geçerli olamayacağı; Ancak, teknolojik açıdan bir karşılaştırmanın yapılabileceği kabulü ile çekme deneyleri yapılmıştır. Bu suretle, yöntem ve tasarımların birbirine üstünlüklerinin tesbiti yapılabilecektir.

Standartlarda verilen ölçülere göre hazırlanan, her tasarım için 5 numune daha sonra tek tek çekme testine tabi tutuldu ve sonuçlar kaydedildi.

3.5.2. Çekme Testi :

Yukarıda da belirtildiği gibi, standartlar dikkate alınarak hazırlanan çekme numunelerinin; Kritik ölçülerinin, işleme ve tezgah hassasiyetinden doğan sapmalarının tesbit edilecek değerlere yansımaması için; Mikrometre ve kumpasla bu kritik ölçülerin tam değerleri, her numune için ayrı ayrı kaydedilmiştir.

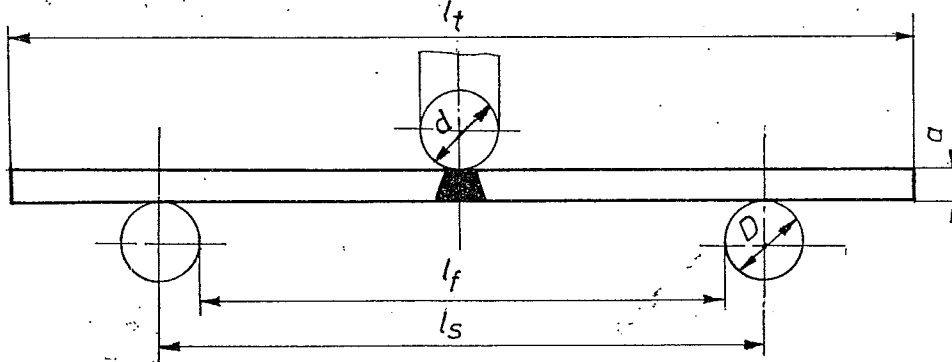
Ayrıca, çekme deneyi sonucunda numunenin kopacağı kesit önceden belli olmadığından, değişik olasılıklar dikkate alınarak, değişik ölçü değerleri kaydedilmiştir. Numune dar kısmının genişliği, kaynak dikişi bölgesinin kalınlığı, numune malzemesinin kalınlığı ve tasarımın toplam kalınlığı hassas olarak kaydedilmiştir. Ayrıca, bu tasarımlarda (özellikle düz alın) uzama değerinin tesbiti için, numunenin dar kısmından belirli bir uzunluk işaretlendi. Çekme deneyi sonucunda, bu boydaki değişimin ölçümü ile uzama değeri tesbitine geçildi. Bu işaretlenen boy, kuşaklı tür tasarımlarda 80 mm, diğerlerinde 50 mm olarak işaretlendi. Ön hazırlıkların tamamlanmasından sonra, numuneler tek tek çekme cihazına bağlandı. Standartlarda belirtilen koşullara bağlı kalınarak, (DIN 50123 , TS 287) numunelere yük uygulandı. Numunelerin koptuğu kuvvet değerleri tesbit edilip, bir tabloya kaydedildi. (Tablo)

Numunelerin kopmasından sonra, işaretlenen boydaki artışlar da kaydedildi. Ayrıca, numunenin koptuğu bölge ve dikişten kopan numunelerin dikiş kesitlerinde oluşmuş makro kaynak hataları da kaydedildi.

3.5.3. Eğme Testi :

Yöntemlerin karşılaştırımı açısından, özellikle eş değer veren çekme deneyi numuneleri için, eğme deneyinin yapılmasının uygun olacağı düşünüldü. Bu deneyde sadece düz alın tasarımlarının dikkate alınması uygun görüldü. Diğer tasarımlar, kesit büyümesi olması nedeniyle,

belli bir karşılaştırma değeri elde edilemeyeceğinden, bu deney grubuna dahil edilmedi. Yine her bir tasarım için 5'er adet eğme numunesi hazırlandı. Bu amaç için, daha önce 4x150x215 mm boyutlarında kesilmiş parçalardan yararlanıldı. Eğme numuneleri de standartlarda belirtirtilen koşullara uygun olarak hazırlandı. (TS 205)



$$l_f = a + 3a$$

$$l_s = l_f + D$$

$$l_t = (240 \pm 300) \text{ mm}$$

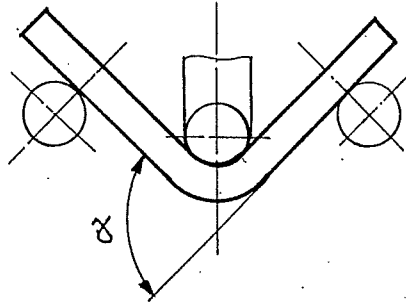
$$d = 30 \text{ mm (Cihaza göre)}$$

$$l_f = 30 + 12 = 42 \text{ mm}$$

$$l_s = 42 + 30 = 82 \text{ mm}$$

Şekil 53 - TS 205 e göre eğme numunesi boyutları.

Eğme deneyinde, tasarımın eğilebildiği maksimum açı esas alındı. Eğme işlemi, tasarımda kırılmaların başladığı ana kadar sürdürüldü.



Şekil 54 - Eğme deneyinde esas alınan eğme açısı.

4.0. SONUÇLAR :

Yapılan çekme deneyi sonuçlarına göre, şunlar söylenebilir: Koruyucu gazla kaynak yöntemleriyle yapılan tüm tasarımlar, istisnasız " Isı Etkisi Altındaki Bölge" den koptu. Dikiş kesitinin esas metal kesitine eşit olduğu, düz alın tasarımları dahi, aynı tür kopma gösterdi.

Bu yöntemlerle kaynatılmış numunelerin kopma dayanımları, esas metalin orijinal kopma dayanımı sınırları içinde olduğu belirlendi. Etial-52 alaşımının kopma dayanımı, 18-22 kg/mm² arasında değişmektedir. Koruyucu gazla kaynak yöntemleriyle yapılan tasarımların kopma dayanımları da bu sınırlar içinde seğretmektedir.

Bu sonuca göre; Koruyucu gazla yapılan kaynak yöntemleri ile mükemmel çekme özellikleri elde edilmektedir. Üstelik, bu değerlerin, birleştirme tasarımından da bağımsız olduğu söylenebilir. Çünkü, bu yöntemlerle yapılan tüm tasarımlarda, hemen hemen aynı çekme özellikleri elde edilmiştir. Bu deneylerle tesbit edilmiştir. Bu durumda, yapılacak tasarıma uygun, herhangi bir birleştirme tasarımı seçilebilir. Bunun sonucu olarak; Esas ve ilave metal tasarrufu, işçilik, kenar hazırlama kolaylığı, maliyet ve zaman açısından, düz alın tasarımları koruyucu gazla kaynak yöntemlerinde avantaj sağlar.

Tasarımın gereği olarak, bindirme tür birleştirme gerekiyorsa; Koruyucu gazla yapılan kaynak için, delikli dikişli tür bindirme tasarımları önerilmez. Bu tür tasarımlar, fazladan yük getirmekte; zaman, işçilik, maliyet ve

kolaylık gibi faktörleri kötü yönde etkilemektedir. Bunun yerine, sadece bindirme türü tasarımların kullanımı ile, aynı çekme özellikleri temin edilebilir. Hatta, bu tasarımların taşıyabildiği çekme gerilmesini, düz alın türü tasarımlar da taşıyabilmektedir.

Yine koruyucu gazla yapılan kaynak yöntemleri için, kenar tasarımı olarak, kuşaklı tür tasarımların kullanımı da pek fazla avantaj sağlamamaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi, düz alın tasarımlarının çekme özellikleri, aşağı yukarı bu tasarımlara eşdeğerdir. Alın aralığının uygun ayarlanması ile, tek taraftan çekilen dikişle dahi, aynı çekme özellikleri temin edilebilmektedir. Kuşaklı tür tasarımların; Zaman, maliyet, işçilik, malzeme ve enerji gibi faktörleri daha kötü yönde etkileyecekleri açıktır. Bu hususlar dikkate alınırsa: Delinmiş kuşaklı, dikişli tür tasarımların daha fazla dezavantaja sahip oldukları söylenebilir.

Koruyucu gazla kaynak yöntemleriyle yapılan; Kıvrılmış alın tasarımları, tasarımın doğurduğu zorunluluk gereği, tek taraftan çekilecek dikişli tasarımlar için önerilebilir. Bu tür tasarımlarda kıvrılmış kısımlar, ilave metal kullanılmadan da kaynak edilebilir. Ayrıca, ilave metal uygunsuzluğu durumunda da bu tür tasarımlar önerilebilir. Ancak, uygun ilave metal, uygun parametreler ve uygun alın aralığının temini ile, düz alın tasarımları da bu tür tasarım yerine kullanılabilir.

Koruyucu gazla kaynak yöntemleri ile yapılan, delikli dikişsiz bindirme ve delinmiş kuşaklı dikişsiz tasarımlar

da, ilave metal ve enerji tasarrufunun ön planda olduğu durumlarda kullanılabilir. Ancak, bu tür tasarımlardan çok iyi çekme ve sızdırmazlık özellikleri istenmemelidir. Delik çapının mümkün olan oranda büyük tutulması, çekme özellikleri açısından avantaj sağlamaktadır. Ayrıca, delik sayısının mümkün olan oranda fazla tutulması da benzer avantajları sağlayabilir. Bunların yanında; işçilik, zaman, esas metal tüketimi ve kenar hazırlama zorluğu gibi faktörler, bu tür tasarımlar tarafından kötü yönde etkilenirler.

Delinmiş tasarımlarda delik çapının küçük tutulması durumlarında, alt parçalarda ergime yetersizliklerinin olduğu ve kaynaktan ziyade, yapışma durumunun olduğu, deneyler sonucunda tesbit edilmiştir. Delik çapının aşırı büyük tutulması durumunda ise, çekme deneyi esnasında numunelerin kenarlarından yırtılmaların olduğu tesbit edilmiştir. Bu tür tasarımların söz konusu olduğu durumlarda, parça kalınlığının daha büyük tutulması, benzer sorunları daha da arttırmaktadır. Bu nedenle, bu tür tasarımların ince kalınlıklı parçalarda daha avantajlı olacağı söylenebilir.

4 mm parça kalınlığı için, deneyler sonucu delik çapının 10-12 mm arasında olması en uygun koşulları sağlamaktadır. Bu tür tasarımların kaynağında, kutuplamanın delik altından yapılması, alt parçanın ergimesi yönünden avantaj sağladığı belirlenmiştir.

Çekme dayanımı değerleri açısından, koruyucu gazla kaynak yöntemlerinin bir mukayasesi istenirse; Kenar tasarımına bağlı olmaksızın, aralarında pek fark olmadığı söylenebilir. Çekme numunelerinin ısı etkisi altındaki bölge-

den koptuğu dikkate alınırrsa, yöntemlerin çekme dayanımlarının aynı limitler içinde olduğu söylenebilir.

Kopma, esas metalden olduğundan, koruyucu gazla kaynak yöntemlerinin uzama değerlerinin de yaklaşık olarak, aynı limitler arasında seğırettiğı söylenebilir. WIG yöntemi ile çekilen dikişler, sızdırmazlık ve yüzey görünümü açısından MIG yöntemine göre daha iyidir. Fakat, WIG (TIG) yöntemi MIG yöntemine göre daha yavaş olduğundan; Zaman ve işçilik tasarrufu amacıyla, görünmeyen yerlerdeki dikişlerin MIG yöntemiyle, görünen ve estetik bakımdan önem arzeden yerlerdeki dikişlerin WIG yöntemiyle çekilmesinin faydalı olacağı söylenebilir. Kalın parçaların, kenar hazırlığı yapılmadan WIG yöntemiyle kaynağı, pek uygun sonuçlar vermez. (Maksimum kalınlık: 20 mm)

MIG yöntemi için kalınlık limitinin olmadığı söylenebilir. Ayrıca, MIG yöntemi her zaman en az yarı otomatik olduğundan, birim zamanda çekilen dikiş uzunluğu, WIG yöntemine göre daha fazladır.

Koruyucu gazla kaynak yöntemlerinin eğme deneyine göre de birbirlerinden pek farklı yönleri yoktur. Her iki yöntem için, uygun ilave metal seçimi yapılmak suretiyle, eğme açıları 160° den daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Sonuç olarak: Çekmeye ve eğilmeye maruz tasarımlarda, gerekli ön koşullar sağlanmak üzere, koruyucu gazla kaynak yöntemlerinden herhangi biri seçilebilir.

Koruyucu gazla kaynak yöntemleri ile yapılan düz alın tasarımları ile, diğer tasarımlar arasında uzama farklılıklarının olduğu belirlendi. Yapılan deneylerden elde edilen

sonuçlara göre: Düz alın tasarımlarında uzama değerlerinin diğer tasarımlara göre daha yüksek olduğu gözlemlendi.

Bunun nedeninin, ısı etkisi ve ilave metal bileşiminden dolayı sertlik değişimlerinden olabileceği varsayımı ile, özellikle düz alın tasarımları için sertlik değerleri, kritik bölgeler için tesbit edildi. Kritik bölgeler olarak; ergiyip katılaşılan dikiş bölgesi, ısıdan etkilenen bölge ve ısıdan etkilenmeyen bölgeler alındı.

Bu sertlik değerlerinin birbirinden farklı olduğu gözlemlendi. Sertlik değerlerinin farklılıkları , şu nedenlerden dolayı olabilir:

1. Isı etkisi altındaki bölgede oluşabilecek, ısının yaratabileceği değişimler,
2. Ergiyip katılaşılan bölgedeki bileşimin, esas metal bileşiminden sapma göstermesi.

Sertlik değerlerinin farklılığına çözüm getirebilmek için, kullanılan ilave metallerin bileşimlerinin bilinmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, ilave metal içinde, sıcaklığa bağlı olarak sertlik yaratabilecek etkin elementler de bilinmelidir.

WIG yöntemiyle kaynakta ilave metal olarak, 5154 alaşımı kullanılmıştır. Bu alaşımın bileşiminde, sertlik yaratabilecek en etkin eleman, Silisyum olarak göze çarpar.

İlave metaldeki Si oranı esas metalden düşük veya eşitse, ısı etkisiyle tüm alaşımlarda, ergiyip katılaşılan bölgede en fazla yumuşama gözlenecektir. Ayrıca, kaynak esnasında yanma kayıpları da dikkate alınırsa, ergiyip katılaşılan bölgede, çok az da olsa bir Si azalması kaçınılmazdır.

Bu sonuca göre, Si oranının en düşük olduğu bölge, dikiş bölgesi olacak ve en fazla yumuşama da bu bölgede oluşacaktır. Halbuki, koruyucu gazla kaynak yöntemleriyle kaynatılmış tüm numuneler, ısı etkisi altındaki bölgeden kopma göstermişti. O halde, Si oranı ısı etkisi altındaki bölgede dikiş bölgesinden daha az olmalıdır. Dikişteki Si fazlalığının da ilave metalden geldiği söylenebilir. WIG yöntemi ile kaynakta ilave metal olarak, 5154 alaşımı kullanılmıştı. Bu alaşımda Si+Fe yüzdesi, 0.45 olarak verilmektedir. Etial-52 alaşımında ise, Si yüzdesi 0.20 dir. Buna göre, ilave metaldeki Si oranı, her durumda esas metalden daha yüksektir. Dolayısıyla, dikişteki Si yüzdesi de esas metalinkinden daha yüksek olacaktır. Kaynak esnasında, bu Si un bir kısmı yanarak kaybolsa bile, yine de dikişteki Si yüzdesi esas metalden daha yüksek olacaktır. Zaten, Si için yanma kaybının da çok düşük değerlerde kalacağı açıktır. Isı etkisi altındaki bölgede Si yüzdesi ise, esas metale eşdeğer olacaktır. Çünkü, bu bölgede yanma kaybindan söz etmek doğru olmaz. Bu bölgedeki sıcaklık, Al un ergime sıcaklığından daha aşağıdadır. Bu ölgede bir Si azalması olmadığına göre, numunelerin bu bölgeden kopmalarının tek nedeni, ısı olarak ortaya çıkar.

Buna göre, en fazla yumuşama ısı etkisi altındaki bölgede oluşacak ve numuneler bu bölgeden kopacaktır. Dikişin sertliği ise, ilave metalin içerdiği Si yüzdesine bağlı olarak, en az esas metal sertliğine eşdeğer olacaktır. Dolayısıyla, çekme dayanımı ısı etkisi altındaki bölgede en az olacaktır. Dikişin çekme dayanımı ise, yaklaşık ola-

rak, esas metale eşdeğer olacaktır. Benzer şeyler, MIG yöntemiyle kaynak için de söylenebilir. Bu yöntemde, ilave metal olarak, 5556 alaşımı kullanılmıştı. Bu alaşımda da, Si+Fe yüzdesi, 0.40 olarak verilmiştir. Sonuç olarak, numunelerin ısı etkisi altındaki bölgeden kopacakları açıktır.

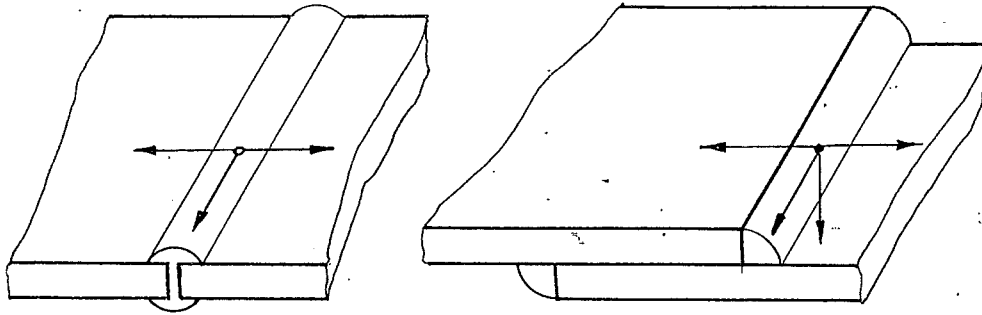
Buna göre, alın (düz) tasarımlarındaki uzama değerlerinin yüksekliği de şöyle açıklanabilir:

Kaynak olayı, bir ergime-katılaşma olayıdır. Katılaşmanın oluşumu ise, ergiyik bölgeden ısıнын transferi ile oluşmaktadır. Kaynak olayı açısından, ergiyik bölgeden ısıнын transfer hızı büyük önem taşır. Isı kaynak bölgesinden ne derecede çabuk transfer olursa, yaratacağı etki de o derecede az olacaktır. Tüm alüminyum alaşımlarında, ısı etkisinin bir yumuşamaya neden olduğu, daha önce belirtilmişti. Özellikle, Isıl İşlemlere Yatkın alaşımlarda ısıнын etkisi daha fazladır. Buna göre, düz alın tasarımlarında uzama değerlerinin yüksekliği, bu tür tasarımlarda ısı etkisi altındaki bölgede sertlik değerinin, diğerlerine göre daha düşük olması gerektiği anlamına gelir. Yapılan sertlik deneyleriyle de bu kanıtlanmıştır. Düz alın tasarımlarında, ısı etkisi altındaki bölgede sertlik değerinin düşük olması ise; Bu tür tasarımlarda ısıнын kaynak bölgesinden transfer hızının düşük olduğu sonucunu doğurur. Isı transferi ise, büyük oranda kenar tasarımın bağlıdır. Radyasyonla ısı transferinin her tasarım için eşit olduğu varsayılarak, kondüksiyonla ısı transferi incelenirse; Kaynak açısından, ısıнын geçebileceği kesitler önem arze-

der. Tasarımlara göre, birim zamandaki ısı transferinin farklılığının nedeni de, bu kesit farklılıklarından olabilir. Kondüksiyon ısı transferi denklemi ele alınırsa:

$$q = a.F.\Delta t \quad (\text{cal.})$$

Burada, a değeri malzemeye bağlı bir sabit kabul edilirse, sıcaklık farkı da sabit olarak düşünülürse; Transfer edilen ısı miktarının (q), ısı geçiş kesitleriyle doğru orantılı olarak arttığı görülür. Yani, kesit büyüdükçe ısı daha çabuk transfer olacaktır. Dolayısı ile, özellikler de o derece az etkilenecektir. Tasarımlar incelenirse, bu kesitlerin en düşük olduğu tasarım, düz alın türü tasarım kabul edilebilir. Bu nedenle, bu tür tasarımlarda ısı, daha uzun süre kalır ve sertlik değerini daha fazla etkiler.



Şekil 55 - Alın tasarımı ile bindirme tür tasarımın ısı transferi açısından karşılaştırımı.

Düz alın türü tasarımlarda, parça kalınlığı ihmal edilirse, iki yönlü bir ısı kaçıışı söz konusudur. Diğer tasarımlarda parça kalınlığı iki katına (veya daha fazla) ulaşmakta, bu nedenle üç yönlü bir ısı kaçıışı olmaktadır. Özellikle, kuşaklı tür tasarımlarda parça kalınlığı daha da artmaktadır.

Oksi-Asetilen aleviyle kaynakta ve elle elektrodla ark kaynağında, deneyler sonucu elde edilen sonuçlar da şöyle özetlenebilir:

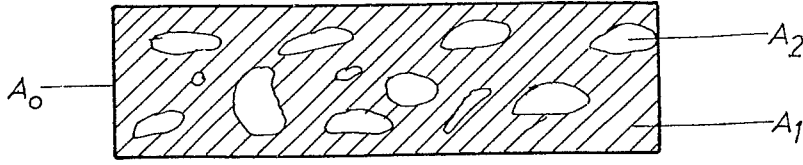
İlk yapılan birleştirmelerin tümü dikişten kopma gösterdi. Bu tasarımların uzama değerleri ve kopma dayanımları, oldukça düşük değerlerde seğretti. Kopan dikiş kesitlerinde yapılan incelemeler sonucunda, hemen her tür kaynak hatasının varlığı belirlendi. Özellikle prozite yüzdesinin ileri boyutlarda olduğu gözlemlendi. Bu tür tasarımların ortalama kopma dayanımları, koruyucu gazla kaynak yöntemlerine göre, 4-5 kat daha düşük oranlarda tesbit edildi. Bu dayanım düşüklüğünün nedeni , büyük oranda proziteye bağlıdır denilebilir. Yapılan incelemelerde, proziteye göre diğer kaynak hatalarının ihmal edilebilecek düzeyde olduğu belirlendi. Dayanım düşmesinin en önemli nedeninin prozite olduğunu söylemek, pek yanlış bir yargı olmayacaktır. Uygulanan deney koşullarında, oksii-asetilen alevi ve MMA yöntemiyle kaynakta dayanım düşmesinin maddesel açıklaması şöyle yapılabilir:

1. Düz alın pozisyonunda MMA yöntemiyle kaynak için;

$$C_k = 5.85 \text{ kg/mm}^2 \quad (\text{MMA düz alın})$$

$$C_k = 19.9 \quad " \quad (\text{WIG ve MIG})$$

Dayanım düşmesinin sadece proziteye bağlı olduğu varsayımı ile, işletme ve deney koşullarına bağlı olarak, bir prozite yüzdesi hesaplanabilir. Böylece, kaynak parametrelerinin kaynağa etkisi de koşullara bağlı olarak belirlenebilir. Bu hesaplamalar genel olarak düşünülmemelidir.



Şekil 56 - Hatalı dikiş kesitinin şematik gösterimi.

$$A_0 = A_1 + A_2 \quad (\text{mm}^2)$$

A_0 - Toplam dikiş kesiti,

A_1 - Prozitesiz dikiş kesiti,

A_2 - Prozitelerin oluşturduğu kesit.

$$\text{Kesit Oranı} = \frac{C_k}{C_{ke}}$$

C_{ke} - Mükemmel bir kaynak birleştirmesi olsa idi, elde edilebilecek kopma dayanımı değeri.

Bu değer, 16-18 kg/mm² arasında kabul edilirse,

$$\text{Kesit Oranı} = \frac{6}{16} = 0.375, \quad C_k = 6 \text{ kg/mm}^2 \text{ (MMA)}$$

$$A_1 = 0.375 \cdot A_0 = 0.375 \cdot 79 = 29.625 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = A_0 - A_1 = 79 - 29.625 = 49.375 \text{ mm}^2$$

$$\text{Prozite Yüzdesi} = (1 - 0.375) \cdot 100 = \% 62.5$$

Bu sonuca göre, MMA yöntemiyle yapılan alın (düz) tasarımlarında, dikiş kesitinin % 62.5 uuu prozite oluşturmaktadır denilebilir. Diğer kaynak hataları da dikkate alınırssa, prozite yüzdesinin en az % 50 civarında olduğu söylenebilir.

2. Düz alın pozisyonunda, oksî-asetilen aleviyle kaynak yöntemi için:

Bu yöntemle yapılan tasarımlarda da prozite yüzdesi, yaklaşık olarak MMA yöntemindeki kadardır.

Prozitenin bu derece yüksek olmasının nedeni, hidrojen olarak kabul edilebilir. Hidrojenin ise, diğışe şu yollarla girmesi mümkündür:

- Oksî-asetilen aleviyle kaynakta kullanılan dekapan, nem çekmiş olabilir.
- MMA yöntemiyle kaynakta, elektrod örtü malzemesi nem çekmiş olabilir.
- Esas ve ilave metal üzerinde hidrokarbon artıkları olabilir.

Bu hususlar dikkate alınarak, oksî-asetilen aleviyle kaynak ve MMA yöntemiyle kaynak işlemleri yinelandı.

Yapılan ikinci kısım deneylerde de, kaynatılacak parçalar için boyutlar değıştirilmedi. Fakat, yukarıda belirtilen kaynak hatalarını en aza indirmek için, bazı önlemler alındı. Bu önlemler ve değışiklikler, şöylece özetlenebilir:

- Oksî-asetilen aleviyle kaynakta kullanılan dekapan değıştirildi,
- MMA yöntemiyle kaynakta kullanılan elektrodlar, 175°C de etüv tipi bir fırında 4 saat kadar fırınılandı,
- Esas ve ilave metal temizliğine aşırı özen gösterildi.

Bu koşullar altında deneyler yeniden yapıldı. Yine her bir kenar tasarımı için, 5'er adet çekme numunesi hazırlanıp teste tabi tutuldu.

Yapılan ikinci deneylerde; Oksi-asetilen aleviyle yapılan kaynakta, düz alın tasarımları için az miktarda artış olmasına karşın, MMA yöntemiyle kaynakta bu değerlerde % 50 ye varan artışlar kaydedildi.

Bu sonuçlara göre şunlar söylenebilir:

1-2 mm den kalın parçaların oksi-asetilen aleviyle kaynağı, eş dayanım beklenmesi halinde uygun sonuçlar vermemektedir. Eş dayanım sağlanması için, ön hazırlama ve bitirme işlemlerine kadar büyük özen gösterilmesi gerekmekte, maliyete yansıyan bu faktör nedeniyle, diğer yöntemlerin açık üstünlükleri saptanabilmektedir. Bu yöntemle, delikli dikişsiz tür tasarımların haricindeki tasarımlar, belirtilen önlemlerin alınmasıyla istenen koşulları sağlayabilir. Bindirme, kuşaklı, kıvrılmış türdeki tasarımlarla, koruyucu gazla kaynak yöntemlerinde elde edilen dayanım koşullarına erişmek mümkündür. Bu yöntemle, zorunlu durumlar haricinde, alın (düz) pozisyonunda kaynak tercih edilmemelidir. Bu yargı, ' Eş Çekme Dayanımı Koşulu ' için dikkate alınmalıdır.

İkinci kısımda MMA yöntemiyle kaynakta, şu sonuçlar elde edildi:

Gerekli önlemlerin alınmasıyla, düz alın türü tasarımlarda dahi, kullanılabilir çekme değerleri elde edildi.

Ama, yine de mükemmel bir birleştirmenin elde edildiğini söylemek doğru olmaz. Kopma olayı yine dikişten olmuş ve prozite tam anlamıyla önlenememiştir. Bunun önlenmesi ise, elektrodun çok uygun seçilmesi ile mümkün olabilir. Bu da alaşımli elektrod kullanımını gerekli kılmaktadır.

İkinci kısım değerlere göre, yine bir prozite yüzdesi hesaplanmak istenirse:

$$\text{Kesit Oranı} = \frac{10}{16} = 0.625$$

$$A_1 = 0.625 \cdot A_0 = 0.625 \cdot 80 = 50 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = A_0 - A_1 = 80 - 50 = 30 \text{ mm}^2$$

$$\text{Prozite Yüzdesi} = (1 - 0.625) \cdot 100 = \% 37.5$$

Prozite yüzdesi, ilk deneylere göre bir azalma göstermesine karşın, yine de yüksek oranlarda seğretmektedir. İlk deneylere göre prozite yüzdesindeki azalma hesaplanırsa:

$$\% \text{ Azalma} = \frac{62.5 - 37.5}{62.5} \cdot 100 = \% 40$$

İlk deneylere göre: İkinci deneylerde prozite % 40 azalma göstermiştir. Daha önce de belirtildiği gibi; Bu yüzdenin daha da azaltımı için, elektrod bileşimi ve örtü malzemesinin çok uygun olması gereklidir. İşletmede değişik türde elektrod bulunmadığından, diğer olasılıkların denenme olanağı olmamıştır.

MMA yöntemiyle kaynak sonrasında, en uygun çekme dayanımı değerleri, düz alın türü ve bindirme türü tasarımlarda elde edilmiştir. Tasarımdaki dikiş sayısının arttırımının, çekme dayanımı yönünden bir avantaj sağlamadığı tesbit edilmiştir. Bu yöntemle kaynakta, delikli türdeki tasarımlarda çekme özellikleri açısından bir avantaj kaydedile-

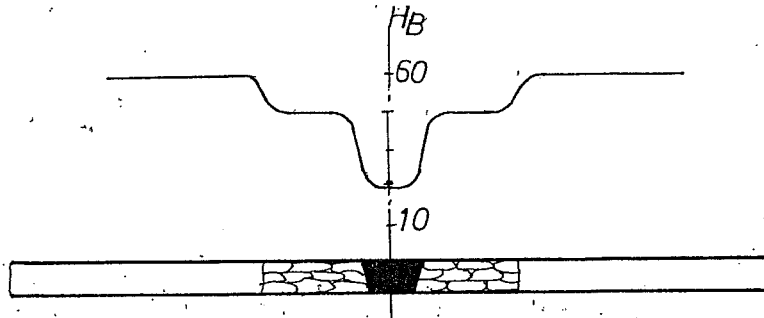
memiştir. Düz alın türü tasarımların eğme testi sonucunda şunlar elde edilmiştir:

Oksi-asetilen aleviyle kaynak yöntemiyle yapılmış düz alın tasarımının eğme deneyinde, 150° lik eğme açısında bir kırılma olayına rastlanılmamıştır. MMA yöntemiyle kaynatılmış, düz alın türü tasarımda ise: 50° civarında kırılma gözlenmiştir.

Bu sonuçlara göre: Şayet bir tasarım eğilmeye maruzsa, MMA yöntemi dışında herhangi bir yöntemle kaynak önerilebilir. Yalnız, bu önerinin belirtilen kaynak parametreleri altında yapılan tasarımlar için geçerli olacağı gözden çıkarılmamalıdır. Tasarım, hem eğilmeye, hem de çekmeye maruzsa; Koruyucu gazla kaynak yöntemlerinden biri önerilebilir. Yüzey görünümü ve sızdırmazlık istenen yerlerde WIG yöntemi uygun düşer.

Son zamanlarda, bazı firmalarca geliştirilen: Elektrodlar, ilave metaller ve dekapanlarla daha iyi yüzey görünümleri ve çekme özellikleri, oksi-asetilen aleviyle kaynak ve MMA yöntemiyle kaynakta da elde edilebilmektedir.

Oksi-asetilen aleviyle ve MMA yöntemiyle yapılmış düz alın tasarımlarının sertlik testleri, kritik bölgeler için yapılırsa, aşağıdaki eğriye benzer bir eğri elde edilebilir.



Şekil 57 - Oksi-asetilen alevi ve MMA yöntemiyle kaynakta sertlik değişimleri.

Yapılan Brinell sertlik testlerinde, en düşük sertlik değeri, ergiyip katılaşıp dikiş bölgesinde tesbit edildi. En yüksek sertlik değeri ise, ısıdan etkilenmeyen bölgede kaydedildi.

Oksi asetilen aleviyle kaynatılmış, düz alın tasarımlarının sertlik değerleri, MMA yöntemindekilerden daha yüksek değerlerde seğıretmektedir.

Dikişlerde daha yüksek çekme değerleri ve sertlik değerleri elde etmek için, ilave metal, elektrod ve dekapanın çok uygun seğıilmesi esastır.

Tablo 5 - Kaynatılmış Numunelerin Mekanik Deney Sonuçları.

NO	BİRLEŞTİR. TASARIMI	YÖNTEM	KALINLIK (mm)	EN (mm)	KESİT (mm ²)	YÜK (kg)	ÇK (kg/mm ²)	ΔL (mm)	SERTLİK (BRIN.)			ε (%)	EĞME AÇISI (°)	AÇIKLAMALAR
									Dikiş	Isı Etk. Bölge	Mlz.			
1	Düz Alın	AC-TIG	4.07	19.98	81.31	1475	18.138	8	-	-	-	16	-	Isı etkisi al- tındaki bölge- den keptu.
2	"	DCRP-MIG	4.11	19.94	81.95	1525	18.608	6.5	-	-	-	13	-	"
3	Delinmiş Dikişli Bindirme	AC-TIG	3.94	19.96	78.64	1565	19.900	5.5	-	-	-	11	-	"
4	Bindirme Tasarım	"	3.93	20.06	78.83	1510	19.153	6.0	-	-	-	12	-	"
5	"	DCRP-MIG	3.87	19.96	77.24	1425	18.447	7.0	-	-	-	14	-	"
6	Del. Di. Bind.	"	3.96	19.96	79.04	1465	18.534	6.5	-	-	-	13	-	"
7	Kıvrık Alın	AC-TIG	3.87	20.20	78.17	1465	18.740	6.0	-	-	-	12	-	"
8	"	DCRP-MIG	4.00	19.98	79.92	1495	18.706	6.0	-	-	-	12	-	"
9	Dikişli Kuşaklı	"	4.01	19.95	79.99	1520	19.000	5.0	-	-	-	10	-	"

Tablo 5 - (Devam)

NO.	BİRLEŞTİR. TASARIMI	YÖNTEM	KALINLIK (mm)	EN (mm)	KESİT (mm ²)	YÜK (kg)	C _K (kg/mm ²)	ΔL (mm)	SERTLİK (BRIN.)			E (°/o)	EĞME AÇISI (°)	AÇIKLAMALAR
									Dikiş	Isı Etk. Bölge	Mlz.			
10	Dikişli kuşaklı	AC-TIG	3.98	19.96	79.44	1535	19.322	5.5	-	-	-	11	-	Isı etkisi altındaki bölgeden koptu.
11	Delinmiş kuşaklı dikişsiz	"	4.05	19.98	80.91	-	-	-	-	-	-	-	-	Yapışma.
12	"	DCRP-MIG	3.96	19.95	79.00	-	-	-	-	-	-	-	-	"
13	Düz Alın	Ok.-As.	3.90	19.98	77.92	750	9.625	4.0	-	-	-	8	-	Dikişten koptu
14	"	MMA	3.90	19.98	77.92	535	6.865	3.0	-	-	-	6	7	"
15	Kıvrık alın	Ok.-As.	3.94	19.96	78.64	375	4.768	5.0	-	-	-	10	-	"
16	"	MMA	3.96	20.02	79.27	925	11.667	3.0	-	-	-	6	-	"
17	Bindirme	MMA	3.92	20.06	78.55	815	10.374	3.5	-	-	-	7	-	"
18	"	Ok.-As.	3.95	19.98	78.92	905	11.46	3.0	-	-	-	6	-	"

Tablo 5 - (Devam)

NO	BİRLEŞTİR. TASARIMI	YÖNTEM	KALINLIK (mm)	EN (mm)	KESİT (mm ²)	YÜK (kg)	G _K (kg/mm ²)	ΔL (mm)	SERTLİK (BRİN.)			E (%)	EĞME AÇISI (°)	AÇIKLAMALAR
									Dikiş	Isı Etk. Bölge	M Lz.			
19	Kuşaklı	MMA	3.95	20.04	79.15	975	12.317	2.5	-	-	-	5	-	Dikişten koptu (proz.)
20	"	Ok.-As.	4.02	19.95	80.19	1380	17.207	6.0	-	-	-	12	-	Isı etkisi altındaki bölgeden koptu.
21	Delinmiş kuşaklı dikişli	"	3.97	19.96	79.24	1395	17.604	6.0	-	-	-	12	-	"
22	"	MMA	3.95	20.06	79.23	865	10.916	4.0	-	-	-	8	-	Dikişten koptu
23	Delikli dikişli bindirme	"	3.93	20.08	78.91	855	10.834	3.5	-	-	-	7	-	"
24	"	Ok.-As.	3.98	19.95	79.40	1015	12.783	4.0	-	-	-	8	-	"
25	Delikli dikişli kuşaklı	DCRP-MIG	3.96	19.95	79.00	1515	19.176	7.0	-	-	-	14	-	Isı etkisi altındaki bölgeden koptu.
26	"	AC-TIG	3.89	19.96	77.64	1510	19.447	7.0	-	-	-	14	-	"
27	Delikli dikişsiz bindirme	MMA	3.94	20.05	78.99	325	4.114	2.5	-	-	-	5	-	Yapışma.

Tablo 5 (Devam)

NO	BİRLEŞTİR. TASARIMI	YÖNTEM	KALINLIK (mm)	EN (mm)	KESİT (mm ²)	YÜK (kg)	C _k (kg/mm ²)	ΔL (mm)	SERTLİK (BRİN.)			E (%)	EĞME AÇISI (°)	AÇIKLAMALAR
									Dikiş	Isl. Etk. Bölge	Mlz.			
28	Delikli dikişsiz bindirme	Ok.-As.	3.94	20.01	78.83	250	3.171	-	-	-	-	-	-	Yapışma
29	"	DCRP-MIG	3.90	20.04	78.156	-	-	-	-	-	-	-	-	"
30	"	AC-TIG	3.87	20.24	78.32	245	3.127	-	-	-	-	-	-	"
31	Delinmiş kuşaklı dikişsiz	MMA	3.98	19.93	79.28	-	-	-	-	-	-	-	-	"
32	"	Ok.-As.	3.96	19.96	79.04	-	-	-	-	-	-	-	-	"
33	Sandövig	MMA	3.98	19.98	79.52	1400	17.605	6.0	-	-	-	12	-	Isl etkisi altındaki bölgeden koptu.
34	"	Ok.-As.	3.98	19.98	79.52	1210	15.216	7.0	-	-	-	14	-	"
35	"	AC-TIG	3.95	19.97	78.88	1560	19.776	8.0	-	-	-	16	-	"
36	"	DCRP-MIG	3.95	19.97	78.88	1550	19.776	7.5	-	-	-	15	-	"

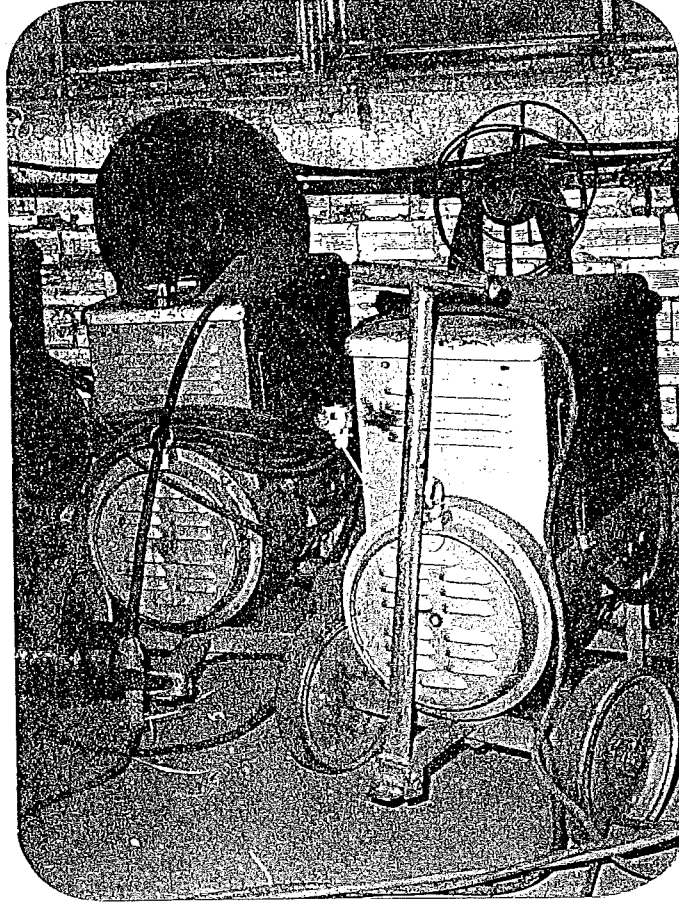
Tablo 6 - İkinci Kısım Deneylerde Elde Edilen Sonuçlar.

NO	BİRLEŞTİR. TASARIMI	YÖNTEM	KALINLIK (mm)	EN (mm)	KESİT (mm ²)	YÜK (kg)	C _K (kg/mm ²)	ΔL (mm)	SERTLİK (BRIN.)			E (‰)	EĞME AÇISI (°)	AÇIKLAMALAR
									Dikiş	Isı.Etk. Bölge	Mlz.			
1	Düz Al.	AC-TIG	3.98	20.12	81.48	1415	17.365	7.6	64	50	64	15.2	160°	Isı etkisi altındaki bölgeden koptu.
2	"	DCRP-MIG	4.34	20.16	87.494	1525	17.43	6.5	64	51	64	13	150°	"
3	"	Ok.-As.	3.98	19.94	79.36	465	5.85	6.0	45	60	60	12	160°	Dikişten koptu
4	"	MMA	4.00	20.00	80.00	815	10.18	4.0	40	60	60	8	25°	"
5	Bindirme	AC-TIG	3.98	20.16	79.22	1510	19.05	6.0	-	-	-	12	-	Isı etkisi altındaki bölgeden koptu.
6	"	DCRP-MIG	3.98	20.10	79.99	1630	20.37	5.5	-	-	-	11	-	"
7	"	Ok.-As.	3.95	20.06	79.23	1500	18.93	5.0	-	-	-	10	-	"
8	"	MMA	3.97	20.08	79.71	815	10.22	4.0	-	-	-	8	-	Dikişten koptu
9	Kıvrık alın	Ok.-As.	3.44	19.96	68.66	1380	20.09	6.5	-	-	-	13	-	Isı etkisi altındaki bölgeden koptu.

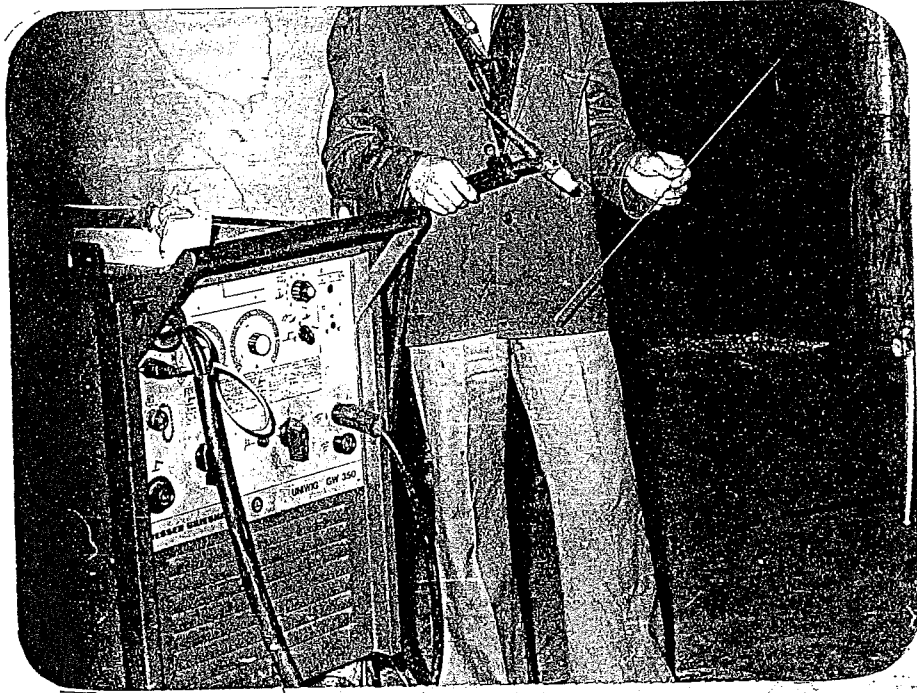
Tablo 6 - (Devam)

NO	BİRLEŞTİR. TASARIMI	YÖNTEM	KALINLIK (mm)	EN (mm)	KESİT (mm ²)	YÜK (kg)	C _K (kg/mm ²)	ΔL (mm)	SERTLİK (BRİN.)			E (%)	EĞME ACISI (°)	AÇIKLAMALAR
									Dikiş	Isı Etk. Bölge	Mlz.			
10	Kıvrık alın	MMA	3.97	20.04	79.55	545	6.85	3.0	-	-	-	6	-	Isı etkisi al- tındaki bölge- den koptu.
11	Delinmiş dikişsiz bindirme	AC-TIG	3.91	20.10	78.59	770	9.79 6.80	-	-	-	-	-	-	Yırtılma.
12	"	DCRP-MIG	3.94	20.18	79.50	810	10.18	-	-	-	-	-	-	"
13	"	Ok.-As.	3.99	20.04	79.95 113.0	180	2.25 1.59	-	-	-	-	-	-	Noktadan ayr. yapışma.
14	"	MMA	3.91	19.96	78.04 113.0	520	6.66 4.59	-	-	-	-	-	-	Yırtılma.
15	Delinmiş kuşaklı dikişsiz	AC-TIG	3.91	20.06	78.43	1300	16.57	-	-	-	-	-	-	"
16	"	DCRP-MIG	3.94	20.18	79.50	810	10.18	-	-	-	-	-	-	"
17	"	Ok.-As.	4.10	20.04	82.16	500	6.08	-	-	-	-	-	-	Noktadan ayr.
18	"	MMA	3.96	20.14	79.75	520	6.52	-	-	-	-	-	-	"

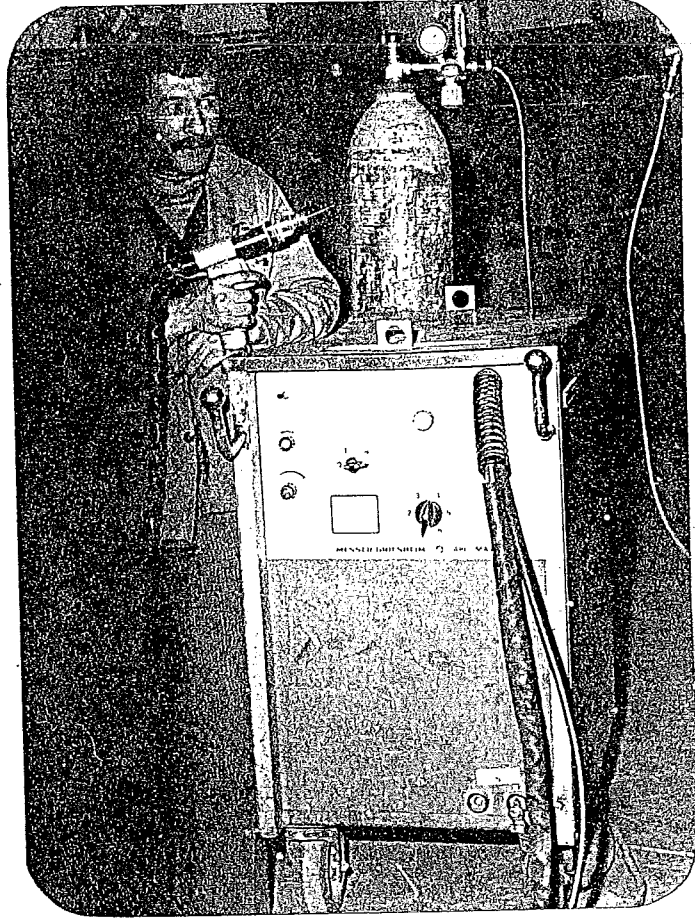
[illegible]



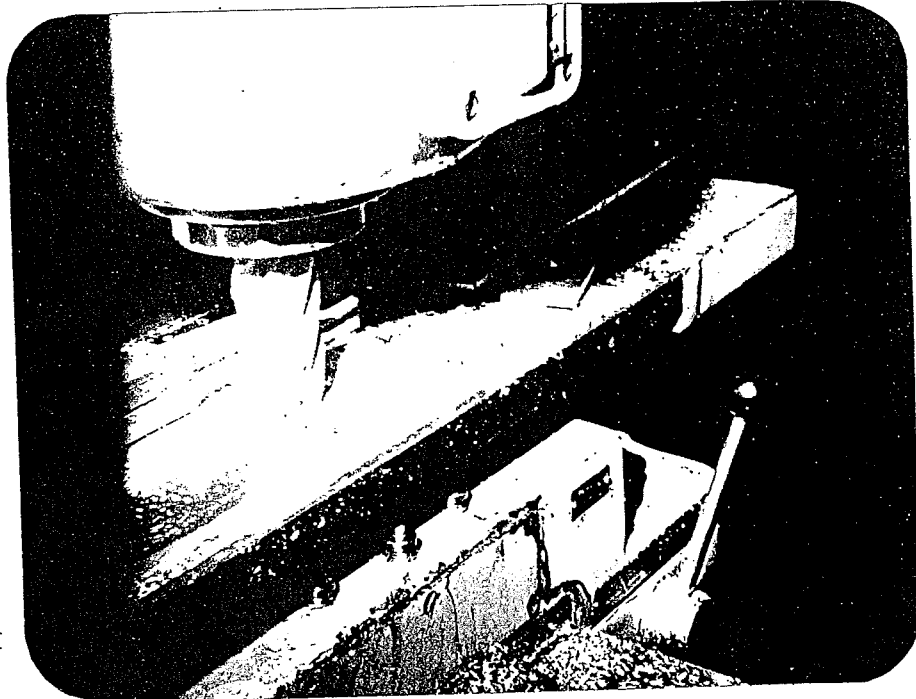
MMA yöntemiyle kaynakta kullanılan, standart Motor-Jeneratör tipi kaynak makinaları.



TIG Yöntemiyle kaynakta kullanılan güç kaynağı, TIG torch'u ve ilave metal.



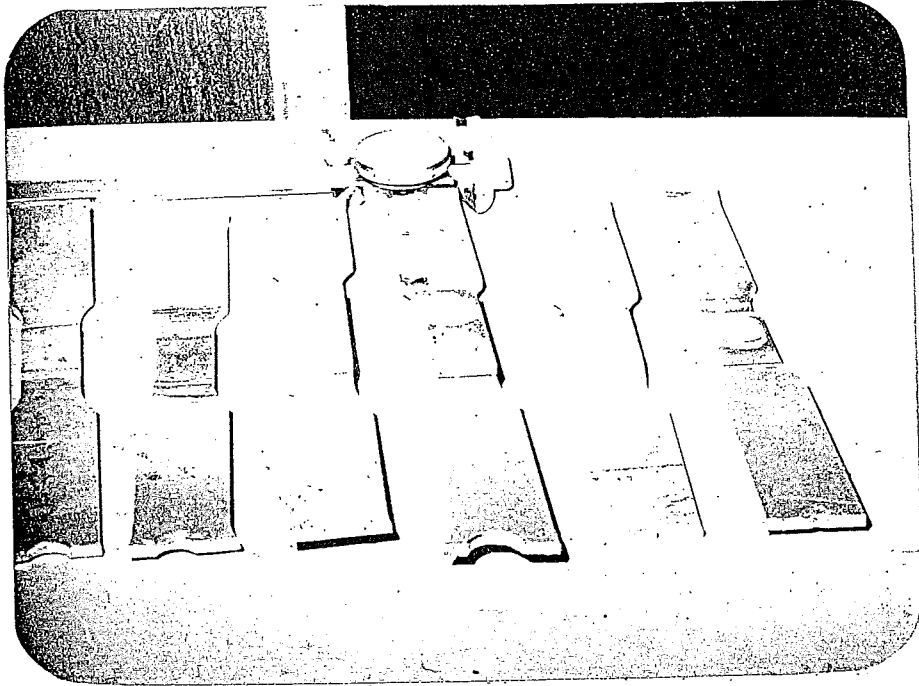
MIG yöntemiyle kaynakta kullanılan güç kaynağı, MIG torch'u ve koruyucu gaz.



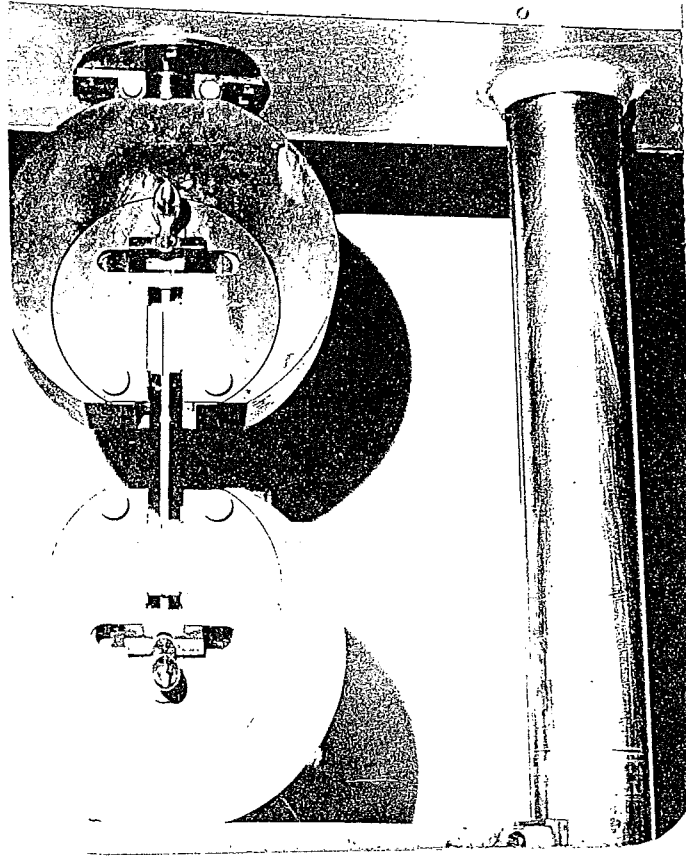
Çekme numunelerinin frezede, helisel freze çakısı ile hazırlanması,



Çekme numunesi için kesilmiş, TIG yöntemiyle çekilmiş
bir dikiş,



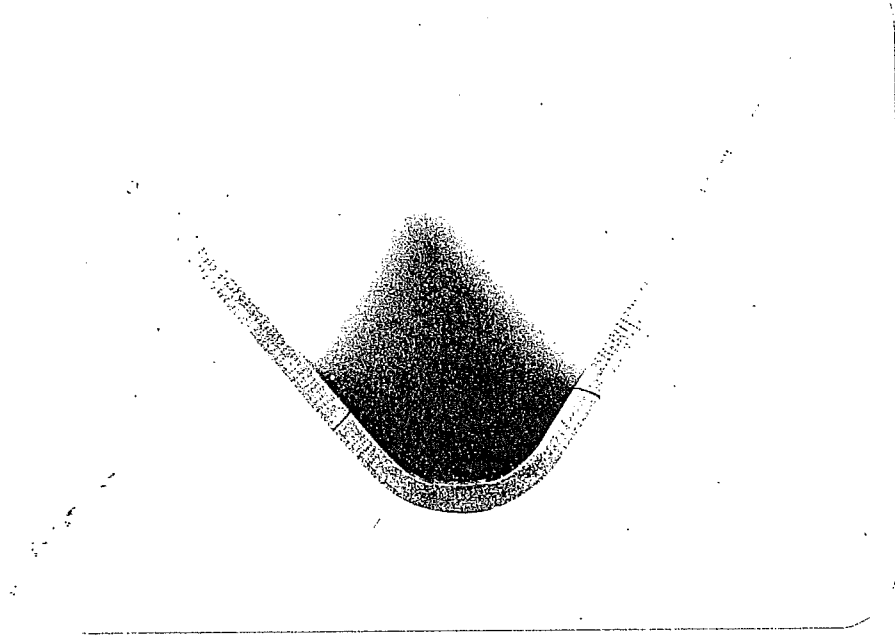
Çeşitli tasarımlar için hazırlanmış çekme numuneleri.



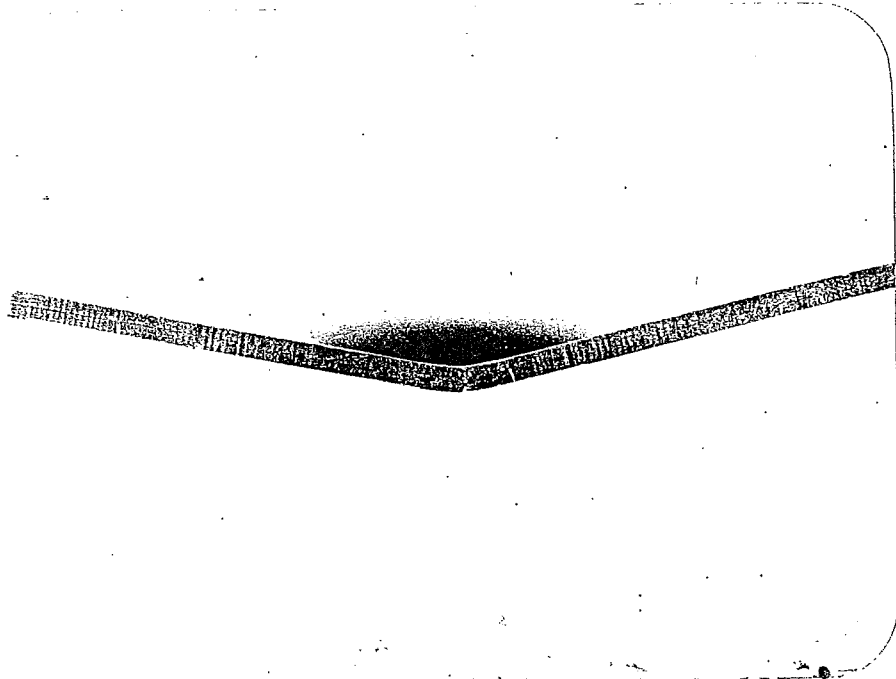
Çekme numunelerinin çekme cihazına bağlanması.



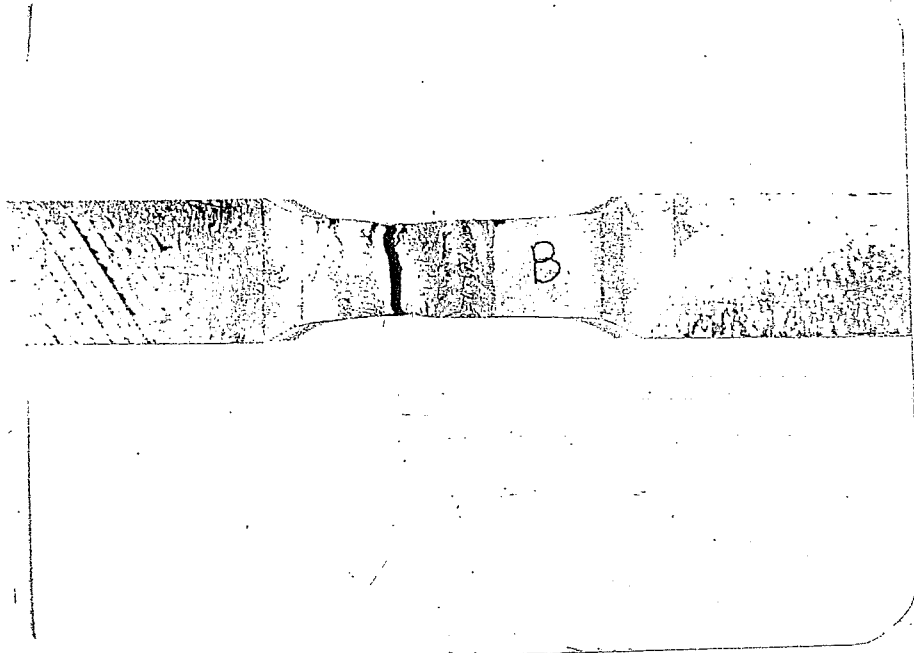
Oksi-Asetilen aleviyle kaynatılmış, düz alın tasarımının çekme deneyi sonrasındaki hali.



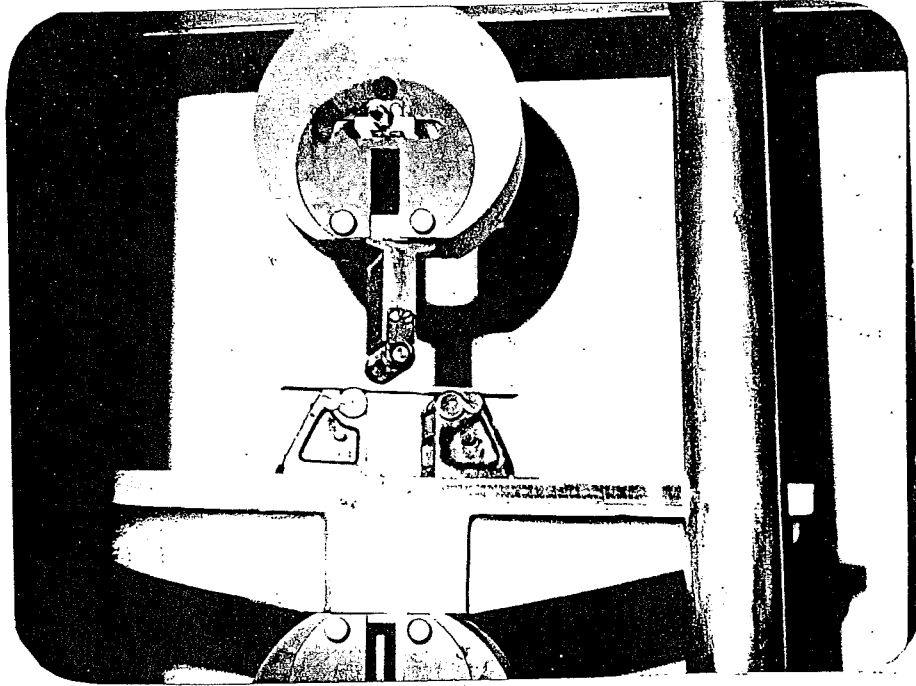
MIG yöntemiyle kaynatılmış bir numunenin, eğme deneyi sonrasındaki durumu.



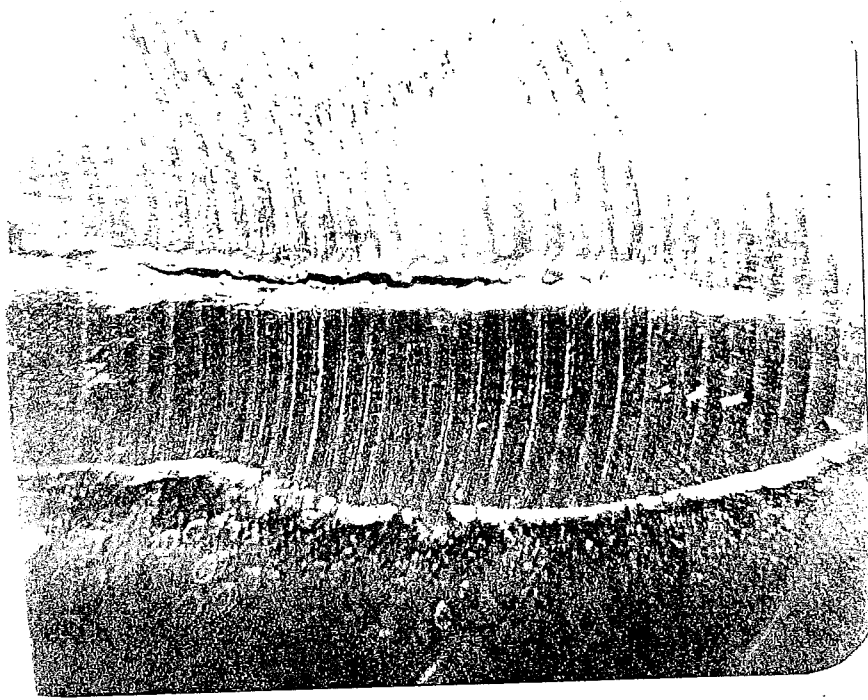
MMA yöntemiyle kaynatılmış, düz alın tasarımının eğme deneyi sonrasındaki durumu.



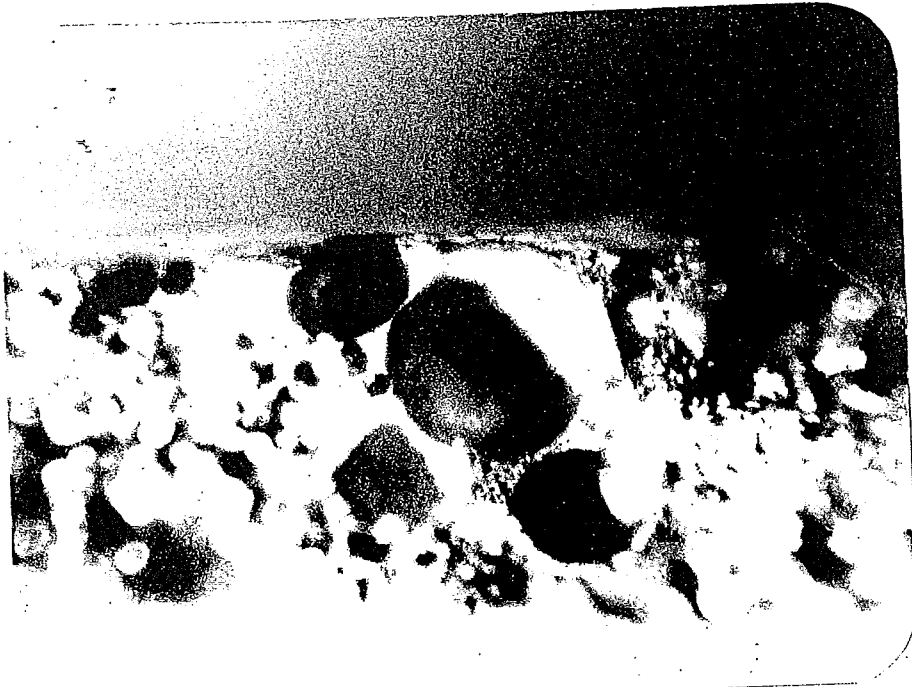
TIG yöntemiyle kaynatılmış düz alın tasarımının çekme deneyi sonrası kopartılmış hali.



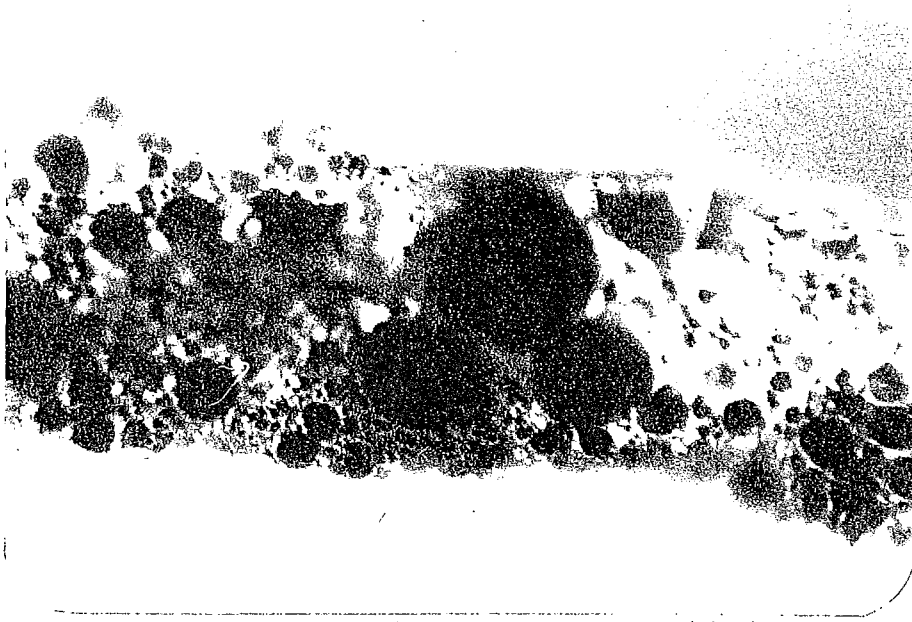
Düz alın tasarımlarının eğme deneyine tabi tutulması.



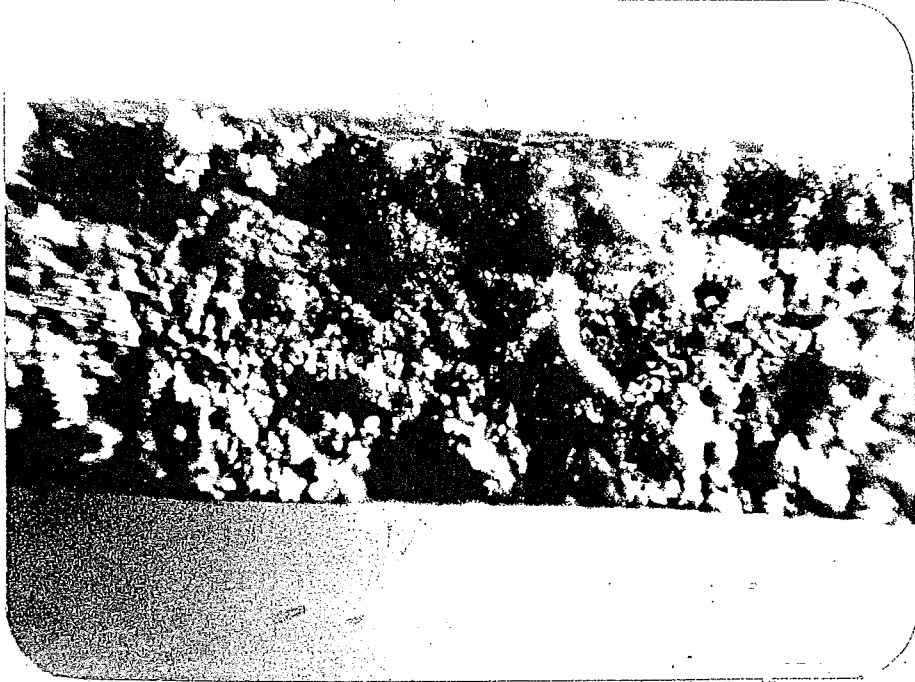
MMA yöntemiyle kaynatılmış düz alın tasarımının, eğme deneyi sonucu, 25° de dikişte oluşan çatlama.



Oksi Asetilen aleviyle kaynatılmış bir tasarımda, ilk deneylerde tesbit edilen prozite. (Ölçek: 10:1)



MMA yöntemiyle kaynatılmış bir tasarımda, ilk deneyde tesbit edilen prozite. (Ölçek: 10:1)



İkinci kısım deneylerde gerekli önlemlerin alınması sonucu, Oksi-asetilen aleviyle kaynatılmış bir dikiş kesitinde belirlenen prozite. (ölçek: 10:1)

DİPNOTLAR

- ¹Kaiser Aluminum and Chemical Sales Inc. , 1969. Welding Kaiser Aluminum, Kaiser Center Oakland, California.
- ²A.C. Davies, 1981. The Science and Practice of Welding, Cambiridge University Press.
- ³Kaiser Aluminum and Chemical Sales Inc. , 1969. Welding Kaiser Aluminum, Kaiser Center Oakland, California.
- ⁴Kaiser Aluminum and Chemical Sales Inc. , 1969. Welding Kaiser Aluminum, Kaiser Center Oakland, California.
- ⁵W.R. Reichelt, 1980. "Effect of Shielding Gas on Gas Metal Arc Welding Aluminum", Welding Research Supplement, May.
- ⁶W.R. Reichelt, 1980. "Effect of Shielding Gas on Gas Metal Arc Welding Aluminum", Welding Research Supplement, May.
- ⁷C.R. Weymueller, 1981. "Aluminum Welding an Engineering Guide", Welding Design and Fabrication, May.
- ⁸H.A. Meyer, 1979. "The Gas Shielded Welding of Aluminum and its Alloys", Maschinenmarkt.
- ⁹H. Walser, 1977. "Practical Aspects of Modern Inert Gas Welding of Aluminum", Welding and Metal Fabrication, June.
- ¹⁰T. Watanabe, 1978. "A Study of Electrode Negative TIG Arc Welding of Aluminum Alloys", Advances in Welding Processes , JGC Corp., Vol.1, May.
- ¹¹I.H. Griffin, 1970. Basic TIG and MIG Welding, Delmar Publishers.

- ¹²H.A. Meyer, 1979. "The Gas Shielded Welding of Aluminum and its Alloys", Maschinenmarkt.
- ¹³R. Brosilow, 1978. "Gases for Shielded Metal Arc Welding", Welding Design and Fabrication, Oct.
- ¹⁴J.A. Hirschfield, 1974. "Welding Aluminum", Welding Journal, Nov.
- ¹⁵H.A. Meyer, 1979. "Why Aluminum Owes So Much to MIG", Welding and Metal Fabrication, June.
- ¹⁶H. Walser, 1977. "Practical Aspects of Modern Inert Gas Welding of Aluminum ", Welding and Metal Fabrication, June.
- ¹⁷W.R. Reichelt, 1980. "Effects of Shielding Gas on Gas Metal Arc Welding Aluminum", Welding Research Supplement, May.
- ¹⁸W.R. Reichelt, 1980. "Effects of Shielding Gas on Gas Metal Arc Welding Aluminum", Welding Research Supplement, May.
- ¹⁹W.R. Reichelt, 1980. "Effects of Shielding Gas on Gas Metal Arc Welding Aluminum", Welding Research Supplement, May.
- ²⁰Kaiser Aluminum and Chemical Sales Inc. , 1969. Welding Kaiser Aluminum, Kaiser Center Oakland, California.
- ²¹Kaiser Aluminum and Chemical Sales Inc., 1969. Welding Kaiser Aluminum, Kaiser Center Oakland, California.
- ²²Aluminum Company of America, 1967. Welding Alcoa Aluminum, Pittsburgh.
- ²³S. Namgung, 1976. "The Mechanical Properties of Welded Aluminum and its Alloys", Kongup Kisul Kaepel Yonguso, Nonmunjip-Chungnam Taehakkyo.

BIBLIOGRAPHY

- Aluminum Company of America , 1967. Welding Alcoa Aluminum, Pittsburgh.
- Agusa, K., and Nishiyama, N., 1981. "MIG Welding with Pure Argon Shielding", Metal Construction, Sept.
- American Society of Metals , 1983. Welding Handbook Welding, Brazing and Soldering, V6.
- American Welding Society , 1972. Welding Handbook, Metals and Their Weldability, The Macmillan Press Ltd London, Section 4.
- Barnett, O.T., 1959. Filler Metals for Joining, Reinhold Pub. Corp., New York.
- Brosilow, R., 1978. "Gases for Shielded Metal Arc welding", Welding Design and Fabrication, Oct.
- Brumbaugh, J.E., 1973. Welders Guide, Howard W. Saums and Co., Indianapolis.
- Committee on Mechanical Testing of Welds , 1981. "Tension Testing of Welds", Welding Journal, Jan.
- Davies, A.C., 1981. The Science and Practice of Welding, Cambridge University Press.
- Englewood, N.J., 1979. Modern Welding Technology, Pretince Hall.
- Giachino, J.W., 1973. Welding Technology, Chicago.
- Griffin, I.H., 1970. Welding Process, Delmar Publishers.
- Griffin, I.H., 1970. Basic TIG and MIG Welding, Delmar Publishers.

- Hammond, R., 1963. Automatic Welding, London.
- Hirschfield, J.A., 1974. "Welding Aluminum", Welding Journal, Nov.
- Kaiser Aluminum and Chemical Sales Inc. , 1969. Welding Kaiser Aluminum, Kaiser Center Oakland, California.
- Kennedy, G.A., 1974. Welding Technology, H.W. Sams Indianapolis.
- Kolohnev, I.F., 1963. Heat Treatment of Aluminum Alloys, Jerusalem Israel Program for Scientific Translations, London.
- Little, R.L., 1973. Welding and Welding Technology, Mc. Graw Hill Book Company, New York.
- Meyer, H.A., 1979. "Why Aluminum Owes So Much to MIG", Welding and Metal Fabrication, June.
- Meyer, H.A., 1979. "The Gas Shielded Welding of Aluminum and its Alloys", Maschinenmarkt.
- Mondolfo, L.F., 1976. Aluminum Alloys, Structure and Properties, London.
- Namgung, S., 1976. "The Mechanical Properties and Macro-graphic Structures of Welded Aluminum and its Alloys", Nonmunjip-Chungnam Taehakkyo, Kongup Kisul Kaepal Yonguso.
- Patchett, B.M., 1978. "MIG Welding of Argon-Chlorine Mixture", Metal Construction, Oct.
- Patton, W.J., 1974. The Science and Practice of Welding, Pretince Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Reichelt, W.R., 1980. "Effects of Shielding Gas on Gas Metal Arc Welding Aluminum", Welding Research Supp., May.

- Reichelt, W.R., 1981. "Development of an Economical Vertical GMA Process for Welding Thick Aluminum Sections", Welding Journal, Nov.
- Rossi, B.E., 1954. Welding Engineering, Mc. Graw Hill Book Company, New York.
- Schwartz, M.M., 1969. Modern Metal Joining Techniques, Wiley Interscience, New York.
- Sillifant, R.K., 1964. Inert Gas Arc Welding, CGIA, M. Ins. W. Chairman.
- Teubel, G., 1978. "Pulsed Arc Technology and its Application", Metal ABM, Oct.
- Tashk Politechnic , 1977. "Flux for Gas Shielded Welding of Aluminum and Alloys", 25 Apr.
- Walser, H., 1977. "Practical Aspects of Modern Inert Gas Welding of Aluminum", Welding and Metal Fabrication, June.
- Watanabe, T., and Marumoto, H., 1978. "A Study of Electrode Negative TIG Arc Welding of Aluminum Alloys", JGC Corp. Advances in Welding Processes, Vol.1, May.
- West, E.G., 1951. The Welding of Nonferrous Metals, Chapman and Hall, London.
- Weymueller, C.R., 1981. "Aluminum Welding an Engineering Guide", Welding Design and Fabrication, May.

Göst.	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Herbiri	Topl.	(min.) Al
1050	0.25	0.40	0.05	0.05	0.05	-	-	0.05	0.03	0.03	-	99.50
1060	0.25	0.35	0.05	0.05	0.03	-	-	0.05	0.03	0.03	-	99.60
1100	1.0	Si + Fe	0.05-0.20	0.05	0.05	-	-	0.10	0.03	0.05	0.15	99.00
1145	0.55	Si + Fe	0.05	0.05	0.05	-	-	0.04	0.02	0.03	-	99.45
1175	0.15	Si + Fe	0.10	0.10	0.02	-	-	0.10	0.05	0.02	-	99.75
1200	1.0	Si + Fe	0.05	0.05	-	-	-	0.10	0.05	0.05	0.15	99.00
1230	0.7	Si + Fe	0.10	0.05	0.05	-	-	0.10	0.03	0.03	-	99.30
1235	0.65	Si + Fe	0.05	0.05	0.05	-	-	0.10	0.03	0.03	-	99.35
1345	0.30	0.40	0.10	0.05	0.05	-	-	0.05	0.03	0.03	-	99.45
1350	0.10	0.40	0.05	0.01	-	0.01	-	0.30	-	0.03	0.10	99.50
2011	0.40	0.7	5.0-6.0	-	-	-	-	0.25	0.15	0.05	0.15	"
2014	0.50-1.2	0.7	3.9-5.0	0.40-1.2	0.20-0.8	0.10	-	0.25	0.15	0.05	0.15	"
2017	0.20-0.8	0.7	3.5-4.5	0.40-1.0	0.40-0.8	0.10	-	0.25	0.15	0.05	0.15	"
2018	0.9	1.0	3.5-4.5	0.20	0.45-0.9	0.10	1.7-2.3	0.25	-	0.05	0.15	"
2024	0.50	0.50	3.8-4.9	0.30-0.9	1.2-1.8	0.10	-	0.25	0.15	0.05	0.15	"
2025	0.50-1.2	1.0	3.9-5.0	0.40-1.2	0.05	0.10	-	0.25	0.15	0.05	0.15	"
2036	0.50	0.50	2.2-3.0	0.10-0.40	0.30-0.6	0.10	-	0.25	0.15	0.05	0.15	"
2117	0.8	0.7	2.2-3.0	0.20	0.20-0.50	0.10	-	0.25	0.15	0.05	0.15	"
2124	0.20	0.30	3.8-4.9	0.30-0.9	1.2-1.8	0.10	-	0.25	0.15	0.05	0.15	"
2218	0.9	1.0	3.5-4.5	0.20	1.2-1.8	0.10	1.7-2.3	0.10	0.02-0.10	0.05	0.15	"
2219	0.20	0.30	5.8-6.8	0.20-0.40	0.02	-	-	0.10	0.10-0.20	0.05	0.15	"
2319	0.20	0.30	5.8-6.8	0.20-0.40	0.02	-	0.9-1.2	0.10	0.04-0.10	0.05	0.15	"
2618	0.10-0.25	0.9-1.3	1.9-2.7	-	1.3-1.8	-	-	0.10	-	0.05	0.15	"
3003	0.6	0.7	0.05-0.20	1.0-1.5	-	-	-	0.25	-	0.05	0.15	"
3004	0.30	0.7	0.25	1.0-1.5	0.8-1.3	-	-	0.25	0.10	0.05	0.15	"
3005	0.6	0.7	0.30	1.0-1.5	0.20-0.6	0.10	-	0.40	0.10	0.05	0.15	"
3105	0.6	0.7	0.30	0.30-0.8	0.20-0.8	0.20	-	0.25	0.20	0.05	0.15	"
4032	11.0-13.5	1.0	0.50-1.3	-	0.8-1.3	0.10	0.50-1.3	0.10	0.20	0.05	0.15	"
4043	4.5-6.0	0.8	0.30	0.05	0.05	-	-	0.10	0.20	0.05	0.15	"
4045	9.0-11.0	0.8	0.30	0.05	0.05	-	-	0.20	0.20	0.05	0.15	"
4047	11.0-13.0	0.8	0.30	0.15	0.10	-	-	0.20	-	0.05	0.15	"
4145	9.3-10.7	0.8	3.3-4.7	0.15	0.15	0.15	-	0.20	-	0.05	0.15	"
4343	6.8-8.2	0.8	0.25	0.10	-	-	-	0.10	0.15	0.05	0.15	"
4643	3.6-4.6	0.8	0.10	0.05	0.10-0.30	-	-	0.25	-	0.05	0.15	"
5005	0.30	0.7	0.20	0.20	0.50-1.1	0.10	-	0.25	-	0.05	0.15	"
5050	0.40	0.7	0.20	0.10	1.1-1.8	0.10	-	0.25	-	0.05	0.15	"
5052	0.25	0.40	0.10	0.10	2.2-2.8	0.15-0.35	-	0.10	-	0.05	0.15	"
5056	0.30	0.40	0.10	0.05-0.20	4.5-5.6	0.05-0.20	-	0.10	-	0.05	0.15	"
5083	0.40	0.40	0.10	0.40-1.0	4.0-4.9	0.05-0.25	-	0.25	0.15	0.05	0.15	"
5086	0.40	0.50	0.10	0.20-0.7	3.5-4.5	0.05-0.25	-	0.20	0.20	0.05	0.15	"
5154	0.45	Si + Fe	0.10	0.10	3.1-3.9	0.15-0.35	-	0.25	0.15	0.05	0.15	"
5183	0.40	0.40	0.10	0.50-1.0	4.3-5.2	0.05-0.25	-	0.25	0.15	0.05	0.15	"
5252	0.08	0.10	0.10	0.10	2.2-2.8	-	-	0.05	-	0.05	0.15	"

Göst	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Her- biri	Top	(min.) Al
5254	0.45	Si+Fe	0.05	0.01	3.1-3.9	0.15-0.35	-	0.20	0.05	0.05	0.15	kalan
5356	0.50	Si+Fe	0.10	0.05-0.20	4.5-5.5	0.05-0.20	-	0.10	0.06-0.20	0.05	0.15	"
5454	0.25	0.40	0.10	0.50-1.0	2.4-3.0	0.05-0.20	-	0.25	0.20	0.05	0.15	"
5456	0.40	Si+Fe	0.10	0.50-1.0	4.7-5.5	0.05-0.20	-	0.25	0.20	0.05	0.15	"
5457	0.08	0.10	0.20	0.15-0.45	0.8-1.2	-	-	0.05	-	0.03	0.10	"
5554	0.40	Si+Fe	0.10	0.50-1.0	2.4-3.0	0.05-0.20	-	0.25	0.05-0.20	0.05	0.15	"
5556	0.40	Si+Fe	0.10	0.50-1.0	4.7-5.5	0.05-0.20	-	0.25	0.05-0.20	0.05	0.15	"
5652	0.40	Si+Fe	0.04	0.01	2.2-2.8	0.15-0.35	-	0.10	-	0.05	0.15	"
5654	0.45	Si+Fe	0.05	0.01	3.1-3.9	0.15-0.35	-	0.20	0.05-0.15	0.05	0.15	"
5657	0.08	0.10	0.10	0.03	0.6-1.0	-	-	0.05	-	0.02	0.05	"
6003	0.35-1.0	0.6	0.10	0.08	0.8-1.5	0.35	-	0.20	0.10	0.05	0.15	"
6005	0.6-0.9	0.35	0.10	0.10	0.40-0.6	0.10	-	0.10	0.10	0.05	0.15	"
6053	-	0.35	0.10	-	1.1-1.4	0.15-0.35	-	0.10	-	0.05	0.15	"
6061	0.40-0.8	0.7	0.15-0.40	0.15	0.8-1.2	0.04-0.35	-	0.25	0.15	0.05	0.15	"
6063	0.20-0.6	0.35	0.10	0.10	0.45-0.9	0.10	-	0.10	0.10	0.05	0.15	"
6066	0.9-1.8	0.50	0.7-1.2	0.6-1.1	0.8-1.4	0.40	-	0.25	0.20	0.05	0.15	"
6070	1.0-1.7	0.50	0.15-0.40	0.40-1.0	0.50-1.2	0.10	-	0.25	0.15	0.05	0.15	"
6101	0.30-0.7	0.50	0.10	0.03	0.35-0.8	0.03	-	0.10	-	0.03	0.10	"
6151	0.6-1.2	1.0	0.35	0.20	0.45-0.8	0.15-0.35	-	0.25	0.15	0.05	0.15	"
6162	0.40-0.8	0.50	0.20	0.10	0.7-1.1	0.10	-	0.25	0.10	0.05	0.15	"
6201	0.50-0.3	0.50	0.10	0.03	0.6-0.9	0.03	-	0.10	-	0.03	0.10	"
6253	-	0.50	0.10	-	1.0-1.5	0.15-0.35	-	1.6-2.4	-	0.05	0.15	"
6262	0.40-0.8	0.7	0.15-0.40	0.15	0.8-1.2	0.04-0.14	-	0.25	0.15	0.05	0.15	"
6351	0.7-1.3	0.50	0.10	0.40-0.8	0.40-0.8	-	-	0.20	0.20	0.05	0.15	"
6463	0.20-0.6	0.15	0.20	0.05	0.45-0.9	-	-	-	-	0.05	0.15	"
6951	0.20-0.50	0.8	0.15-0.40	0.10	0.40-0.8	-	-	0.20	-	0.05	0.15	"
7001	0.35	0.40	1.6-2.6	0.20	2.6-3.4	0.18-0.35	-	6.8-8.0	0.20	0.05	0.15	"
7005	0.35	0.40	0.10	0.20-0.7	1.0-1.8	0.06-0.20	-	4.0-5.0	0.01-0.06	0.05	0.15	"
7008	0.10	0.10	0.05	0.05	0.7-1.4	0.12-0.25	-	4.5-5.5	0.05	0.05	0.15	"
7011	0.15	0.20	0.05	0.10-0.30	1.0-1.6	0.05-0.20	-	4.0-5.5	0.05	0.05	0.15	"
7072	0.7	Si+Fe	0.10	0.10	0.10	-	-	0.8-1.3	-	0.05	0.15	"
7075	0.40	0.50	1.2-2.0	0.30	2.1-2.9	0.18-0.35	-	5.1-6.1	0.20	0.05	0.15	"
7079	0.30	0.40	0.40-0.8	0.10-0.30	2.9-3.7	0.10-0.25	-	3.8-4.8	0.10	0.05	0.15	"
7178	0.40	0.50	1.6-2.4	0.30	2.4-3.1	0.18-0.35	-	6.3-7.3	0.20	0.05	0.15	"

Tablo 8 - Alüminyum Döküm Alaşımlarının Bileşimleri.

Gösterim	Dök. Yönt.	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Sn	Ti	Her- biri	Top.
208.0 108	S	2.5-3.5	1.2	3.5-4.5	0.50	0.10	—	0.35	1.0	—	0.25	—	0.50
213.0 C113	P	1.0-3.0	1.2	6.0-8.0	0.6	0.10	—	0.35	2.5	—	0.25	—	0.50
222.0 122	S&P	2.0	1.5	9.2-10.7	0.50	0.15-0.35	—	0.50	0.8	—	0.25	—	0.35
242.0 142	S&P	0.7	1.0	3.5-4.5	0.35	1.2-1.8	0.25	1.7-2.3	0.35	—	0.25	0.05	0.15
295.0 195	S	0.7-1.5	1.0	4.0-5.0	0.35	0.03	—	—	0.35	—	0.25	0.05	0.15
B295.0 B195	P	2.0-3.0	1.2	4.0-5.0	0.35	0.05	—	0.35	0.50	—	0.25	—	0.35
308.0 A108	P	5.0-6.0	1.0	4.0-5.0	0.50	0.10	—	—	1.0	—	0.25	—	0.50
319.0 319, Allicast	S&P	5.5-6.5	1.0	3.0-4.0	0.50	0.10	—	0.35	1.5	—	0.25	—	0.50
328.0 Red X-8	S	7.5-8.5	1.0	1.0-2.0	0.20-0.6	0.20-0.6	0.35	2.0-3.0	0.35	—	0.25	0.05	—
A332.0 A132	P	11.0-13.0	1.2	0.50-1.5	0.35	0.7-1.3	—	—	—	—	0.25	—	0.50
F332.0 F132	P	8.5-10.5	1.2	2.0-4.0	0.50	0.50-1.5	—	0.50	1.0	—	0.25	—	0.50
333.0 333	P	8.0-10.0	1.0	3.0-4.0	0.50	0.05-0.50	—	0.50	1.0	—	0.25	0.05	0.15
355.0 355	S&P	4.5-5.5	0.6	1.0-1.5	0.50	0.40-0.6	0.25	—	0.35	—	0.25	—	0.15
C355.0 C355	S&P	4.5-5.5	0.20	1.0-1.5	0.10	0.40-0.6	—	—	0.10	—	0.20	0.05	0.15
356.0 356	S&P	6.5-7.5	0.6	0.25	0.35	0.20-0.40	—	—	0.35	—	0.25	0.05	0.15
A356.0 A356	S&P	6.5-7.5	0.20	0.20	0.10	0.20-0.40	—	—	0.10	—	0.20	0.05	0.15
357.0 357	S&P	6.5-7.5	0.15	0.05	0.03	0.45-0.6	—	—	0.05	—	0.20	0.05	0.15
360.0 360	D	9.0-10.0	2.0	0.6	0.35	0.40-0.6	—	0.50	0.50	0.15	—	—	0.25
A360.0 A360	P	9.0-10.0	1.3	0.6	0.35	0.40-0.6	—	0.50	0.50	0.15	—	—	0.25
380.0 380	D	7.5-9.5	2.0	3.0-4.0	0.50	0.10	—	0.50	3.0	0.35	—	—	0.50
A380.0 A380	D	7.5-9.5	1.3	3.0-4.0	0.50	0.10	—	0.50	3.0	0.35	—	—	0.50
A384.0 384	D	10.5-12.0	1.3	3.0-4.5	0.50	0.10	—	0.50	1.0	0.35	—	—	0.25
413.0 13	D	11.0-13.0	2.0	1.0	0.35	0.10	—	0.50	0.50	0.15	—	—	0.25
A413.0 A13	D	11.0-13.0	1.3	1.0	0.35	0.10	—	0.50	0.50	0.15	0.25	0.05	0.15
B443.0 43 (0.15 max cu)	S&P	4.5-6.0	0.8	0.15	0.35	0.05	—	0.50	0.35	—	—	—	0.25
C443.0 A43	D	4.5-6.0	2.0	0.6	0.35	0.10	—	—	0.50	0.15	—	—	0.25
514.0 214	S	0.35	0.50	0.15	0.35	3.5-4.5	—	—	0.15	—	0.25	0.05	0.15
A514.0 A214	P	0.30	0.40	0.10	0.30	3.5-4.5	—	—	1.4-2.2	—	0.20	0.05	0.15
B514.0 B214	S	1.4-2.2	0.6	0.35	0.8	3.5-4.5	0.25	—	0.35	—	0.25	0.05	0.15
518.0 218	D	0.35	1.8	0.25	0.35	7.5-8.5	—	0.15	0.15	0.15	—	—	0.25
520.0 220	S	0.25	0.30	0.25	0.15	9.5-10.6	—	—	0.15	—	0.25	0.05	0.15
535.0 Almost 35	S	0.15	0.15	0.05	0.10-0.25	6.2-7.5	—	—	—	—	0.10-0.25	0.05	0.15
705.0 603, Ternalloy 5	S&P	0.20	0.8	0.20	0.40-0.6	1.4-1.8	0.20-0.40	—	2.7-3.3	—	0.25	0.05	0.15
707.0 607, Ternalloy 7	S&P	0.20	0.8	0.20	0.40-0.6	1.8-2.4	0.20-0.40	—	4.0-4.5	—	0.25	0.05	0.15
A712.0 A612	S	0.15	0.50	0.35-0.65	0.05	0.6-0.8	—	—	6.0-7.0	—	0.25	0.05	0.15
D712.0 D612, 40E	S	0.30	0.50	0.25	0.10	0.50-0.65	0.40-0.6	—	5.0-6.5	—	0.15-0.25	0.05	0.20
713.0 613, Tenzalloy	S&P	0.25	1.1	0.40-1.0	0.6	0.20-0.50	0.35	—	7.0-8.0	—	0.25	0.10	0.25
771.0 Precedent 71A	S	0.15	0.15	0.10	0.10	0.8-1.0	0.06-0.20	0.15	6.5-7.5	—	0.10-0.20	0.05	0.15
850.0 750	S&P	0.7	0.7	0.7-1.3	0.10	0.10	—	0.7-1.3	—	5.5-7.0	0.20	—	0.30
A850.0 A750	S&P	2.0-3.0	0.7	0.7-1.3	0.10	0.10	—	0.30-0.7	—	5.5-7.0	0.20	—	0.30
B850.0 B750	S&P	0.40	0.7	1.7-2.3	0.10	0.6-0.9	—	0.9-1.5	—	5.5-7.0	0.20	—	0.30

Tablo 9 - Isıl işlemlere yatkın olmayan dövme alüminyum alaşımlarının bileşim ve uygulama alanları.

Alş.	Ana alaşım elemanları (%)			Kullanılan formlar						
	Mn	Mg	Cr	PLAKA	KLAD PLAKA	TEL	ÇUBUK	EKSTR.	BORU	DÖVME MLZ.
EC	99.45% min. Al			X		X	X	X	X	
1060	99.6%	//		X		X	X		X	
1100	99.0%	//		X		X	X	X	X	X
3003	1.2			X	X	X	X	X	X	X
3004	1.2	1.0		X	X					
5005		0.8		X		X	X			
5050		1.4		X		X	X		X	
5052 5652		2.5	0.25	X		X	X	X	X	
5083	0.65	4.45	0.15	X			X	X	X	X
5086	0.45	4.0	0.1	X			X	X	X	X
5154 5254		3.5	0.25	X		X	X	X	X	
5252		2.5		X						
5257		0.40		X						
5454	0.8	2.8	0.10	X			X	X	X	X
5456	0.8	5.2	0.10	X			X	X		X
5457	0.30	1.0		X						
5557	0.25	0.6		X						
5657		0.8		X						

Tablo 10 - Isıl işlemlere yatkın olmayan dövme alüminyum alaşımlarının kaynak yatkınlıkları.

	GAZ ERGİTME	DEKAPANLA ARK KAY.	KORUYUCU GAZ LA K.	DİRENÇ K.	PRES K.	SERT LEHİM	YUMUŞAK LEHİM
EC	A	A	A	B	A	A	A
1060	A	A	A	B	A	A	A
1100	A	A	A	A	A	A	A
3003	A	A	A	A	A	A	A
3004	B	A	A	A	B	B	B
5005	A	A	A	A	A	B	B
5050	A	A	A	A	A	B	B
{5052 5652	A	A	A	A	B	C	C
5252	A	A	A	A	B	C	C
5257	A	A	A	A	A	A	A
5457	B	A	A	A	A	B	B
5557	A	A	A	A	A	A	A
5657	A	A	A	A	A	B	B
5083	C	C	A	A	C	X	X
5086	C	C	A	A	B	X	X
{5154 5254	B	A	A	A	B	X	X
5454	B	B	A	A	B	X	X
5456	C	C	A	A	C	X	X

A : Kolay kaynak edilebilir.

B : Özel teknik ve önlemlerle kaynak edilebilmesi kolaydır.

C : Sınırlı oranda kaynak.

X : Kaynak önerilmez.

Tablo 11 - Isıl işlemlere yatkın dövme alüminyum alaşımlarının bileşim ve uygulama alanları.

Alş.	Ana alaşım elemanları (%)							Kullanılan formlar						
	Cu	Si	Mn	Mg	Zn	Ni	Cr	PLAKA	KLAD PLAKA	TEL	ÇUBUK	EKSTR.	BORU	DÖVME MLZ.
2014	4.4	0.8	0.8	0.4				X	X		X	X	X	X
2017	4.0		0.8	0.8						X	X			X
2024	4.5		0.6	1.5				X	X	X	X	X	X	
2218	4.0			1.5		2.0								X
2219	6.2		0.30					X	X		X	X	X	X
2618	2.3			1.5		1.1								X
6061	0.25	0.6		1.0			0.20	X	X	X	X	X	X	X
6063		0.4		0.7								X	X	
6070	0.27	1.35	0.7	0.85								X	X	
6101	0.5		0.55									X	X	
6201		0.7		0.75						X				
6951	0.25	0.35		0.6				X						
7005			0.45	1.4	4.5		0.13					X		
7039	0.10	0.30	0.3	2.8	4.0		0.20	X				X		X
7075	1.6			2.5	5.6		0.30	X	X	X	X	X	X	X
7079	0.6		0.2	3.3	4.3		0.20					X		X
7178	2.0			2.7	6.8		0.30	X	X					

Tablo 12 - Isıl işlemlere yatkın dövme alüminyum alaşımlarının kaynak yatkınlıkları.

	GAZ ERGİTME	DEKAPANLA ARK KAY.	KORUYUCU GAZLA K.	DİRENÇ KAY.	PRES KAY.	SERT LEHİM	YUMUŞAK LEHİM
2014	X	C	C	A	C	X	C
2017	X	C	C	A	C	X	C
2024	X	C	C	A	C	X	C
2218	X	C	C	A	C	X	C
2219	X	C	C	A	C	X	C
2618	X	C	A	A	C	X	C
6061	A	A	A	A	B	A	B
6063	A	A	A	A	B	A	B
6070	C	B	A	A	C	C	B
6101	A	A	A	A	A	A	A
6201	A	A	A	A	A	A	B
6951	A	A	A	A	A	A	A
70054	X	X	A	A	B	B	B
7039	X	X	A	A	B	C	B
7075	X	X	C	A	C	X	C
7079	X	X	C	A	C	X	C
7178	X	X	C	A	C	X	C

A : Kolay kaynak edilebilir.

B : Özel teknik ve önlemlerle kaynak edilmesi kolaydır.

C : Sınırlı oranda kaynak edilebilir.

X : Kaynak önerilmez.

Tablo 13 - Isıl işlemlere yatkın olmayan dökme alüminyum alaşımlarının bileşim ve bazı özellikleri.

Gösterim		Ana alaşım elemanl. (%)				Döküm türü		
Al BİRL.	TİCARİ	Cu	Si	Mg	Zn	KUM KALIP	SÜREKLİ KALIP	BASINÇLI DÖKÜM
413.0	13-F		12.0					X
443.0	43-F	.6max	5.0			X	X	
A443.0	A43-F	.3max						
B443.0	B43-F	.15max						
208.0	108-F	4.0	3.0			X		
213.0	C113-F	7.0	2.0			X	X	
218.0	118-F	10.0	4.0	0.3			X	
514.0	214-F			4.0		X		
A514.0	A214-F			4.0	1.8		X	X
B514.0	B214-F		1.8	4.0		X		
F514.0	F214-F		0.5	4.0		X		
518.0	218-F			8.0				X
A444.0	A344-F		7.0				X	
360.0	360-F		9.5	0.5				X
380.0	380-F	3.5	9.0					X
A712.0	A612-F	0.5		0.7	6.5	X		
C712.0	C612-F	0.5		0.35	6.5		X	
D712.0	D612-F			0.6	5.8	X		

Tablo 14 - Isıl işlemlere yatkın olmayan dökme alüminyum alaşımlarının kaynak yatkınlıkları.

Gösterim			Birleştirme Yön.							
Alüm. Birliği	ASTM	Ticari	GAZ ERGİTME	DEKAPAN E.ARK.	KORUYU GAZLA K.	DİRENÇ	PRE S	SERT LEHİM	YUMUŞAK LEHİM	
<i>Kum kalıba döküm.</i>										
443.0	S5A S5B	43-F	A	A	A	A	X	C	C	
208.0	CS43A	108-F	C	B	B	B	X	X	C	
213.0	CS72A	113-F	C	C	B	C	X	X	C	
514.0	G4A	214-F	C	C	A	B	X	X	X	
B514.0	GS42A	B214-F	C	C	B	B	X	X	X	
F514.0		F214-F	C	C	A	B	X	X	X	
A712.0	ZG61B	A612-F	C	C	B	C	X	A	B	
D712.0		D612-F	C	C	B	C	X	A	B	
<i>Sürekli kalıba döküm</i>										
443.0	S5A S5B	43-F	A	A	A	A	X	C	C	
208.0	SC64A	A108-F	B	B	B	B	X	X	X	
238.0	CS104A CS104B	138-F	X	X	C	C	X	X	X	
A514.0 A444.0	GZ42A	A214-F	C	C	A	B	X	X	X	
		A344-F	C	C	B	C	X	A	B	
C712.0	ZC60A	C612-F	A	A	A	A	X	B	C	
<i>Basıncılı döküm</i>										
413.0	S12A	13-F	B	B	B	C	X	X	X	
A514.0	GZ42A	A214-F	C	C	A	B	X	X	X	
518.0	CH4A	218-F	X	X	B	C	X	X	X	
360.0	SG100A SG100B	360-F	X	X	B	C	X	X	X	
380.0	SC84B	380-F	X	X	B	C	X	X	C	

A : Kolay kaynak edilebilir.

B : Özel teknik ve önlemlerle kaynak edilmesi kolaydır.

C : Sınırlı oranda kaynak edilebilir.

X : Kaynak önerilmez.

Tablo 15 - Isıl işlemlere yatkın dökme alüminyum alaşımlarının bileşim ve bazı özellikleri.

Gösterim		Ana alaşım elm.(%)				Döküm tür.	
Alüm. birl.	Ticari	Cu	Si	Mg	Ni	Kum	Sü.k.
222.0	122	10.0		0.2		X	X
A332.0	A132	1.0	12.0	1.0	2.5	X	X
F332.0	F132	3.0	9.5	1.0		X	X
242.0	142	4.0		1.5	2.0	X	X
240.0	A140 ¹	8.0		6.0	0.5	X	X
A242.0	A142 ²	4.1		1.5	2.0	X	X
295.0	195	4.5	1.1			X	X
520.0	220			10.0		X	X
319.0	319	3.5	6.0			X	X
333.0	333	3.5	9.0			X	X
354.0	354	1.8	9.0	0.50		X	X
355.0	355	1.3	5.0	0.5		X	X
C355.0	C355	1.3	5.0	0.5		X	X
356.0	356		7.0	0.30		X	X
A356.0	A356		7.0	0.30		X	X
A357.0	A357 ³		7.0	0.50		X	X
359.0	359		9.0	0.6		X	X

Tablo 16 - Isıl işlemlere yatkın dökme alüminyum alaşımlarının kaynak yatkınlıkları.

Gösterim			Birleştirme Yönt.								
Alü.	ASTM	Ticari	GAZ	ERGİTME	DEKAPAN- ELEKT. ARK	KORUYUCU GAZLA KAY.	DİRENÇ	PRES	SERT LEHİM	YUMUŞAK LEHİM	
Kum kalıba döküm											
222.0	CG100A	122	C	C	C	C	C	X	X	X	
242.0	CN42A	142	C	C	C	C	C	X	X	X	
A242.0		A142	C	C	C	C	C	X	X	X	
295.0	C4A	195	C	C	C	C	C	X	X	C	
520.0	G10A	220	X	X	B	C	X	X	X		
319.0		319	C	B	B	B	X	X	X		
355.0	SC51A	355	B	B	B	B	X	X	X		
356.0	SG70A	356	A	A	A	A	X	C	C		
Sürekli kalıba döküm											
222.0	CG100A	122	C	C	C	C	X	X	X		
A332.0	SN122A	A132	C	C	B	B	X	X	X		
F332.0		F132	C	C	B	C	X	X	X		
242.0	CN42A	142	C	C	C	C	X	X	X		
240.0	A140(6)	A240	X	X	C	C	X	X	X		
333.0		333	C	B	B	B	X	X	X		
354.0		354	B	B	B	B	X	X	X		
C355.0		C355	B	B	B	B	X	X	X		
355.0	SC51A	355	B	B	B	B	X	X	X		
356.0	SG70A	356	A	A	A	A	X	C	C		
A356.0		A356	A	A	A	A	X	C	C		
A357.0		A357	B	A	A	B	X	B	C		
359.0		359	B	B	B	B	X	B	C		

A : Kolay kaynak edilebilir.

B : Özel teknik ve önlemlerle kaynak edilmesi kolaydır.

C : Sınırlı oranda kaynak edilebilir.

X : Kaynak önerilmez.

Table 17 - Alüminyum ve Alaşımlarının Kaynağında İlave Metal Seçimi.

ESAS METAL	319.0, 333.0, 354.0, 355.0, C355.0, 380.0	413.0, 443.0, A444.0, 356.0, A356.0, A357.0, 359.0	514.0, A514.0, B514.0, F514.0	7005k, 7039, A712.0, C712.0, D712.0	6070	6061, 6063, 6101, 6131, 6201, 6951	5456	5454	5154, 5154a	5086	5083	5052, 5652a	5005, 5050	3004, A1c, 3004	2014, 2024	1100, 3003, A1c, 3003	1060 EC
1060, EC	ER4145c,i	ER4043i,f	ER4043e,i	ER4043i	ER4043i	ER4043i	ER5356c	ER4043e,i	ER4043e,i	ER5356c	ER5356c	ER4043i	ER1100c	ER4043e	ER4145	ER1100c	ER1260c,i
1100, 3003, Alclad 3003	ER4145c,i	ER4043i,f	ER4043e,i	ER4043i	ER4043i	ER4043i	ER5356c	ER4043e,i	ER4043e,i	ER5356c	ER5356c	ER4043i	ER4043e	ER4043e	ER4145	ER1100c	ER1100c
2014, 2024	ER4145g	ER4145	...	...	ER4145	ER4145	...	...	...	...	...	...	...	...	ER4145g	ER1100c	ER1100c
2219	ER4145g,c,i	ER4145c,i	ER4043i	ER4043i	ER4043i	ER4043i	ER5356e	ER5654b	ER5654b	ER5356e	ER5356e	ER4043i	ER4043e	ER4043e	ER4145	ER1100c	ER1100c
3004	ER4043i	ER4043i	ER5654b	ER5356e	ER4043e	ER4043e	ER5356e	ER5654b	ER5654b	ER5356e	ER5356e	ER4043i	ER4043e	ER4043e	ER4145	ER1100c	ER1100c
Alclad 3004, 5005, 5050	ER4043i	ER4043b,i	ER5654b	ER5356e,h	ER5356b,c	ER5366b,c	ER5356b,c	ER5654b	ER5654b	ER5356b	ER5356b	ER5654b,c	ER4043e	ER4043e	ER4145g	ER1100c	ER1100c
5052, 5652a	...	ER5356c,e,i	ER5356e	ER5183e,h	ER5356e	ER5356e	ER5183e	ER5356e	ER5356e	ER5356e	ER5356e	ER5654b,c	ER4043e	ER4043e	ER4145g	ER1100c	ER1100c
5083	...	ER5356c,e,i	ER5356e	ER5356e,h	ER5356e	ER5356e	ER5356e	ER5356e	ER5356e	ER5356e	ER5356e	ER5654b	ER4043e	ER4043e	ER4145g	ER1100c	ER1100c
5086	...	ER5356c,e,i	ER5356e	ER5356b,h	ER5356b,c	ER5356b,c	ER5356b	ER5654b	ER5654b	ER5356b	ER5356b	ER5654b	ER4043e	ER4043e	ER4145g	ER1100c	ER1100c
5154, 5254a	...	ER4043b,i	ER5654b	ER5356b,h	ER5356b,c	ER5356b,c	ER5356b	ER5654b	ER5654b	ER5356b	ER5356b	ER5654b	ER4043e	ER4043e	ER4145g	ER1100c	ER1100c
5454	ER4043i	ER4043b,i	ER5654b	ER5356b,h	ER5356b,c	ER5356b,c	ER5356b	ER5654b	ER5654b	ER5356b	ER5356b	ER5654b	ER4043e	ER4043e	ER4145g	ER1100c	ER1100c
5456	...	ER4043b,i	ER5356e	ER5356b,h	ER5356e	ER5356e	ER5356e	ER5356e	ER5356e	ER5356e	ER5356e	ER5654b	ER4043e	ER4043e	ER4145g	ER1100c	ER1100c
6061, 6063, 6101, 6131, 6201, 6951	ER4145c,i	ER5356c,e,i	ER5356b,c	ER5356b,c,h,i	ER4043b,i	ER4043b,i	ER5356b,c	ER5654b	ER5654b	ER5356b	ER5356b	ER5654b	ER4043e	ER4043e	ER4145g	ER1100c	ER1100c
6070	ER4145c,i	ER4043e,i	ER5356c,e	ER5356c,e,h,i	ER4043e,i	ER4043e,i	ER5356c	ER5356c	ER5356c	ER5356c	ER5356c	ER5654b	ER4043e	ER4043e	ER4145g	ER1100c	ER1100c
7005k, 7039, A712.0, C712.0, D712.0	ER4043i	ER4043b,h,i	ER5356b,h	ER5039e	ER5039e	ER5039e	ER5356b,h	ER5356b,h	ER5356b,h	ER5356b,h	ER5356b,h	ER5654b,d	ER4043e	ER4043e	ER4145g	ER1100c	ER1100c
514.0, A514.0, B514.0, F514.0	...	ER4043b,i	ER5654b,d	ER5356b,h	ER5356b,h	ER5356b,h	ER5356b	ER5654b	ER5654b	ER5356b	ER5356b	ER5654b	ER4043e	ER4043e	ER4145g	ER1100c	ER1100c
413.0, 443.0, A444.0, 356.0, A444.0, 356.0, 359.0	ER4145c,i	ER4043d,i	ER5654b,d	ER5356b,h	ER5356b,h	ER5356b,h	ER5356b	ER5654b	ER5654b	ER5356b	ER5356b	ER5654b	ER4043e	ER4043e	ER4145g	ER1100c	ER1100c
A356.0, A357.0, 359.0	ER4145d,c,i	ER4043d,i	ER5654b,d	ER5356b,h	ER5356b,h	ER5356b,h	ER5356b	ER5654b	ER5654b	ER5356b	ER5356b	ER5654b	ER4043e	ER4043e	ER4145g	ER1100c	ER1100c

Tablo 17 ile ilgili açıklamalar :

1. Taze veya tuzlu suya, özel kimyasal maddelere, ve yüksek sıcaklıklara (70 °C den yukarı) maruz tasarımlarda, ilave metal seçimi oldukça sınırlıdır. 5356, 5556 ve 5654 ilave metallerinin yüksek sıcaklıklarda çalışacak tasarımlarda kullanımı önerilmez.
2. Bu tabloda verilen ilave metaller sadece, koruyucu gazla kaynak yöntemleri için uygundur. Gaz ergitme kaynağında sadece, R1100, R1260 ve R4043 kullanılır.
3.
 - a. 5652 ve 5254 esas metalleri, hidrojen peroksit servislerinde kullanılmaktadır. Her iki metal için kullanılan, ER5654 ilave metali, düşük sıcaklıklarda çalışan tasarımlar için uygundur.
 - b. ER5183, ER5356, ER5556 ve ER5654 de kullanılır.
 - c. Bazı uygulamalarda, ER4043 de kullanılabilir.
 - d. Bazan, esas metalle aynı bileşimde ilave metal de kullanılır.
 - e. ER5183, ER5356 veya ER5556 da kullanılabilir.
 - f. Bazı uygulamalarda, ER4145 de kullanılabilir.
 - g. " " , ER2319 da " .
 - h. " " , ER5039 da " .
 - i. " " , ER4047 de " .
 - j. " " , ER1100 de " .
 - k. Bu sadece 7005 ekstrüzyon ürünleri içindir.
4. Listede ilave metal verilmeyen yerlerdeki esas metaller için kaynak işlemi uygun düşmez.

Tablo 18 - Etibank Alüminyum Tesislerinde Üretilen Saf Alüminyum Standartları.

ETİNORM	KİMYASAL KOMPOZİSYON %								DÜŞÜNCELER
	Al	Fe	Si	Cu	Zn	Ti	Diğerleri		
							Herbiri	Toplam	
ETİAL-7	99,70 en az	0,25 en çok	0,15 en çok	0,03 en çok	0,04 en çok	0,03 en çok	0,03	0,10	—
ETİAL-6	99,60 en az	0,30 en çok	0,20 en çok	0,04 en çok	0,05 en çok	0,04 en çok	0,03	0,10	—
ETİAL-5	99,50 en az	0,40 en çok	0,25 en çok	0,05 en çok	0,05 en çok	0,05 en çok	0,03	0,10	—
ETİAL-3	99,30 en az	0,60 en çok	0,35 en çok	0,05 en çok	0,06 en çok	0,05 en çok	0,05	0,15	—
ETİAL-0	99,00 en az	0,70 en çok	0,25 en çok	0,05 0,15	0,06 en çok	0,05 en çok	0,05	0,15	Fe/Si = 2,0 en az
ETİAL-7E (xx)	99,70 en az	0,25 en çok	0,10	—	—	—	0,02	0,10	Ti+V+Mn+Cr=0,02 en çok Fe/Si = 2,0 en az
ETİAL-6E (xx)	99,60 en az	0,30 en çok	0,10 en çok	—	—	—	0,02	0,10	Ti+V+Mn+Cr=0,02 en çok Fe/Si = 2,0 en az
ETİAL-5E (xx)	99,50 en az	0,40 en çok	0,15 en çok	—	—	—	0,02	0,10	Ti+V+Mn+Cr=0,02 en çok Fe/Si = 2,0 en az

(x) Bu standartlar döküm ve işlem mamulleri için kullanılır.

(xx) Bu standartlar elektrik iletkenleri imalinde kullanılır.

Tablo 19 - Etibank Alüminyum Tesislerinde Üretilen İşlem Aşamaları.

ETİNORM	KİMYASAL KOMPOZİSYON (%)											AÇIKLAMALAR
	Fe	Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Cr	Diğerleri			
									Herbiri	Toplam		
ETİAL — 20	0,70 en çok	0,40 en çok	5,00 6,00	—	—	0,30 en çok	—	—	0,05 en çok	0,15 en çok	Bi = 0,20 — 0,60 Pb = 0,20 — 0,60	
ETİAL — 21	0,70 en çok	0,50 1,00	3,90 5,00	0,40 1,20	0,20 0,80	0,25 en çok	0,15 en çok	0,10 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok	Ti + Zr = 0,20 en çok	
ETİAL — 22	0,70 en çok	0,20 0,80	3,50 4,50	0,40 1,00	0,40 0,80	0,25 en çok	0,15 en çok	0,10 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok	Ti + Zr = 0,20 en çok	
ETİAL — 24	0,50 en çok	0,50 en çok	3,80 4,90	0,30 0,90	1,20 1,80	0,25 en çok	0,15 en çok	0,10 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok	Ti + Zr = 0,20 en çok	
ETİAL — 30	0,70 en çok	0,60 en çok	0,05 0,20	1,00 1,50	0,10 en çok	0,10 en çok	—	—	0,05 en çok	0,15 en çok	—	
ETİAL — 31	0,70 en çok	0,30 en çok	0,25 en çok	1,00 1,50	0,80 1,30	0,25 en çok	—	—	0,05 en çok	0,15 en çok	—	
ETİAL — 43	0,50 en çok	0,40 en çok	1,60 2,60	0,20 en çok	2,60 3,40	6,80 8,00	0,20 en çok	0,18 0,35	0,05 en çok	0,15 en çok	Fe/Si = 2,00 en az Mn + Cr = 0,30 en çok	
ETİAL — 44	0,50 en çok	0,40 en çok	1,20 2,00	0,30 en çok	2,10 2,90	5,10 6,10	0,20 en çok	0,18 0,35	0,05 en çok	0,15 en çok	Ti + Zr = 0,25 en çok	
ETİAL — 50	0,70 en çok	0,30 en çok	0,20 en çok	0,20 en çok	0,50 1,10	0,25 en çok	—	0,10 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok	—	
ETİAL — 51	0,70 en çok	0,40 en çok	0,20 en çok	0,10 en çok	1,10 1,80	0,25 en çok	—	0,10 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok	—	
ETİAL — 52	0,30 en çok	0,20 en çok	0,10 en çok	0,10 en çok	2,20 2,80	0,10 en çok	—	0,15 0,35	0,05 en çok	0,15 en çok	Fe + Si = 0,45 en çok	
ETİAL — 53	0,40 en çok	0,30 en çok	0,05 en çok	0,20 0,60	2,70 3,70	0,20 en çok	0,20 en çok	0,30 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok	Fe + Si = 0,45 en çok	
ETİAL — 60	0,30 en çok	0,30 0,70	0,10 en çok	0,20 en çok	0,40 0,90	0,10 en çok	0,10 en çok	0,05 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok	—	
ETİAL — 61	0,40 en çok	0,70 1,30	0,10 en çok	0,40 0,80	0,40 0,90	0,10 en çok	0,10 en çok	0,20 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok	—	
ETİAL — 64	0,20 en çok	0,20 0,70	0,20 en çok	0,05 en çok	0,45 0,90	0,05 en çok	0,05 en çok	0,05 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok	—	

Tablo 19 - (Devam)

ETINORM	DİĞER STANDART KARŞILIKLARI							
	TS 412	DIN 1725 Blatt 1	A. A.	NF A57-350-650	BS 1470-1477	ALCAN	UNI	
ETIAL - 20	—	AlCuBiPb	2011	A-U5PbBi	EC1	28S	P-AlCu5,5PbBi	
ETIAL - 21	Al-CuSiMg	AlCuSiMn	2014	A-U4SG	H15	26S	P-AlCu4,4SiMnMg	
ETIAL - 22	Al-CuMgSi	AlCuMgl	2017	A-U4G	—	17S	P-AlCu4MgMn	
ETIAL - 24	Al-CuMgl	AlCuMg2	2024	A-U4G1	L-97	24S	P-AlCu4,5MgMn	
ETIAL - 30	Al-Mnl	AlMn	3003	A-M1	N3	D3S	P-AlMn1,2	
ETIAL - 31	—	AlMnIMgl	3004	A-MIG	—	4S	P-AlMn1,2Mg	
ETAIL - 43	—	—	7178	—	—	6227	—	
ETIAL - 44	—	AlZnMgCu1,5	7075	A-Z5GU	DTD5074A	75S	P-AlZn5,8MgCu	
ETIAL - 50	—	AlMgl	5005	A-GO,6	N41	B57S	P-AlMg0,9	
ETIAL - 51	—	—	5030	A-G1	—	A57S	P-AlMgl,5	
ETIAL - 52	Al-Mg2	AlMg2	5052	A-G2	N4	57S	P-AlMg2,5	
ETIAL - 53	Al-Mg3	AlMg3	5154A	A-G3	N5	C54S	P-AlMg3,5	
ETIAL - 60	Al-MgSi	AlMgSi0,5	6063	A-GS	H9	50S	P-AlSi0,4Mg	
ETIAL - 61	Al-SiMg	AlMgSi1	6351	A-SGM	H30	B51S	P-AlSi1MgMn	
ETIAL - 64	—	E-AlMgSi	6463	A-GS/L	91E	C50S	P-AlSi0,5Mg	

Tablo 20 - Etibank Alüminyum Tesislerinde Üretilen Döküm Alaşımları.

9

ETİNORM	KİMYASAL KOMPOZİSYON (%)											DÜŞÜNCELER
	Fe	Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Ni	Ti	DİĞERLERİ			
									HERBİRİ	TOPLAM		
												Mn + Fe= 1,30Max.
ETİAL - 110	0,80 en çok	4,00 6,00	2,00 4,00	0,20 0,60	0,15 en çok	0,20 En çok	0,30 en çok	0,20 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok		
ETİAL - 120	0,50 en çok	4,50 6,00	0,10 en çok	0,20 en çok	0,10 en çok	0,10 en çok	0,10 en çok	0,20 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok		—
ETİAL - 140	0,60 en çok	11,50 13,50	0,10 en çok	0,40 en çok	0,10 en çok	0,10 en çok	0,10 en çok	0,15 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok		—
ETİAL - 141	1,10 en çok	11,50 13,50	0,20 en çok	0,30 en çok	0,20 en çok	0,10 en çok	0,10 en çok	0,15 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok		—
ETİAL - 145	0,60 en çok	11,00 13,00	0,80 1,50	0,20 en çok	0,80 1,30	0,20 en çok	0,80 1,30	0,10 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok		—
ETİAL - 150	1,00 en çok	11,00 13,00	1,75 2,50	0,50 en çok	0,40 en çok	0,70 en çok	0,30 en çok	0,15 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok		—
ETİAL - 160	1,00 en çok	7,50 9,00	3,00 4,00	0,50 en çok	0,30 en çok	1,00 en çok	0,20 en çok	0,20 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok		—
ETİAL - 171	0,50 en çok	9,00 10,00	0,10 en çok	0,40 0,60	0,30 0,45	0,10 en çok	0,10 en çok	0,15 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok		—
ETİAL - 175	0,60 en çok	9,00 10,50	2,50 3,50	0,30 en çok	0,70 1,20	0,50 en çok	0,30 en çok	0,15 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok		—
ETİAL - 180	1,00 en çok	9,00 11,50	0,70 2,50	0,50 en çok	0,30 en çok	2,00 en çok	0,50 en çok	0,20 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok		—
ETİAL - 220	0,30 en çok	0,35 en çok	4,00 5,00	0,10 en çok	0,10 en çok	0,10 en çok	0,10 en çok	0,10 en çok	0,05 en çok	0,15 en çok		—
ETİAL - 221	0,30 en çok	0,30 en çok	4,00 5,00	0,10 en çok	0,05 en çok	0,10 en çok	0,10 en çok	0,15 0,30	0,05 en çok	0,15 en çok		—

Table 20 - (Devam)

4

ETİNORM	DİĞER STANDARTLARDA KARŞILIKLARI						DİĞERLERİ
	TS 410	DIN 1725 Blatt2	A.A	NF A57-702-703	BS 1490	ALCAN	
ETİAL - 110	Al-Si5Cu3	—	319	A-55U3	LM 4	117	326/SC64D/SC53
ETİAL - 120	Al-Si5	Al-Si5	B443	—	LM 18	123	GD-ALSi5 Fe
ETİAL - 140	Al-Si12	G-ALSi12	A413	A-S13	LM 6	160x	G AL Si 13/Silofont 14
ETİAL - 141	Al-Si12 Fe	—	413	A-S12	—	B160	SG Al Si 1/GD5079
ETİAL - 145	—	—	—	A-S12N2G	LM 13	162	G-ALSi12CuMgNi/ALSi12Ni1/Silofont74
ETİAL - 150	—	—	—	—	—	—	SG Al si 2/GD5075
ETİAL - 160	Al-Si8CuFe	G-ALSi8Cu3	A380	A-S9U3	LM 24	C143	Press 9.3/GD5075
ETİAL - 171	Al-Si10Mg	G-ALSi10Mg	—	A-S9GU	—	B150	GAISi10/GAIsi9/silofont64
ETİAL - 175	—	—	F332	—	LM 26	B143	Al-si9Cu3Mg
ETİAL - 180	—	—	—	—	LM 2	—	Al-si10Cu2Fe
ETİAL - 220	Al-Cu4Si	—	—	—	—	—	—
ETİAL - 221	Al-Cu4Ti	G-ALCu4Ti	—	A-U5GT	LM 1T	226	GAICu4Ti/Alufont52

Tablo 21 - Etibank Alüminyum Tesislerinde Üretilen Ön Alaşımlar.

ETİ - NORM	KİMYASAL KOMPOZİSYON (%)					
	Fe	Si	Cu	Mn	DİĞERLERİ	
					HERBİRİ	TOPLAM
ETİAL - 190	0,20 en çok	18,0-22,0	0,10 en çok	0,10 en çok	0,05	0,15
ETİAL - 290	0,20 en çok	0,15 en çok	32,0-34,0	0,10 en çok	0,05	0,15
ETİAL - 490	0,20 en çok	0,15 en çok	0,10 en çok	9,0-11,0	0,05	0,15
ETİAL - 990	4,0-6,0	0,15 en çok	0,10 en çok	0,10 en çok	0,05	0,15