T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAKIR-ALÜMİNYUM ESASLI ALAŞIMLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

MURAT BURMABIYIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Cenk MISIRLI

EDİRNE-2019

Murat BURMABIYIK'ın hazırladığı "BAKIR-ALÜMİNYUM ESASLI ALAŞIMLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ" başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Makine Mühendisliği Anabilim Dalında bir Yüksek lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri : İmza

Prof.Dr. Yılmaz ÇAN

Doç.Dr. Cenk MISIRLI

Dr. Öğr. Üyesi Olcay EKŞİ

Tez Savunma Tarihi: 03 / 09 / 2019

Bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Doç.Dr. Cenk MISIRLI

Tez Danışmanı

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof.Dr. Murat YURTCAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



03 / 09 / 2019

Murat BURMABIYIK

İmza

Yüksek Lisans Tezi
Bakır-Alüminyum Esaslı Alaşımların Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi
T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada bakır ve alüminyum esaslı alaşımlar, bu alaşımların özellikleri ele alınmıştır. Öncelik olarak alüminyum esaslı alaşımlar incelenmiş ve sonrasında alüminyum esaslı alaşımların özellikleri ele alınmıştır. Sonra bakır ve bakır esaslı alaşımlar ve özellikleri incelenmiştir. Daha sonra bakır ve alüminyum esaslı alaşımların genel özellikleri incelenmiş ve ardından mekanik özellikleri çizelgeler halinde verilmiştir. Son olarak ise alüminyum ve bakır esaslı alaşımların deneysel verilerine bakılmıştır.

Yıl : 2019

Sayfa Sayısı : 55

Anahtar Kelimeler : Alaşım, Alüminyum(Al), Bakır(Cu), Mekanik özellik, Deneysel çalışma

Master Thesis
Investigations of Mechanical Properties of Copper-Aluminium Based Alloys
Trakya University Institute of Natural Sciences
Department of Mechanical Engineering

ABSTRACT

Inside this current work, aluminum and copper based alloys and these alloys properties are discussed. Aluminum based alloys were examined firstly and then properties of aluminum based alloys were discussed. Then copper and copper based alloys and their properties were investigated. Then the general properties of copper and aluminum based alloys were examined and then their mechanical properties were given in tabular form. Finally, the experimental data of aluminum and copper based alloys are examined.

Year : 2019

Number of Pages : 55

Keywords : Alloy, Aluminum (Al), Copper (Cu), Mechanical properties, Experimental study

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1……1

GİRİŞ 1

1.1.Alaşımın Tarihi 1

1.1.1.Alaşımların Özellikleri 2

1.1.2.Kimyasal Özellikleri 2

1.1.3.Önemli Alaşımları Olan Özellikler 3

1.1.4.En Önemli Alaşımlar 4

1.2.Alüminyum Alaşımlar 5

1.2.1.Al Alaşımları Ve Sınıflandırılması 7

1.2.2.Alüminyum ve Alaşımlarının Korozyonu 8

1.3.Alüminyum Alaşımlarının Kullanım Alanları 11

1.3.1.Uçak Endüstrisinde Kullanımı 11

1.3.2.Gemi Sanayinde Kullanımı 12

1.3.3.Elektrik Sanayinde Kullanımı 12

1.3.4.Ambalaj ve Konserve Sanayinde Kullanımı 12

1.3.5.Demiryolu sanayinde Kullanımı 12

1.3.6.Otomotiv Endüstrisinde Kullanımı 12

1.3.Bakır ve Bakır Alaşımları 13

1.3.1.Saf Bakıra İlave Edilen Alaşım Elementleri 14

1.3.2.Bakırın Başlıca Kullanım Alanları 15

1.3.3.Bakır Alaşımları 16

2.CU-AL ALAŞIMLARI (ALÜMİNYUM BRONZU) 18

2.1.Alüminyum Bronzlarının Avantajları 19

2.2.Alüminyum Bronzlarının Özellikleri 20

2.3.Alüminyum Bronzlarına Alaşım Elementlerinin Etkisi 21

2.4.Alüminyum Bronzlarının Mekanik Özellikleri 22

BÖLÜM 2…… ..31

DENEYSELÇALIŞMA……..……..31

3.AL-CU ALAŞIMLARIN DENEYSEL VERİLERİ 29

3.1. 2024 Alüminyum Alaşımlarının Mekanik Özelliklerinin Farklı Isıl İşlem Koşullarındaki Korozyon Ssonrasında Kaybın Belirlenmesi 29

3.1.1. İç Yapılar 30

3.1.2. Sertlik 31
3.1.3. Çekme Deneyi Sonuçları 33
3.1.4. Numunelerin Korozyon Sonrası Çekme Deneyi Sonuçları..... 37
BÖLÜM 3…… ..31
SONUÇLAR VE TARTIŞMA……..…… ..31
REFERANSLAR.....44
ÖZGEÇMİŞ……...46

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Alüminyum ve bakır örnekleri…….....9

Şekil 2. Atmosferlerde korozyon durumuun imalat çeliğinin ve Alüminyum malzeme için karşılaştırması 9

Şekil 3. Saf Bakıra İlave Edilen Elementler 15

Şekil 4. Al-Cu Denge Diyagramı..... 18

Şekil 5. L=50 mm olan numune geometrisi..... 30

Şekil 6. 2024-Al alaşımlarının çeşitli ısıl process durumlarındakioptik mikroskop fotoları (50 kat). a) W, b) T4, c) T6 (100 ^{o}C-10h), d) T6 (190 ^{o}C-10h), e) O..... 31

Şekil 7. 2024-Al alaşımlarının çeşitli ısıl process durumlarındaki SEM fotoları. a) W, b) T4, c) T6 (100 ^{o}C-10h) d) T6 (190 ^{o}C-10h), e) O..... 32

Şekil 8. 2024-Al alaşımlarının çeşitli ısıl process durumlarındaki Çekme niteliklerinin Karşılaştırılması 34

Şekil 9. 2024-Al alaşımlarının çeşitli ısıl process durumlarındaki korozozif ortam etkisi ile uzama ve dayanım oranlarının karşılaştırılması. (UOK: Uzama Oranı Kaybı ÇDK: Çekme Dayanımı Kaybı)..... 36

Şekil 10. 2024-Al alaşımlarının çeşitli ısıl process durumlarındaki korozozif ortam etkisi ile dayanımda azalmaya sebep olan oyuk oluşumu. a) W, b) T4, c) T6 (100^{o}C-10h), d) T6 (190^{o}C-10h), e) O 39

Şekil 11. Oda sıcaklığında deforme olmuş Cu 101 numunelerinin kırınım desenleri: (a) bir geçişten sonraki numune, (b) A geçidinden iki geçişten sonraki numune, ve (c) C yolu üzerinden iki geçişten sonra numune……...41

Şekil 12. Çekme deneyi deformasyonunun oda sıcaklığında ve 1 saat tavlama sonrası tavlama işleminin Al 3003'ün mikro yapısı üzerindeki etkisini gösteren TEM mikrografları: (a) dört yol A'dan geçtikten sonra numune, (b) dört yol A'dan geçtikten sonra ve sonra 140 ° C'de tavlanır 1 saat boyunca 7C, (c) B yolu ile dört yoldan geçtikten sonra numune, (d) B yolu ile dört yoldan geçtikten sonra örnek ve sonra 1 saat boyunca 140 7C'de tavlanmış, (e) C yoluyla dört yoldan geçtikten sonra örnek, ve (f)) C yolu ile dört geçişin ardından numune, 1 saat boyunca 140 7C'de tavlama……..43

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1. Çeşitli Malzemelerin Özel Çekme Değerleri..... 6
Çizelge 2. Çeşitli Alaşımlarının ve Alüminyum Değişik Korozif Ortam Etkisi Altındaki Dayanıklık Dereceleri (1- Çok, 2- Normal, 3- Az, 4-Kullanılabilir, 5- Kabul edilebilir, 6-Dayanıksız) 9
Çizelge 3. Alüminyumun genel özellikleri 11
Çizelge 4.Alüminyum Bronzlarının Mekanik Özellikleri 21
Çizelge 5. Al2024-alaşımlarının Değişik ısıl işlem koşullarında sertlikleri. 33
Çizelge 6. Al2024 -alaşımlarının Değişik ısıl işlem koşullarında çekme sonuçları..... 33
Çizelge 7. Al2024-alaşımlarının Değişik ısıl işlem koşullarında korozyona uğraması sebebi ile çekme sonuçları değişiklikleri ve ortaya çıkan kayıplar (K:Korozyon) 35

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1.Alaşımın Tarihi

Alaşımların tarihi M.Ö. 3500 yıla değin uzanmaktadır. Mezopotamya, İran çevresinde keşfedilen tunç örnekler bu dönemde tarihe not edilmiştir. Demir elementinden gevrek olan tunç kesme ve delme aletleri, tabanca yapımı, süs eşyaları, mutfak aletleri vb. bugüne kadar kullanılmıştır. Çin Halk Cumhuriyetinin Xinjiang bölgesinde arkeolojik çalışmalar M.Ö. bin ve Hindistan'da çeşitli bölgelerinde M.Ö. bin 800'lü yıllara ait çelikler bulunmuştur. Bu bulgular, çelik üretiminin üç bin yıldan fazla bir tarihe dayandığını kanıtlamaktadır.



Şekil 1. Alüminyum ve bakır örnekleri

Alaşım, elementlerin en az 2 veya daha fazlasının birleşmesi ve en az birinin metal olması koşuluyla metal bir özelliğe sahip bir madde veya malzemedir. Bir alaşım sistemi tüm olası kimyasal bileşiklere sahip alaşımları içerir. İki elemanlı sistem iki

bileşenli veya çift alaşımlı bir sistem olarak adlandırılır ve üç elemanlı sistem üçlü alaşımlı bir sistem olarak adlandırılır. Doğadaki en yaygın 45 metal, 990 çift ve 14000 üç fazlı sistem gerçekleştirmektedir. Bileşimde % 1 gibi bir değişimde bile, bu sistemlerden ikili olarak 50 yeni malzeme elde edilebilir. Çoğu endüstiyel alaşım birçok çeşit element içerir. Bu sorunları göz önüne aldığımızda, mevcut elementlerle neredeyse sonsuz sayıda alaşım üretebileceğimiz sonucuna varabiliriz. (ASM, 1990)

1.1.1.Alaşımların Özellikleri

- Alaşımlar yoğundur ve ısı ve elektrik iletir. Bazıları beyaz olabilir. Yeterince ilave edildiğinde bakır ve altın gibi madenlerle renklenebilir.
- Alaşımlar genellikle kurucu malzemelerden daha serttir, ancak daha az plaka olabilirler ve dayanıklıdırlar. Tabakalara ve tabakalara dönüştürülebilen altın kurşun ve antinom ile karıştırıldığında sert ve kırılgan olabilir. Bakır kalay ile birleştirildiğinde, levha olma özelliğini yitirir.
- Sıvı ve/veya katı durumda metaller birbirine ergitilir ve alaşım oluşturulur.
- Metaller birbiri içlerinde erimez. Normal bir karışım daha sonra oluşturulmaktaydı. Mikroskopta incelendiğinde iki ayrı kristal gösterir.
- Alaşıma ait kristal, oranlarda her ayrı atomu içerir. Sodyum malzemesi, Bakır ve Çinko alaşımı, Bakır ve Alüminyum alaşımı, Demir ve Karbon alaşımı. Bununla birlikte, mevcut alaşımlar teknik kullanıma uygun olmamaktadır.
- Alaşımlar genellikle onları oluşturan metallerden fazla aktif değildir. Örneğin, malgam suyu içindeki sodyum onu yavaş bir şekilde ayrıştırır. Bununla birlikte, bu metal su üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir.
- Alaşımlar yapılarına giren daha az eriyebilen metallerden daha kolay eritebilir. Bu metallerin bazıları en çözünür metalin erime derecesinden daha az erir.
- Kalay-bakır alaşımı zaman içinde gücünü kaybeder. Birçok alaşımın yapısında bakır vardır. Altın ve gümüş gibi değerli metalleri sertleştirir. Rengini ve parlaklığını değiştirmeden özelliklerini korumaktadır.

1.1.2.Kimyasal Özellikleri

- Uçucu özelliğe sahip bir maden ile alaşımların ısı-sıcaklık analizi yapılmaktadır. Gümüş ve Altın tozu önce cıva ile karıştırılır. Cıva fazla cıvadan süzülür ve sonra uçucu malzemeyi ayırt etmek için alaşım ısıtılır. Alaşımlar, oksitlenmesi az ve asit içeren alaşımlardan daha az etkilenen karışımlardır.

- Oksijen genellikle alaşımları etkiler. Bu durumda, maden asit oksit, diğeri ise baz oksit yapar. Bu yüzden kalay ve kurşun, antimon ve potasyum alaşımları yanar. Bazı metaller kimyasal olarak birleştirilmiş ve bazı alaşımlar yapılmıştır.
- Örneğin; (Sodyum ve civa malzemesi), (çinko ve bakır), (bakır ve alüminyum), (Demir ve karbon) bileşikleri. Ancak bu alaşımlar teknikte kullanım için uygun olmayabilir. Hemen kırılabilirler. Bu alaşımlar belirli oranlardaki yasalara göre oluşturulmuştur.
- Mikroskop yardımı ile alaşımların incelenmesine gelinirse; Asitler veya bazı kimyasal reaktifler bir alaşımın parlak yüzeyine dökülürse, alaşımda çeşitli renkler ortaya çıkar. Etkileri farklı. Maden türüne göre değişik boyutlarda çeşitli çukurlar oluşmuş eski form ile karşılaştırılır. Mikroskop altında incelenir ve fotoğraflanır.

1.1.3.Önemli Alaşımları Olan Özellikler

Bakır:

En çok kullanılan alaşımların bileşiminde bakır bulunur. Değerli metallerle harmanlanır, sertliklerini ve ince parçaları bile renklerini ve parlaklıklarını bozmadan korumalarını sağlar.

Tunçlar; Bakır, kalaylı en önemli tunçtur. Topların tunçları dayanıklılık açısından önemlidir. Zillerin çınlaması, kalayın top ayarına oranla daha fazla bulunduğu bronzdur. Bu bronz kırılabilir, ama onlar da ses çıkarır. Alüminyum ve Bakır sert bir malzeme olan bronz oluşturur. Fosfor ve silis içeren bronz da vardır. Çinko ile bakır pirinç maddesini meydana getirir. Nikel ve çinko ise mayekorlu yapar.

Çinko (Zn)

Çinko sadece alaşımlarda görev alır. Başlıca alaşımlar beyaz metal, tunç ve pirinçtir. Pirinç; bakır ve çinko birleşimi, ki metallerin alaşımdaki oranları çok farklıdır. Bununla birlikte, yaygın kullanılan bakır türü% 60 ve çinko% 40'tır. Tunç; kalay ve bakır alaşımı, biraz da çinko. Son olarak beyaz metal ise; bakır, çinko, magnezyum ve alüminyum metallerinin birleşiminden oluşan bir alaşım. Bugünlerde, araba endüstrisi, karbüratör, radyatör, yakıt pompası, kapı kolları gibi parçalar. İkinci önemli çinko alaşımı ise Alman (Yeni gümüş) gümüşüdür. Kompozisyon, kompozisyon; çinko, nikel ve bakır. Bu alaşımın gümüş maddesi ile hiçbir ilgisi bulunmamasına rağmen, ismi gümüşü andırdığı için verilmiştir.

Alüminyum

Ekonomi açısından, Al-bronz, elektrikli fırında 70 kg bakır ve 40 kg korundum veya boksit ve kömür parçalarının bir karışımını ısıtmak suretiyle yapılır; alümina, Al203'e düşürülür. CO çıkarılır ve % 14 alüminyum içeren alaşım oluşturulur. Mevcut alaşım yeterli miktarda bakır ile ergitilirse, bronzdan daha kuvvetli alaşımlar elde edilebilir. Demir içeren alüminyum; bu işlemde, bakırın bir fontla değiştirilmesiyle, demir alüminyum (Ferro-Alüminyum),% 90 demir ve% 10 alüminyum ile oluşturulur. Bu alaşım çelik veya demiri saflaştırmak için karışıma katılır. %10 alüminyum ve %90 bakır içeren alaşım çeşidi Al-bronzdur; altın kadar parlak bu alaşım demirin kuvvetine sahiptir. Mevcut alaşım eşit miktarda çinko ve bakır ile tekrarlanırsa, alüminyum pirinç normal pirinçten daha sağlam ve serttir. Alüminyum pirinç nikel ile birlikte yeniden eritilirse, son derece dayanıklı ve kolay dökülen yeni bir alaşım oluşur. %10 parça kalay ve %90 alüminyumdan oluşan alaşım, rengi ve bir noktaya kadar alüminyumun hafifliğini korumaya devam eder. Daha kolay, daha işlenmiş. Alüminyum lehim:% 85 alüminyum ve % 15 silikondan oluşur. Ayrıca alüminyum ve magnezyum alaşımları da vardır. Tuzak yapmak için gümüş ve altın ile alüminyum alaşımları da kullanılmaktadır.

Kurşun (Pb)

Kurşun alaşımlarının imalatının amacı, sert, sert ve aynı zamanda esnek ve düşük erime noktalı metallerin imhasına dayanıklı bir karışım elde etmektir. Bunlardan en önemlisi; lehim malzemesi; ergime noktası 185 ° C olan bu alaşım % 65 kalay ve % 350 kurşundan oluşur. Antimon-Kurşun alaşımı: Kompozisyon:% 14-28 kurşun,% 76-88 antimon. Çok zorlar ve biraz daha kırılganlığa sahipler. Gevreklik özelliğini ortadan kaldırmak için, karışıma az miktarda kalay eklenir. örneğin,% 70 kurşun,% 18 antimon ve% 14 kalay baskı için bir alaşımdan yapılmıştır. Basınca dayanıklı ve serttir.

1.1.4.En Önemli Alaşımlar

Çeşitli önemli alaşımlar aşağıdaki gibidir.

Bakır içerenler;

Kalay(Sn)+Bakır(Cu) ---> Bronze

Çinko(Zn)+Bakır(Cu) ---> Pirinç(Sarı)

Nikel(Ni)+ Çinko(Zn) --->Mayakor

Kalay(Sn) + Çinko(Zn) + Bakır(Cu)+---> Bronz paslanmaz

Alüminyum(Al)+Bakır(Cu)---> Valfler, Fen araçlarında, dümen, pervane

Altın ve Gümüş içerenler;

Altın(Au) + Gümüş(Ag) ---> altın(yeşil)

Altın(Au) + Gümüş(Ag) ---> altın(Solmuş yaprak)

Altın(Au) + Gümüş(Ag) ---> altın(Su yeşili)

Altın(Au) + Gümüş(Ag) + Bakır ---> altın(Roz)

Altın(Au) + Gümüş(Ag) + Bakır ---> altını(Sarı, çok beyaz, değerli İngiliz)

Kurşun içerenler;

Kurşun(Pb)+Kalay(Sn) ---> Lehimlik

Kurşun(Pb)+Arsenik ---> mermi

Kurşun(Pb) + Antimon + Kalay(Sn) ---> Matbaa

Demir içerenler;

Demir(Fe)+ Krom(Cr) ---> Tel yatağı

Demir(Fe) + Nikel ---> Laboratuar gereçleri

Demir(Fe) + Nikel ---> Filaman

Demir(Fe) + Molibden ---> Döküm

Demir(Fe) + Volfram(W) ---> tungsten çeliği dökümünde

Nikel içerenler;

Bakır(Cu) + Nikel(Ni) ---> Monel

Nikel(Ni) + Krom(Cr) --->Elektrik

1.2.Alüminyum Esaslı Alaşımlar

Alüminyum, doğadaki en yaygın elementler çeşitlerinden bir tanesidir ve mühendis ürünü yapılarda çelik harici en fazla kullanılan malzemedir. Alüminyum yoğunluğu (2.71 g / cm3), çelik yoğunluğunun üçte biri kadardır (7.83 g / cm3). Akma dayanımları 500 MPa'yı aşan bazı alüminyum alaşımları vardır ve bu değer birçok çelik türünün akma dayanımlarından daha yüksektir. Bu faydalı özelliklerden dolayı, özellikle hafif ağırlık gerektiren durumlarda, alüminyum alaşımları sıklıkla bulunur.

Ürün	Özel Çekme Dayanımı[$(N/mm^2)/(gr/cm^3)$]
AlZn6MgCu	160-210
Mg Alaşımları	39-150
Ti Alaşımları	42-305
NiMoCo	162-222

Çizelge 1. Çeşitli Malzemelerin Özel Çekme Değerleri

Alüminyum ve bakırın elektriksel ve termal iletkenliğini karşılaştırırken, alüminyumun elektrik ve termal iletkenliği bakırdan daha düşüktür. Bununla birlikte, spesifik iletkenlik (elektriksel iletkenlik / yoğunluk) ve özel termal değerleri karşılaştırma yapıldığında, bakırdan daha üstün olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu özelliklerden dolayı, üstten geçen elektrik hatlarında alüminyum alaşımları kullanılmaktadır.(Aydın, 2002)

Ek olarak, alüminyum fiyatı bakırdan daha karlıdır. Agresif ortamlarda, alüminyum yüzeyi, alüminyumun korozyon direncini sağlayan bir oksit tabakası ile kaplanır. Bu özellik nedeniyle alüminyum birçok agresif ortam altında da kullanılabilir. Al alaşımlarındaki bileşenler, Al ile galvanik aküler oluşturmak için uygun olduğu için, korozif amaçlar için mümkün olduğunca temiz alüminyum kullanması önerilir. Bununla birlikte, saf Al, düşük mekanik mukavemeti (zayıflığı) nedeniyle uygulamalarda yaygın olarak kullanılmamaktadır.

Alüminyum, sıcak ve soğuk şekillendirme yeteneğine sahiptir. Çok karışık geometrik yapıya sahip ekstrüzyon alüminyum profillerin üretilmesi mümkündür. Ambalaj işlemlerinde, birkaç mikron kalınlığında folyoların üretiminde kullanılabilir. Gıda endüstrisinde kullanılan folyo saf alüminyumdan yapılmıştır.

Elektrolitik oksidasyonla alüminyum farklı renklerde elde edilebilir. Eloksal adı verilen bu işlemi kullanarak, korozyona dayanıklı profiller üretmek ve mimarinin farklı renklerde kullanılması mümkündür. inşaatta kullanılabilir. Bazı durumlarda, alüminyum alaşımlarının yüksek sertlik ve dayanıklılığa sahip korozyon özellikleri saf al ile kaplanarak iyileştirilebilir.

1.2.1.Al Alaşımları Ve Sınıflandırılması

Alaşım elementleri ve mikro yapıya göre alüminyum alaşımlarının kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri değişmektedir. Başlıca alaşım elementleri alüminyum, manganez, silikon, çinko ve magnezyumdur. Al alaşımları iki gruba ayrılır: döküm ve dövme. Dövme alaşımları iyi plastik deformasyon özelliklerine sahiptir ve şekillendirilmeleri kolaydır. Çoğu alüminyum baskı ve döküm alaşımlarına ısıl işlem uygulanabilir.

Amerikan Al Birliği'ne göre, alüminyum dövme alaşımları dört harfe ayrılır. Bu sınıflandırma aşağıdaki gibidir:

1XXX: saf alüminyum. Kimya ve Elektrik endüstrisinde fazla şekilde kullanılır.

2XXX: Al-Cu alaşımları. Ana alaşım elementi bakırdır. Diğer alaşım elementleri de, özellikle yüksek mukavemet gerektiren havacılık endüstrisinde yaygın olarak kullanılan magnezyum mevcut olabilir.

3XXX: Al-Mn alaşımları. Ana alaşım elementi manganezdir. Borularda, sıvı depolarında ve mimari uygulamalarda kullanılır.

4XXX: Al-Si alaşımları. Ana alaşım elementi silikondur. Düşük bir termal genleşme katsayısına, yüksek aşınma direncine ve yüksek korozyon direncine sahiptirler. Kaynaklı yapılarda, sac imalatında ve otomotiv parça imalatında kullanılır.

5XXX: Al-Mg alaşımları. Ana alaşım elementi magnezyumdur. Magnezyum içeriği arttıkça sertlik ve kuvvet artar, ancak süneklik azalır. Deniz korozyonuna karşı oldukça dirençli olduğundan, bu ortamda çalışmak için yapıların yapımında kullanılır.

6XXX: Al-Mg-Si alaşımları. Ana alaşım elementleri magnezyum ve silikondur. Yüksek bir kalıplama kabiliyetine sahip olan bu alaşımlar sık sık ekstrüzyonla elde edilen parçaların imalatında kullanılır.

7XXX: Al-Zn alaşımları. Ana alaşım elementi bakırdır ve magnezyum, krom ve zirkonyum ilave alaşım elementleridir. 7XXX serisi, en yüksek mukavemetli alüminyum alaşımdır. Uçak parçaları ve yüksek dayanım gerektiren diğer yerlerin yapımında kullanılır.

8XXX: Al-Li alaşımları: ana alaşım elementi lityumdur ve kalay eklenebilir. Özellikle havacılık ve uzay yapılarında kullanılan bu malzeme, iyi yorulma dayanımı ve iyi dayanım özelliklerine sahiptir. Bununla birlikte, diğer alüminyum alaşımlarıyla

karşılaştırıldığında, üretim maliyetleri yüksektir. (http://yildiz.edu.tr/~akdogan/lessons/korozyonvekoruma/Demirdisi_Metal_Alasimlarin_Korozyonu.pdf)

1.2.2.Alüminyum ve Alaşımlarının Korozyonu

Düşük özgül ağırlığa sahip alüminyum, iyi elektriksel ve termal iletkenlik, yeterli mekanik dayanım ve plastik kalıplama yeteneğinin iyi olması, çeşitli agresif ortamlarda kullanılabilir. Özellikle korozyon direncinin gerekli olduğu durumlarda, alüminyumun saflığı en az% 99,5 olmalıdır.

Bununla birlikte, alüminyumun mekanik özelliklerini genellikle geliştirmek için alaşımlama yapıldığından, saf alüminyumun korozyon direnci alüminyum alaşımlarından daha düşüktür.

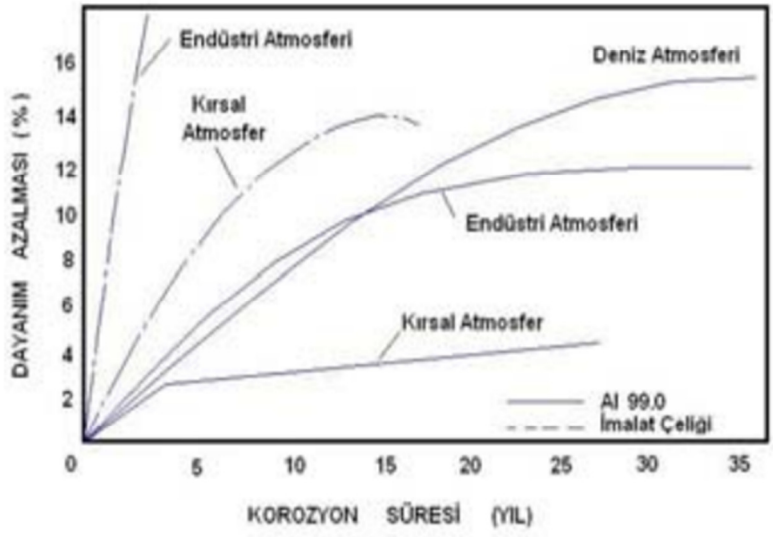
Şekil 1, çeşitli aşındırıcı ortamlardaki bazı alüminyum alaşımlarının durumlarını göstermektedir.

Korozyon ortamı	**Al (%99.5)**	**AlMg**	**AlCuMg**	**Kullanım yeri**
Kuru Asetilen	2	1	3-4	Tüp(basınçlı)
Kuru, Sıvı Amonyak	3-4	2-3	1	Soğuk işlem
Etan	2	2	2	Tüp(basınçlı)
Endüstri ortamı	3-4	3-4	2	Araç ve İnşaat
Deniz ortamı	2-3	2	2-4	Gemi
Benzeol	2	2	2	Kap, Aparat
Benzin	2	2	2-4	Araba
Distile su	2-3	2-3	1	Kimya
Fr	2	2	1	Soğuk işlem

Donuk su	2	2	3	Soğuk işlem
Deniz	3-4	2-3	2-4	Gemi

Çizelge 2. Çeşitli Alaşımlarının ve Alüminyum Değişik Korozif Ortam Etkisi Altındaki Dayanıklık Dereceleri (1- Çok, 2- Normal, 3- Az, 4-Kullanılabilir, 5- Kabul edilebilir, 6- Dayanıksız)

Aluminyumun birçok aşındırıcı ortama direnci, mevcut koşullara bağlı olarak yüzeyinde şekilsiz veya kristalimsi bir alüminyum oksit tabakası oluşmasından kaynaklanmaktadır. Atmosferde oluşan yüzey filmi esas olarak şekilsizdir ve su ve su buharında daha fazla kristalli yüzey filmi oluşur. Oluşturulan katman ne kadar düzgün olursa aynı koşullar altında korozyon direnci o kadar iyidir. Alüminyum malzemeler atmosferik korozyona karşı oldukça dirençlidir. Endüstriyel atmosferde (SO2, kir, toz) ve deniz atmosferinde otuz yıldan sonra, korozif saldırı sonucu, alüminyum malzemenin mukavemetindeki azalma yaklaşık% 9-13'tür.



Şekil 2. Atmosferlerde korozyon durumnun imalat çeliğinin ve Alüminyum malzeme için karşılaştırması

Alüminyum ve alaşımlarının korozyon tipleri farklı olabilir. Asitlerin ve bazların etkisinde özel bir etkisi yoksa, imha düzgün bir şekilde gelişir ve oksit tabakası eşit bir kalınlığa düşer.

Klorür iyonları içeren çözeltilerde oyuklaşma meydana gelir. Oksit katman tamamen oluşmamışsa veya gözenekler mevcutsa, bölgesel bozulma da oluşabilir. Depolanan alaşımlarda taneler arası (taneler arası) korozyon görülür. Tahıl sınırlarında biriken yağışlar, genellikle tahıl yüzeyine göre tutuşabilir bir potansiyele sahiptir ve bu nedenle, içinde çözünmektedir. Alüminyum-bakır alaşımlarında çökeltme, bir matristen daha asil olduğundan, katı çözeltinin tane sınır bölgesinde bakır tükendiğinde taneler arası korozyon meydana gelir. Isıl işlem sırasında, çökeltmenin olumsuz etkisi azdır.

Alüminyum malzemelerin korozyon koşulları, doğal korumada oksit tabakasının kalınlığının 10-30 mikrona çıkarılmasıyla anodik oksidasyon (oksidasyon, anotlama) ile iyileştirilebilir. Bunu yapmak için anodize edilmiş parçalar, elektrolitik ortamda sülfürik asitli sabit akım altında muamele edilir. Anot bağlı parçalarda oluşan oksijen, alüminyum ile reaksiyona girer ve bir oksit tabakası oluşur. Oksidasyon işlemi sadece kimyasal direnci artırmakla kalmaz, aynı zamanda oksit tabakasının sertliği nedeniyle aşınma direncini de arttırır.(Aydın, 2009)

Al-Mg alaşımları alkali ve tuz içeren korozyona karşı saf alüminyumdan daha dayanıklıdır. Ancak bu her durumda böyle değildir. Magnezyum içeriğinde bir artış ile, tanecikler arası korozyon ve stres korozyonu eğilimi artar. Bu, özellikle% 5'ten fazla Mg içeren alaşımlarda görülebildiğinden, teknikte kullanılan alaşımlardaki magnezyum içeriğinin üst sınırı% 5.5'e kadardır (AlMg5). Taneler arası korozyon, tane sınırlarının birikmesinden kaynaklanır (ß fazı). Bu, azaltılmış miktarda magnezyum içinde manganez (% 1'e kadar) ilavesiyle dengelenebilir. AlMg 4,5Mn gibi alaşımlar, çoğunlukla gemi yapımında ve özellikle çatı yapımında kullanılır. Manganez ilavesi sonucunda, klorür iyonu içeren ortama korozyon direnci artar. Alüminyum-mangan alaşımları da doğal sertlikte alüminyum malzemelerdir. % 0.8-1.5 manganez içeren alaşımların korozyon direnci ve işlenebilirliği saf alüminyuma benzer. Fakat daha yüksek mekanik dayanıma sahiptirler.

Hızlı kürlenebilen alaşımlardan biri olan Al-Cu-Mg alaşımları (% 2.8-4.8 Cu ve% 0.4-1.8 Mg), otomotiv ve uçak endüstrisinde yüksek dayanımlarından dolayı kullanılmaktadır. Çoğu alüminyum alaşımında korozyon direnci düşüktür. Deniz suyu direnci garanti edilemez. Korozyon direnci, homojenizasyon sıcaklığından çok hızlı bir şekilde (en az 400 ° C / s hızında) soğuduğunda ve daha sonra yaşlanmaya maruz kaldığında artabilir. Yavaş soğuma ve yaşlanmadan kaynaklanan yağış, tanecikler arası korozyona ve stres korozyonuna neden olur.

Al-Zn-Mg alaşımları orta kuvvette yapısal malzemelerdir ve tortu ile kürlenirler. Al-Cu-Mg alaşımlarından daha iyi korozyon direnci, ancak Al-Mg ve Al-Mg-Si alaşımlarından daha az korozyon direnci gösterirler. Atmosferik koşullar altında, alaşımı koruyan siyah kaplama katmanı oluşur. Buna karşılık, su buharı Al-Zn-Mg alaşımlarında ciddi korozyona neden olur. Korozyonu strese sokma eğilimi de vardır. Mg ve Zn içeriği arttıkça korozyon hassasiyeti artar. Genel olarak, gerilme korozyonunu önlemek için toplam alaşım% 5-6'yı geçmemelidir. Daha yüksek miktarlarda alaşım için,% 0.1 - 0.15 krom eklenmesi, stres korozyonunu azaltır.

Özgül ağırlık	2,8 g / cm3
Ergime sıcaklığı	670 ºC
Ergime ısısı	386 kj / kg
Elastiklik modülü	67 Gpa
Özgül ısı	0,88 kj / kg . K (18 ºC)
Isı iletme katsayısı	0,90 kj / kg . K (100 ºC)
Elektrik iletme kabiliyeti	40 m / Ω . mm^2
Çekme mukavemeti	44.8 MPa
Akma sınırı	17.2 MPa
Kopma uzaması	28 – 36 %
Yeniden kristalleşme sıcaklığı	250 – 300 ºC
Kristal çeşidi	KYM

Çizelge 3. Alüminyumun genel özellikleri

1.3.Alüminyum Alaşımlarının Kullanım Alanları

1.3.1.Uçak Endüstrisinde Kullanımı

Alüminyum ve alaşımları havacılık sektörüne 1908 yılında yaşlanma sürecinin keşfi ile girmiştir. Günümüzde duralumin alaşımları havacılık endüstrisinde kullanılmaktadır. Bugün birçok uçağın gövdesi alüminyum alaşımlarından yapılmıştır.

1.3.2.Gemi Sanayinde Kullanımı

Yaklaşık 50 yıl önce, denizin aşındırıcı etkilerine dayanıklı alüminyum alaşımları üretildi. Bu alaşımlar,% 2.5-6 Mg ile az miktarda Mn, Cr, Be ve Ti içerdi. Bu alaşımları yüksek çekme dayanımı, süneklik ve iyi işlenebilirlik ile dökmek zordur. Alüminyum Alüminyum alaşımları, küçük araştırma gemileri, yatlar, yelkenli tekneler ve feribotlar gibi küçük ve büyük gemilerin yapımında kullanılır. Tercih edilen alüminyum alaşımları, büyük savaş gemilerinde düşük manyetik geçirgenliklerinden dolayı, yolcu gemileri ve kargo gemilerinde hafif oldukları için avantajlıdır.

1.3.3.Elektrik Sanayinde Kullanımı

Alüminyum iletken, düşük yoğunluğu nedeniyle bakırdan daha hafiftir. Bu nedenle elektrik hatlarında 1930'dan beri kullanılmaktadır. Ülkemizde elektrik ve alüminyum iletimi için iç kablolarda "Türkiye'nin elektrik kurumu" tarafından kullanılmaktadır.

1.3.4.Ambalaj ve Konserve Sanayinde Kullanımı

Alüminyum folyo üretimi ve tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. İlk yıllarda, folyo paketleme ve paketleme için kullanılmış ve daha sonra kullanımı genişletilmiştir. Aluminyum folyo ilaç depolamak için de kullanılır.

Seydişehir alüminyum fabrikasında yılda 3000 ton folyo üretmek mümkündür. Ayrıca, Standart Alüminyum'un özel sektör işletmelerinde folyo üretimi devam etmektedir. Nüfus artışı konserveyi geliştirdi ve alüminyum kutular öne çıktı. Diğer malzemelerden daha iyi özellikler ve daha düşük maliyet sunarlar. Bu önemli bir avantajdır çünkü kullanılmış kutular atılır.

1.3.5.Demiryolu sanayinde Kullanımı

Alüminyum ve alaşımları pahalı olmasına rağmen, düşük bakım, korozyon direnci ve düşük ağırlığı nedeniyle demiryolu taşımacılığında kullanılır. Son yıllarda vagon, römork ve lokomotif yapımında alüminyum alaşımlar kullanılmıştır.

1.3.6.Otomotiv Endüstrisinde Kullanımı

Alüminyum alaşımları düşük özgül ağırlığı ve mükemmel mekanik özellikleri nedeniyle otomotiv endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Alüminyum alaşımları arabanın ağırlığının% 25-30'unu oluşturur. Otomobillerde kullanılan alüminyum miktarı her yıl% 10 artmaktadır. Karbüratör, piston, biyel kolu ve hareketli kollar gibi otomotiv parçalarında kullanılırlar.(Gudmunsson, 1991)

1.3.Bakır ve Bakır Alaşımları

Saf Bakır



- Ergime derecesi:1075 °C
- Isıl genleşme katsayısı:16,7.10-6 1/K-1
- Isıl iletkenlik:0,89 cal/cm.s.grd
- Elek. İletkenliği:38-58 m/Ωmm^2
- Özgül ağırlık :8,92 g/cm^{-3}
- Elastik modülü:124000-129000 N/mm^2

	Haddeleme ve tavlama	**Çekilme**	**Döküm**
Çekme mukavemeti	200-250	350-450	150-200
Akma dayanımı	40-80	250-350	
Kopma uzaması	30-45	6-2	15-27

Endüstriyel bir malzeme olarak bakır, yüksek plastik ve plastik kabiliyetinin yanı sıra elektriksel ve termal iletkenliğin her zaman önündeydi. bu özelliklerin bakırla kaynaklanması; İşlenebilme kabiliyeti sebebiyle, hediyelik eşya imalatında, kablo imalatında elektriksel iletkenliği sebebiyle ve ısıtma-soğutma sistemlerinde ısıl iletkenliğinden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. (Akdoğan, 2008).

Bakır 300-70 ° C'de kırılgan hale gelir (sıcak kırılganlık); Sıcak şekillendirme işlemleri, 700-900 ° C sıcaklıkta gerçekleştirilir. Soğuk deformasyon yeteneği, herhangi bir ara tavlama işleminden kaçınmak için yeterince yüksektir. Bu özelliklerden dolayı,

saf bakır temel olarak yüksek elektrik ve ısı iletkenliği gerektiren yerlerde teknik bir malzeme olarak kullanılır.

Yaygın olarak bilinen diğer uygulamalar alaşımlama ile elde edilir ve bu alanların daha da geliştirilmesi, kuvvet, korozyon direnci ve işlenebilirliğin arttırılması (basınç kaynağı altında plastik kalıplama, talaş kaldırma, lehimleme, parlatma ve galvanizleme için uygunluk) nedeniyle beklenir.

Bakır veya bakır alaşımları aşağıdaki özelliklere sahiptir. Ve bu fonksiyonlara bağlı olarak gerektiğinde kullanılır.

• Elektriksel ve termal iletkenlik (saf bakır)

• Korozyon direnci (nikel alaşımları)

• Görünüm, mimari (bronz, pirinç vb.)

• Toksik olmayan (gıda, şeker endüstrisi)

• Yatağın varlığı (kayma sürtünmesi) (kalay, bronz vb.)

Avantajlar başka birçok amaç için listelenebilir. Bununla birlikte, bakır metalurjisi pahalı bir teknoloji olduğundan ve dünyanın en zengin bakır yatakları azaldığından, maliyet etkinliği artmıştır. Denge fiyatı - avantajı bakır ve alaşımlarının kullanımını sınırlar.

1.3.1.Saf Bakıra İlave Edilen Alaşım Elementleri

Saf bakıra eklenen alaşım elementlerinin avantajlarına göre aşağıdaki gruplara ayrılabilir.

Mukavemet Arttıran maddeler:

- Krom (Cr)
- Alüminyum (Al)
- Fosfor (P)
- Demir (Fe)
- Silisyum (Si)
- Manganez (Mn)
- Çinko (Zn)
- Zirkonyum (Zr)
- Kalay (Sn)

- Nikel (Ni)
- Berilyum (Be)
- Kobalt (Co)

Korozyon Dayanımını Arttıran Alaşım Elementleri:

Bakır asil bir metaldir. Altın veya diğer değerli metallerin aksine, bazı ortamlarda korozyona dayanamaz. Bazı bakır alaşımları hidrojen gevrekleşmesine veya çekme korozyonuna karşı düşük direnç gösterir.

- Nikel (Ni)
- Alüminyum (Al)
- Kalay (Sn)
- Manganez (Mn)
- Arsenik (As)
- Demir (Fe)
- Silisyum (Si)



Şekil 3. Saf Bakıra İlave Edilen Elementler

1.3.2.Bakırın Başlıca Kullanım Alanları

• Şu anda, bakır kullanımının% 75'i iletkenliğinden faydalanmaktadır. Bakırın ana uygulama alanları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

• Enerji kabloları, telekomünikasyon kabloları, tesisat kabloları enerji, iletişim, inşaat, otomotiv, elektronik, ev aletleri ve elektrikli ev aletleri sektörlerinde kullanılmaktadır.

• Televizyon, radyo, video, müzik ve benzeri elektronik cihazların, transformatörlerin, transformatörlerin ve elektrik motorlarının, ofislerin ve hesap makinelerinin emaye bobin telleri olarak imalatında kullanılır.

• Elektrolitik bakır plaka, çeşitli soğutucu, ısıtıcı (su ısıtıcıları, su ısıtıcıları, elektrikli radyatörler, fırınlar, vb.) İmalatında yassı tel ve çubuk. Otomotiv endüstrisinde ve çeşitli alet ve ekipmanlarda kullanılır.

1.3.3.Bakır Alaşımları

Bakır'ın teknik özellikleri yerine getirme kabiliyeti çoğunlukla artan sertlik değerlerine bağlıdır; Bu sonuç doping ile elde edilebilir. Elektriksel ve ısıl iletkenlik gibi bakır özellikleri, gücü arttıran elemanlar kullanılırken teknik beklentilerin altına düşerse kaybedilebilir.

İletken bir malzeme olarak kullanıldığında, bakırın teknik saflığı yüksek olmalıdır (Cu ≥99.90%). Başka özellikler elde etmek için, bu özellik, bir bileşimin gerekli olduğu durumlarda gerekli alaşımlarda (sertlik ve kuvvet gibi) katı eriyiğin iç yapısından kurtularak arttırılabilir. Örneğin, bakır alaşımlarının yaşlanması sırasında, alaşım elementlerinin oranı küçük olduğundan ve yapı içinde biriktiğinden, bu yöntem için esasen gerekli olan optimal çözeltiler elde edilebilir.(Akhmadeev, 1993)

Yüksek paramanyetik (manyetik olmayan) ve korozyon direncinden dolayı "geleneksel bakır alaşımlarının yaşlanmasına" bağlı değildir. Buna göre, bakır alaşımları elektrik iletkenliği, paramanyetik ve / veya korozyon direncinin yüksek olduğu ve ayrıca güç gereksinimlerinin olduğu teknik parçaların üretiminde kullanılır.

Tipik olarak, bakır alaşımları esas olarak alaşım elementleri ile ayrılır. Zn, Sn, Al ve Ni, mekanik ve teknolojik özelliklerinin geliştirilmesine katkılarından dolayı kendilerini kanıtlamış alaşım elementleridir. Özellikle, bakır ve çinko alaşımları özel bir şekilde işlenir, teknolojik özelliklerdeki fark ve çok çeşitli uygulamalar dikkat çeker ve pirinç olarak adlandırılır. Diğer temel elementlerle oluşturulan bir bakır alaşımına (% 60 bakır) genellikle bronz denir; Ana alaşım elementinin (Al-Bronze, Be-Bronze, P-Bronze gibi; herhangi bir bileşenin yokluğu alaşımın Sn-bronz olduğunu gösterir) belirtilmesi ile ayırt edilir.

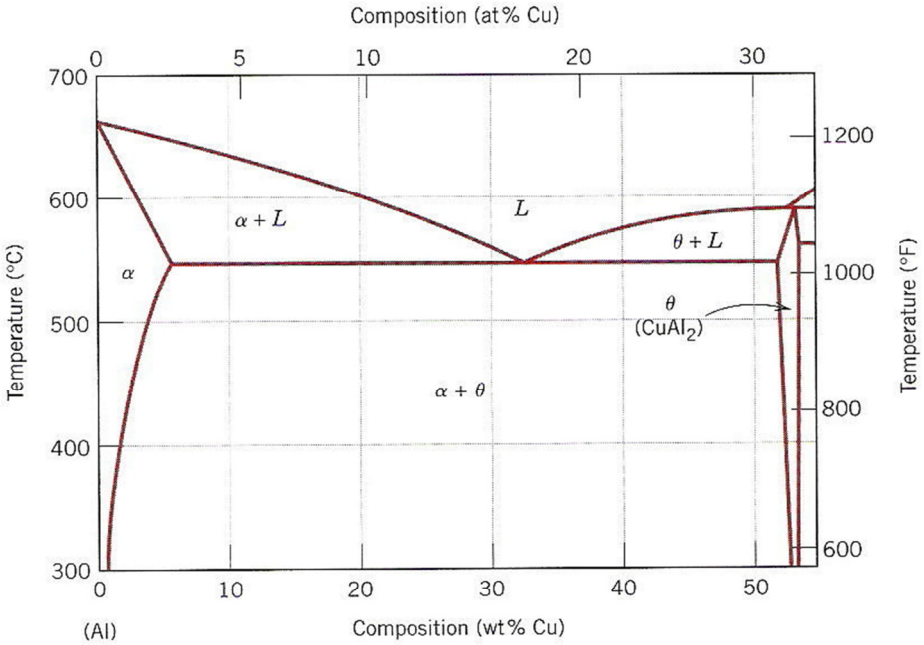
Ayrıca bakır alaşımlarını iç yapılarına göre "tek fazlı veya homojen" ve "bifazik veya heterojen" alaşımlara ayırmak da mantıklıdır. Cu-Ni alaşımları tamamen tek fazlı olsa da Al-, Sn-, bronz, özellikle pirinç (Cu-Zn) ayrı katılardan oluşabilir ve oda

sıcaklığında iki fazlı bir yapıya sahip olabilirler. Her iki faz yapısının da özel uygulamaları vardır. Genellikle, bakır alaşımlarının gruplandırılması, malzeme seçimi de dahil olmak üzere teknik kısımdan beklenen özelliklerin kombinasyonuna dayanır.

Beklenen işlev ve uygun özellikler ayrıca bakır alaşımlarının kullanımını da tarif eder. Yüksek mukavemetli bakır alaşımları (yüksek mekanik yüklere maruz kalan aletler, makine parçaları ve yapıları (yaylar, membranlar, membranlar, dişliler, tutturucular, kıvılcım çıkarmayan el aletleri): CuSn-; CuAl-; CuBe; alaşımları). Üstün tribolojik özelliklere sahip bakır alaşımları (kaymalı yataklar, sürtünme ve aşınma plakaları, salyangozlar, halkalar, makinenin sürtünme ve aşındırıcı elemanları: CuSn-; CuAl-; CuSnPb-alaşımları). Korozyona dayanıklı ve işlenmesi kolay bakır alaşımları (örneğin, gemi yapımı ve çeşitli cihazlar, aletler ve sistemler için gerekli transfer boruları, bağlantı parçaları, soğutma ve ısı transfer cihazları gibi), alet ve sistemler: CuSn-; CuZn-; CuAl-; CuNi-; alaşımları). Kolayca işlenmiş alaşımlar (borular, halkalar, cıvatalar, enjeksiyonlu kalıplama ve presleme parçaları gibi: CuZn-; CuZnPb-; optik, hassas mekanik, ölçüm cihazları ve aletleri üretimi için alaşımlar).

2.Cu-Al Alaşımları(Alüminyum Bronzu)

Cu-Al alaşımları "Alüminyum Bronz" olarak bilinir ve yaklaşık% 15 alüminyuma kadar çeşitli bileşimlerde olabilir. Şemada gösterildiği gibi, a-katı çözeltisinin çözünürlük sınırı 1035 ° C'de% 7.4 Al ve 565 ° C'de% 9.4 Al'dir. 1035 ° C'de% 9 Al (() fazı, 565 ° C noktasının başlangıcıdır. ve% 11.8 Al, ötektoid dönüşüm noktasıdır.(Pataham, 2012)



Şekil 4. Al-Cu Denge Diyagramı

1, grup:% 4 - 9 Al içerir.

• α - katı çözeltiden oluşur. Bir eriyikten oluşur.

• Düzgün bir yapıya sahiptirler.

• Çok plastikler.

• Isıl işlem kuvvetlerini arttırmak için kullanılmaz.

• Nikel, demir ve / veya Fe-Mn eklenir.

• II. Korozyon direnci grubunkinden daha yüksektir. GRUP II:% 9-14 Al içerir. (α + β) faz. İlk önce β oluşur.

Yüksek sertlik özellikleriyle bilinen alüminyum bronzları; alüminyum, demir, manganez, silikon ve nikel elementleri kullanılarak elde edilir. Bu rulmanlar yüksek darbe dayanımına ve aşınma direncine sahiptir. Gücünü yüksek sıcaklıklarda tutar ve aşırı yükler ve düşük hızlı uygulamalar için ve ayrıca 250 ° C'nin üzerindeki sıcaklıklarda çalışan ekipman yataklarında gresin bol olduğu sert millerde tercih edilir.





2.1.Alüminyum Bronzlarının Avantajları

- Üstün Mukavimlik
- Mükemmel korozyon direnci
- Yüksek sıcaklık dayanımı
- Maddi yorulmaya karşı direnç
- Kolay kullanım
- Yüksek sertlik ve aşınma direnci
- İyi kaynaklanabilirlik (magmaweld TCu8-MCu8)
- Süneklik

Döküm Alüminyum Bronzlarının Kullanım Yerleri

- Derin sıvama kalıpları
- Haddehane ekipmanları
- Burçlar
- Makina parçaları
- Kızaklar
- Pervaneler
- Şaftlar
- Pompa ve valfler
- Eşanjör parçaları
- Yataklar
- Dişli selektör çatalı
- Cam kokil kalıpları
- Baraj kapakları
- Dişli üretimi
- Kıvılcım çıkartmayan el aletleri

Dövülmüş Alüminyum Bronzlarının Kullanım Yerleri

- Uçak İniş Takımları
- Aşınma Plakaları
- Kızaklar
- Antimanyetik Parçalar
- Dişliler
- Reaksiyon ve Damıtma Tankları
- Zincirler
- Pervaneler
- Kıvılcım Çıkartmayan El Aletleri
- Valf milleri

2.2.Alüminyum Bronzlarının Özellikleri

• Alüminyum bronzları yüksek bir erime noktasına sahiptir (yaklaşık 1038 0 C)

• Dar bir katılaşma aralığına sahiptir (liquidus ve solidus arasında yaklaşık 110 ° C)

• Artan sıcaklıkla, a ve a + β fazlarının çözünürlük limitleri değişir.

• Ötektoidlerin 565 ° C ve% 11.8 alüminyuma dönüştürülmesi ısıl sertleşme özelliklerinin altını çizer.

• Alüminyum bronzları deniz suyuna, sülfürik aside ve tuzlu su çözeltilerine karşı yüksek direnç ve korozyon direncine sahiptir.

• Alüminyum pirinç iki gruba ayrılabilir: dövme ve döküm alüminyum kaşları.

• Ötektoidlerin dönüşümünü gösteren demir, nikel veya manganez katkılı türler suyla tedavi edilebilir.

• Demir alaşımlarında kullanıldığında, kılavuz silindiri, çalışma sırasında kuvvetli sürtünme ve yapışma nedeniyle yüzeyde hasara neden olabilecek kılavuzlar ve aletler için en uygun malzemedir.

2.3.Alüminyum Bronzlarına Alaşım Elementlerinin Özellikleri

• Kurşun: Mükemmel işlenebilirlik ve yatak olarak kayar. Bu nedenle dişlilerin, volanların ve benzeri parçaların doldurulmasına kurşun eklenir. Ayrı bir aşamadadır ve mikroyapıda yumuşaktır.(Demirchi, 2003)

• Demir: tane, gerilme direncini artıran bir indirgeyici madde olarak kullanılır. Demir, genellikle sert lekelerin oluşumuna ve demirin salınmasına neden olduğundan, belirli bir oranı aşması istenmez.

• Nikel:% 5'e kadar kullanılır ve gerginlikte sünekliği arttırır. Küçük alaşımların eklenmesi alaşımları mekanik özelliklerini iyileştirir.

• Silikon: mükemmel akışkanlık ve döküm sağlar.

• Dikkatlice oksit filmi oluşturuduğunda Alüminyum bronzları kimya, kağıt, tekstil ve denizcilik endüstrilerinde korozyona dayanıklı alaşımlar olarak kullanılır.

2.4.Alüminyum Bronzlarının Mekanik Özellikleri

	CUPRAL 2	CUPRAL 4	CUPRAL 8	CUPRAL 10	CUPRAL 4M
Malzeme Adı, EN	CuAl10Fe3	CuAl13Fe3Mn2	CuAl14Fe4Mn2Co	CuAl14Fe4MnCo	CuAl10Ni5Fe4
Malzeme Numarası, EN					
Malzeme Numarası, DIN					
Malzeme Numarası,ASTM					
Cr	-	-	-	-	-
Zr	-	-	-	-	-
Co	-	-	1,0	2,0	-
Ni	-	-	-	-	4,8
Be	-	-	-	-	-
Al	10,0	13,0	14,0	14,0	10,5
Si	-	-	-	-	-
Fe	3,0	3,0	4,0	4,0	4,8
Mn	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5
Diğerleri	max.0,5	max.0,5	max.0,5	max.0,5	max.0,5
Cu	Kalan	Kalan	Kalan	Kalan	Kalan
Sertlik (HB)	190-220	270-330	360-400	400-450	270-290
Çekme Dayanımı (MPa)	650-750	700-800	550-700	400	850-950
Akma Dayanımı (MPA)	350-380	350-450	>500	400	700-800
% Uzama (AS)	14	1	0	0	4-6
Yoğunluk (gr/cm3)	7,45	7,25	7,25	7,25	7,45
Elektrik İletkenliği (% IACS)					42
Isıl İletkenliği (W/mK)	63	65	50	50	

Çizelge 4. Alüminyum Bronzlarının Mekanik Özellikleri

CUPRAL 2

Kimyasal Bileşim

Al	Fe	Mn	Diğerleri	Cu

10,0	3	1	1	Kalanı

Kodu: ~2.0936, CuAl10Fe3Mn2, CW306G, C62300, C62500, EN 12163, EN 12167, EN 12420, DIN 17665, UNS No: C62400

Cupral 2 Alüminyum Bronz Malzeme Özellikleri:

CuAl10Fe3Mn, süneklik ile aşınma direnci ve yorulma direnci gerektiren ideal bir alaşımdır. Ne sert ne de kırılgan olan en yaygın kullanılan alüminyum bronzdur.

Cupral 2 Alüminyum Bronz Kullanım Alanları:

Yataklar, dişliler, sonsuz dişli çarklar, valf yatakları ve klavuzları, kızaklar, saplamalar.

CuAl10Fe3Mn Malzeme Isıl İşlemi:

Gerekli değildir. Yoğun işleme varsa, 380 C'de 3 saat gerilim giderme tavsiye edilir.

Cupral 2 Alüminyum Bronz Mekanik Özellikleri:

Sertlik	Hb	130-180
Çekme Dayanımı	N/mm^2	500-650
Akma Dayanımı	N/mm^2	180-280
Basma Dayanımı	N/mm^2	980-1050
Uzama L = 5D	%	14
Elastisite Modülü (20 °C)	Kn/mm^2	117

Fiziksel Özellikleri:

Elektrik İletkenliği	%	8
Isıl Genleşme Katsayısı	1/K	16,2
Isıl İletkenlik (20 °C)	(W/mK)	50
Yoğunluk	(g/cm^3)	7,5

Cupral 4M

Kimyasal Bileşim

AL	Fe	Ni	Mn	Diğerleri	Cu
10,0	**4,80**	**5,00**	**1,50**	**Maks. 0,50**	**Kalanı**

Malzeme Kodu:

UNS No: 63020 CuAl10Ni5Fe4 | 2.0966

Cupral 4M Bronz Malzeme Özellikleri:

Bu, yüksek sıcaklıklarda mekanik özelliklerin korozyon direnci ile birleştirildiği bronzdur. Yüksek yüklere karşı yüksek direnç ve düşük sürtünme katsayısı, aşınma direnci sağlar.

Cupral 4M (CuAl10Ni5Fe4)

Kullanım Alanları:

- Bükme ve düzeltme takımları (kaşıklar ve malafalar)
- Aşınma dayanımlı makine parçaları
- Uçak iniş takımları dişli malzemesi
- Yataklar ve kızaklar

CuAl10Ni5Fe4 Isıl İşlem

Yoğun işleme varsa, 380 C'de 4 saat gerilim giderme tavsiye edilir.

Mekanik Özellikler:

Sertlik	Hb	180-230
ÇekmeDayanımı	N/mm^2	640-840
Akma Dayanımı	N/mm^2	270-500
Uzama L = 5D	%	10
Elastisite Modülü (20 °C)	Kn/mm^2	124
Basma Dayanımı	N/mm^2	1200

FizikselÖzellikleri :

Elektrik İletkenliği	%	8.2
Isıl Genleşme Katsayısı	1/K	16.10-6

Isıl İletkenlik (20 °C)	(W/mK)	42
Yoğunluk	(g/cm^3)	7.45



Cupral 5M (CuAl9Ni5Fe3Mn1)

KimyasalBileşim

Al	Fe	Ni	Mn	Diğer	Cu
10,0	4,80	5,00	1,50	0,50(max)	Kalanı

Cupral 5M Bronz Malzeme Özellikleri:

Yüksek sıcaklıklardaki mekanik özelliklerin, korozyon dayanımı ile birliktle kombine edildiği; yüksek mukavemet ve tokluk özelliklerini bir arada barındıran özel bronz alaşımımızdır.

Cupral 5M Kullanım Alanları:

Boru endüstrisinde kullanılan

• Bükme ve düzeltme takımları (kaşıklar ve malafalar)

• Aşınma dayanımlı makine parçaları

• Uçak iniş takımları dişli malzemesi

MekanikÖzellikler:

Sertlik	Hb	270-330
Çekme Dayanımı	N/mm^2	800-950
Akma Dayanımı	N/mm^2	700-800
Uzama L = 5D	%	124

Elastisite Modülü (20 °C)	Kn/mm^2	1200

FizikselÖzellikleri:

Elektrik İletkenliği	%	8.2
Isıl Genleşme Katsayısı	1/K	16.10-6
Isıl İletkenlik (20 °C)	(W/mK)	42
Yoğunluk	(g/cm^3)	7.5

Cupral 4 Alüminyum Bronzu

Kimyasal Bileşim

Al	Fe	Mn	Diğerleri	Cu
13,10	4,40	2,00	Maks. 0,50	Kalanı

Malzeme Kodu:

CuAl13Fe3+ilaveler, UNS No: C 62500

Cupral 4 Malzeme Özellikleri:

Çok iyi kayma özelliğ olan sert bir bronz malzemedir. Aşınma dayanımı yüksektir.

Cupral 4 KullanımAlanları:

• Aşınan parçalar, aşınmadayanımlı kızaklar

• Bükme takımları, parlama kalıpları

• Boru ucututma çeneleri

• Konik kamalar

CuAl13Fe3 Malzeme Isıl İşlemi:

Yoğun işleme varsa, 380 C'de 4 saat gerilim giderme tavsiye edilir.

Mekanik Özellikler:

Sertlik	HB	270-320
Çekme Dayanımı	N/mm^2	700-800
Akma Dayanımı	N/mm^2	350-450
Uzama L = 5D	%	Yaklaşık 1
Elastisite Modülü (20 °C)	Kn/mm^2	120
Basma Dayanımı	N/mm^2	1.5 x çekmeday.

Fizikse lÖzellikleri :

Elektrik İletkenliği	%	10
Isıl Genleşme Katsayısı	1/K	16.10-6
Isıl İletkenlik (20 °C)	(W/mK)	46
Yoğunluk	(g/cm^3)	7.25

Cupral 8Alüminyum Bronzu

Kimyasal Bileşim

Al	Fe	Mn	Co	Cu
13,80	5	2,2	1	Kalanı

Kodu: CuAl14Fe4Mn2Co, UNS No: 95900

CuAl14Fe4Mn2Co Malzeme Özellikleri:

Kayma özelliği iyi olan çok sert malzemedir. Aşınma dayanımı ve basma dayanımı yüksektir.

Cupral 8 Kullanım Alanları:

• Paslanmaz sacların derin sıvama kalıplarında
• Boru bükme takımlarında malafalar
• Boru ve form makaraları
• Aþınma dayanımı gerektiren makine parçaları
• Boru imalatında kaynak makaralar

MekanikÖzellikler:

Sertlik	HbB	360-400
Çekme Dayanımı	N/mm^2	550-700
Basma Dayanımı	N/mm^2	1580
Uzama L = 5D	%	0
Elastisite Modülü (20 °C)	Kn/mm^2	120

FizikselÖzellikleri :

Elektrik İletkenliği	%	8

Isıl Genleşme Katsayısı	1/K	15.10-6
Isıl İletkenlik (20 °C)	(W/mK)	33
Yoğunluk	(g/cm^3)	7

Cupral 10 Alüminyum Bronzu

Kimyasal Bileşim

Al	Fe	Mn	Diğer	Cu
14,2	5,2	2,3	Maks. 0,5	Kalanı

Cupral 10 Malzeme Özellikleri:

Son derece sert bir alüminyum bronzudur. Kayma özelliği yüksek, aşınma direnci iyidir. Çok gevrektir. İşlenmesi dikkatli yapılmalıdır. (Mulekov, 1993)

Cupral 10 Sıvamalık Bronz Kullanım Alanları:

• Boruimalatında form makaraları

• Boruimalatındaindüksiyonkaynakmakaraları

• Derinsıvamakalıpları

Cupral 10 Bronzun Isıl İşlemi:

Yoğun işleme varsa, 380 °C'de 4 saat gerilim giderme tavsiye edilir

Cupral 10

Mekanik Özellikler:

Sertlik	HB 30	400 (43 HRC)
Basma Dayanımı	MP_a	1608
Uzama A5	%	0
Elastisite Modülü	Kn/mm^2	-

Fiziksel Özellikleri :

Elektrik İletkenliği	%	8
Isıl Genleşme Katsayısı	1/K	16.10-6
Isıl İletkanlik (20 °C)	(W/mK)	33
Yoğunluk	(g/cm^3)	7.25

Cupral 12® Alüminyum Bronzu

Kimyasal Bileşim

Al	Fe	Mn	Co	Cu
14,4	5,2	2,4	2	Kalanı

Cupral 12 Malzeme Özellikleri :

Cupral 12 alüminyum bronzunun aşınma dayanımı çokyüksektir. Standart sıvama bronzlarına göre 2 kat daha uzun ömre sahiptir.Ayrıca talaş kaldırma kabiliyeti yüksektir.İşlenmesi daha kolay bir üründür. (Küçük, 1994)

Cupral 12 Kullanım Alanları :

• Boru imalatında form makaraları

• Boru imalatında indüksiyon kaynak makaraları

• Derin sıvama kalıpları

• Tencere, çaydanlık, gastronomi, evye gibi tümpaslanmaz mutfak eşyalarının imalatında kalıp malzemesi olarak kullanılabilir.

Cupral 12 Isıl İşlem :

Yoğun işleme varsa, 300 °C'de 4 saatgerilimgidermetavsiyeedilir.

Mekanik Özellikler:

Sertlik	HB	360-420
Basma Dayanımı	N/mm^2	1650
Uzama L = 5D	%	0
Elastisite Modülü (20 °C)	Kn/mm^2	-

Fiziksel Özellikleri :

Elektrik İletkenliği	%	8
Isıl Genleşme Katsayısı	1/K	16.10-6
Isıl İletkenlik (20 °C)	(W/mK)	33
Yoğunluk	(g/cm^3)	7.25

BÖLÜM 2

DENEYSEL ÇALIŞMA

2.AL-CU ALAŞIMLARIN DENEYSEL VERİLERİ

2.1. 2024 ALÜMİNYUM ALAŞIMLARININ MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN FARKLI ISIL İŞLEM KOŞULLARINDAKİ KOROZYON SONRASINDA KAYBIN BELİRLENMESİ

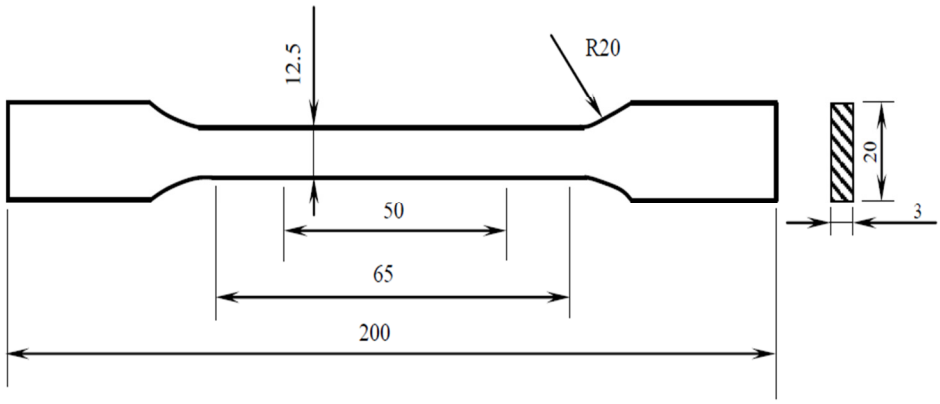
Al 2024 alaşımları ilk önce katı eriyiğe 510 ° C sıcaklıkta ve 2.5 saatlik bir tutma süresinde eklenmiştir. Katı eriyik numuneleri hızlı bir şekilde fırından çıkarıldı ve 0 ° C'de buzlu suya atıldı. Böylece, süper doymuş katı çözeltinin W durumu oda sıcaklığında elde edildi. Koşul T4, birkaç yıl boyunca oda sıcaklığında (doğal yaşlanma) süper doymuş bir katı çözeltinin muhafaza edilmesiyle elde edildi. Süper doygun katı erimenin her biri 10 saat boyunca 100 ° C ve 190 ° C'de durmasını sağlayan T6 koşulları sağlandı (yapay yaşlanma). Son olarak, 510 ° C'de havada 2.5 saat sonra katılaşan alaşımın oda sıcaklığına soğutulmasıyla O elde edildi. (http://www.aluminium.matter.org.uk., 02/10/2006 tarihinde girildi)

Numunelerin mekanik özelliklerinde meydana gelen değişiklikleri belirlemek için mikro sertlik ölçümleri de yapılmıştır. Ölçümler, bir Reicherter-Stiefelmeyer Vickers mikro sertlik ölçeri üzerinde 10-15 s boyunca 50 g yük altında gerçekleştirildi. Numunelerin sertlik değerleri, ortalama 5 sertlik ölçümünden belirlenmiştir.

Çekme testi sonuçlarının karşılaştırılabilir olması için, testlerde kullanılan numunelerin belirli boyut ve özelliklere sahip olması gerekir. Bu nedenle, çekme testlerinde kullanılan tüm numuneler TS 138 EN 10002-1 uyarınca hazırlandı. Çekme deneyi için hazırlanan numuneler, atmosferik şartlarda ve oda sıcaklığında, ağırlıkça% 3.5'lik bir NaCl çözeltisine daldırıldı. Çözelti periyodik olarak mekanik karıştırmaya

tabi tutuldu. Tüm numuneler için korozyon süresi 2 ay içerisinde alınmıştır. Korozyon öncesi ve sonrası çekme testleri, oda sıcaklığında bir Zwick-Z050 üniversal çekme test cihazı üzerinde gerçekleştirildi. Her numune için dört gerilme örneği test edildi ve test sonuçları olarak ortalamalandı. Tüm deneylerde çene hızı 10 mm / dak olarak tanımlandı.

Çeşitli ısıl işlemlere tabi tutulan Al 2024 alaşımları, iç yapılarını belirlemek için numunelerin metalografik olarak hazırlanmasına tabi tutuldu. Hazırlanan örnekleri 10 saat boyunca aşındırmak için Keller reaktif maddesi (190 ml saf su, 5 ml nitrik asit (HN03), 3 ml hidroklorik asit (HC1) ve 2 ml hidroflorik asit (HF)) kullanılmıştır.



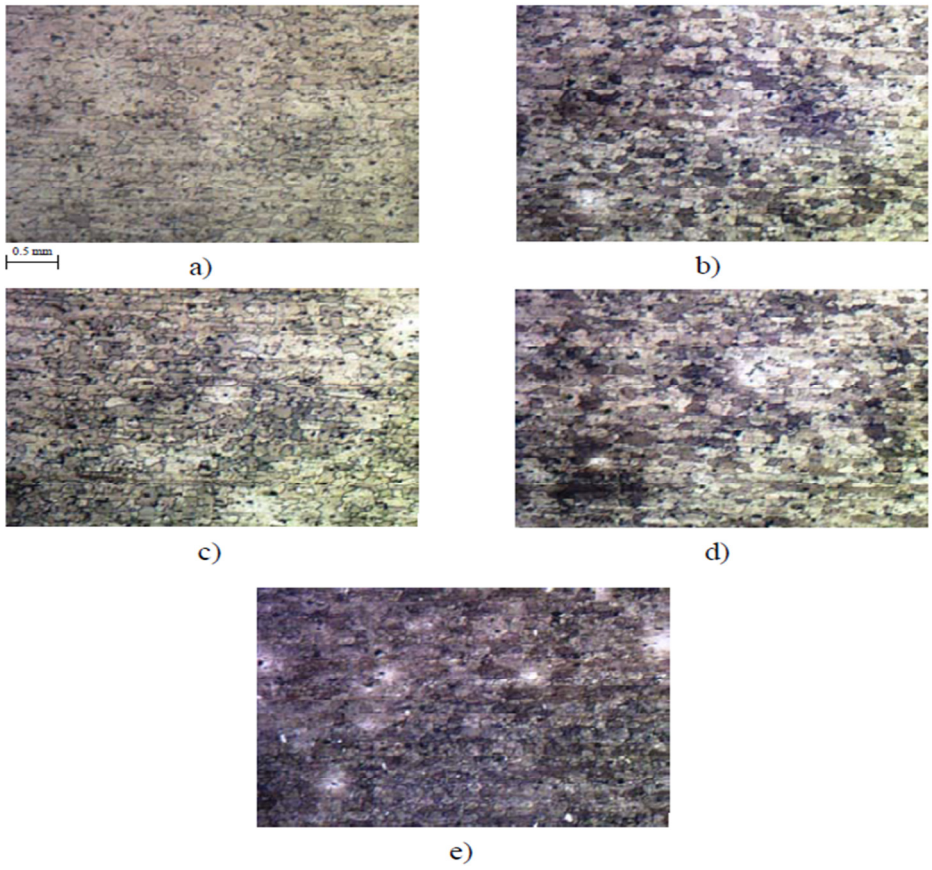
Şekil 5. L=50 mm olan numune geometrisi

3.1.1. İç Yapılar

Çeşitli ısıl işlem koşullarında 2024 Al alaşımlarının iç yapıları Şekil 5 ve 6'te gösterilmektedir. 6 ışık mikroskobu görüntüsü numunelerin granüler yapısını açıkça göstermektedir. Farklı numunelerin granüllerinin kontrastındaki farklılıklar açıkça farklı ısıl işlem koşullarını göstermektedir. Aşırı doygun katı, erimiş numunede W az miktarda (veya hiç) çökelme nedeniyle tahıllarda daha az siyahlaşır (koyulaşır). Tort partiküllerinin oluşumu ve topların daha fazla kararması (eterin tortu partikülleriyle etkileşimi), ayrıca yaşlanma ilerlemesi aşamasında artar. Bu, numunede, hali hazırda, bir katının erime noktasından havada soğutulmuş büyük sediment parçacıklarına sahip olan O durumunda ortaya çıkar. A-Al matrisinin yapısı ile yaşlanma sonucu tahılda oluşan tortu parçacıkları arasındaki potansiyel fark nedeniyle, bu taneler aşınmaya karşı çok daha hassas hale geldi.

Şekil 5'deki SEM görüntülerinde, numunelerdeki çökeltme kısmen görülür. T4, T6 (100 ° C-10 saat) ve T6 (190 ° C-10 saat) örneklerinde meydana gelen çökeltinin,

temel olarak ince bir şekilde tanecik halinde dağılmış yarı katı bir katı ve gevşek faz S (Al2CuMg) formunda olduğu bilinmektedir. Belirtilen ikincil S-fazı, esas olarak, kürleme sırasında çökeltiyi oluşturan fazdır. İç yapıda, soğutma sırasında kontrolden çıktığı sanılan kararlı kaba Al (Al2Cu) fazları da bulunabilir. Numune T6'nın (100 ° C-10 saat) sertlik ve mukavemet değerleri (Çizelge 5 ve Çizelge 6), diğer numunelere göre daha düşük kalır; bu, numunedeki sıcaklığın ve yaşlanma süresinin çökeltinin katılaşması için yeterli olmadığını gösterir. Bir katının erime noktasından hava ile soğutulan numune O'nun iç yapısı, yaşlanmış örneklerden çok farklıdır, çökeltiler, tahıl sınırlarında oldukça kararlı bir faz (Al2Cu) temsil eder. (http://www.alcoa.com/gcfp/catalog/pdf/alcoa_alloy_2024.pdf, 08/17/2007 erişildi.)

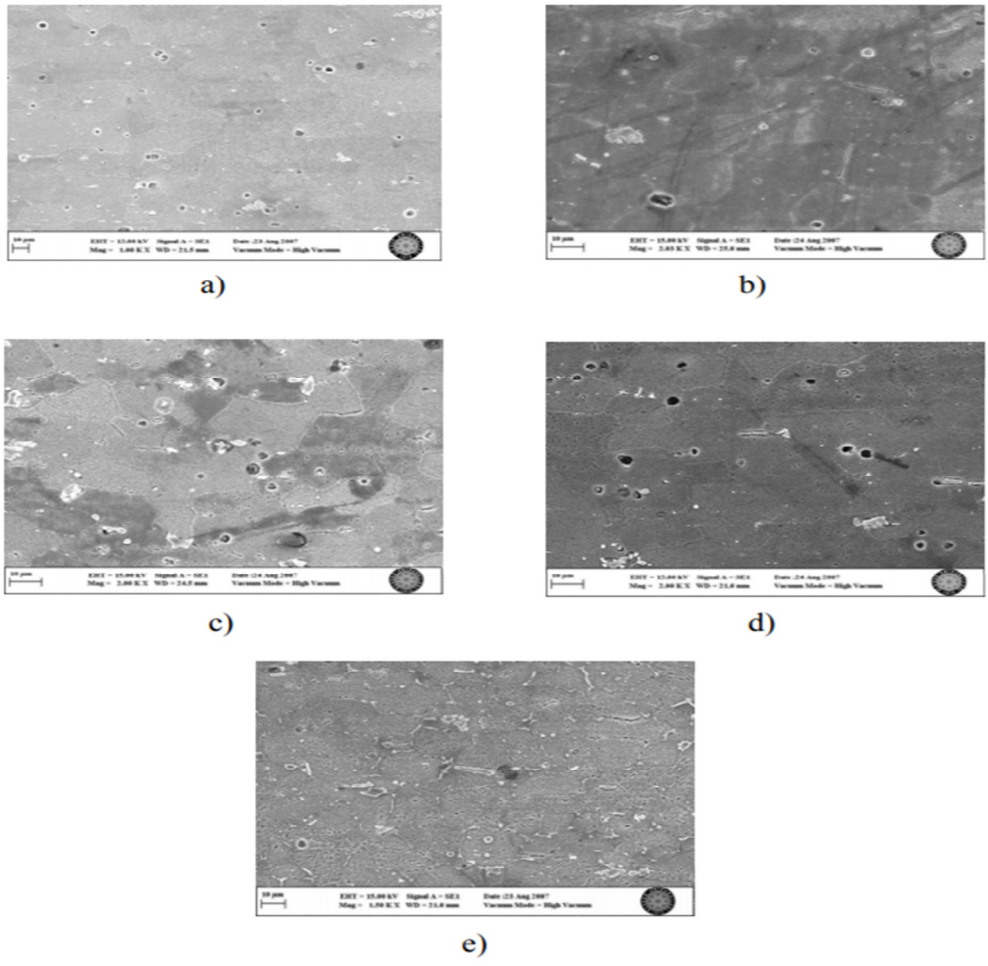


Şekil 6. 2024-Al alaşımlarının çeşitli ısıl process durumlarındakioptik mikroskop fotoları (50 kat). a) W, b) T4, c) T6 (100 oC-10h), d) T6 (190 oC-10h), e) O

3.1.2. Sertlik

Alüminyum alaşımların 2024 farklı ısıl işlem koşullarına sahip sertlik değerleri Çizelge 5'de verilmiştir. Örneklerin sertlik değerleri açıkça bu alaşımlardaki atmosferik sertleşmenin etkinliğini göstermektedir.

O numunesinde, katı, kontrolsüz bir çökeltinin erime noktasından soğutulduğunda, ikincil fazın parçacıklarının genişlemesine ve diğer numunelere kıyasla tane sınırlarında kararlı indiyum (Al2Cu) fazlarının oluşmasına yol açmıştır (Çizelge 5). Sertlikteki artış, örnek W'den kontrollü biriktirme ile elde edilen T4, T6 (100oC-10h) ve T6 (190oC-10h) örneklerinde açıkça görülmektedir (Çizelge 5). Bu numunelerdeki sertlikteki artış, yaşlanmanın sıcaklığına ve süresine bağlı olarak oluşan ince dağılmış ve düzgün dağılmış yarı yarıya faz S (Al2CuMg) nedeniyledir. Yapay olarak yaşlanmış (125.6 HV) T6 (190 oC-10h) örneği için en yüksek sertlik değeri elde edilmiştir. Kararsız bir numunenin W aşırı doymuş bir katı eriyik halindeki sertlik değeri, O örneğininkinden çok daha yüksektir, Cu ve Mg atomlarının bir sonucu olarak eriyen sertlik, oda sıcaklığında hızlı bir soğutma sonucu erimesi gereken oda sıcaklığı ve söndürme ve kontrol sırasında oda sıcaklığında bekletme sırasında kontrolsüz soğutma doğal yaşlanma döneminde. sediment parçacıklarının bir sonucu olarak.



Şekil 7. 2024-Al alaşımlarının çeşitli ısıl process durumlarındaki SEM fotoları. a) W, b) T4, c) T6 (100 oC-10h) d) T6 (190 oC-10h), e) O

Çizelge 5. Al2024-alaşımlarının Değişik ısıl işlem koşullarında sertlikleri

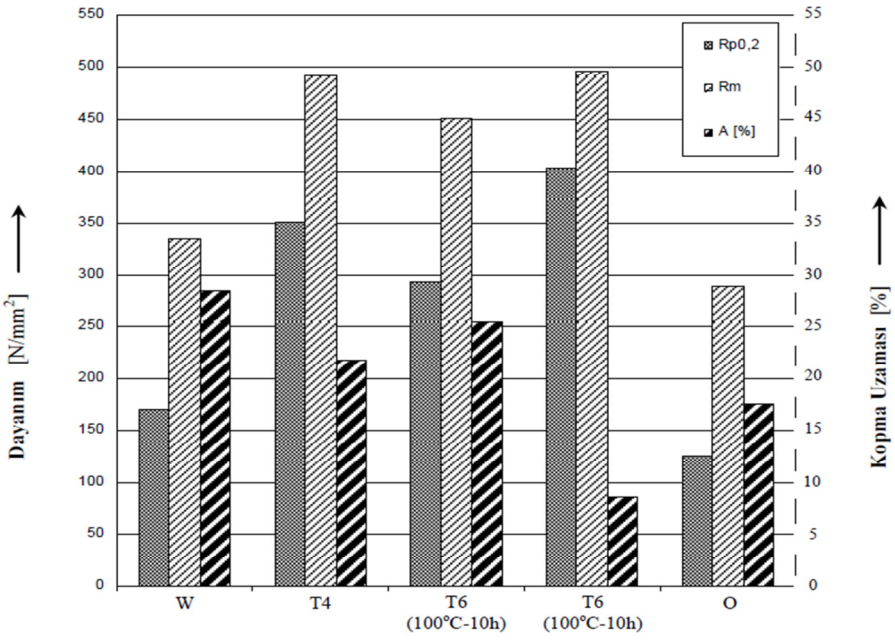
Numune	**W**	**T4**	**T6 (100 ^{o}C-10h)**	**T6 (100 ^{o}C-10h)**	**O**
Sertlik [HV 0,05]	83,6	115,3	101,4	125,6	64,9

3.1.3. Çekme Deneyi Sonuçları

Çeşitli ısıl process durumlarına sahip 2024 Al-alaşımlarının çekme değerleri Çizelge 6. ve Şekil 8'de verilmiştir.

Çizelge 6. Al2024-alaşımlarının Değişik ısıl işlem koşullarında çekme sonuçları

Numune Koşulları	**$R_{p0,2}$ [N/mm^2]**	**R_m [N/mm^2]**	**A [%]**
W	165	401	24,3
T4	347	503	19,8
T6 (100^{o}C-10h)	281	422	24,2
T6 (190^{o}C-10h)	416	512	7,2
O	149	304	15,8



Şekil 8. 2024-Al alaşımlarının çeşitli ısıl process durumlarındaki Çekme niteliklerinin Karşılaştırılması

Katı halde, kontrolsüz bir birikimin erime noktasından yavaşça havada soğutulan O numunesinde, ikincil fazdaki partiküllerin (büyük yağış (Al2Cu)) kaba kalmasına ve daha büyük olasılıkla, diğer numunelere kıyasla önemli bir güç kaybına neden olan tahıl sınırlarının oluşmasına yol açmıştır. Bir numuneden bir aşırı doymuş katı eriyik W'nin kontrollü olarak biriktirilmesiyle elde edilen T4, T6 (100 ° C-10 saat) ve T6'da (190 ° C-10 saat) elde edilen mukavemet artışı, Şekil 8'de açıkça görülmektedir. En yüksek dayanım değerleri T6 numunesinde (190 ° C) elde edilmiştir. -10 saat) beklendiği gibi önemli bir beklenti gözlenirken (Şekil 8). Çeşitli literatürlerde belirtildiği gibi, Al-2024 alaşımı için 180-190 ° C yaşlanma sıcaklıklarında 10-12 saat boyunca optimum özellikler elde edilebilir. Daha düşük bir sıcaklıkta yaşlanma sırasında, T6 (100 ° C-10 saat) örneğinden, etkili birikimin tamamen oluşmadığı ve numunenin uzama derecesinin bu durumu doğruladığı açıktır. Düşük sıcaklıklar nedeniyle T4 ve T6 örneklerinde (100 ° C-10 saat) optimum yağış elde edilememiştir. Bununla birlikte, bu numunelerin mukavemet değerlerinde hafif bir artışın daha uzun bir süre içinde olabileceği ve bir miktar uzama hızı kaybının tahmin edilebileceği tahmin edilebilir. T4 ve T6 (100oC10h) numunelerindeki uzama oranları, düşük sıcaklıkların bir sonucu olarak daha ince dağılmış çökeltilerin oluşumu nedeniyle T6 (190oC-10h), T4 ve T6 (100oC) -10h numunelerine kıyasla oldukça yüksektir. Daha sonra, bu ince bölünmüş sedimanlar, bu numunelerin mukavemet değerlerini artıracak ve uzama oranlarında bir azalmaya

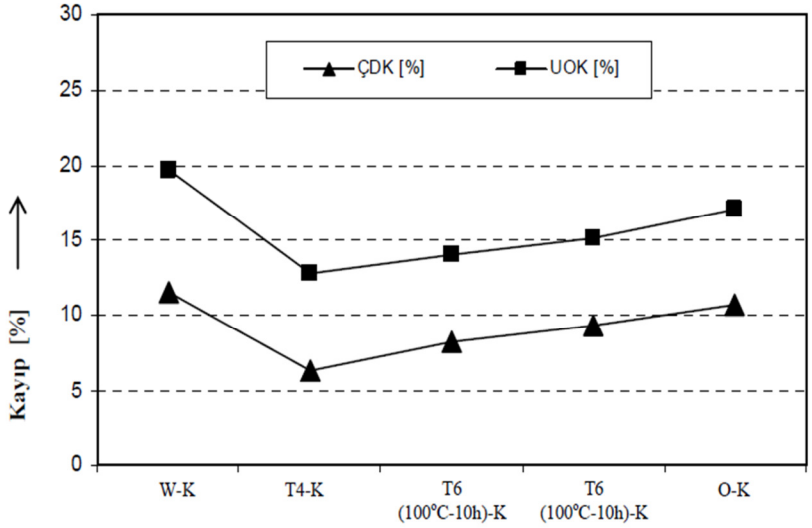
neden olacaktır. Numune W'nin oda sıcaklığında iç yapısının hala esasen a-Al olması, bu numunedeki yüksek uzama oranını açıklamaktadır (Şekil 8).

3.1.4. Korozyon Ertesinde Numunelerin Çekme Sonuçları

Korozyona maruz bırakılan farklı ısıl işlem koşullarına sahip alüminyum alaşımlarının 2024 gerilme testlerinin sonuçları ve ayrıca korozyondan sonra bu numunelerin mukavemet kaybının ve uzamasının sonuçları Çizelge 7'de gösterilmektedir. Korozyondan sonra numunelerin mukavemet ve uzama hızları da karşılaştırmalı olarak Şekil 8'de gösterilmiştir. (Valiev, 1991)

Çizelge 7. Al2024-alaşımlarının Değişik ısıl işlem koşullarında korozyona uğraması sebebi ile çekme sonuçları değişiklikleri ve ortaya çıkan kayıplar (K:Korozyon)

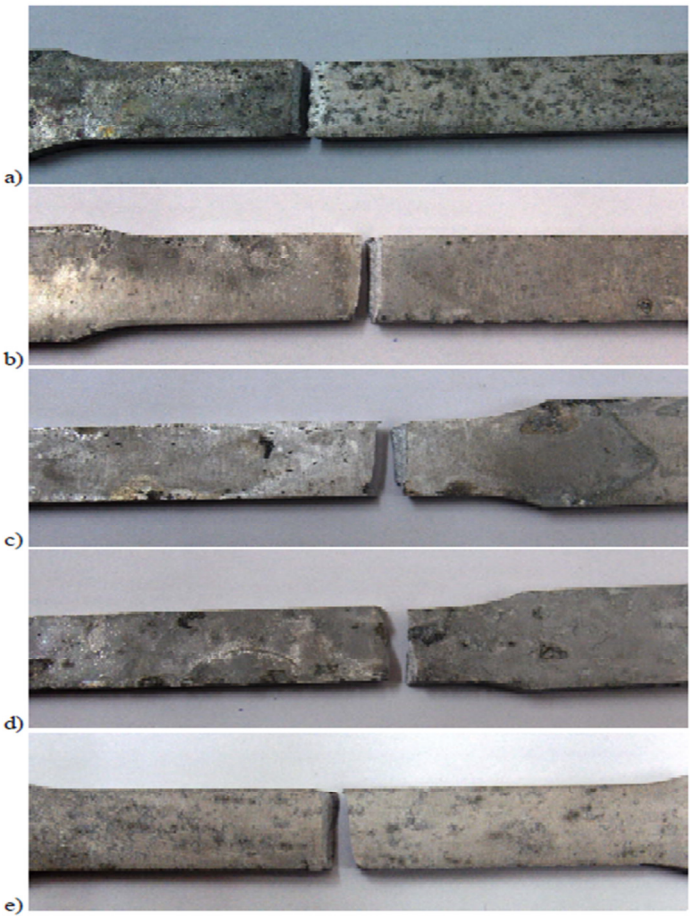
Numune	**$R_{p0,2}$ [N/mm^2]**	**$R_{p0,2}$ Değerindeki Kayıp [%]**	**R_m [N/mm^2]**	**R_m Değerindeki Kayıp [%]**	**A [%]**	**A Değerindeki Kayıp [%]**
W-K	145	12,1	302	21,6	12,8	13,7
T4-K	312	6,8	423	7,3	21,1	9,8
T6(100^{o}C-10h)-K	277	7,5	405	6,2	17,9	8,1
T6(190^{o}C-10h)-K	354	6,8	424	11,3	6,5	5,1
O-K	116	9,4	241	8,7	17,6	21



Şekil 9. 2024-Al alaşımlarının çeşitli ısıl process durumlarındaki korozozif ortam etkisi ile uzama ve dayanım oranlarının karşılaştırılması. (UOK: Uzama Oranı Kaybı ÇDK: Çekme Dayanımı Kaybı)

Tüm numunelerde korozyondan sonra aynı numunenin akıcılığı ve çekme dayanımı kayıpları birbirine yakın ve paraleldir (Çizelge 7). Bu nedenle, akma dayanımı kaybı Şekil 8'de gösterilmemiştir, sadece gerilme dayanımı kaybı gösterilmektedir.

Doymuş katı bir çözelti olan W örneğinde, korozyondan sonraki kayıplar diğer örneklerden daha yüksektir. Bu numunenin yüzey alanının da korozyona daha duyarlı olduğu açıktır (Şekil 9). Korozyondan sonra numunedeki yüksek mukavemet ve uzama kaybı, numunenin ana a-Al yapısında oda sıcaklığında Cu ve Mg atomlarının zorunlu olarak kapatılmasıyla söndürülmesi sonucunda bu numunenin iç enerjisindeki bir artışla açıklanabilir. Doğal olarak yaşlanmış T4 numunesinde korozyon sonrası kayıplar diğer numunelere kıyasla nispeten düşüktü. Yapay yaşlanma olan numunelerde daha yüksek bir sıcaklıkta yaşlanan ve dolayısıyla diğer T6'dan (100 ° C-10 saat) daha büyük tortu parçacıkları içeren T6 (190 ° C-10 saat) örneğinde, korozyondan kaynaklanan kayıplar korozyondan kaynaklanan kayıplardan biraz daha yüksektir. numuneler T4 ve T6 (100 ° C-10 saat). ve daha fazlası. Bir katı erime noktasında hava ile soğutulmuş bir O-durumlu numunede, korozyondan sonra önemli bir güç kaybı ve uzama hızı, tahıl sınırlarında oluşan büyük Al (Al2Cu) çökelti parçacıkları (tane sınırlarında aşınmanın uyarılması) nedeniyle meydana gelmiştir. Bu örnekte, tahıl sınırlarında bulunan kaba tortu parçacıklarının, tahıl sınırlarındaki ana yapı ile tahıl sınırlarının aşınmasını hızlandıran ve bu bölgeleri zayıflatan önemli bir fark yarattığı varsayılmaktadır.



Şekil 10. 2024-Al alaşımlarının çeşitli ısıl process durumlarındaki korozozif ortam etkisi ile dayanımda azalmaya sebep olan oyuk oluşumu. a) W, b) T4, c) T6 (100oC-10h), d) T6 (190oC-10h), e) O

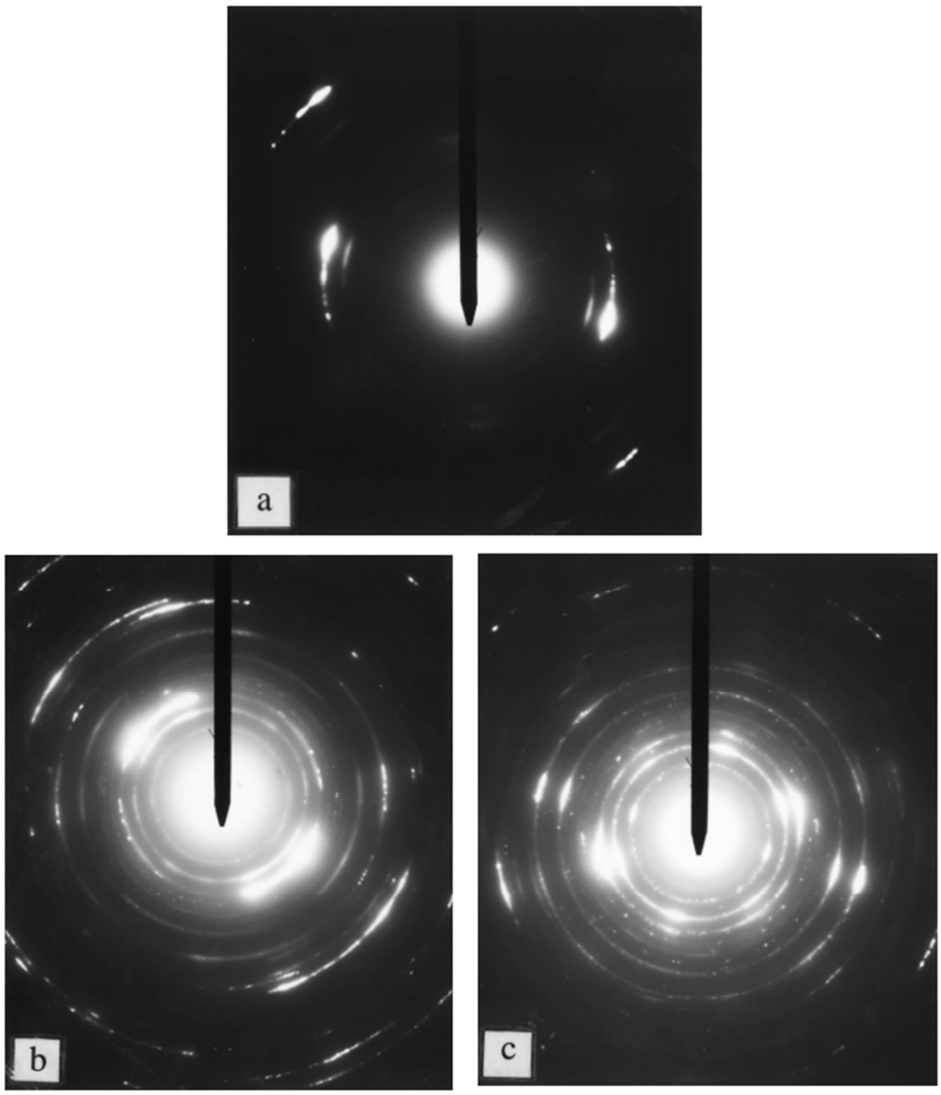
BÖLÜM 3

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Sertleşme sırasında çökelme gösteren 2024 alüminyum alaşımının korozyon hassasiyeti, iç yaşlanma sırasında oluşan ikincil fazın parçacıkları ile yakından ilgilidir. Çökelmedeki bir artış, biriken parçacıklar ve bakırın azaltılmış baz yapısı arasındaki potansiyel farkı arttırır, bu da parçacıkların etrafında oyuklaşma bölgelerinin oluşmasına yol açar, bu da korozyondan sonra gerilme kayıplarına yol açar. Korozyondan kaynaklanan en küçük çekme özelliği kaybı, çeşitli ısıl işlem koşulları altında 2024 alüminyum alaşımında doğal olarak elde edildi. Öte yandan, yapay yaşlanmaya maruz kalan ve daha yüksek sıcaklıklarda bulunan numunelerde, korozyondan sonra düşük sıcaklıklarda yaşlanmadan daha yüksek çekme özellikleri kaybedilmiştir. Bununla birlikte, bir istisna olarak, aşınmadan sonra en büyük güç kaybı ve uzama, en az çöken parçacıkları içeren bir aşırı doymuş katı eriyik numunesinde meydana geldi. Bu, özellikle uçak endüstrisinde kullanılan aşırı doygun katı eritimler halinde yapılan perçinlerde dikkate alınması gerekebilir.(Ferrass, 1995)

Çekme işleminden sonra Cu 101 ve Al 3003'te gözlemlenen mikroyapısal özellikler neredeyse aynıdır. Niteliksel temel fark, Al 3003'te daha mükemmel subgratenler oluşturma yeteneğidir. Bu, Al 3003'ün daha yüksek istifleme hatası enerjisine sahip olması ve tavlamaya göre daha yerinden çıkmadan daha serbest ve daha stabil olan subgraylerle daha kolay bir mikron altı yapı geliştirmesi nedeniyle oluşur. Gerçekte çekme deneyi sırasında her iki yüz merkezli kübik malzemenin de benzer şekilde davrandığının, ağır deformasyon altında yapı oluşumunun bir evrenselliğinin beklenebileceğinin kanıtı olduğunun kanıtıdır. Bu, çekme deneyi ile muhtemelen diğer araştırmacılar tarafından yürütülen son araştırmalarla daha da doğrulanmaktadır. Bu çalışmalar için seçilen işleme yönteminin (özellikle rota ve geçiş sayısı) net bir

açıklaması yapılmamıştır ve bu nedenle mevcut çalışma ile doğrudan karşılaştırmalar mümkün değildir. Belirli durumlar için elde edilen mikro yapılar bu çalışmada gözlemlenenlerle karşılaştırılabilir. Soyu tükenme hatlarına sahip tanecikler içeren çok ince, nispeten eş eklenmiş tane yapıları (0,1 ila 0,3 mm), bakırın yoğun şekilde deformasyonu ile elde edildi. Tavlama ile, mikro yapılar daha az sönük kontür gösterir, bu da daha yüksek bir denge seviyesi gösterir. (Goodhue, 1984)



Şekil 11. Oda sıcaklığında deforme olmuş Cu 101 numunelerinin kırınım desenleri: (a) bir geçişten sonraki numune, (b) A geçidinden iki geçişten sonraki numune, ve (c) C yolu üzerinden iki geçişten sonra numune

Yüksek plastik deformasyon değerleri için "alt alan" ve "tanecik" terimleri aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır: sınırlar arasında 1 ila 2 derece yanlışlık bulunan

bölgelere alt alanlar adı verilir; Bir sınır, yüksek açı tipindedir ve sınır boyunca en az 6 ila 10 derece yanlış anlama varsa, tanecik terimi anlamlı hale gelir.(Şekil 10)

Yapısal durumların sürekliliğinin yaratılması durumunda (mevcut çalışma), bazı yazarlar '(alt) tanecik'terimini kullanmayı tercih etmektedir. Her durumda, kullanılan terim yanlış yönlendirme düzeyi ile ilgili olmalıdır. Bu çalışmada, yoğun deformasyonla geliştirilen ve geniş açılı veya yanlış beslenmiş bir alt tanecik olarak adlandırılan her bir mikro yapıya bir tane de denilebilir. Bu araştırma çalışmasında iki tür mikro yapı oluşturulmuştur. Oda sıcaklığında yoğun çekme deneyi deformasyonu sırasında tane parça dönmesi boyunca dinamik yeniden kristalleşme ve 5 ila tane büyüklüğü olan bir tane büyüklüğü ile yüksek açılı sınır mikro yapısı ile geliştirilen ortalama alt tanecik boyutu 0.2 ila 0.4 mm olan düşük ve yüksek açılı sınırlardan oluşan bir alt taneli domine edilmiş bir mikro yapı 10 mm ekli sınır göçü ile statik yeniden kristalleşmeye neden olmak için yeterince yüksek bir sıcaklıkta tavlama sonrası tavlama ile oluşturulur. Subtatik yeniden kristalleşme sıcaklıklarında tavlama sırasında, mikron altı yapıdan mikro yapıya geçiş ilericidir ve alt zeminin sınırlarına doğru yer değiştirme hareketi, sönük kontürlerin ortadan kalkması, en ince alt tabakaların birleşmesi ve en iyi alt tabakaların birleşmesi ve çekirdeklerin oluşması için büyüyen nükleilerin oluşturulması ile karakterize edilir. yeni istatistiksel olarak yeniden kristalize edilmiş tanecikler. çekme deneyi deformasyonu sırasında yaratılan ince mikron altı yapı ve statik yeniden kristalleştirme ile geliştirilen yeni mikro yapı arasında bir karışımın mevcut olduğu bir tavlama sıcaklığı vardır. Geçiş yapılarının kontrolü ek inceleme gerektirmektedir.(Segal, 1993)



Şekil 12. Çekme deneyi deformasyonunun oda sıcaklığında ve 1 saat tavlama sonrası tavlama işleminin Al 3003'ün mikro yapısı üzerindeki etkisini gösteren TEM mikrografları: (a) dört yol A'dan geçtikten sonra numune, (b) dört yol A'dan geçtikten sonra ve sonra 140 ° C'de tavlanır 1 saat boyunca 7C, (c) B yolu ile dört yoldan geçtikten sonra numune, (d) B yolu ile dört yoldan geçtikten sonra örnek ve sonra 1 saat boyunca 140 7C'de tavlanmış, (e) C yoluyla dört yoldan geçtikten sonra örnek, ve (f)) C yolu ile dört geçişin ardından numune, 1 saat boyunca 140 7C'de tavlama

Basit kaymanın özellikle kristal rotasyonunu arttırmada etkili olduğunu göz önünde bulundurarak çekme işlemi sırasında mikroyapı gelişimi izlenebilir. İyi bir örnek için, bakır matris içinde çekme işlemi tarafından döndürülmüş bir niyobyum partikülün fotomikrografının gösterildiği Referans 17'ye bakın. İlk geçişten sonra kayma bandı fragmanlarında bazı sapmalara sahip çıkık ağlar gözlenir. İki geçişten sonra, disklinasyonlar dönmeye ve yüksek açılı sınırlar kaymaya başlar ve daha yüksek

açılı sınırlar elde eden ve sırayla kaymaya başlayan en yakın alt tanelerin dönmesine neden olur. Artan gerilme seviyelerinde, daha fazla yer değiştirme ve ayrılma meydana gelir ve parça rotasyonuna katkıda bulunur. Bununla birlikte, bir yandan A ve B rotaları ile bir yandan C rota durumu arasında büyük bir fark vardır. A ve B yolları için, kesme bandı sınırları sabit kalır, çünkü makroskopik kesme, konaklama ve kooperatif kaymayı destekleyen her ekstrüzyon geçidi ile aynı yönde meydana gelir. Döndürme mekanizmaları, alt tanecikler oluşturmak için bu fragmanların içinde yer almaktadır. C yolu için, makroskopik makas geçişler arasında geçiş yapar ve çift sayılı geçişlerde intragranüler kayma tersine çevrilir. Birikmiş rotasyon birincil konaklama mekanizması gibi görünüyor. İkinci geçişten hemen sonra parça sınırlarında tespit edilen mikro lokalize kaymaların neredeyse ortadan kalkması dikkat çekicidir. Sapmaların ve diğer yapısal elemanların etkili bir şekilde dönmesi nedeniyle, yüksek açılı sınır alt tanecikleri oluşur.

Döndürme ayrıca, üç yol için alt parçacıkların neden daha fazla yanlış yönlendirilmediğini değil, aynı zamanda daha fazla eşlik etme eğiliminde olduklarını da açıklayabilir. Gerginliğin arttırılmasıyla, iki geçişten sonra başlangıçta üretilen kayma bantlarının bozulması meydana gelir. Belli bir deformasyon seviyesinde (gözlemlenen doyma ile ilişkili olabilir), farklı sınırlara sahip alt taneler yaratılır ve boyut ve sayı bakımından oldukça sabit kalır. Gerilimin yerleştirilmesi, daha sonra sadece alt dallar arasında kayma ve değiştirme ile değil, [21] aynı zamanda, kafes çıkıklarının, kusurların ve tükenme hatlarının çarpıldığı alt dal sınırlarına doğru göç etmesiyle de meydana gelir.

Çekme deneyi, basit kesmeye maruz kalan dökme malzemelerde gerilme etkilerini incelemek için esnek ve güçlü bir araç gibi görünmektedir. Yapılan işten birçok sonuç çıkarılabilir.

1. Hem ağır işlenmiş Cu 101 hem de Al 3003 için iki tür mikro yapı ayırt edilir: bir tanesi 0,2 ila 0,4 mm'lik bir tane büyüklüğüne sahip olan ve yoğun deformasyondan sonra subgrain rotasyonu ile sürekli rotasyon yeniden kristalizasyonu yoluyla oluşturulan; ve diğeri, statik yeniden kristalleşmeye neden olan ekstrüzyon sonrası tavlama ile geliştirilen 5 ila 10 mm'lik bir tane büyüklüğüne sahiptir.

2. Çekme deneyi, ekstrüzyon kütüğü boyunca, optik mikroskopiyle gözlemlendiği gibi, uç bölgeler hariç, yoğun ve tek biçimli deformasyon üretir.

3. Çekme deneyi kayma bölgesi geçişlerinin sayısını artırmak, güçlenmeye neden olur ve doygunluğa ulaşma zorluğunun yanı sıra, yaklaşık 4 ila 5'lik bir gerilme yoğunluğundan sonra stabilize etmek için tane inceltme sertliği ve alt tanecik boyutu dağılımındaki homojenlik ve alt taneciklerin eşitliklilik ve yanlış yönelimleri geçiş sayısı arttıkça artar.

4. Kütük oryantasyonunun korunmasına (rota A) veya geçişler arasında 90 derecelik kütük dönüşüne sahip çok yollu çekme deneyi için, benzer bir mikroyapı evrimi gözlenir. İlk önce, kesme bantları oluşur ve daha sonra artan gerilme seviyeleri ile alt parçacıklara ayrılır. Her bir numaralandırılmış geçişten sonra uzunlamasına ekseni (C yolu) etrafında 180 ° 'lik kütük dönüşü için, kayma bantları kaybolur ve orijinal tanelerin içindeki dönme ile daha ince ve ekinli alt tanecikler oluşturulur. B yolu, en yüksek uzunlamasına kuvvete sahip malzeme üretirken, C yolu, tavlama deneyleriyle kanıtlandığı gibi daha kararlı, eş merkezli ve düzgün bir alt mikroyapı üretir. (Şekil 11)

5. Oda sıcaklığında çekme deneyi deformasyonu yoluyla yoğun basit kesme, dinamik rotasyon yeniden kristalleşmesini destekler.

KAYNAKLAR

ASM, Material Park, OH(1990). Metal El Kitabı, 10. baskı, Cilt. 2, Metalografi ve Mikroyapılar, s. 84-85 ve 266-68.

Akdoğan A. (2008). Bakır ve bakır alaşımları

Aydın, H. (2002). Al-Cu-Mg alaşımının aşınma direncini arttırmak için intermetalik fazların aşılanması yöntemi, yüksek lisans tezi, U. U. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Aydın H., Bayram A., Uğur A., Akay S.K. (2009). Çeşitli ısıl işlem görmüş formlarda 2024 alüminyum alaşımından karıştırılarak sürtünme kaynaklı bağlantıların gerilme özellikleri. Malzeme ve Tasarım, 30 (6), 2211-2221.

Demirchi, A. H. (2003). Malzemelere ilişkin bilgiler ve malzemelerin doğrulanması, Alpha, İstanbul.

H. Gudmunsson, D. Brooks ve J.A. Werth(1991). Acta. Metaller. Mater., cilt. 39, s. 19-35.

http://www.aluminium.matter.org.uk., 02/10/2006 tarihinde girildi. Konu: alüminyum alaşımları.

http://www.alcoa.com/gcfp/catalog/pdf/alcoa_alloy_2024.pdf, 08/17/2007 erişildi. Konu: alaşım 2024

M.T. Küçük ve Ya.A. Wert.(1994). J. Mater. Sci, no. 29 saniye 3342- 50.

https://prezi.com/231gj4dv2jyh/2000-series-aluminium-olcayto-korcan/, 02/10/2006 tarihinde girildi

https://www.mmo.org.tr/, 02/10/2009 tarihinde girildi

N.A. Akhmadeev, N.P. Kobelev, R.R. Mulekov, Y.M. Soifer ve R.Z. Valiev(1993) Acta Metall. Mater. , cilt. 41, s. 1041-1046.

P.J. Goodhue (1984). Malzemelerin İletim Elektron Mikroskopisi için Numune Hazırlama, Oxford University Press, Oxford, İngiltere

R.R. Mulekov N.A. Akhmadeev S.B. Mihaylov ve R.Z. Valiev(1993) Mater. Sci. İngilizce, no. A171, sayfa 143-49.

R.Z. Valiev N.A. Krasilnikov ve N.K. Tsenev(1991). Mater. Sci. İngilizce, no. A137, sf. 35-40.

R.Z. Valiev E.V. Kozlov Yu.F. Ivanov, J. Lian, A.A. Nazarov ve B. Bodelet (1994) Acta Metall. Mater., 42, s. 2467-75.

S, Ferrass (1995) Yüksek lisans tezi, Texas A&M Üniversitesi, College Station, Texas, METALURJİ VE MALZEME İŞLEMLERİ HACİMİ 28A, NİSAN 1997-1057

Türk Standardı (2004). Metalik malzemeler. Çekme deneyi Bölüm 1. Ortam sıcaklığında test yöntemi. TS 138 EN 10002-1.

U. Pataham, J. Kayornchayakul, C. Limmaneyevichitr (2012). Tahıl öğütme mekanizması skandiyumlu bir Al-Si-Mg alaşımında, J. Alloy. Compd. 542 , 177-186.

V.M. Segal(1993) Birinci Uluslararası Malların İşleme Malzemeleri Konferansı, H. Henein ve T. Oki, ed., TMS, Honolulu, HI, s. 947-50.

http://yildiz.edu.tr/~akdogan/lessons/korozyonvekoruma/Demirdisi_Metal_Alasimlarinin_Korozyonu.pdf

V.M. Seagal (1992). Beşinci Uluslararası Alüminyum Teknolojileri Semineri Bildirileri, cilt. 2, s. 403-07.

V.M. Segal (1995). Mater. Sci. İngilizce, no. A197, sayfa 157-64.

ÖZGEÇMİŞ

Adı : Murat

Soyadı : BURMABIYIK

Doğum Tarihi : 14.09.1977

Doğum Yeri : Edirne/Merkez

Uyruğu : T.C.

Medeni Hali : Evli

Eğitim Durumu :

2003 - 2019 Trakya Üniversitesi, Makine Mühendisliği (Yüksek Lisans)

1994 - 2000 Kocaeli Üniversitesi, Makine Mühendisliği (Lisans)

1991 – 1994 Edirne İlhami Ertem Lisesi

Mesleki Deneyim:

2003 – 2006 Tekstiplik A.Ş. – Makine Mühendisi

2007 – Halen – Murat Mühendislik (Firma Sahibi)