



SUNİ YAŞLANDIRMA İŞLEMİNİN ALÜMİNYUM ALAŞIMININ SERTLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

Hayder Isam Abdulzahra AL_SAADI¹, Recai Fatih TUNAY^{2*}

¹ Belediye ve Kamu İşleri Bakanlığı, IRAK

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Müh. Böl, Isparta

Anahtar Kelimeler

*Suni Yaşlandırma,
Sertlik,
Alüminyum Alaşımları*

Özet

Bu çalışmada Alüminyum Esaslı Al-25Zn-1Mg alaşımına farklı sürelerde suni yaşlandırma işlemi uygulanarak, alaşımın sertliğinin değişimi incelenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 20mmx20mm boyutlarında numuneler hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler işlemsiz, solüsyona alınmış, 1saat, 3 saat, 6 saat, 12 saat ve 24 saat yaşlandırılmış olarak farklı gruplara ayrılmıştır. Yaşlandırılan numunelerin sertlikleri ölçülmüş ve grafikler yardımıyla verilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, yaşlandırma prosesine bağlı olarak numunelerin sertliklerinin arttığı tespit edilmiştir.

THE EFFECT OF ARTIFICIAL AGING ON THE HARDNESS OF ALUMINUM ALLOY

Keywords

*Artificial Aging,
Hardness,
Aluminium Alloys*

Abstract

In this study, the Aluminum based Al-25Zn-1Mg alloy was investigated. For this purpose, specimens were made from the cast alloy by milling machine at 20mmx20mm. The prepared samples were divided into different groups for no process, solution treatment, artificial aging with 1 hour, 3 hours, 6 hours, 12 hours and 24 hours. As a result of the tests carried out, it was found that the hardness increases in all samples depending on the aging process.

Alıntı / Cite

Al_Saadi, H.I.A, Tunay, R.F., (2017). Suni Yaşlandırma İşleminin Alüminyum Alaşımının Sertliği Üzerine Etkisi, *Journal of Engineering Sciences and Design*, 5(3), 525-532.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

Hayder Isam Abdulzahra AL_SAADI, 0000-0001-9591-470X
Recai Fatih TUNAY, 0000-0002-9877-9379

Başvuru Tarihi / Submission Date	23.01.2017
Revizyon Tarihi / Revision Date	03. 09.2017
Kabul Tarihi / Accepted Date	03.11.2017
Yayın Tarihi / Published Date	18.12.2017

* İlgili yazar: recaitunay@sdu.edu.tr, +90-246-211-1232

1. Giriş

1.1. Alüminyumun Genel Özellikleri

Metaller, medeniyetin gelişmesinde önemli görev yapmaktadır. Bu gelişme sürecinde, çelikten sonra alüminyum kadar önemli rol oynayan az sayıda metal bulunmaktadır. Alüminyum, günümüzde, kendine has özellikleri ile çok eski çağlardan beri bilinen, ağaç, bakır, demir ve çelik gibi birçok malzemeden daha önem kazanmış bulunmaktadır.

Dünyada üretim ve kullanım açısından demir çelik zirveyi paylaşan alüminyum, yıllık ortalama 22 milyon ton olarak üretilmektedir. Meydana gelen katma değer açısından ise 150 milyon ton çeliğe eşdeğerdir (Demirci, 2012).

Alüminyum, esnek, çok yönlü ve yeniden değerlendirilebilir yeteneğinden ötürü enerji tüketen değil enerji depolayan bir metaldir. Bu özellikleri işlevselliği, ekonomikliği ve kolay işlenebilirliği ile kombine edildiğinde bugün ve gelecek için birçok ürünün alüminyum metalinden ve alüminyum alaşımlarından üretilmesi mümkündür. Alüminyum alaşımları uzay, uçak ve gemcilik sanayileri için de vazgeçilmez malzemelerdir. Bununla beraber, düşük montaj ve bakım maliyeti ve yüksek atmosferik korozyon direnci ile beraber hafifliği, inşaat sektöründe alüminyumu çok cazip bir malzeme yapmaktadır. Çizelge 1.1'de alüminyumun özellikleri verilmektedir.

Çizelge 1.1. Alüminyumun özellikleri (Askeland ve Fulay, 2010)

Özellik	Değer
Atom Sayısı	13
Atom Ağırlığı (g/mol)	26.98
Valans Elektron Sayısı	3
Kristal Yapı	YMK
Erime Noktası (°C)	660
Kaynama noktası (°C)	2480
Elektriksel Direnç (20°C'de) ($\mu\Omega\text{cm}$)	2.69
Yoğunluk (g/cm^3)	2.6898
Elastisite Modülü (GPa)	68.3
Poisson Oranı	0.34
Çekme Mukavemeti (MPa)	572.265
Özgül Mukavemet (cm)	$2,17 \cdot 10^6$

İnsan yaşamının her alanında ve özellikle mühendislik uygulamalarında kullanım alanı bulan alüminyumun en belirgin özelliği hafifliğidir. Magnezyum ve berilyumdan sonra en hafif metaldir. (Altenpohl, 2002).

Alüminyum ve alaşımlarının sağladığı üstün özellikler sebebiyle, tüketimleri büyük bir hızla artmakta ve her geçen gün yeni kullanım alanları açılmaktadır. Saf alüminyum galvanik seride çok aktif bir metal olmasına karşın, yüzeyinde kolaylıkla oluşan koruyucu oksit tabakası onun yaygın olarak kullanılmasını sağlar. Alüminyum oksitten (Al_2O_3) oluşan bu geçirimsiz, sert ve koruyucu oksit tabakası alüminyumun korozyon direncini önemli ölçüde artırır. Buna bağlı olarak alüminyum saflaştırıldıkça korozyon direnci ve iletkenliği artar. Bu nedenle, korozyona karşı oldukça hassas olan alüminyum alaşımları günümüzde saf alüminyum giydirilmesi yoluyla korozyondan korunmaktadır. Diğer yandan saf alüminyum oldukça düşük olan mukavemeti soğuk işleme arttırılabilmektedir. Bugün alüminyum ve alaşımları sahip olduğu özellikleri itibarıyla endüstride kullanılan en önemli yapı ve mühendislik malzemelerinden birisi halini almıştır. Saf halde yüksek ısı ve elektrik iletkenliği, korozyon direnci gibi özelliklere sahipken, alaşımlama ile bu özellikler çok daha geniş bir spektruma yayılarak yaygın bir kullanım alanına sahip olmuştur. Bugün endüstride geniş çaplı olarak 100' ün üstünde alüminyum alaşımı kullanılmaktadır (Alper, 2003). En önemli özellikleri aşağıda özetlenmiştir:

- Alüminyum hafiftir. Aynı hacimdeki bir çelik malzemenin ağırlığının ancak üçte biri kadar ağırlıktadır.
- Alüminyum, hava şartlarına, yiyecek maddelerine ve günlük yaşamda kullanılan pek çok sıvı ve gazlara karşı dayanıklıdır.
- Alüminyumun yansıtma kabiliyeti yüksektir. Gümüşi beyaz renginin bu özelliğe olan katkısı ile beraber gerek iç gerekse dış mimarî için cazibeli bir görünüme sahiptir. Alüminyumun bu güzel görünümü, anodik oksidasyon (eloksal), lâke maddeleri vs. gibi uygulamalar ile uzun müddet korunabilir. Hatta birçok uygulamada tabii oksit tabakası bile yeterli olur.
- Çeşitli alüminyum alaşımlarının mukavemeti, normal yapı çeliğinin mukavemetine denk veya daha yüksektir.
- Alüminyum elastik bir malzemedir. Bu nedenle ani darbelerle karşı dayanıklıdır. Ayrıca, dayanırlığı düşük sıcaklıklarda azalmaz. (Çeliklerin, düşük sıcaklıklarda ani darbelerle karşı mukavemeti azalır.)
- Alüminyum, işlenmesi kolay bir metaldir. Öyle ki, kalınlığı 1/100 mm. den daha ince olan folyo veya tel haline getirilebilir.
- Alüminyum ısı ve elektriği bakır kadar iyi iletir. (Ayla Alüminyum, 2016).

1.2. Alüminyumun Mekanik Özellikleri

Alüminyumun elastisite modülü, çeliğin yaklaşık olarak üçte biridir. Yani alüminyumun aynı yük altındaki elastik deformasyon miktarı, çeliğinkinin üç mislidir. Bu özellik tasarım hesaplamalarında büyük önem taşımaktadır. Darbeli yüklere maruz kalınması halinde elastisite modülünün düşük olması bir avantaj sayılır, zira alüminyumun daha yüksek olan direnci çeliğe nispetle daha fazla miktarda enerjinin sönümlemesine imkân verir.

Alüminyumun esas özelliklerinden biri, alışımlı imal usullerine göre şekillenme ve işlenme kolaylığıdır. Saf metal, yumuşak ve tel haline geçme özelliğine sahip olduğundan, çekme, bükme, presleme ve kalıplama gibi muhtelif soğuk işlemlerin uygulanması ile haddelenebilmekte, çekilebilmekte ve şekillendirilebilmektedir.

Alüminyum metali, haddelenmek suretiyle kalınlığı 0,006mm olan levhalar haline getirilebilir. Böyle bir işlem sonunda 453,592g alüminyum 27,74m² lik bir alanı kaplar. Homojen yapısı, ince folyo (alüminyum kâğıt) şeklinde üretilebilmesi, hava geçirmezliği ve kolay şekillenebilmesi alüminyumu ideal bir ambalaj malzemesi yapmaktadır. Bu sebepten dolayı saf alüminyum ancak levha, şerit, tel ve basılarak çekilmiş parçalar halinde kullanılır (Kılıç, 2003).

1.3. Alüminyumun Sınıflandırılması

Alüminyum alaşımları, imalat yöntemine bağlı olarak dövme ve döküm alaşımları olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir (Askeland ve Fulay, 2010; Baydoğan, 2003):

a) Dövme alüminyum alaşımları: Külçe veya kütük halinde üretilen alaşımlardır ve bunlar haddeleme, ekstrüzyon, dövme, çekme veya diğer metal işleme prosesi gibi çeşitli işlemlerden herhangi biri ile daha sonrasında nihai kullanım ürünleri için kullanılan yarı mamullerin üretilmesi için herhangi bir yöntem kullanılarak işlenmiştir. Alüminyum dövme alaşımları Çizelge 1.2'de gösterilen numaralama sistemi ile belirtilir. (Askeland ve Fulay, 2010; Sun, 1998).

b) Döküm alüminyum alaşımları: Genel olarak nihai veya yarı nihai formuna dökülen parçalar ve bu dökümlerin yapıldığı külçe için kullanılan alaşımlar anlamına gelir. Dökme alaşım bileşimleri, daha sonra haddeleme, ekstrüzyon, dövme veya diğer metal şekillendirme işlemleri için kullanılmaz. Alüminyum döküm alaşımları, Çizelge 1.3'te gösterilen numaralama sistemi ile belirtilir. Birinci rakam ana alaşım elementlerini belirtir. Kalan rakamlar ise alaşımın spesifik kompozisyonunu belirtmektedir. (Askeland ve Fulay, 2010).

Çizelge 1.2. Dövme alüminyum alaşımlarının gösterilmesi

Alaşım	Açıklama
1xxx	Saf alüminyum
2xxx	Ana alaşım elementi bakır olup, magnezyum gibi diğer elementlerde bulunabilir
3xxx	Ana alaşım elementi mangan olan alüminyum alaşımları
4xxx	Ana alaşım elementi silisyum olan alüminyum alaşımları
5xxx	Ana alaşım elementi magnezyum olan alüminyum alaşımları
6xxx	Başlıca alaşım elementleri magnezyum ve silisyum olan alüminyum alaşımları
7xxx	Ana alaşım elementi çinko olan alüminyum alaşımları, ancak bakır, magnezyum, krom ve zirkonyum gibi elementler bulunabilir
8xxx	Kalay ve biraz lityum içeren alüminyum alaşımları
9xxx	Gelecekte kullanılmak üzere belirlenmiştir

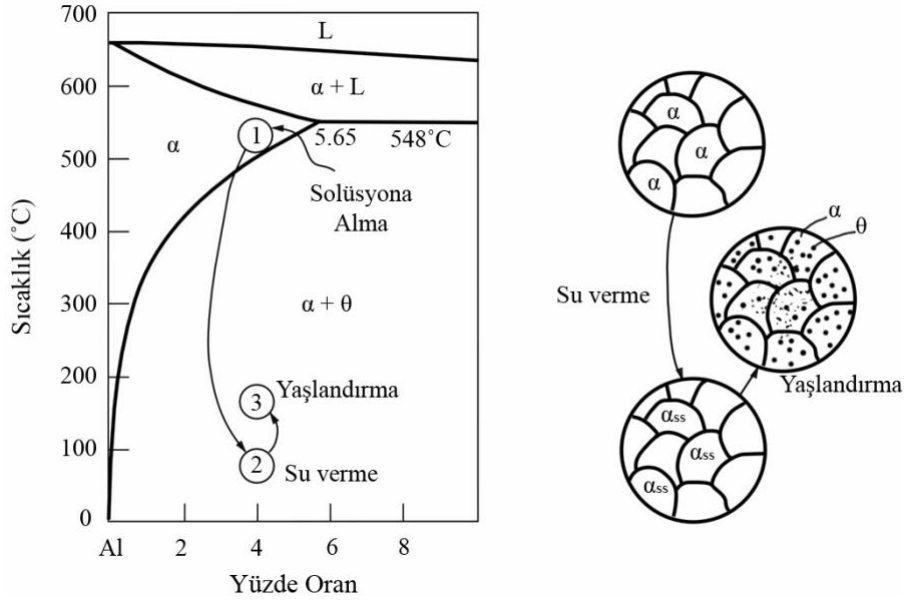
Çizelge 1.3. Döküm alüminyum alaşımlarının gösterilmesi

Alaşım	Ana alaşım elementi
1xx.x	Saf alüminyum, maks.% 99.00
2xx.x	Bakır (Cu)
3xx.x	Bakır (Cu) ve/ya Manganez (Mn) eklenmiş Silikon (Si)
4xx.x	Silisyum (Si)
5xx.x	Magnezyum (Mg)
7xx.x	Çinko (Zn)
8xx.x	Kalay (Sn)
9xx.x	Diğer elementler
6xx.x	Kullanılmayan Seriler

1.4. Yaşlandırma İşlemi

Aşırı doymuş katı eriyiğin çözeltiye alınması ve su vermeden sonra oda sıcaklığında (doğal yaşlanma) veya denge solvüs eğrisinin altında (suni yaşlanma) bir sıcaklıkta çökelmeye alınması olayı yaşlandırma veya çökelti ısı işlemi olarak bilinir. Bir diğer ifadeyle aşırı doymuş bir katı fazdan zaman ve sıcaklık etkisiyle yeni bir fazın oluşmasına çökeltme sertleşmesi (yaşlanma) adı verilir. Şekil 1.1'de görüldüğü gibi solüsyona alma işleminden sonra su verme işlemi sonucunda yaşlandırma işlemi yapılmaktadır. Yaşlandırma işleminin yapılabilmesi için alaşımın hangi sıcaklıklarda 22 yaşlandırılması gerektiği bilinmelidir. Katı eriyiğe alma ısı işleminden sonra uygulanan su verme işlemi sonucu alüminyum alaşımları, tam olarak uygun bir sertlik ve mukavemete ulaşamazlar. Bu alaşımlarda maksimum sertlik ve mukavemeti elde etmek için alaşım

yaşlandırılır (Adın, 2002; Doğan,1989). Bu işlem soğuma yaşlanması olarak da bilinir.



Şekil 1.1. Al-Cu faz diyagramı ve Al % 4 Cu alaşımının çözeltiye alma işlemi, su verme ve çökeltme sertleşmesi safhalarında mikroyapı değişimleri (Erdoğan, 1996).

Çökelti sertleşmesinin ana mekanizması çözünen atomların uyumlu bir topluluk oluşturmasını sağlamaktır. Bu oluşum ile bir araya toplanan çözünen atomlar bir taraftan matris kristal yapısına uyum gösterirken atom boyutları arasındaki farktan dolayı büyük miktarda gerilme meydana gelir. Bu nedenle çökeltinin gerilme alanının varlığı malzemede dislokasyon hareketine engel olduğundan malzemeye daha fazla mukavemet veya gerilme kazandırır. Malzeme mukavemetinin artmasında önemli bir etki ise çökelti veya çözünen atom gruplarının uyumlu veya uyumsuz olmasına bağlıdır. Çökeltmenin ilk safhalarında ikinci faz tamamen oluşmakta, fakat ikinci fazın kine benzer bir kristal yapı katı ergiyikle sıkı temas halinde büyümektedir. İki yapı arasındaki atom dizilişi uygun ise katı ergiyik distorsiyona uğramaktadır. Bu küçük boyutlu çökelti parçacıkları ilk olarak 1938'de Guiner- Preston tarafından X ışınları ile bulunmuştur. Bundan dolayı bu ön kademe çökeltilerine literatürde GP zonları denir (Doğan, 1989). Guiner-Preston (GP) bölgesi olarak bilinen çözünen atomların çökeltleri kristal ve mikroyapıda değişiklik nedeniyle malzeme özelliklerinde önemli derece de etkili olurlar. GP bölgesinin boyutu, şekli ve dağılımı; alaşımın kimyasal bileşimi, uygulanmış olan mekanik ve ısıl işleme bağlıdır. GP bölgeleri X ışınları ile tanımlanabilirken bazı durumlarda elektron mikroskoplarıyla ile görülebilir. Çözen ve çözünen atom boyutlarının birbirine yakın olduğu durumlarda GP bölgeleri küresel şekildedir (Al-Ag ve Al-Zn). Ancak atom boyutları arasındaki fark büyükse (Al-Cu sistemi) GP bölgesi disk şeklinde olur. GP bölgeleri boyut itibarıyla yaklaşık 100Å çapında 10-15Å yüksekliğinde olup açıkça yeni bir faz veya yeni bir

kristal yapı oluşturmaktan ziyade matris kafesinde distorsiyona uğramış bir bölge oluştururlar. Bu tür oluşum tamamen dengeli bir yapı oluşturduğundan mikroyapıda önemli bir değişim olmadan ürettikleri geniş bir deformasyon ve dislokasyon hareketlerini kısıtlayan gerilme alanlarının oluşturmalarından dolayı malzemenin mekanik özelliklerini artırır (Adın, 2002; Doğan,1989).

2. Bilimsel Yazın Taraması

Özbek (2007), AA2618 alüminyum alaşımının solüsyona alma işlemiyle ilgili bir çalışma gerçekleştirmiştir. Solüsyona alma işlemleri 520-640 °C'de 14-24 saat boyunca uygulandıktan sonra yapay yaşlandırma uygulanmıştır. Optik mikroskopi, taramalı elektron mikroskopisi ve enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi teknikleri ile gerçekleştirilen karakterizasyon çalışmaları, 530 °C'de solüsyona alma işlemi neticesinde yeniden kristalleşmenin gözlenmediğini, bununla birlikte solüsyona alma işlem sıcaklığı 530 °C'nin üzerinde olduğu ve süre arttıkça yeniden kristalleşmenin meydana geldiğini ortaya koymuştur. Solüsyona alma işlem sıcaklığının artırılması hem tanecik hem de çökeltleri kaba taneli hale getirmiş ve böylece sertlikte önemli bir düşüş meydana gelmiştir.

Tao (2006), AA7055 alüminyum alaşımının mikro yapıları ve özellikleri, sertlik testi, çekme testi, elektriksel iletkenlik ölçümü, XRD ve TEM mikro yapı analizi kullanılarak 48 saate kadar farklı tekli-yaşlandırmada incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, yaşlandırmanın erken evresinde alaşımın sertliğinin ve mukavemetinin hızla arttığını, zirve sertliğine ve

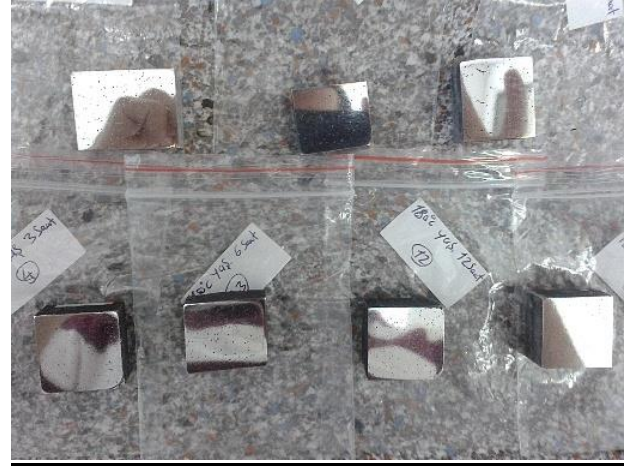
mukavemetine 120 °C'lik bir esneme sonrasında 4 saat boyunca yaklaşıldığını ve daha sonra uzun süre yüksek bir seviyede tutulduğunu göstermektedir. AA7055 alaşımının uygun tekli-yaşlandırma işlemi 480°C'de 1 saat çözündürme muamelesi ve su ile söndürme, daha sonra 120 °C'de 24 saat yaşlandırma işlemidir. Bu koşullar altında, çalışılan alaşımın akma mukavemeti, uzama ve elektrik iletkenliği sırasıyla 462 MPa,% 9.5 ve % 29 olarak tespit edilmiştir. Yaşlandırma sırasında katı çözelti parçalanır ve çökme meydana gelir. 120°C'nin erken yaşlandırma evresinde, GP bölgeleri oluşur ve yaşlandırma süresinin artmasıyla kademeli olarak büyür, η' fazı 4 saat boyunca yaşlandırma sonrası oluşur ve η fazı 24 saat yaşlandırmanın ardından başlar.

Demir vd (2008), Yapay yaşlandırmanın Al6061 alaşımının işlenebilirliği üzerindeki etkisi üzerine bir çalışma yapmıştır. Bunun için Al6061 numuneler işlem görmeden, solüsyona alınarak ve yapay yaşlandırma işlemlerinden sonra deneylere tabi tutulmuşlardır. Deneysel çalışmada, 180 °C'de farklı yaşlandırma sürelerinde numuneler hazırlanmış ve farklı kesme hızlarında numuneler işlenmiştir. Yüzey pürüzlülük değerlerinin bu parametrelerden oldukça etkilendiklerini tespit etmişlerdir Bununla birlikte, en düşük sertliğe sahip olan sadece solüsyona alınmış numunelerde kesme kuvvetleri azalırken; diğer numunelerin kesme kuvveti değerlerinde, yaşlanma ve kesme hızı parametrelerindeki değişikliklere rağmen önemli ölçüde etkilenmeye rastlamamışlardır.

Chen ve diğerleri (2009), 120 ve 160 °C'de yaşlandırılan AA 7055 alüminyum alaşımında çökme sertleşmeyi detaylı olarak araştırmışlardır. 60 dakika için 120°C'de yaşlandırma üzerine alaşımdaki GPI bölgeleri baskın fazdır. Metastabil η' fazı, 120°C'de 60 dakika yaşlandırıldıktan sonra alaşımda çökelmeye başlamış ve 300 dakika yaşlandırıldıktan sonra ana faz haline gelmiştir. Elde edilen sonuçlar, küçük GPI bölgesinin η' fazına dönüşmesinin, η' oluşumunun baskın mekanizma olduğunu ortaya koymuştur. GPI bölgelerinin ve η' fazlarının oluşumu ve büyümesi akma kuvvetinin yükselmesine neden olurken, η oluşumu ve kaba taneciklere dönüşmesi mukavemet kaybına neden olmuştur. η' , bu alaşımın azami sertleşmesinden sorumludur.

3. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, Alüminyum esaslı Al-25Zn-1Mg alaşımının incelenmiştir. Bu amaçla, ticari olarak döküm yoluyla Al-25Zn-1Mg alaşımı üretilmiştir. Dökülen alüminyum alaşımından freze tezgahında numuneler hazırlanmıştır. Döküm yoluyla üretilen malzeme ve deneylerde kullanılmak üzere hazırlanan numune örneği Şekil 3.1'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Dökülen malzeme ve hazırlanan numune örneği (Al_Saadi, 2017)

Freze tezgâhında 20mmx20mm ebatlarında kesilen numuneler yaşlandırma işlemine tabi tutulmak için gruplandırılmıştır. Gruplandırma işleminden sonra numunelere suni yaşlandırma işlemi uygulanmıştır. Freze tezgâhında kesilen numuneler işlemsiz, solüsyona alma, 1 saat, 3 saat, 6 saat, 12 saat ve 24 saat yaşlandırma işlemleri için yedi farklı gruba ayrılmıştır. Hazırlanan numunelerden bir kısmına hiçbir işlem yapılmamış olup; bu numunelerin dökümden alındığı şekliyle sertlikleri ölçülmüştür. Geri kalan numunelere ise suni yaşlandırma işlemi uygulanmıştır.

3.1. Suni Yaşlandırma İşlemi

3.1.1. Solüsyona Alma İşlemi

Deney numunelerine, öncelikle Süleyman Demirel Üniversitesi Malzeme Laboratuvarı'nda bulunan Elektro-Mag marka ısıtma işlem fırınında 530°C sıcaklıkta sekiz saat boyunca solüsyona alma işlemi uygulanmıştır. Sekiz saat süreyle fırında bekleyen numuneler daha sonra suda soğutulmuştur. Suda soğutulan numuneler daha sonra suni yaşlandırma işlemine tabi tutulmuştur. Bunun için numuneler 180°C sıcaklıkta 1, 3, 6, 12 ve 24 saat sürelerle fırında bekletilmiştir ve yapay yaşlandırılmıştır. Yaşlandırılan numuneler, fırından çıkarıldıktan sonra hava akımı olmayan bir ortamda oda sıcaklığına soğutulmuştur. Numuneler oda sıcaklığına soğutulduktan sonra doğal yaşlanmaya tabi olmamaları için buzluğa konularak muhafaza edilmiştir.

3.2. Sertlik Ölçme

Suni yaşlandırma işlemine tabi tutulan numunelerden, her bir numune grubundan birer adet numune sertlik değerlerinin belirlenebilmesi amacıyla yüzey temizleme işlemine tabi tutulmuştur.

Bu amaçla numuneler Süleyman Demirel Üniversitesi Triboloji Laboratuvarı'nda bulunan ve Şekil 3.2'de gösterilen METKON Forcipol 1V marka cihazda zımparalama ve yüzey parlatma işlemine tabi tutulmuştur. Numuneler öncelikle sırasıyla 200, 400, 600, 800, 1000, 1200 ve 1500 meshlik su zımparalarıyla zımparalanmış; daha sonra 3µm ve 1µm elmas solüsyonla parlatılmıştır.



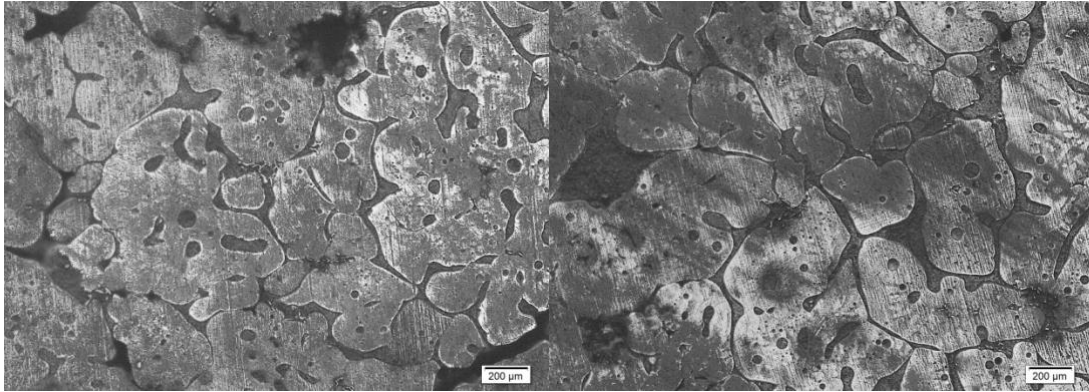
Şekil 3.2. Zımparalama cihazı (Al_Saadi, 2017)

Yüzey temizleme işlemleri tamamlanan numunelerin, Metkon MH-3 marka sertlik cihazında Vickers sertlik değerleri ölçülmüştür. Sertlik ölçümleri esnasında numunelere, elmas konik uç yardımıyla 200g yük 15s süre ile uygulanmıştır. Numune yüzeylerinde yedi sertlik ölçümü gerçekleştirilmiş olup; sertlik değeri olarak, bu ölçümlerin aritmetik ortalaması kullanılmıştır.

3.3. Mikroyapı İncelemeleri

Suni olarak yaşlandırılan Al-25Zn-1Mg numunelerin mikroyapılarının incelenmesi amacıyla tıpkı sertlik ölçme işlemine yapıldığı gibi numunelerin yüzeyleri sırasıyla 200, 400, 600, 800, 1000, 1200 ve 1500 meshlik su zımparalarıyla zımparalanmış; daha sonra 3µm ve 1µm elmas solüsyonla parlatılmıştır. Bundan sonra 95ml saf su, 2ml HCl, 2ml HNO₃ ve 1ml HF yardımıyla oluşturulan çözeltide numuneler iki dakika süreyle dağlanmıştır. Dağlanan numunelerin mikroyapı fotoğrafları, OLYMPUS marka SC100 model optik mikroskopta çekilmiştir.

Şekil 3.3. a ve b sırasıyla işlem görmemiş ve solüsyona alınmış numunelerin iç yapı fotoğraflarını göstermektedir. İşlem görmemiş ve solüsyona alınmış numunelerin içyapı fotoğrafları incelendiğinde; her iki numunede tanelerin farklı büyüklüklerde ancak eş eksenli tanelerden meydana geldikleri tespit edilmiştir. Tane büyüklüğü ölçümünde solüsyona alınan numunelerin boyutlarının işlemsiz numunelerin boyutlarından daha büyük olduğu görülmüştür. Deneyler sırasında kullanılan işlem görmemiş numunenin tane boyutu 96µm olarak ölçülürken; solüsyona alınmış numunelerin tane boyutu ise 112µm olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlar solüsyona alınan numunelerin ana malzemeye göre daha iri taneli olduğunu göstermektedir.



a)

b)

Şekil 3.3. Numunelerin optik mikroskop görüntüsü (a) İşlem görmemiş, (b) solüsyona alınmış (Al_Saadi, 2017)

4. Araştırma Bulguları

Bu çalışmada yatak malzemelerinde görülen en önemli sorunlardan biri olan aşınma problemi ile ilgili olarak malzemelerin sertlik değerleri incelenmiştir. Yatak malzemelerinden genellikle yüksek aşınma ve korozyon direnci ile yüksek yorulma dayanımı gibi özellikler beklenmektedir. Bu

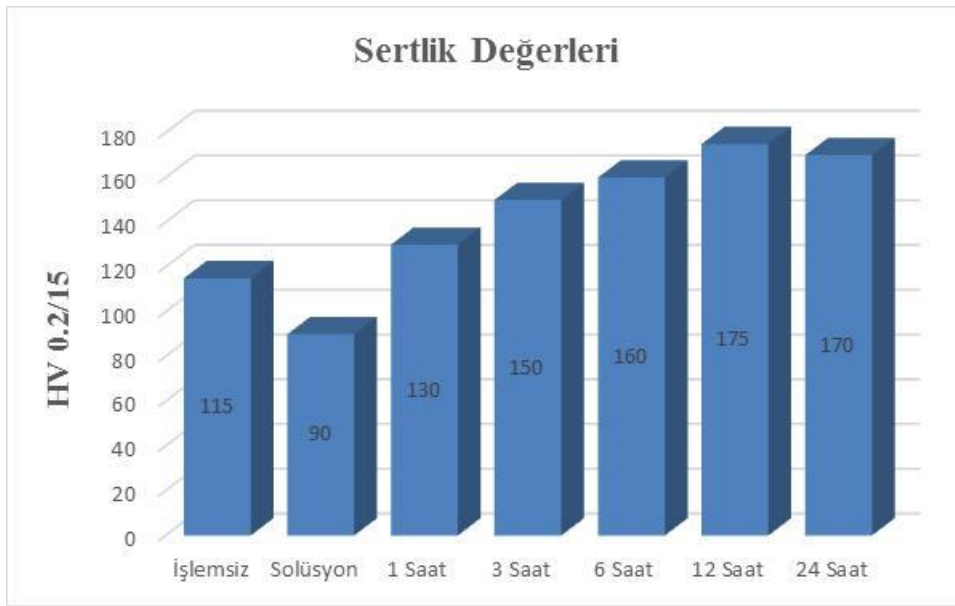
özelliklerden yola çıkarak klasik yatak malzemelerinden daha ucuz ve daha kolay üretilen yatak malzemeleri geliştirilmektedir. Bu çalışmada kolay bulunabilirlik, ekonomiklik, hafiflik, yüksek korozyon direnci, yüksek yorulma dayanımı gibi özellikler sergileyen alüminyum alaşımlarına çinko alaşım elementi ilave edilmiş ve ısıl işlem uygulanarak aşınma dirençlerinin artırılmasına

çalışılmıştır. Böylece bu çalışmanın, yataklarda özellikle aşınmadan kaynaklanan maddi kayıpların azaltılmasına yardımcı olması beklenmektedir.

Alüminyum esaslı Al-25Zn-1Mg alaşımının, sertlik değerlerinin incelenbilmesi amacıyla, ticari olarak, döküm yoluyla Al-25Zn-1Mg alaşımı üretilmiştir. Dökülen alüminyum alaşımından freze tezgâhında numuneler hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler işlemsiz, solüsyona alma, 1 saat, 3 saat, 6 saat, 12 saat ve 24 saat yaşlandırma işlemleri için yedi farklı gruba ayrılmıştır. Her bir grup için toplam 18 adet numune hazırlanmıştır. Hazırlanan numunelerden bir kısmına hiçbir işlem yapılmamış olup; bu numuneler dökümden alındığı şekliyle deneylere tabi tutulmuştur. Geri kalan numunelere yukarıda

belirtilen şartlarda suni yaşlandırma işlemi uygulanmıştır.

Yaşlandırma işlemi için numuneler öncelikle 530°C sıcaklıkta sekiz saat boyunca solüsyona alınmış olup; bu sıcaklıkta sekiz saat süreyle bekletilmişlerdir. Sekiz saat süreyle solüsyona alınan numunelere daha sonra su verilmiştir. Su verme işleminden sonra numuneler 180°C sıcaklıkta sırasıyla 1, 3, 6, 12 ve 24 saat sürelerle fırında bekletilmiş ve yapay olarak yaşlandırılmıştır. Yapılan bu işlemlerden sonra her bir numune grubundan örnekler alınarak yüzey temizleme işlemi gerçekleştirilmiş ve daha sonra numunelerin Vickers sertlik değerleri ölçülmüştür. Numunelerin ölçülen sertlik değerleri Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Numunelerin sertlik değerleri (Al_Saadi, 2017)

Özbek (2007), AA2618 alüminyum alaşımının solüsyona alma işlemiyle ilgili bir çalışma gerçekleştirmiştir. Solüsyona alma işlemleri 520-640°C'de 14-24 saat boyunca uygulandıktan sonra yapay yaşlandırma uygulanmıştır. Yapmış olduğu karakterizasyon çalışmaları, 530°C'de solüsyona alma işlemi neticesinde yeniden kristalleşmenin gözlenmediğini, bununla birlikte solüsyona alma işlem sıcaklığı 530°C'nin üzerinde olduğu ve süre arttıkça yeniden kristalleşmenin meydana geldiğini ortaya koymuştur. Solüsyona alma işlem sıcaklığının artırılmasıyla hem tanecik hem de çöktüler kaba taneli hale geldiğini ve böylece sertlikte önemli düşüşler meydana geldiğini ifade etmiştir.

Bu çalışmada da Şekil 4.1 incelendiğinde, solüsyona alınan numunelerin sertlik değerlerinin HV90 olarak en düşük sertlik değerini aldıkları; yaşlandırma işlemine bağlı olarak 12 saatlik suni yaşlandırma

işlemine kadar sertlik değerinde artışlar olduğu görülmektedir. Şekil incelendiğinde, en büyük sertlik değerinin 12 saat suni yaşlandırma işlemi sonrasında elde edildiği ve sertlik değerinin HV175 olduğu görülmektedir. 24 saatlik yaşlandırma işlemi uygulanan numunelerin sertlik değerinin ise düşüşe geçmeye başladığı tespit edilmiş olup; bu değer HV170'dir.

5. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada yatak malzemelerinde görülen en önemli sorunlardan biri olan aşınma problemiyle ilgili olarak alüminyum alaşımlarının sertlik değerleri deneysel olarak incelenmiştir. Klasik yatak malzemelerine alternatif olabileceği düşünülen alüminyum esaslı Al-25Zn-1Mg alaşımının sertlik değerlerinin incelenbilmesi amacıyla, ticari olarak, döküm yoluyla üretilmiştir. Dökülen alüminyum

alaşımından numuneler hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler işlemsiz, solüsyona alma, 1 saat, 3 saat, 6 saat, 12 saat ve 24 saat yapay yaşlandırma işlemleri için yedi farklı gruba ayrılmıştır. Yapılan deneyler neticesinde yaşlandırma işlemine bağlı olarak tüm numunelerin sertlik miktarlarında artışlar olduğu tespit edilmiştir. En küçük sertlik değeri solüsyona alınan numunelerde HV90 olarak; en büyük sertlik değeri ise 12 saatlik suni yaşlandırma işleminde elde edildiği ve sertlik değerinin HV175 olduğu tespit edilmiştir. 24 saatlik yaşlandırma işlemi uygulanan numunelerin sertlik değerinin ise düşüşe geçmeye başladığı tespit edilmiş olup; bu değer HV170'dir.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan alüminyum alaşımları, SDÜ-BAP 3859-M-14 nolu proje aracılığıyla temin edilmiştir. Yazarlar, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür eder.

Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar

Demirci, K.M., (2012). Dünya Alüminyum Ticaretinde Türkiye'nin Yeri. Metalurji Dergisi, 161, 17-29.

Askeland,(1990). Erişim Tarihi,14.05.2015.

Altenpohl, D., (2002). "Aluminium Viewed from Within Producing", Internal Report 2-14.

Alper, M.G., (2003). Alüminyum Sürekli Döküm Yöntemi İle Üretilmiş 5052-5152 Alüminyum Alaşımlarının Şekillendirilebilirlik Kabiliyetlerinin Belirlenmesi. İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 102s, İstanbul.

Ayla Alüminyum, (2015). Erişim Tarihi,20.04.2015.
<http://www.ayla-aluminyum.com.tr>.

Kılıç N., (2003). "2. Alüminyum Sempozyumu ve Sergisi ve Sonuç Bildirgesi" İzmir, 15-20.

Baydoğan, M., (2003). "Retregasyon ve Yeniden Yaşlandırma Uygulanmış 2014 ve 7075 Kalite Alüminyum Alaşımlarının Mekanik ve Korozyon Özelliklerinin İncelenmesi", Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 20-80.

Sun, Y., (1998). "Yaşlanabilir Alüminyum Alaşımlarının Aşınma davranışları",Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 58-69.

Adın, B., (2002). "AA2014 Alaşımında Yaşlandırma Isıl İşleminin İslenebilirlik Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Metal Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, 129.

Doğan M., (1989). "Alüminyumların ısı işleme", Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 54.

Erdoğan M., (1996). "Al-Li-Cu-Mg Alaşımlarında Yaşlandırma Mekanizması ve Isıl İşleme", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 140.

Özbek, I., (2007). A Study on The Re-resolution Heat Treatment of AA 2618 Aluminum Alloy. Materials Characterization, 58(3), 312-317.

Demir, H., Gündüz, S. (2009). The Effects of Aging on Machinability of 6061 Aluminium Alloy. Materials & Design, 30(5), 1480-1483.

Tao, W., Yin, Z. M., Kai, S. H. E. N., & Jie, L. I. (2007). Single-Aging Characteristics of 7055 Aluminum Alloy. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 17(3), 548-552.

Chen, J., Zhen, L., Yang, S., Shao, W., & Dai, S., (2009). Investigation of Precipitation Behavior and Related Hardening in AA 7055 Aluminum Alloy. Materials Science and Engineering: A, 500(1), 34-42.

Al_Saadi, H.I.A., 2017. Alüminyum Esaslı Al-25Zn-1Mg Alaşımının Tribolojik Özelliklerinin Deneysel Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 63s. Isparta/Türkiye