

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GELENEKSEL DÖKÜM VE HIZLI KATILAŞTIRILMIŞ Al-2Sc
ALAŞIMLARININ MİKROYAPI VE ELEKTRİKSEL
ÖZELLİKLERİ**

Amal Mustafa M. ALGEROU

**DANIŞMAN
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Doç. Dr. M. Fatih KILIÇASLAN
Prof.Dr. Özkan KÜÇÜK
Doç. Dr. Ercan KARAKÖSE**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

KASTAMONU - 2017

TEZ ONAYI

Amal Mustafa M. ALGEROU tarafından hazırlanan “Geleneksel Döküm ve Hızlı Katılaştırılmış Al-2Sc Alaşımlarının Mikroyapı ve Elektriksel Özellikleri” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

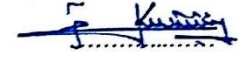
Danışman

Doç. Dr. M. Fatih KILIÇASLAN
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Özkan KÜÇÜK
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Ercan KARAKÖSE
Çankırı Karatekin Üniversitesi



17/ 01/ 2017

Enstitü Müdür V.

Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ



TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.


Amal Mustafa M. ALGEROU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GELENEKSEL DÖKÜM VE HIZLI KATILAŞTIRILMIŞ Al-2Sc ALAŞIMLARININ MİKROYAPI VE ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLERİ

Amal Mustafa M. ALGEROU

Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Muhammed Fatih KILIÇARSLAN

Bu tez, ($X = 20$) alaşımlarının bulunduğu yerde, ikili alaşımlar olarak Al-XSc'nin mikroyapı ve elektriksel özellikleri üzerine skandiyum ilavesinin gerçek (Al% 99.9) davranışına etkisi. Bu bağlamda, aksi belirtilmediği sürece Al-XSc nominal bileşiminin ana alaşımları olarak elemental Al (% 99.9 saflık), Sc (99.999 saflık) kullanılmıştır ($X = 20$ tüm yüzdelere Wt'dir). Ana alaşımlar bir indüksiyon ısıtma eriticisinde üretildi. Daha sonra, ana alaşımların hızla katılmış karşılıkları, erimiş alaşımların basınç altında 200 mbar'lık basınçlı Argon ile bir Edmund Buhler-SC eriyik-döndürücü kullanılarak hazırlandı. Tüm hava şartlarında yapılan üretim becerileri. İncelenen numunelerin mikroyapılarının X-ışını difraktometrisi (XRD), taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve transmisyon elektron mikroskopisi (TEM). Optik, SEM ve TEM mikroskopi çalışmaları, her iki numunede Al ve Scandium elemanlarının düzgün bir dağılım gösterdiğini (Al matrisi) gösterdi ve XRD enstrümanının olmaması nedeniyle Al₃Sc'nin intermetalik fazının saptanması yok.

Anahtar Kelimeler: Hızlı katılaştırma, mikroyapı, alüminyum alaşımı, elektriksel özellikler.

2017, 44 sayfa

Bilim Kodu: 91

ABSTRACT

Msc. Thesis

MICROSTRUCTURE AND ELECTRICAL PROPERTIES OF CONVENTIONAL CAST AND RAPIDLY SOLIDIFIED Al-2Sc ALLOY

Amal Mustafa M. ALGEROU

Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Engineering and Material Sciences

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Muhammed Fatih KILIÇARSLAN

This thesis, the effect of scandium addition on the behavior of real (Al 99.9%) on microstructure and electrical properties of Al-XSc as binary alloys, where (X = 20) alloys have been reported. In this context, elemental Al (99.9% purity), Sc (99.999 purity) were used as master alloys of nominal composition Al-XSc (X = 20 all percentage are Wt%) unless otherwise stated. The master alloys were produced in an induction heating melter. Then the rapidly solidified counterpart of the master alloys was prepared using an Edmund Buhler-SC melt-spinner, where the molten alloys were in pressure by pressurized Argon of 200 mbars. All production skills performed in Air atmosphere. X-ray diffractometry (XRD), scanning electron microscopy (SEM) and transmission electron microscopy (TEM) of the microstructure of samples investigated. The optical, SEM and TEM microscopy studies showed a uniform distribution of Al and Scandium elements in both samples (Al matrix) and there is no detection of an intermetallic phase of Al₃Sc because of lack of XRD instrument.

Key Words: Rapid solidification, microstructure, aluminum alloys, electrical properties.

2017, 44 pages

Science Code: 91

TEŞEKKÜR

Danışmanım Doç. Dr. Muhammed Fatih KILIÇASLAN'a araştırma projesi süresince yaptığı danışmanlık, rehberlik ve içten yol göstericiliği ve sağladığı çok değerli tavsiyeler için ve ayrıca bir araştırmacı bilim insanı olma yönünde gelişimime olanak sağladığı için özel olarak minnettarlığımı ifade etmek istiyorum.

Çalışma boyunca sağladıkları destek, teşvik ve gösterdikleri sabır için anne ve babama teşekkürlerimi sunuyorum.

Laboratuvar çalışmalarında sağladığı yardım ve göstermiş olduğu sabır için eşime teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmalarım için burs desteği sağlayan ülkem Libya'ya ve sağladığı eğitim imkânı için Kastamonu Üniversitesi'ne minnettarlığımı ifade etmek istiyorum.

Amal Mustafa M. ALGEROU

Kastamonu, Ocak, 2017.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
TAAHHÜTNAME.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
GRAFİK DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ	xii
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Alüminyum Scandium alaşımları	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	4
3. MATERYALLER VE METOD	8
3.1. Numune Üretim Metodları.....	8
3.2. Hazırlama Metodları	8
3.3. Mikroskopi ve SEM Numune Hazırlanması.....	8
3.3.1. Numune	9
3.3.2. Numune Hazırlama Süreci	10
3.4. Metallerin Metalografik Numunesinin Hazırlanması	11
3.4.1. Soğuk Gömme.....	11
3.4.2. Taşlama ve Parlatma	13

3.4.3. Dağlama	15
3.5. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)	16
3.6. X-Işını Difraksiyonu –XRD.....	18
3.6.1. X-Işını Difraksiyon (XRD) Analizi	19
3.7. Elektrik Özellikleri.....	20
3.7.1. Elektriksel Direnç.....	20
3.7.2. Elektriksel İletkenlik (σ)	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	22
4.1. Alüminyum Alaşımların İngot ve Rsp Olarak SEM Araştırması	22
4.2. XRD - Sonuçları	24
4.3. EDS- SEM Analiz Sistemi.....	27
4.4. Geleneksel ve RSP Al 2%Sc Alaşımlarının Elektrik Özellikleri.....	35
4.4.1. Al -2% Sc –Hava Atmosferi Altında Dökme Alaşımı, (Al-Sc Alaşımının Elektrik İletkenliği).	35
5. SONUÇ	38
6. ÖNERİLER.....	40
KAYNAKLAR	41

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Al	Alüminyum
RS	Hızlı Katılaştırma İşlemleri
Sc	Skandiyum
SEM	Taramalı Electron Mikroskobu
XRD	X-Işını Difraksiyon
TEM	Transmisyon Elektron Mikroskopisi
EZ001	Eriyen-Sarma Cihazı Cihazı Kodu
D.C	Doğru Akım

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Gömülmüş bir numune.	12



GRAFİK DİZİNİ

	Sayfa
<u>No table of figures entries found.</u>	
Grafik 4.1. Al-2Sc ingot değerlerinin X-Işını Difraksiyon paternleri.....	25
Grafik 4.2. Al-2Sc C Şerit- değerlerinin X-Işını difraksiyon paternleri	26
Grafik 4.3. Fotoğraf 4.5’de gösterilen noktaların analiz grafikleri	28
Grafik 4.4. Gösterilen noktaların analiz grafikleri	30
Grafik 4.5. Fotoğraf 4.7’de gösterilen noktaların analiz grafikleri	31
Grafik 4.6. Fotoğraf 4.8’de gösterilen noktaların analiz grafikleri	33
Grafik 4.7. Dökme alaşım olarak hava atmosferi altında Al-2Sc alaşımları.....	36
Grafik 4.8. Eriyikten çekme alaşım olarak soğuk atmosfer altında Al-2Sc alaşımları (Şerit şeklinde).....	37
Grafik 5.1. Al-2Sc alaşımının dirençliliği.....	40
Şekil 5.1. Al-2 Sc alaşımının dirençliliği.	39

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 4.1. Dökme alaşımlarda yoğunluk ve difraksiyon açısı arasındaki ilişki..	24
Tablo 4.2. Şerit alaşımlarda yoğunluk ve difraksiyon açısı arasındaki ilişki	25
Tablo 4.3. Fotoğraf 4.5’de gösterilen noktaların bileşimleri.....	28
Tablo 4.4. Fotoğraf 4.6’da gösterilen noktaların bileşimleri.....	30
Tablo 4.5. Fotoğraf 4.7’de gösterilen noktaların birleşimleri.....	31
Tablo 4.6. Fotoğraf 4.8’de gösterilen noktaların birleşimleri.....	34
Tablo 4.7. % 2 Sc katkılı dökme alaşımın sıcaklığı ve dirençliliği arasındaki ilişki.....	35
Tablo 4.8. %2 Sc katkılı şerit alaşımın sıcaklığı ve dirençliliği arasındaki İlişki	36

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

	Sayfa
Fotoğraf 3.1. Eriyik savurma cihazı	9
Fotoğraf 3.2. Şerit üretimi	10
Fotoğraf 3.3. Gömülmüş bir numune (tipik boyutları göstermektedir)	12
Fotoğraf 3.4. Döküm örneği	12
Fotoğraf 3.5. Şerit örneği	13
Fotoğraf 3.6. Taşlamada kullanılan zımpara kağıdı seti	14
Fotoğraf 3.7. Örneklerin taşlama ve parlatma makinası işlemi.....	14
Fotoğraf 3.8. Yumuşak zımpara	15
Fotoğraf 3.9. Elmas süspansiyon solüsyonu	15
Fotoğraf 3.10. Elektron dikeci, numune haznesi, ED detektörü, elektronik konsol ve görsel görüntü ekranlarını gösteren tipik bir SEM cihazı	17
Fotoğraf 3.11. X – Işını difraksiyon makinası - XRD.....	18
Fotoğraf 4.1. Alüminyum Scandium 2% Alaşımlarının Dökme - kat büyütme 2500-5000X değerlerinin SEM Görüntüsü	22
Fotoğraf 4.2. Alüminyum Scandium 2% Alaşımlarının Dökme - kat büyütme 10000-2000 X değerlerinin SEM Görüntüsü	22
Fotoğraf 4.3. Alüminyum Scandium 2% Alaşımlarının Şerit- kat büyütme 2500X-5000X değerlerinin SEM Görüntüsü.....	23
Fotoğraf 4.4. Alüminyum Scandium 2% Alaşımlarının Şerit- kat büyütme 1000X-2000X değerlerinin SEM Görüntüsü.....	23
Fotoğraf 4.5. Al-2Sc dökme alaşım farklı noktalardan alınan EDS.....	27
Fotoğraf 4.6. Al-Sc şerit alaşım- Şerit Bölgeye ait EDS Görüntüsü	29
Fotoğraf 4.7. Al-Sc şerit alaşım- Şerit farklı noktalar dan alınan EDS	30
Fotoğraf 4.8. Al-Sc şerit alaşım- Şerit farklı noktalardan alınan EDS	33

1. GİRİŞ

1.1. Alüminyum Scandium alaşımları

Al-Sc alaşımları yaygın aşınma direnci ve kaynak edilebilirlik özelliklerine sahip olarak tanımlanmışlardır; güvenilir, hafif ve yüksek sıcaklıkta oldukça dayanıklıdırlar. Ayrıca Al-Sc bileşikler süper plastik şekillendirme işlemlerinde oldukça uygundurlar. Örneğin bu günlerde, hafif ve oldukça dayanıklı olması gereken donanımı atmakta kullanılmaktadırlar.

Her durumda, Skandiyum (Sc), alüminyum (Al) alaşımlardaki uygun alaşım bileşeni olarak kabul edilmektedir ve küçük bir Sc-büyümesi bir dizi Al alaşım bazlarındaki materyal özelliklerini artırabileceğini göstermiştir. Sc-genleşmesinin faydalı etkilerinin büyük çoğunluğu füzyondaki Al₃Sc evresinin gelişimi ile bağlantılıdır. Al₃Sc evresinin oluşturulmuş alüminyum birleşim moleküllerini ele almak, her birinin alaşımın mikroyapısı ve özelliklerini belirli bir yöntem içinde etkilediği üç belirgin koşul altında şekillenebilir.

Dökme ve kaynaklamanın ardından güçlendirme boyunca alaşımın 400–600 °C aralığında yüksek ısıda hazırlanması, örneğin homojenleştirme, sıcak haddeleme gibi, Al₃Sc moleküllerinin kalın bir yayılımını verebilir. 250–350 °C aralığındaki ısı işlemi, Sc’de aşırı doymuş bir alaşımın kritik çökelti sertleştirmesini harekete geçirebilir (Røysset ve Ryum, 2005). Ancak Sc, alüminyum dökümler içindeki döküm moleküllerinin en önemli arıtıcılarından biridir (Davydov, Rostova, Zakharov, Filatov ve Yelagin, 2000). Kaynaklanmış Al bölümlerinin ısıtma bölgesinde tanecik sınır gelişimini sınırlandırmıştır. Dahası, diğer metaller arası evrelerden daha az enine kesit değişkeni olan metaller arası Al₃Sc hızlandıkça, arıtılmış ve değiştirilmiş mikroyapı olarak ortaya çıkarak, hem metaller arası hem de alüminyum evreler için heterojen çekirdeklenme tekrarını artırmıştır (Ahmad, 2003).

Al son molekülünün içindeki küçük bir Sc içeriğinin, Al-5Ti-1B içindeki aynı kıyas miktarında Sc’nin 50% düşüğü boyutunda olduğunu buldular. Al alaşımlarının

içindeki Sc lerle birlikte Zr ekleri, Al-Mg-Si-Mn numunelerinin molekül büyüklüğünü azaltabilir (Uzun, Yılmaz, Kölemen ve Başman, 2011).

Bugünlerde, havacılık sanayisinin geliştirilmiş özel güçlülük ve çatlamaya karşı dirençli yeni hafif maddelere önemli bir ilgisi vardır. Kayda değer tane küçültme, kaynaklamayı güçlendirme ve kaynaklamadaki ısı gerilme çatlamasını yok etme gibi çok yüksek birleşim özelliklerinden dolayı önemli avantajları olan azıcık Sc ilaveli Al-Sc alaşımları, yapısal ve koruyucu maddeler olarak uçak sanayisinde geniş bir popülerlik kazanmaktadır (Ahmad, 2003).

Ayrıca, insanlarca uzayın keşfi için aktivitelerin hızlı yükselişi ile birlikte, bölgede çöküntü skorları üretilmiştir (Flury, 1995). Sc içeren Al alaşımları yüksek güçlü Al alaşımlarına göre bir dizi avantaj gösteren yeni nesil yüksek-performans alaşımlarını temsil etmektedir. Sc içeren Al alaşımları gösterdikleri kayda değer tane küçültme, kaynaklamayı güçlendirme ve kaynaklamadaki ısı gerilme çatlamasını yok etme özellikleriyle diğer yüksek güç alaşımlarından daha güçlüdürler.

Bu Sc-içeren Al alaşımları havacılık sanayisindeki uygulamalarda gözcü materyaller olduklarını kanıtlamışlardır. Ancak şimdiye kadar Al-Sc alaşımının dinamik etki tepkisi ile ilgili çok az şey bilinmektedir (Lee ve Chen, 2008).

Hızlı katılaştırma işlemi, geleneksel olarak işlem görmüş alaşımlar üzerinde mekanik özelliklerin belirgin bir çoğalmasını göstermektedir (Zhang vd, 2013) Ayrıca, 104 K s l'yi aşan soğutma hızında metalik eriyikleri soğutarak yarı kristal, nanokristal ve biçimsiz alaşımlar gibi yarıkararlı materyaller üretmek mümkündür.

Hızlı katılma özellikle alüminyum alaşımlar için caziptir çünkü alüminyum kafesteki bazı alaşım elementlerinin sınırlı denge katı çözünürlükleri, erken katılma süreci boyunca uzayabilir (Biol, 2007). Çeşitli hızlı katılma metodları arasında, gaz atomizasyonu (Kalay, Chumbley, Anderson ve Napolitano, 2007) ve püskürtümlü bırakıntının yanı sıra eriyik savurma geniş ölçüde kullanılmaktadır. Daha geniş bakır silindirler genişliğinde olan geniş boyutlu alüminyum alaşım eriyik savurma şeritleri ve endüstriyel olarak kullanılan Fe-bazlı biçimsiz eriyik savurma şeritleri gibi eriyik savurma orifisi aralıksız olarak 300 mm üretebilir ve eriyik savurma şeritlerinin yüzey

kalitesi teknolojik parametrelerin ayarlanmasıyla üretilebilir. Sonuç olarak, iyi yüzey kaliteli alüminyum alaşım eriyik savurma şeritleri, çok katlı süperpozisyon tarafından yüksek dayanıklı ışıklı yapısal ve koruyucu madde olarak görev yapar. Al-Si alaşımlarının iyi döküm kabiliyeti, yüksek dayanıklılık, muhteşem korozyon direnci ve ısı genleşme özelliklerinin düşük katsayısından ve havacılık, araba ve elektronik alandaki geniş uygulamalarından dolayı (Heard, Donaldson ve Bishop, 2009) bu alüminyum alaşım eriyik savurma şeritleri serisinin mikroyapı ve mekanik özelliklerini incelemek için çok çalışma yapılmıştır (Chen, Lei ve Zhang, 2011).



2. LİTERATÜR TARAMASI

Skandiyum metal; krom, alüminyum ve magnezyum gibi, ya da alaşım elementi olarak skandiyum gibi metal bileşimlerinin dayanıklılığını artıran alaşım yapma ile geniş bir şekilde ilişkilidir.

Saf alüminyumun tipik bir şekilde kritik uygulamalarda kullanıldığının anlaşılmasının gerçek kanıtı ve esas bölümlerin üretimi için yeterli dayanıklılıkta olan alüminyum temin etmek için farklı elementlerin alüminyuma alaşım bileşeni olarak eklenmesi önemlidir. Bunun yanı sıra, bu alüminyum bileşenlerine eklenen element nedir? Aynı şekilde, materyalin performansını elde etmek için belirli bir son hedef ile bu alaşımı oluşturmak için hangi yöntem kullanılmıştır. Dahası, bu bileşimler hangi uygulamalarda kullanılmıştır? Genelde temel alüminyum malzemelerin özelliklerini, yaygın olarak 2%'ye (ağırlıkta) kadar skandiyum eklemek suretiyle skandiyumla alaşım yaparak değiştirmek ve geliştirmek mümkündür. Ne zaman skandiyum ve alüminyum metalleri bir sıvı içinde birleştirilirse, bu iki bileşim, seçilen soğutma sıcaklığına ve mevcut bulunan Al-Sc oranına bağlı olarak, farklı metallerarası evreler kurmak için kullanılabilirler. Bu aşamaların en cazip olanı skandiyumu alüminyumla birlikte termodinamik dengede tutan Al_3Sc 'dir. Alüminyum alaşım materyallerinin bileşke sonucunun özellikleri ve mikroyapısına en etkileyici etkiyi oluşturan, Al-Sc diyeceğimiz yapıdır (Jariwala, Sangwan, Lauhon, Marks ve Hersam, 2014).

Bazı belirli uygulamalar için sıradışı özelliklerde belirli bileşimler oluşturmak için skandiyum, titanyum, zirkonyuma benzer geniş çeşitlilikte alaşım bileşeninin yayılması ile bağlantılı aynı sonuca odaklanmış geniş bir dizi iş vardır. Genel olarak, bir hızlı katılmış alaşım olan (şerit şeklinde) 2%'lik alüminyum skandiyum bileşeni hakkında daha çok teknik bilgi toplamanın neden zor olduğu ile ilgili bizim çalışmamız gibi çok az çalışma vardır (Litynska-Dobrzynska, Dutkiewicz, Maziarz ve Góral, 2011).

Venkateswarlu, Rajinikanth, Ray, Xu ve Langdon, 2010, 40-25-mikron metreden Al 2% tanecik boyutu artışı ile Skandiyum ekleyerek, Al-2%Si bileşimlerinin mekanik

özelliklerinin değişimi üzerinde çalışmıştır. Bu genişleme ince Al Sc çökeltilerinin varlığından dolayıdır.

Costa, Puga, Barbosa ve Pinto, 2012, başka bir çalışmada bulunmuşlardır. Alüminyum-Skandiyum alaşımların katılaşma biçimi, karışımdaki Sc içeriğinden 0.5–1%’e kadar bağımsızdır. Bu, çökelti kinetiklerinin yanısıra, dökme bileşenleri yıpranarak, yüksek metod işlemi görmeden ve en büyük sertleştirmeyi artırarak, açıkça aktif düzenlemenin aşırı doyma seviyesine bağlıdır.

Litynska-Dobrzynska vd, 2011, başka bir çalışmada, Sc ve Zr ilave etmenin dökme şeritlerin mikrosertliğine çok az bir artış getirdiğini keşfetmişlerdir. Sc ve Zr’de şerit gibi güçlü evreler olan Al katı çözeltisindeki birincil alaşım elementlerinin ayrışması gözönünde tutulduğunda, 400–460°C’de ısı kürü uygulamak mikrosertlik artışı getirmiştir. Frank Palm1, ve ark (Palm, Leuschner, Schubert ve Kieback, 2010) başka bir çalışmada, eriyik savurmada yüksek soğutma hızının, geleneksel ergime metalurjisi ile bağlantılı olan alüminyumdaki üst Sc ve Zr yoğunlaşmasının başıncılı kapanmasına neden olduğunu bulmuşlardır.

Alaşımlanan bileşenlerin etkili bir şekilde zorla eritilmesi hızla sertleştirilen maddenin sertliğinde bir düşüşe yol açmaktadır. Önemli yüksek soğutma hızlarının şeritin bölümleri içinde, sertlikte oluşan artış tarafından kontrol edilen Al₃(Sc_{1-x}; Zr) – gibi metaller arası evreleri oluşturan ısıtma işlemde çözülmüş Sc işleminin ortasında tamamlanması gerektiği görülmektedir.

Tarnacki ve Kim, 1989, başka bir çalışmada, metaller arası Al₃Sc’nin hem geleneksel hem de hızla katılaşmış durumlar için emsalsiz olduğunun düşünülmesinin dikkate değer olduğunu ortaya koymuşlardır, çünkü yaygın olarak kolay kırılabilen metaller arası karışımları tane küçültme ve birleşik yapı homojenliği ile birlikte faydalı bir şekilde etkileyebilir. Bu etkilerin Al₃Sc üzerinde özel bir önemi vardır çünkü Al₃Sc katılaştırılmış özel şekilli bir çizgi elementidir, hem kabaca dökülmüş hem de hızlıca katılaştırılmış durumlar için emsalsiz bir metaller arası bileşendir. Hızlı katılaştırma işlemleri (RS) tipik hassas metaller arası bileşenleri, mikroyapı arıtmasını ve alt aşama homojenliğini avantajlı bir şekilde etkileyebileceği için, ilgi çekicidir. Bu etkiler

Al₃Sc için özel önem arz etmektedir çünkü peritektik alaşım şekilli bir çizgi bileşenidir, tamamlanmamış çerçeveli ön bileşendir ve kısmen oluşturulmuş kablo kompleksidir.

Litynska-Dobrzynska vd, 2011, başka bir çalışmada Zr ve Sc ilave edilerek Hızlı Katılaştırılmış Al-12Zn-3Mg-1.5Cu alaşımlarının mikroyapısı üzerinde çalışmışlardır. Al-12 Zn-3 Mg-1.5 Cu (in mass%) bileşeninin hızlı katılaştırılması ile yapı değişiklikleri ve Zr ya da Sc+Zr yükselişinin etkisini belirlemek araştırılmıştır. 30-50 mm kalınlığındaki hızlıca katılaştırılmış şeritler eriyik savurma tekniği ile alınmış ve mikrosertliğin yaklaşık 230 HV büyüklüğüne çıkmasına yol açmıştır.

Yürüttükleri başka bir çalışmada, çökelti- uyarılmış Al-0.18 Wt.% Sc bileşenlerinin mekanik özelliklerini incelemişler ve 30 vol. % Al₂O₃ dağılımı olan bileşenlerin 25, 300 and 350 °C’de öğrenildiğini görmüşlerdir. Al₃Sc etkisi farklı eskitme işlemleri vasıtasıyla boyutu hızlandırmaktadır. Mikrosertlik ölçütü her iki atom kitlesinden nanometre boyutlu Al₃Sc’de hızlanır ve altmikron boyutlu Al₂O₃’de ayrılır (Karnesky, Meng, Seidman ve Dunand, 2003).

Lityn’ska-Dobrzyn’ska ve ark yapı farklılıklarını ve Zr veya Sc+Zr artışının etkisini belirlemek için başka bir çalışmada bulunmuşlardır. Hızla dondurulmuş 30-50 mm inceliğinde şerit, eriyik savurma tekniği kullanılarak elde edilmiştir. Bakır kalıp içindeki alaşım performansları derinlik materyali kaynağı olarak atılır. Eriyikten çekilmiş şeritlerin (Al) katı çözeltilisinin dallantılı yapısını ve dallantılar arası alandaki (MgZn₂) evresini ortaya çıkarmasının yanı sıra, kalıp alaşıma bir rol verir. Bununla birlikte, şeritin bulunduğu Zr ya da Zr+Sc’nin içinde sürücü koltuğu tarafında az miktarda parçacıklar bulunduğu gibi, yirmi eşkenar üçgen yüzlü yarı kristal simetri ile birlikte T-Mg₃₂ (Zn, Al) 49 evresi bulunur (Karnesky vd, 2003).

Venkateswarlu vd, 2004, başka bir çalışmada, Alüminyum; Skandiyum; Geçirimli Elektrın Mikroskobisi (TEM); Evre dönüşümleri; Mikroyapı; Al-Sc alaışımının esnek kuvvet ve aşınma durumunu araştırmışlardır. Katıksız bir Al’nin skandiyum genişmesi aracılığıyla tamamlandığını ve Sc genişmesinin gerilme ve aşınma durumu üzerindeki etkilerini incelemek üzere kesin bir çalışma yapılmıştır.

lityńska-Dobrzyńska, Dutkie wicz, Maziarz ve Rogal, 2010, başka bir çalışmada, metallar arası bileşim evreleri oluşturan ve bunun sonucu olarak da bu alaşımların mekanik özelliklerini etkileyen Zr veSc ilavesi eklenerek hızlı katılaşmış Al-12Zn-3Mg-1.5Cu alaşımının mikroyapısını incelemişlerdir.

Mekanik olarak SPS tarafından 873K'da 3.6 ks için alaşımlanmış Al90 (Sc2O3)10 karışım tozunun birleşimi sırasında Sc2O3 ayrılmış ve katı hal tepkisi Al3Sc ve Al2O3'ü oluşturmuştur. Dolayısı ile Al-Sc temel alaşımı Al ve Sc2O3 karışım tozundan elde edilmiştir. Elde edilen Al-Sc temel alaşımının haddeden çekilmiş P/Materyalinin tane küçültme etkisi, Al-Cu levhasının içinde kanıtlanmıştır (Fujii, Akiyama, Kaneko, Sugamata ve Blaz, 2003).

Al3Sc evresinin güçlendirici nitelikleri modül sertleştirme ve bağdaşım sertleştirmeye katkı sağlar. Yerinde (TEM) sonuçları olgunlaşmamış örneklerde yerinden oynama eşleşmesi göstermemektedir.

Skandiyum diğer alüminyum alaşımlarına da eklenebilir, ancak bu sıklıkla ısıt işlemleri ilgilendiren zorlukların artmasına yol açar. Alüminyum-magnezyum alaşımlara skandiyum eklemek çok faydalı olabilir. Skandiyumun çökelti kuvvetlendirici ve tane küçültme özellikleri alüminyum magnezyum alaşımın mekanik özelliklerini tamamlayıcı niteliktedir (Liu, Xue, Zhu ve Guan, 2012).

3. MATERYALLER VE METOD

3.1. Numune Üretim Metodları

Endüksiyonlu eritme yöntemleri kullanarak döküm numuneleri ve eriyik savurucu kullanarak eriyikten çekilmiş şerit (e7e ms 001mode) ürettik. Tüm deneyler, 200 mbar olan bakır disk üzerinde erimiş metal argonunu püskürterek, gaz basıncı ile argon atmosfer gazında gerçekleştirildi. Eriyik savurma işlemi boyunca disk hızı 15 m/s idi. Eriyik savurma işleminde bir kuvars pota kullanıldı ve önce 5-10 mm kalınlığında, ardından 20-50 mikron metre kalınlığında metal şerit üretti.

3.2. Hazırlama Metodları

Değişik evrelerin ve elektrik özelliklerin mikro yapısını incelemek için şu yöntemler izlenmiştir:

1. SEM işlemi
2. SEM ile birlikte ED analizi.
3. X-ışını kırılması (XRD)
4. Dört sonda D.C. elektrik iletkenlik testi.

3.3. Mikroskopi ve SEM Numune Hazırlanması

Sağlam bir materyal testi yapmanın ilk adımı numune materyal planlama doğruluğudur. Bu test etme, sıklıkla ışıksal ve tarayıcı elektron mikroskobisi (SEM), X-ray kırılması (XRD) aracılığıyla maddelerin bileşimlerini tanıma ve mikroyapılarını değerlendirmeyi kapsamaktadır. Bu yüzden mikroskopi örnek düzenlemesi ya da özellikle SEM testi planlamasının tam olarak ve yasalara uygun bir şekilde bitirilmesi dinamiklidir.

3.3.1. Numune

Bizim örneğimizin incelenmesinde geleneksel dökme alaşım ve eriyik savurma alaşım yer almaktadır. Eriyik savurma sıvıların hızlı soğutulmasında kullanılan bir yöntemdir. Çark içeride çoğunlukla su veya sıvı nitrojen ile soğutulur ve döndürülür. Hafif bir sıvı akımı hızlı çimentolamaya sebep olarak, haggling üzerine sızar. Bu sistem, metalik camlar gibi kayda değer derecede yüksek soğutma oranları gerektiren materyaller oluşturmak için kullanılır. Eriyik çevirme tarafından başarılıabilir soğutma oranları 10^4 – 10^7 (K/s) civarındadır. Fotoğraf (3.1)'de gösterildiği gibi gaz basıncı 200mbar, levha hızı 25m/s ve vakum 10^{-7} bar olarak kullanılmıştır (Pavuna, 1981)

Soğuk parçaların eriyik savurması (CBMS), başlıca ince metal şeritlerin üretimi için kullanılan Fotoğraf (3.2)'de gösterildiği gibi taslağı çizilmiş hızlı sertleştirme işlemidir. Bu yöntem, Fotoğraf (3.1)'de gösterildiği gibi eriyik savurma cihazı kullanılarak, elektronikte birkaç yenilikçi uygulamada kullanılmak üzere Fotoğraf (3.2)'de gösterilen biçimsiz ve Nan Kristal materyaller oluşturma metodu olarak geniş kabul görmesini artırmıştır. Mikrokristal alaşımların hızlı katılaştırılması, gerçekte titanyumla özdeş, üstün bir gücü olan başka bir tür alüminyum bileşim yapmayı mümkün kılar. Ancak geleneksek alüminyum alaşımların maksimum güç seviyesi 550 Mpa'yı geçmez.



Fotoğraf 3.1. Eriyik savurma cihazı.



Fotoğraf 3.2. Şerit üretimi.

3.3.2. Numune Hazırlama Süreci

Metalurjik numune hazırlama süreci şu birkaç aşamayı içermektedir:

1. Materyallerin delege testini seçmek.
2. Materyalin yapısını değiştirmeden ya da bozmadan örneği bölümlere ayırmak.
3. Örneğe zarar vermeden alanı soğuk gömmek.
4. Örneğin yüzeyine temel ölçekle zarar vererek seviye örneğini tamamlamak için taşlamak.
5. Gömülmüş ve taşlanmış testi parlatmak.
6. Mikroyapısal elementleri ortaya çıkarmak için mümkün olan en iyi yağlayıcıda yakmak.

Mikroyapıyı ya da ilgilenilen elementleri uygun bir şekilde tanımlamak için araç testi seçmek ciddi bir ilk adımdır. Örneğin, tane büyüklüğü tahminleri enlemesine kesimlerde uygulanırken, genel mikroyapı değerleri boylamasına parçalarda elde edilmektedir.

Ancak numuneyi ayırmak, maddenin yapısını ayarlamak ya da bitirmekten kesinlikle uzak durmak için yapılmaktadır. Sonuç olarak, eğer aşındırıcılı testere kullanılırsa, numunenin yağlayıcı ya da soğutucu üzerinde serin tutulması kritik önem taşır. Her

durumda, numune avantajlı boyutlara ayrıldıktan sonra aşındırıcı testerelerin ya da elektrik salınımının ne kadar kusursuz olduğuna bakılmaksızın, taşlama ve parlatma adımları arasındaki bakımı desteklemek için plastik ya da epoksi metal üzerine gömülür. Gömme ortamı, sertlik ve kazınmış nokta direnci ile ilişkili olarak numune için iyi olmalıdır. Sıradaki hazırlık aşaması örmeği, yağlanmış pürüzlü bir çarkda su ile ezmedir. Bu ilerleme, ayrılmaya başlayan yüzey zararını dışarı atmak ve düz yüzey vermek için gereklidir. Dövme metodu, dinamik olarak daha iyi olan aşındırıcı taneciklerin gelişmesinde kullanımını kapsamaktadır.

Metalurjik numune hazırlanışındaki parlatma girişimi, bükülmüş metalin en sona kalan ince tabakasını düz, usta bir yüzeye tahliye eder. Ulaşılamamış özelliklerin, örneğin kalıntı içeriği ya da varolabilecek herhangi bir gözeneklilik, incelenmesi için uygun bir şekilde hazırlanmış hazır bir örnek bırakır. Testin mikroyapısını çıkarmak için uygun bir asitli ya da esas düzenlemenin bir parçası olarak kullanılan son adım, dağlamadır. Bu gelişme elementleri, örneğin tanecik sınırlarını, ikizleri ve testin tamamında bulunmayan ikinci aşama taneciklerini, açığa çıkarır.

3.4. Metallerin Metalografik Numunesinin Hazırlanması

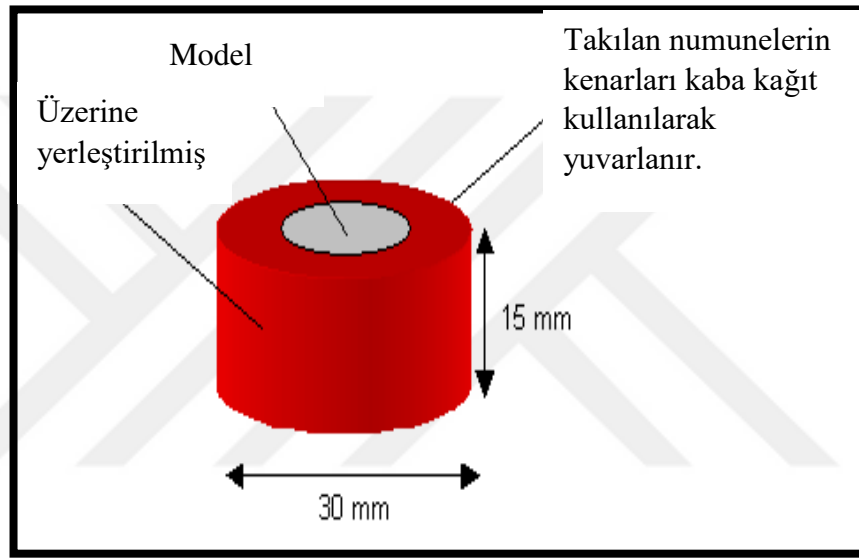
3.4.1. Soğuk Gömme

Numunelerin gömülmesi, Şekil (3.3)'te gösterildiği gibi, işlenmiş maddenin bakımına izin vermek için önemlidir. Deneysel çalışmada bizim Al-SC numunemiz için, iki günden daha az olmadan numuneyi plastik bir kaba yerleştirerek işleme olanak vermek için epoksi reçinesi ve katılaştırma çözeltisi kullandık. Bu durum, kendisinde muhtemelen oluşacak olan kaybın miktarını azaltır. Kullanılan katı maddenin gömülmesi kimyasal tepkime ve mekanik baskılardan dolayı durumu etkilememelidir.

Geniş bir dizi materyalin gömülmesi için epoksi reçinesi kullanmak mantıklıdır ve temel olarak vakum tohumlaması için öngörülmektedir. Epoksiler, tüm soğuk gömme alanları içinde en çok azaltılmış büzülmeye sahiptirler. Kür zamanı uzundur, ancak pek çok madde ile birleştirilmek süperdir. Doğru ölçülerde karıştırıldıktan sonra karışım tepkimesi aracılığı ile polimeraz yaparlar. Katılaştırılmış epoksi Duron plastığıdır ve direk ısı ya da kimyasallardan etkilenmemektedir. Struers'in epoksi

çerçeveleri iki parçadan oluşmaktadır: zambak ve bir kür uzmanı/katılaştırıcı. Düşük buhar ağırlığı, açıklık, yüksek yapışma ve hiç büzüşme olmaması gibi özellikler epoksilere özgüdür.

Stokiyometrik reçine için, sertleştirici oranı ilk sıradadır, en iyi gömme sonuçlarını almak için her iki bölüm de tartılmalıdır. Zayıf bir ihtimal, toplamı hacimle ölçmek, katran ve kürleme uzmanı/katılaştırıcı miktarını ölçmek için iğne kullanmak mantıklı olabilir.



Şekil 3.3. Gömülmüş bir numune (tipik boyutları göstermektedir).



Fotoğraf 3.4. Döküm örneği.



Fotoğraf 3.5. Şerit örneği.

3.4.2. Taşlama ve Parlatma

Kesme ile hasara uğrayan yüzey filmleri taşlama ile hissiz olmalıdır. Islak silikon karbür kağıdı gibi buruşuk kağıdın hareketli diski ile taşlanmış örnekler eklenmiştir. Kağıdın ne Kadar pürüzlü olduğunu bir sayı göstermektedir, silikon karbürün tanecik miktarı her kare ağır ağır ilerlemektedir. Bu durumda örneğin, 180 – kalınlıkta kağıtla başladığında 320-600-800-1000'e doğru kalınlaşmakta ve daha sonra 1200 kalınlığına ulaşmaktadır. Taşlama yöntemi, her seferinde daha yüksek sayılı daha iyi kağıt kullanarak yapılan birkaç aşamadan oluşmaktadır. Her taşlama aşaması, bir önceki daha kaba olan kağıttan çizikleri atmaktadır. Bu, numuneyi önceki çiziklerin karşısına yerleştirerek, basit bir şekilde elde edilebilir. Her değerlendirme arasında örnek yüzeyde mevcut bulunan kabalıktan lekeyi arındırmak için, numune köpüklü suyla tamamen yıkanır. Yaygın olarak kullanılan en iyi numaralı kağıt 1200'dür ve örnekte bırakılan ana çizikler bu değerlendirmedendir. Aşağıdaki fotoğrafların sıralaması, değişik zımpara kağıtlarının daha kabadan daha iyi olanına doğru dövuüldüğünde örneğin hareketlerini göstermektedir Fotoğraf (3.6).

Örneğin parlatılmasına gelince, Fotoğraf (3.7)'de gösterildiği gibi bozulmamış bir yüzey bırakan elektro parlatma ya da kimyasal temizlik kullanılabilir.



Fotoğraf 3.6. Taşlamada kullanılan zımpara kağıdı seti.



Fotoğraf 3.7. Örneklerin taşlama ve parlatma makinası işlemi.

3.4.3. Dağlama

Dağlama çözeltisi, metalin mikroyapısını belirli bir kimyasal oluşum aracılığıyla ortaya çıkarmak için kullanılır. Bir adımdan fazla olan alaşımlarda, jeoloji ya da farklı aşamaların yansması ile yapılan anlaşmalar aracılığı ile baskı farklı bölümleri karmaşık yapar. Kristalografik bir gözden geçirme çizgileme seviyesini etkiler, bu yüzden karmaşıklık saf metaller gibi tanecikler arasında şekillenir. Ayıraç, aynı şekilde, özellikle yüksek dayanımlı varış noktalarını, örneğin yiyecek sınırlarını, çizer. Değişik çökelti, tanecik sınırları, aşamalar ve çökeltilere izin veren bir yüzey iyileştirme sonucu, doğal olarak ayırt edicidi Fotoğraf (3.8, 3.9).



Fotoğraf 3.8. Yumuşak zımpara.



Fotoğraf 3.9. Elmas süspansiyon solüsyonu.

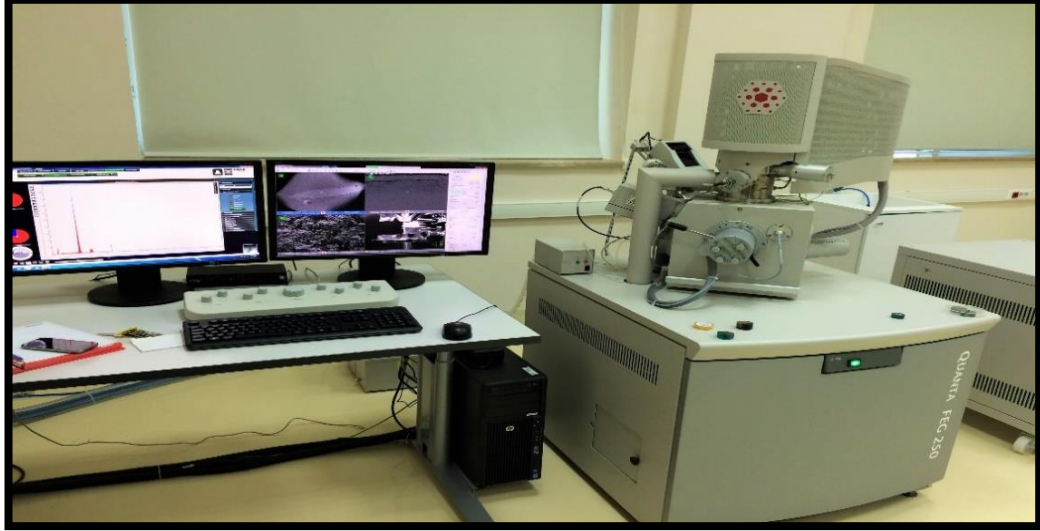
Numune, ayıraç kullanılarak dağlanmıştır. Örneğin, paslanmaz çelik ya da bakır ve onun bileşenlerini ve demir klorürün suya batırılmış sıvı düzenlemelerini dağlama işlemi için, birkaç damla hidroklorik içeren aşındırıcı madde kullanılır. Üstelik, Al Sc numunesi için Keller'ın ayırıcını kullanmak iki farklı asit karışımını da kapsar. Keller'ın ayırıcı, kazıma yapan alüminyum alaşımların kendi tanecik sınırları ve tanıtımlarını açığa çıkarmak için kullanılan nitrik asit, hidroklorik aşındırıcı ve hidroflorik asit karışımıdır. Buna ek olarak, zaman zaman Dix–Keller ayırıcı olarak adlandırılmaktadır. Yüzeyi birkaç defa silmek için pamuklu çubuk kullanmakla bağlantılıdır (Aşırı kazıma yapmamak için dikkat edilmelidir- karar vermek için zor bir noktadır, yine de aşağıdaki fotoğraf yardımcı olabilir). Öyle bir durumda numune derhal alkolle yıkanmalı ve kurutulmalıdır. Dağlama aşamasından sonra ilk yüzeyde farklı küçük zerrelere mevcut olabilir. Bunlar kısıtlı karışım saldırılarınınca getirilen dağlanmış oyuklardır ve kural gereği mikroyapı elementlerine değinmezler. Özellikle yakınlardaki alanlarda meydana gelebilirler, örneğin yerdeğiştirmenin kayda değer bir içine çekmesinin söz konusu olduğu yerlerde.

Eğer numune aşırı dağlanırsa, örneğin uzun süre çizilirse, bu petlerin gelişme ve aşağıdaki resimlerde bulunduğu gibi, izlenen esas bileşenleri karartma eğilimi vardır. Aynı şekilde, ultrasonik bir duşta yapılan temizleme örnekleri faydalı olabilir, ancak zorunlu değildir. Tercihen, optik olarak incelenen yüzey hatasız bir düzeyde olmalıdır. Eğer öyle değilse, araştırma bölgesi hareket ettikçe çekirdek ilgiye geçecektir. Ayrıca, bütün bir alanı ortadakinin bakış açısından görmek zorlaşacaktır, çünkü içerideki ile ilgilenirken, kenardakiler ilgi dışı kalacaklardır. Bir numune düzleme presi kullanılarak (aşağıda gösterildiği gibi) bu durumlardan uzak kalınabilir. Çünkü, düzleme presi eklenmiş numuneyi lam üzerinde plastisin içine iter ve onu düzler. Küçük bir parça kağıt ya da kumaş, numunenin yüzeyini çizilmeden korur (Das, 1999).

3.5. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Taramalı electron mikroskobu (SEM), Fotoğraf (3.10)'de gösterildiği gibi dayanıklı numunelerin sembol tasnifini oluşturmak için ısı üretim enerjisi molekülleri kullanır. Elektron örnek bağlantılarından alınan semboller dış morfoloji (yüzey), karışım parçası, Kristal bina ve örneği oluşturan maddelerin genel dağılımını da içererek örnek

üzerindeki bilgileri açığa çıkarır. Pek çok uygulamada bilgi, numunenin yüzeyi üzerindeki seçilmiş bir bölgeden toplanır ve bu özelliklerdeki konumsal farklılıkları sunan 2 boyutlu bir fotoğraf oluşturulur. 1 cm'den 5 mikron kalınlığına Kadar giden bölgeler, bir filtreleme metodu kullanılarak resimlenir.



Fotoğraf 3.10. Elektron dikeci, numune haznesi, ED detektörü, elektronik konsol ve görsel görüntü ekranlarını gösteren tipik bir SEM cihazı.

Geleneksel SEM prosedürleri (20X'den 30,000X civarına ulaşan güçlendirme, 50 ila 100 nm konumsal saptama).

Tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) bağlı ışık salımı gücü kullanır.

Yüzeyde farklı işaretler üreten elektronlar iyi örneklerdir. Elektron-test birleşiminden elde edilen işaretler, dış morfoloji (yüzey), madde organizasyonu, kristal yapı ve numuneyi oluşturan maddelerin tanıtımı gibi bilgileri numune üzerinde açığa çıkarır. Pek çok uygulamada veri büyük oranda modelin yüzeyinden elde edilir ve bu özelliklerdeki konumsal farklılıkları 2-boyutlu resim gösterir. Genişlikte 1 cm'den 5 mikrona kadar giden bölgeler geleneksel bir SEM metodu kullanılarak inceleme durumunda resimlenebilir (20X'den kabaca 30,000X'e uzanan bir güçlendirme, 50 ila 100 nm konumsal saptama). Buna ilave olarak SEM, model üzerinde ideal alanlar seçmek için inceleme yapmaya uygundur (Hafner, 2007)

3.6. X-Işını Difraksiyonu –XRD.

Fotoğraf (3.11)'de görüldüğü gibi, X ışını difraksiyonu, Kristal maddelerin yapısı üzerinde veri elde etmek için X ışınlarının ikinci dalga / molakül manzarası tarafından yönetilmektedir. Metodun ana kullanımı, difraksiyon dizaynları göz önünde bulundurulduğunda, karışımların bir tasviri ve farklı kanıtıdır.



Fotoğraf 3.11. X – Işını difraksiyon makinası – XRD.

X-ışını ışık salınımı gerçek madde ile birleştiğinde oluşan yıkıcı etki, bu X-ışınlarının gerçek madde içindeki moleküllerle karışmasındandır. Kristal gibi geleneksel yapıli maddelerde, dağıtılmış X-ışınları faydalı ve yıkıcı bir dirençle karşılaşır.

Bu, difraksiyonun prosedürüdür. X-ışınlarının değerli taşlarca difraksiyonu Bragg'ın Kanunu tarafından tarif edilmiştir, $n(\lambda) = 2d \sin(\theta)$. Muhtemel difraksiyon başlıkları maddenin hücre biriminin boyutu ve haline bağlıdır. Kırınım dalga güçleri değerli taş yapısının tane hareketlerinin tür ve rotasına bağlıdır. Yine de, maddelerin çoğu değerli taş değildir. Onun yerine her tanımda bulunan ve polikristal toplamı ya da tozu denilen sayısız küçük kristallerden oluşmaktadır. Rastgele konumlanmış kristalitleri olan bir toz X-ışını şaftında tam vaktinde ayarlandığı zaman, çubuk bütün olası interatomik düzlemleri görecektir. Eğer test kenarı metodolojik olarak dönüştürülürse, tozun hayal edilebilir bütün difraksiyon başları tanımlanacaktır.

Standart ortalama (ya da Bragg-Brentano) kırılma metresi difraksiyon aletleri için en yaygın şekilde tanınan geometridir. Bu geometri, son derece özel ayarlama önkoşulları ve titizlikle düzenlenmiş örnekler pahasına, yüksek kararlılık ve büyük destek gücü yoklamasının faydalarını sunar. Bununla birlikte, bu geometri kaynak test ayırmasının devamlı ve numune belirleyici ayırımına eşit olmasını gerektirir. Düzenleme hataları sıklıkla evre farkedilebilir kanıtlarında zorluklara yol açmaktadır ve değerlendirmeye alınmaz (Song, Zheng, Yang ve Wang, 2007).

3.6.1. X-Işını Difraksiyon (XRD) Analizi

X ışınları difraksiyonunun öncelikli kullanımı tabakalar ya da atom sütunları arasındaki standart dağınıklılığın miktarını belirlemek, tek bir Kristal ya da çözeltinin yönelimini belirlemek ve karışık bir maddenin Kristal yapısını bulmak, küçük kristalit bölgelerin boyut, şekil ve iç gerilimini genişletmek içindir.

Bragg Kanunu ve Difraksiyon, Sir William H. Bragg ve Sir W. tarafından bulunan, özel bir dalga boyunun ışık yayımı ışınlarının Kristal yüzeyden kırıldığı açıyı tasvir Eden ilişkidir.

Lawrence Bragg ve Bragg Kanunu diye bilinir.

$$2d\sin\theta = n\lambda \quad (3.1)$$

λ = x ışınının dalga boyu θ = saçılım açısı n = difraksiyon zirvesini temsil eden tam sayı d = kanatlar arası mesafe (Tang vd., 2013).

Difraksiyon dizaynlarından XRD analizi ile, bilinmeyen maddelerin değerli Kristal yapısı keşfedilebilir. Dahası, tekli değerli taşların tanımı ya da kristalli bölgelerin boyutunu ve durumunu ölçmek için bileşenlerin ne olduğu belirlenebilir. Bir kaç tane X-ışını difraksiyon yöntemi vardır. En çok bilinen iki tanesi:

3.7. Elektrik Özellikleri

3.7.1. Elektriksel Direnç

Elektriksel direnç, ya da direnç denilen, özel elektriksel direnç ya da hacim direnci, verilen bir maddenin nasıl kesin bir şekilde elektrik akımının akışı ile ters düştüğünü değerlendiren içsel bir özelliktir. Düşük direnç, elektrik akımının akışına hızlı bir şekilde izin veren maddeyi göstermektedir.

Maddelerin elektriksel kesitini ölçmek için en yaygın olarak kullanılan teknik olan ve direnç ölçümü için uygun olduğunu kanıtlayan dört noktalı test çubuğu ölçeği, bir numune yüzey üzerinde dört elektrik bağlantısı yaparak uygulanmıştır. Bu ölçütlerde iki test çubuğu akımı sağlamak için, diğer iki çubuksa voltajı ölçmek için kullanılmıştır. Bu dört çubuk, çubuk direnci, her çubuk altında yayılan direnç, her metal çubuk ve madde arasındaki bağlantı direncinden kaynaklanan ölçüm hatalarını yok eder (Maldonado, Oliva, ve Corona, 2009) Elektriksel direnç, ρ , aşağıdaki denklem kullanılarak elde edilir:

$$\rho = 2\pi s \frac{V}{I} \quad (3.2)$$

Test çubuğunun dış çiftleri üzerinde I'nin doğru akım olduğu yerde, $s = 1 \text{ mm}$ uzaklığında konumlanmış iç çubuk çiftleri arasındaki voltaj düşüklüğüne V karşılık gelmektedir. Dijital bir mikrometre kullanılarak numunenin kalınlığı ve eni $1 \text{ }\mu\text{m}$ doğruluğuyla ölçülmüştür. Direnç verileri, ölçülmüş numune boyutları ile birlikte öz direnç değerlerine dönüştürülmüştür. Akım, voltaj ve sıcaklık ölçülerine göre hata yaklaşık %5 olarak hesaplanmıştır. Bu metod detaylı bir şekilde Ref (Maldonado vd , 2009)'de verilmektedir.

Öz direnç genellikle Yunanca bir harf olan ρ (rho) ile söylenmektedir. Elektriksel öz direncin SI birimi, ohmmetre ($\Omega \cdot \text{m}$)'dir. Örneğin, eğer $1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ gücündeki 3D şekilli materyalin iki ters denge üzerinde levha bağlantısı varsa ve bu bağlantılar arasındaki direnç bir Ω ise, o halde maddenin öz direnci bir $\Omega \cdot \text{m}$ 'dir.

Numune öz direncinin formülü:

$$\text{Özdirenç } (\rho) = [\text{direnç } (R) \times \text{Alan } (A)] / \text{uzunluk } (L) = \Omega \cdot m \quad (3.3)$$

Genelde, metallerin elektriksel öz direnci ısı ile artar. Elektron-fanon işbirliği önemli bir kısım üstlenmektedir. Yüksek sıcaklıklarda, metal direnci ısıyla birlikte doğrudan artar. Metalin ısısı düştükçe, öz direnç üzerindeki ısı güveni, ısınn kuvvet yasası kapasitesine benzer. Metalin ısısı yeteri kadar azaltıldıkça (tüm fononları kapatmak), öz direnç pek çok bölümde istikrarlı bir değer gerçekleştirmektedir, ki bu da arta kalan öz direnç olarak bilinmektedir. Bu husus, metalin lekesizliği ve sıcak geçmişine olduğu kadar türüne de bağlıdır. Metalin kalıcı öz direnç tahmini kirlilik odağı tarafından seçilmektedir. Üstün iletkenlik olarak bilinen bir etkiden dolayı, bir kaç madde yeteri kadar düşük sıcaklıklarda tüm elektriksel öz dirençlerini kaybetmektedirler (Rosen ve Ehrenpreis, 1972).

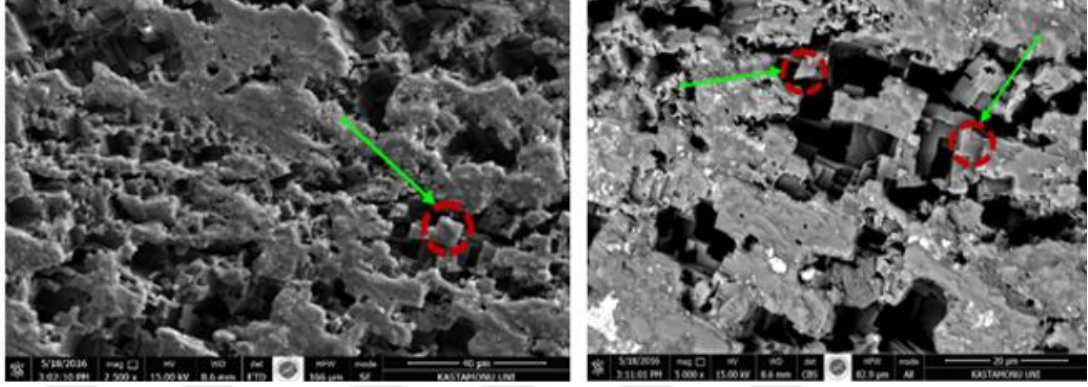
3.7.2. Elektriksel İletkenlik (σ)

Diğer taraftan, özel iletkenlik elektriksel öz direncin aynısıdır ve bir maddenin elektrik akımını yöneltme kapasitesini ölçer. Genel olarak Yunanca harf olan σ (sigma) ile telaffuz edilir ancak κ (kappa) (özellikle elektriksel tasarlama) veya γ (gamma) ek olarak Ara sıra kullanılırlar. SI birimi her metre için Siemens'dir (S/m) ve CGSE birimi saniyeye eşittir (s^{-1}) (Venkateswarlu vd, 2004)

Ancak iletkenlik öz direncin aksidir. Örneğin, kauçuk geniş ρ ve küçük σ olan bir maddedir. Çünkü kauçukta devasa boyutta bir elektrik alanı neredeyse hiç akım debisi yapmamaktadır. Diğer taraftan, bakır küçük ρ ve geniş σ olan bir maddedir çünkü küçük bir elektrik alanı bile bakır üzerinden pek çok akım çekmektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

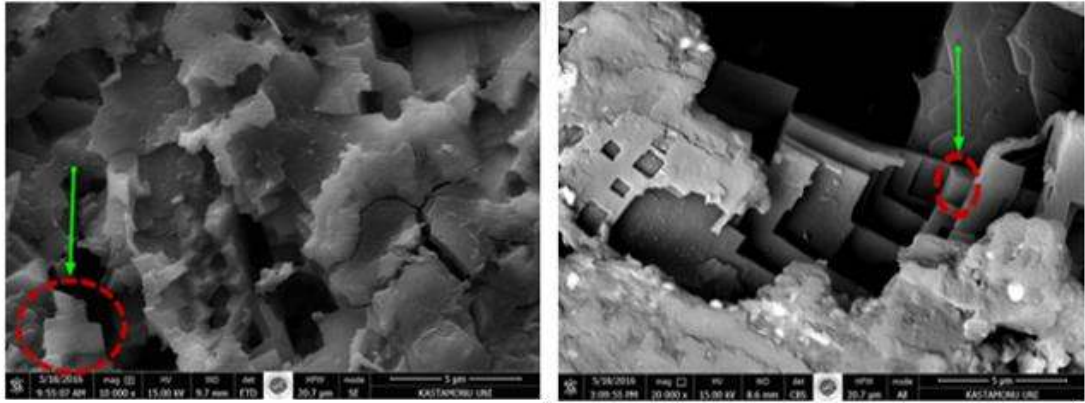
4.1. Alüminyum Alaşımların İngot ve Şerit Olarak SEM Araştırması



(a)

(b)

Fotoğraf 4.1. Alüminyum Scandium 2% Alaşımlarının Dökme - kat büyütme (a). 2500X. (b). 5000X değerlerinin SEM Görüntüsü.



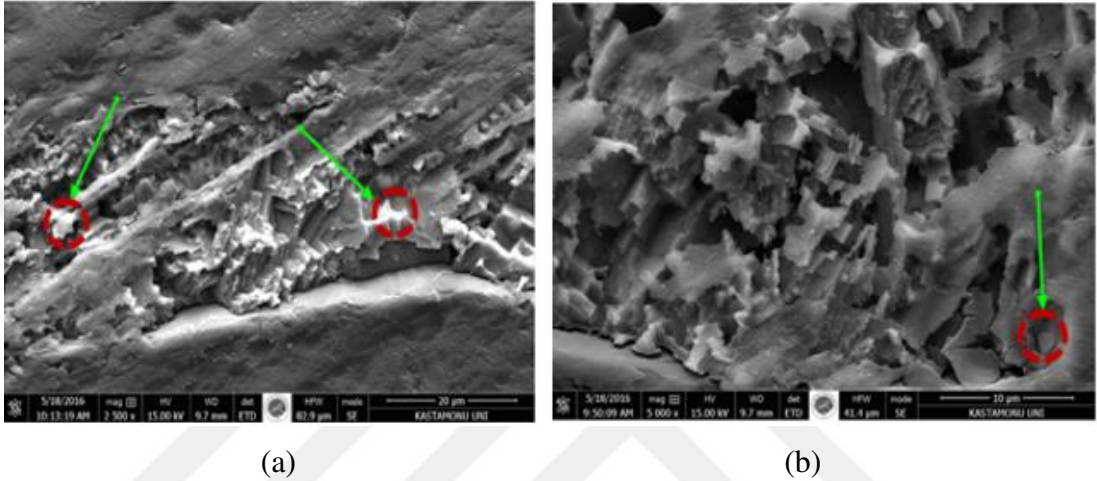
(a)

(b)

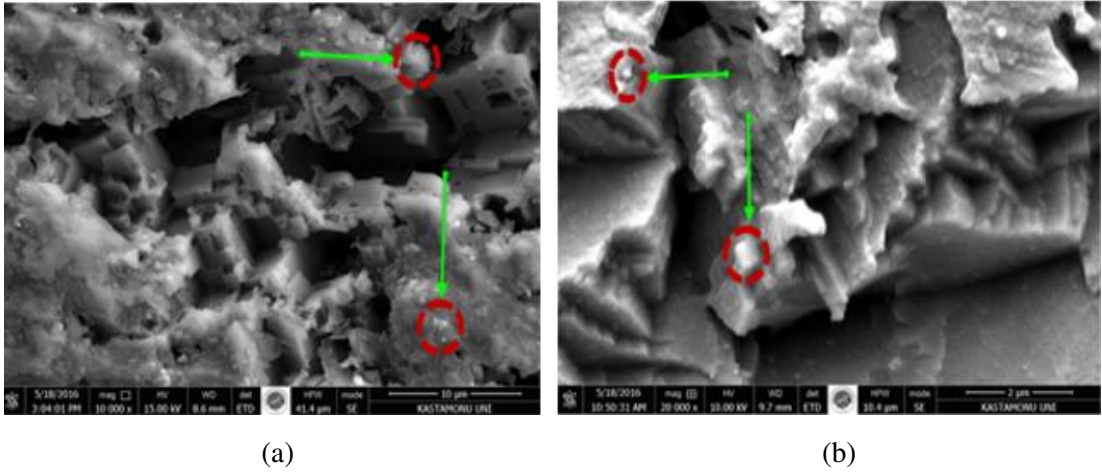
Fotoğraf 4.2. Alüminyum Scandium 2% Alaşımlarının Dökme - kat büyütme (a). 10000X. (b). 2000X değerlerinin SEM Görüntüsü.

SEM metodu kullanarak ikili Al-Sc alaşımları (alüminyum-skandiyum) 2500, 5000 ve 1000, 2000X mag kaba döküm ingot kullanarak izlenmiştir. Farklı resimlerde (Fotoğraf 4.1, 4.2) numune dökme alaşımın 40, 20 ve 5- μ m boyutlarındaki Sharpe dikdörtgen şekilli büyük tanecik yapıları açıkça görünmektedir, bu evreler yatay kesit boyunca yüksek bir şekilde çöktürülmüştür.

Geniş tanecikli, heterojen yapılarda tek şekilli değildir. Ancak, hızlı katılaştırılmış bir numuneyle kıyaslandığında, daire şeklindeki şerit numune alaşımlarının küçük tanecikli yapılar olduğu görülmektedir (Fotoğraf 4.3). Bu evreler tam olarak bilinmemektedir, kristal yapının daha yüksek görüntüsü vardır. Hızlı katılaştırma işleminden dolayı tek şekilli, küçük tanecikli, homojen bir yapıdır ancak evreler net değildir.



Fotoğraf 4.3. Alüminyum Scandium 2% Alaşımlarının şerit - kat büyütme (a). 2500X. (b). 5000X değerlerinin SEM Görüntüsü.



Fotoğraf 4.4. Alüminyum Scandium 2% Alaşımlarının şerit - kat büyütme. (a). 10000X. (b). 20000X değerlerinin SEM Görüntüsü.

Aynı metodu kullanarak alüminyum skandiyum alaşımı, hızlı katılaştırılmış alaşım ŞERİT olarak (2500X, 5000X and 10000X, 20000X) mag kullanarak şerit şeklinde izlenmiştir. Ancak, (Fotoğraf 4,3)'de gösterilen hızlı katılaştırılmış numunede şerit numune alaşımı için 10, 20 ve 2-µm boyutlarında daire şekilli küçük tanecik yapıları olduğu

görülmüştür. Bu aşamalar kesit alanı boyunca, tek şekillidir, hızlı katılaşma işleminden dolayı benzer yapıdadır. Ek olarak, evreler net değildir. Ancak, yapının içindeki evrelerde net değildir fakat sonra XRD veya ED analizlerini kullanarak içinde ne tür durumlar olduğu belirlenmiştir.

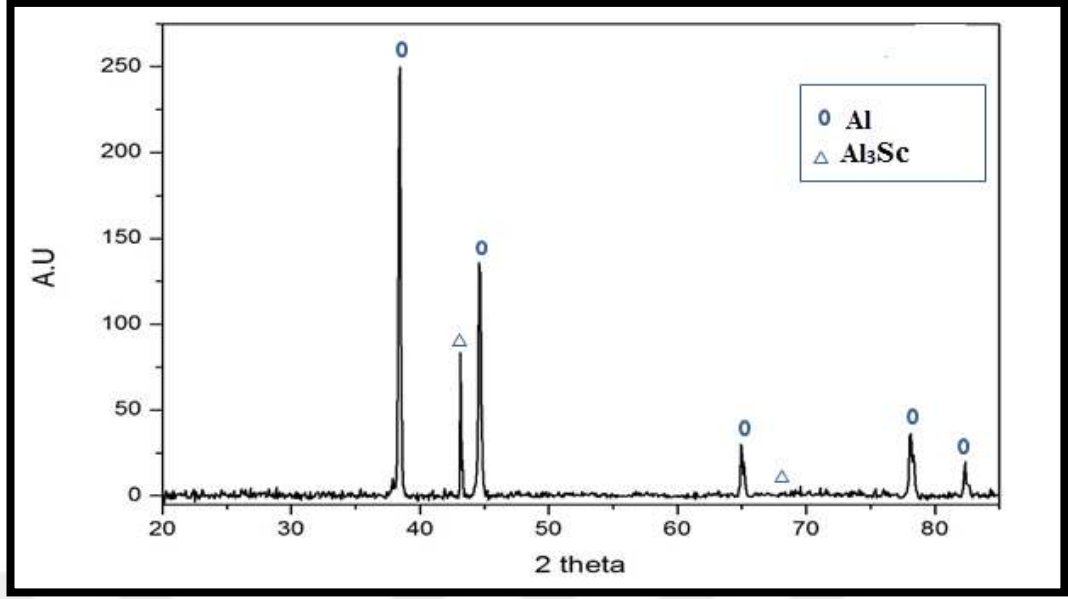
Yine de, Sc ilaveleri alaşım dayanıklılığına kayda değer bir katkı sağlar. Aslında Sc, Al-bazlı sistemde en güçlü dayanıklı bilinendir. AL3Sc çökeltileri Al alaşımlarının altyapısını dengelemeye karşı aşırı işlevseldir. Dolayısıyla, gerinim sertleşmesi ve stabilizasyon işlemi kullanımına olanak sağlar ancak bu durumda aşama tam olarak bilinmez.

4.2. XRD - Sonuçları

- Tek kristal ya da tanecik konumlanmasını belirle.
- Bilinmeyen bir materyalin kristal yapısını bul.

Tablo 4.1. *Dökme alaşımlarda yoğunluk ve difraksiyon açısı arasındaki ilişki*

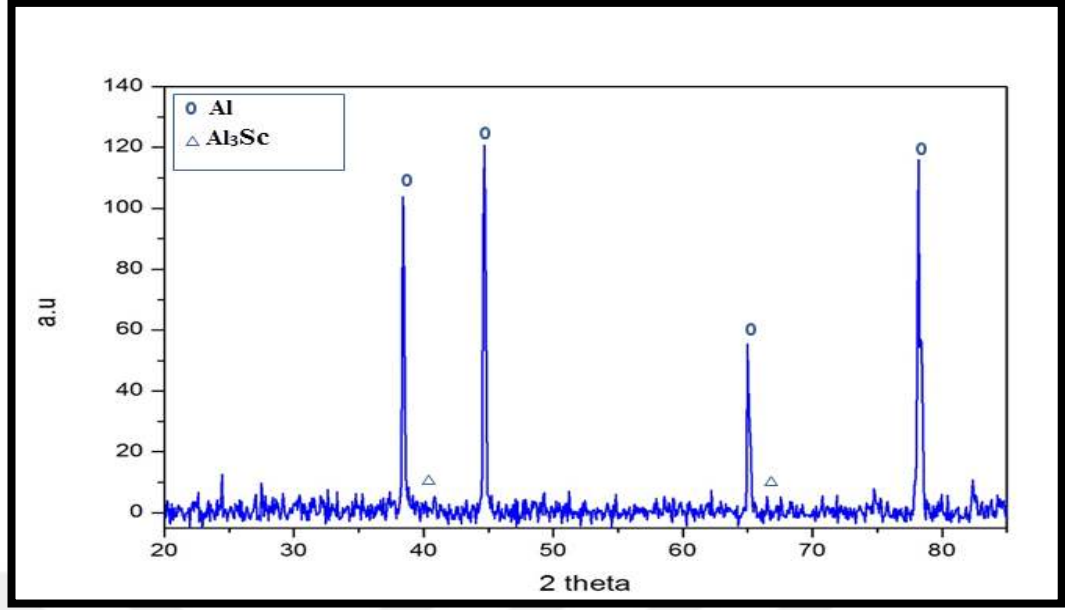
Angle2 Θ	D value (angstrom)	Intensity count %	Intensity %
38.262	2.35043	301	100.0
44.615	2.02935	138	45.7
65.017	1.43332	72.1	24.0
78.147	1.22208	59.0	19.6
82.242	1.17129	21.5	7.2



Grafik 4.1. Al-2 SC Dökme değerlerinin X-Işını Difraksiyon paternleri.

Tablo 4.2. Şerit alaşımlarda yoğunluk ve difraksiyon açısı arasındaki ilişki

Angle 2 θ	D value (angstrom)	Intensity count %	Intensity %
38.403	2.34211	126	86.4
44.686	2.02631	146	100.0
65.017	1.43332	67.5	46.3
78.218	1.22115	141	96.5
82.383	1.16964	14.9	10.2



Grafik 4.2. Al-2 SC Şerit- şerit değerlerinin X-Işını difraksiyon paternleri.

Düşük Yoğunluklu (86.4), özellikle (38.262) açısında ingot numunesi olarak Al-2%SC X-ışını difraksiyon modelinin Grafik (4.1)'de gösterilen örnekleri ve XRD kullanarak Al 2% Sc alaşımlarının mikroyapısı üzerine yapılan araştırmalarla ilgili değişik bilgilerdeki literatür görüşleriyle kıyaslandığında, bize döküm numunesinin düzensiz yapısının keskin dikdörtgen şekilli geniş taneciklerin oluşumu olduklarını göstermektedir.

Bu bölgedeki aşama alüminyum adımı ya da Al ve Sc evrelerinin ya da Al₃Sc aşamasının birleşimi olabilir.

Grafik (4.2)'de gösterildiği gibi, (44.686) açısı ve (146) en yüksek yoğunlukla, ikinci kalıpdaki şerit şekilli diğer örneklerle ilişkili olarak, SEM ve XRD numune incelemesine göre, X-ışını difraksiyon çalışmaları Al'nin Al-2%Sc master alaşımının dökümünde birincil safha olarak ve Al₃Sc evresinin küçük zirveleriyle bulunduğunu göstermiştir. Al-2% Sc alaşımlarının SEM'i Al matrisinin Al₃Sc taneciklerinin dağıldığını göstermiştir Grafik (4.1).

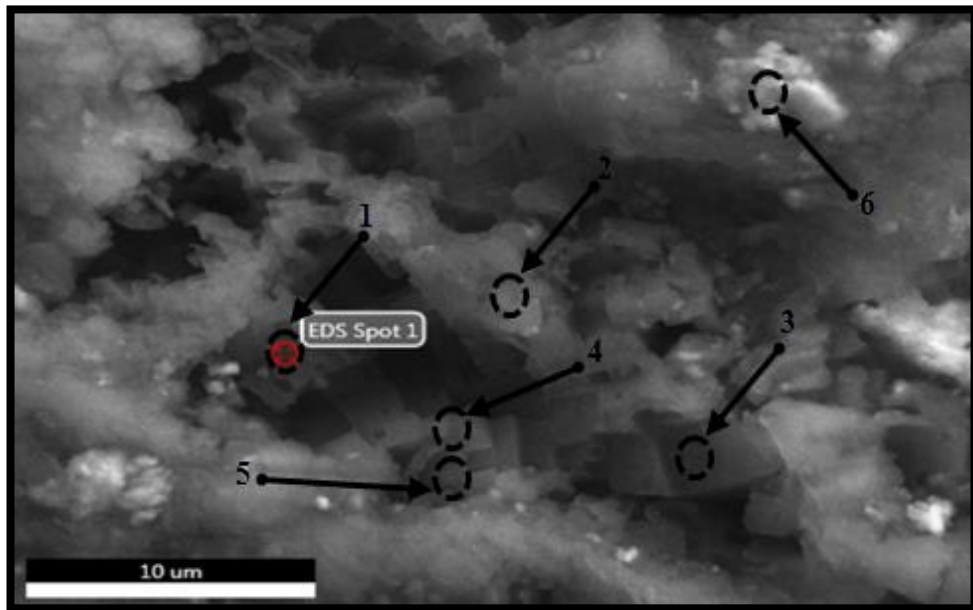
Al₃Sc'nin metaller arası oluşu oldukça çok yönlüdür ve değişik şekilleri vardır, örneğin keskin dikdörtgen, partiküler, dairesel. Ancak, çökeltiler mikronaltı düzendedir ve Al matrisi içinde rastgele dağıtılmıştır. Numuneler alüminyum ve

skandiyum elementlerinden oluşmaktadır ve XRD aynı zamanda hızlı katılaşma işleminden kaynaklanan metaller arası evre (Al_3Sc) algılamaktadır.

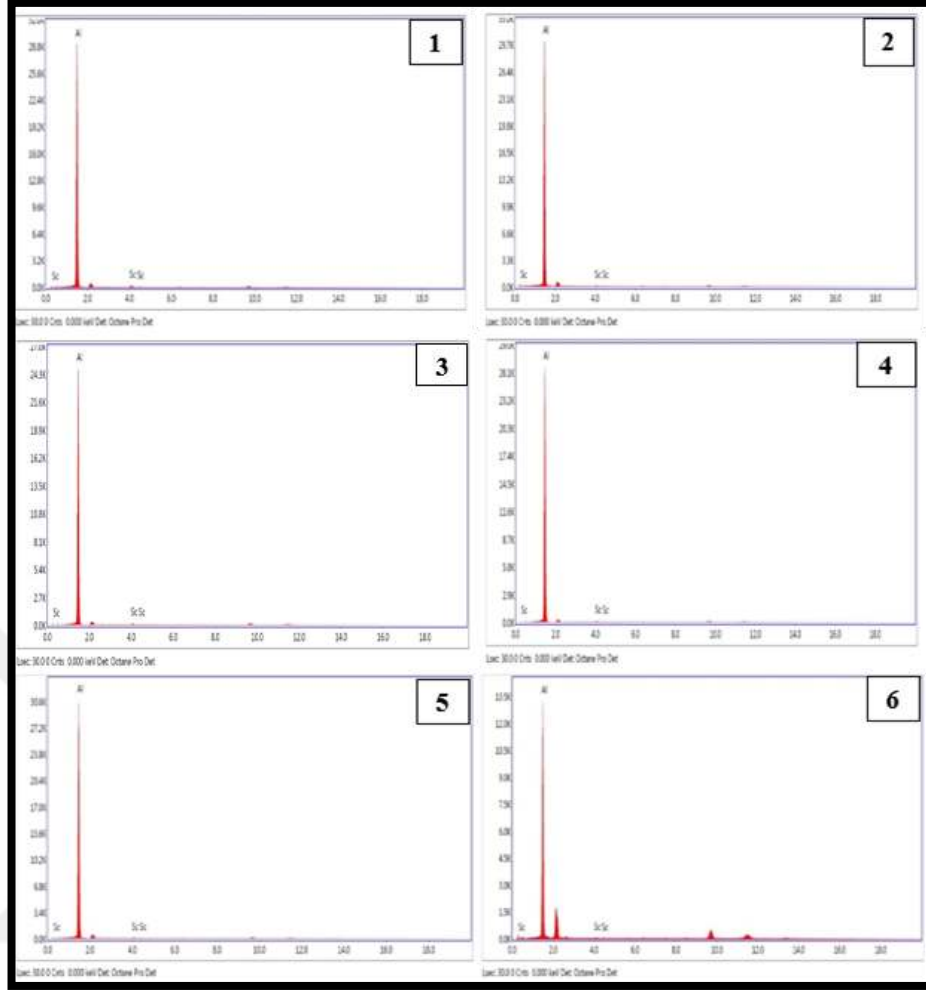
4.3. EDS- SEM Analiz Sistemi

2% Sc'den oluşan alüminyum skandiyum (Al_3Sc)'da metaller arası evreyi incelemek için farklı adımlar kullanarak, bu aşamayı değişik türlerin mikroyapısında gördük. Bu yüzden, daha fazla inceleme için ve belki de ilk metodun eksikliğinden dolayı SEM'in EDS analizi transfer edildi.

SEM-EDS analizi çalışmaları, Al_3Sc 'Nin metallerarası evresinin Al matrisinde değişik şekillerde tekdüze dağılımını göstermiştir. Al'ye Sc ilavesi tane küçültmenin mükemmel sonuçlarını göstermiştir. Mekanik özelliklerdeki sürekli artışın yanısıra, Sc bileşeni içindeki elektrik özelliklerinde de artış farkedilmiştir. Sc eklenmiş Al alaşımlarının homojenleştirilmesinden sonra dikkate değer bir ilerleme gözlenmiştir. Döküm veya şerit durumu olan her iki numunenin farklı nokta alanlarında değişik şekiller için değişik SEM ve TEM şekilleriyle gösterilen bütün bu yerler, metaller arası evrede olduğu Kadar her bölgede alüminyum ve skandiyum evrelerinin de farklı konsantrasyonunu göstermiştir.



Fotoğraf 4.5. Al-2Sc dökme alaşım farklı noktalardan alınan EDS.



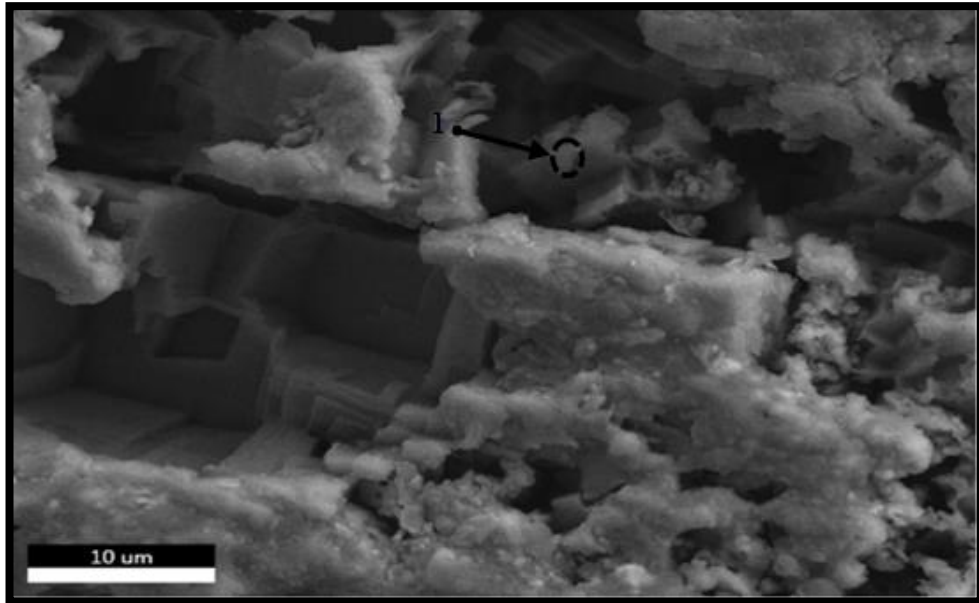
Grafik 4.3. Fotoğraf 4,5’de gösterilen noktaların analiz grafikleri.

Tablo 4.3. Fotoğraf 4,5’de gösterilen noktaların bileşimleri

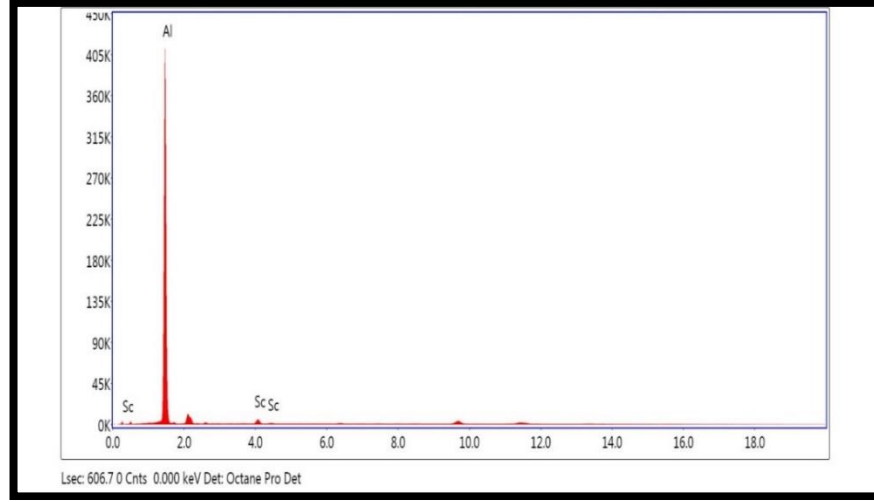
Al-Sc alaşım (Nokta 1)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F
Al K	98.19	98.91	6,952.52	1.12	0.96	1	1	0.97	1
Sc K	1.81	1.09	67.27	12.93	0.01	0.91	1.05	0.81	1.02
Al-Sc alaşım (Nokta 2)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F
Al K	99.90	99.94	7,070.65	0.88	1.00	1	1	1	1
Sc K	0.10	0.06	3.71	63.39	0.00	0.91	1.05	0.81	1.03
Al-Sc alaşım (Nokta 3)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F

Tablo 4.4.'in devam

Al K	99.25	99.55	5,827.75	0.99	0.98	1	1	0.99	1
Sc K	0.75	0.45	22.79	19.01	0.01	0.91	1.05	0.81	1.03
Al-Sc alaşım (Nokta 4)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F
Al K	99.48	99.69	6,270.24	0.93	0.99	1	1	0.99	1
Sc K	0.52	0.31	16.77	23.75	0.00	0.91	1.05	0.81	1.03
Al-Sc alaşım (Nokta 5)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F
Al K	99.48	99.68	7,258.77	0.92	0.99	1	1	0.99	1
Sc K	0.52	0.32	19.66	26.51	0.00	0.91	1.05	0.81	1.03
Al-Sc alaşım (Nokta 6)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F
Al K	99.58	99.75	3,064.05	1.04	0.99	1	1	0.99	1
Sc K	0.42	0.25	6.60	59.63	0.00	0.91	1.05	0.81	1.03



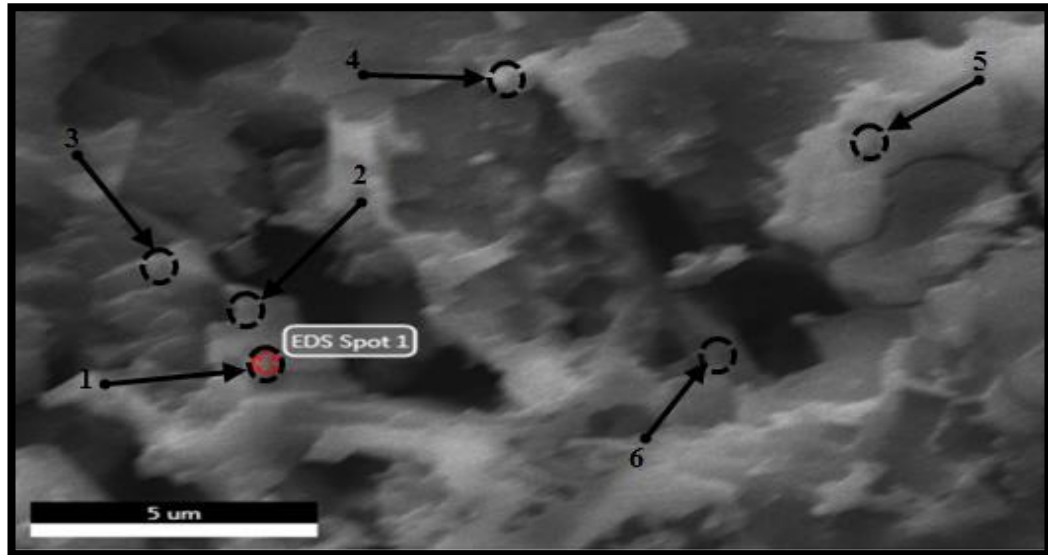
Fotoğraf 4.6. Al-Sc şerit alaşım- Bölgeye ait EDS Görüntüsü.



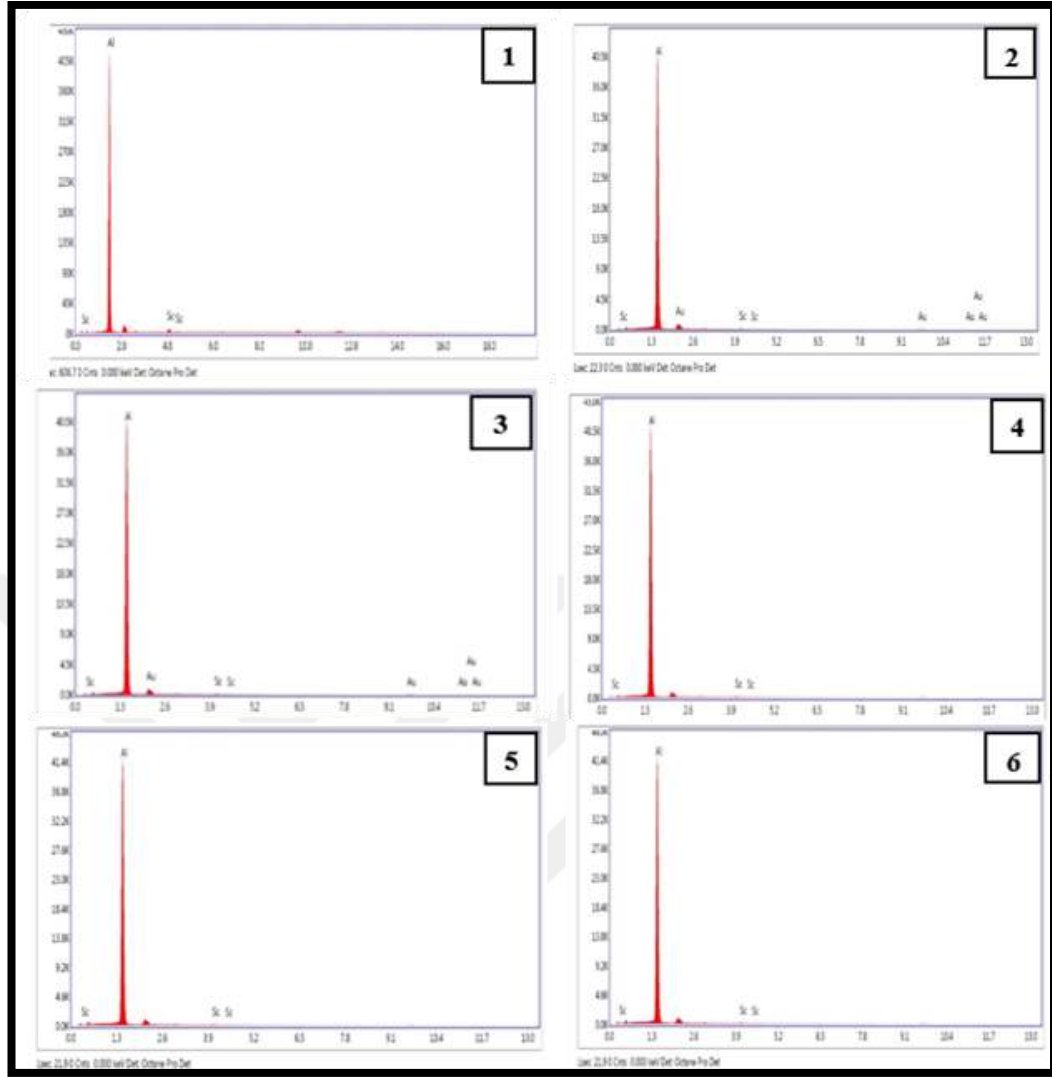
Grafik 4.4. Gösterilen noktaların analiz grafikleri.

Tablo 4.5. Fotoğraf 4,6'da gösterilen noktaların bileşimleri

Al-Sc alaşım (Nokta 1)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F
Al K	97.17	98.28	4761.2	1.12	0.94	1.00	1.00	0.96	1.00
Sc K	2.83	1.72	73.9	4.22	0.02	0.91	1.05	0.81	1.02



Fotoğraf 4.7. Al-Sc Şerit alaşım- farklı noktalar dan alınan EDS.



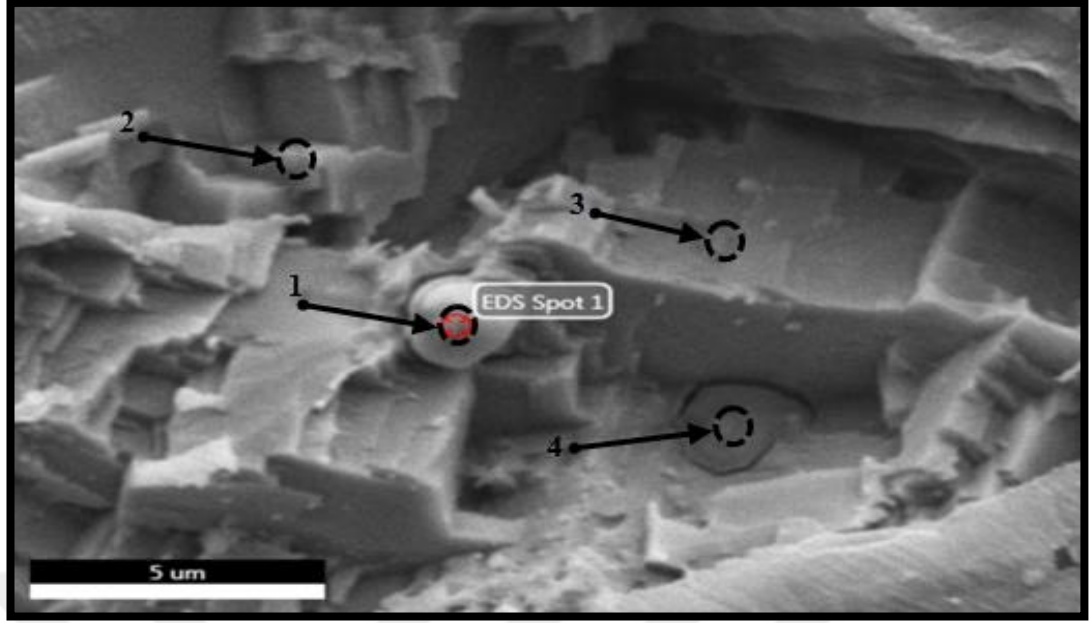
Grafik 4.5. Fotoğraf 4,7’de gösterilen noktaların analiz grafikleri.

Tablo 4.6. Fotoğraf 4,7’de gösterilen noktaların birleşimleri

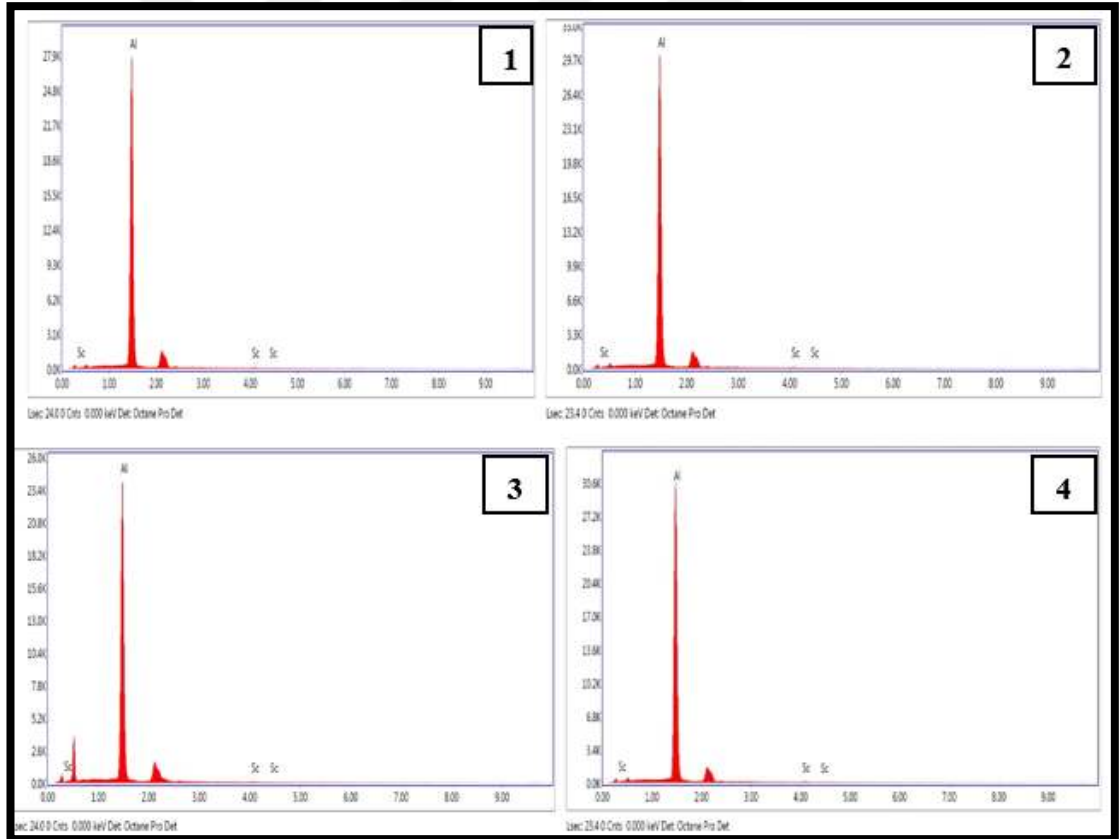
Al-Sc alaşıım (Nokta 1)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F
Al K	92.82	98.66	12,955.4	1.74	0.89	1.02	0.99	0.94	1
Sc K	0.60	0.38	35.23	21.41	0.00	0.92	1.04	0.88	1.03
AuL	6.58	0.96	35.81	31.49	0.05	0.59	1.14	1.04	1.24
Al-Sc alaşıım (Nokta 2)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F
Al K	99.30	99.58	12,127.6	1.20	0.99	1	1	0.99	1

Tablo 4.5.'in devam

Sc K	0.70	0.42	35.06	20.66	0.01	0.9	1.05	0.9	1.03
Al-Sc alaşım (Nokta 3)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F
Al K	99.42	99.65	13,433.9	1.18	0.99	1	1	1	1
Sc K	0.58	0.35	31.96	22.29	0.00	0.9	1.05	0.9	1.03
Al-Sc alaşım (Nokta 4)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F
Al K	99.28	99.57	13,161.9	1.19	0.99	1	1	0.99	1
Sc K	0.72	0.43	38.86	17.39	0.01	0.9	1.05	0.9	1.03
Al-Sc alaşım (Nokta 5)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F
Al K	99.37	99.62	13,694.1	1.18	0.99	1	1	0.99	1
Sc K	0.63	0.38	35.40	19.74	0.01	0.9	1.05	0.9	1.03
Al-Sc alaşım (Nokta 6)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F
Al K	99.58	12,429.79	1.19	0.99	1	1	0.99	1	99.58
Sc K	0.42	35.92	21.63	0.01	0.9	1.05	0.9	1.03	0.42



Fotoğraf 4.8. Al-Sc Şerit alaşım farklı noktalardan alınan EDS.



Grafik 4.6. Fotoğraf 4,8’de gösterilen noktaların analiz grafikleri.

Tablo 4.7. Fotoğraf 4,8’de gösterilen noktaların birleşimleri

Al-Sc alaşıım (Nokta 1)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F
Al K	99.25	99.55	8,261.71	1.55	0.99	1	1	1	1
Sc K	0.75	0.45	20.68	28.51	0.01	0.89	1.04	0.94	
Al-Sc alaşıım (Nokta 2)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F
Al K	99.42	99.65	9,201.44	1.54	0.99	1	1	1	1
Sc K	0.58	0.35	17.80	33.60	0.00	0.89	1.04	0.94	1.03
Al-Sc alaşıım (Nokta 3)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F
Al K	99.30	99.58	7,144.17	1.57	0.99	1	1		1
Sc K	0.70	0.42	16.69	33.11	0.01	0.89	1.04		0.94
Al-Sc alaşıım (Nokta 4)									
Element	Ağırlık %	Atomik %	Net Int.	Hata %	K oran	Z	R	A	F
Al K	99.40	99.64	9,340.83	1.54	0.99	1	1	1	1
Sc K	0.60	0.36	18.71	31.71	0.01	0.89	1.04	0.94	1.03

Ancak, şerit numunesinin mükemmel bir homojenlik yapısına sahibiz çünkü, Grafik (4.3b)’de gösterildiği gibi, heterojen bir yapı olarak döküm numune alaşımı ile Şerit kıyaslandığında ve özellikle şerit durumunda (dairesel Grafik) tüm şekillerin bütün noktalarının neredeyse toplam Sc içeriği dökme alaşımda Grafik 4.3a’de gösterildiği gibi daha yüksek olduğundan dolayı, hızlı bir şekilde metallerarası Al₃Sc bileşeni oluşturmaya yol açar. Ancak, Sc içeriği 3% civarındadır ve bu Al içindeki alaşım elementinin kimyasal oluşumuna göre, şerit numunesinde dökme numunesinin diğer içeriklerinden daha yüksektir. Bu yüzden bu evrenin metallerarası Al₃Sc evresi içeren Sc olması gerektiğini düşünüyoruz.

Genel konuştuğumuzda, Şerit alaşım bölgesinde dökme alaşımda ortalama (0.68) ile Al matrisi daha fazla Sc elementi içerirken, şerit alaşım numunesinde (2.83) oranında içermektedir. Al-2%Sc alaşımının hızlı katılaşma işleminden dolayı, özellikle katı

çözelti evresinde, bize alüminyum ve skandiyum evrelerinde olduğu Kadar mikroyapı içinde metallerarası içerik evresi olduğunu göstermektedir.

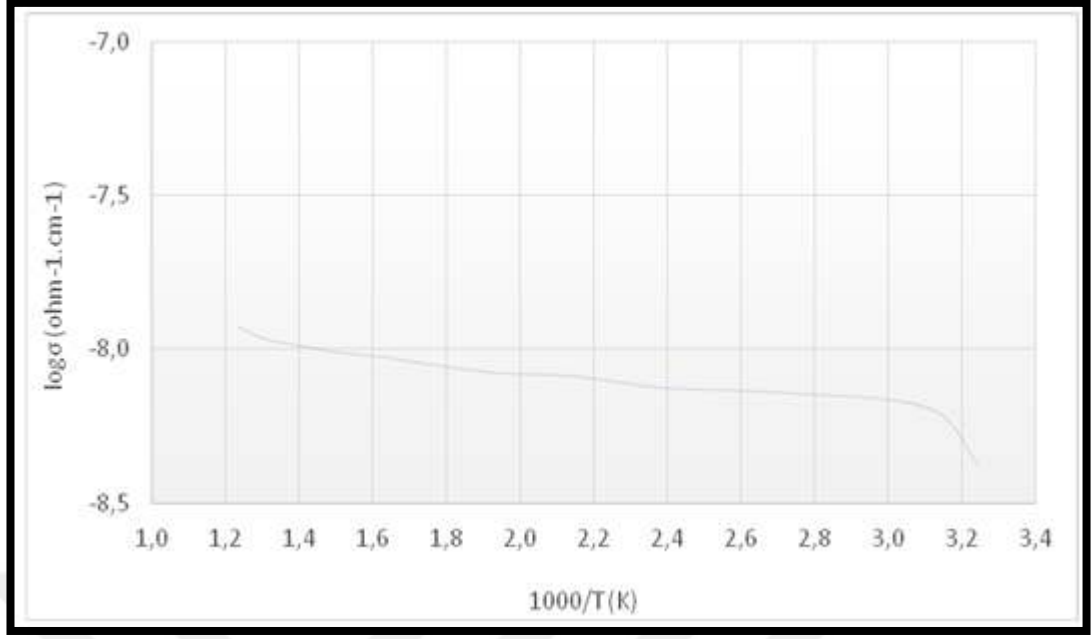
4.4. Geleneksel ve ŞERIT Al 2%Sc Alaşımlarının Elektrik Özellikleri

4.4.1. Al -2% Sc –Hava Atmosferi Altında Dökme Alaşımı, (Al-Sc Alaşımının Elektrik İletkenliği).

Geleneksel ve hızlı katılaşma durumu (şerit Grafik) olmak üzere Al-Sc alaşımlarının iki farklı elektrik özelliği gösterilmektedir ve bu elektrik özelliklerin bazıları üzerinde yapılan deneysel çalışmalara göre, Tablo (4.7)'de gösterildiği gibi elektriksel iletkenlik ısı etkisine karşılık gelmektedir.

Tablo 4.8. % 2 Sc katkılı dökme alaşımın sıcaklığı ve dirençliliği arasındaki ilişki

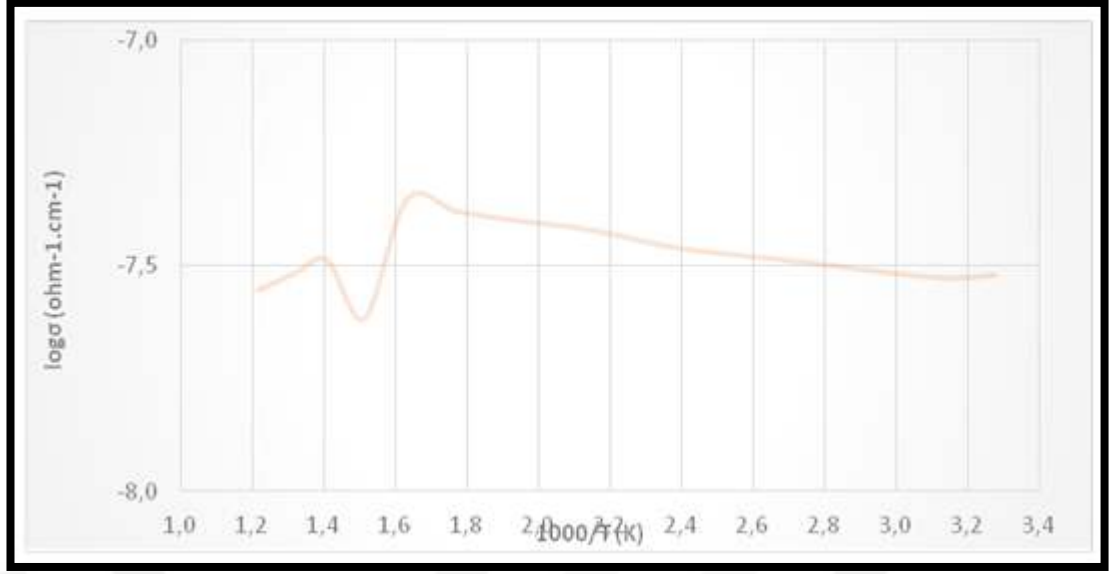
Sıcaklık c°	1000/T	Log σ
35.5	3.244922	-8.37515
50	3.105652	-8.19082
100	2.699717	-8.14224
150	2.391109	-8.12729
200	2.146112	-8.08915
250	1.943778	-8.07888
300	1.774013	-8.05359
350	1.631164	-8.02724
400	1.509598	-8.01243
450	1.404171	-7.98982
500	1.312378	-7.96979
550	1.231595	-7.92856



Grafik 4.7. Dökme alaşım olarak hava atmosferi altında Alsc2 alaşımları.

Tablo 4.9. %2 Sc katkılı şerit alaşımın sıcaklığı ve dirençliliği arasındaki ilişki

Sıcaklık °C	1000/T	Log σ
35.5	3.275235	-7.51894
50	3.111758	-7.52464
100	2.702696	-7.48731
150	2.39066	-7.45957
200	2.145733	-7.41939
250	1.943746	-7.39895
300	1.774482	-7.37859
350	1.632057	-7.35133
400	1.513565	-7.61558
450	1.408569	-7.48643
500	1.317382	-7.51624
550	1.217596	-7.55198



Grafik 4.8. Eriyikten çekme alaşım olarak soğuk atmosfer altında AlSc2 alaşımları (Şerit şeklinde).

Alüminyum, elektrik iletici olarak kullanım için yeterince yüksek elektrik iletkenliğine sahip iki düzgün metalden birisidir. Elektrik kanal meylinin iletkenliği (bileşik 1350), 36 mS/m civarındadır [29, 30]. Alüminyumun yüksek termal iletkenliği, metalin öncelikli olarak ticarete kullanılmasıyla, pişirme aletlerinde ortaya çıkmıştır. Bu ticari marka, ısıtarak ya da soğutarak, bir ortamdan başlayıp diğerini de kapsayan ısı değişimi uygulamalarında gereklidir. Dolayısıyla, alüminyum ısı değiştiriciler yiyecek, kimya, petrol ve havacılık gibi alanlarda tipiktir.

Al-2Sc alaşımlarının ısıtılmasının muhtemel evre değişimleri düşünüldüğünde, iletkenlik tahminleri kavranmış ve sonuçlar, artan ısıyla birlikte 300 °C'ye Kadar kayda değer bir görüntü değişikliği olmadığını kanıtlamıştır. Grafik (4.8)'de taslağı çıkarıldığı gibi, örneklerin iletkenliği ısı genişliğini doğrudan büyötmektedir. 160 °C ya da 300 °C'den daha yüksek olan özdirenç sapmaları, özellikle dökme alaşımlarda Al3Sc metallerarası evrelerin çözünmesinden dolayı olasıdır.

5. SONUÇ

Sonuçlar, alüminyum matrisin tane inceliğini ve Al₃Sc çökeltilerinin morfolojisini şiddetle skandiyum konsantrasyonuna bağlı olarak göstermektedir.

Bununla birlikte, Al-2% Sc alaşımının hızlı katılaşma işlemlerinden ötürü, numunelerin iletkenliği doğrudan sıcaklıkları genişletmek için genişledi.

Ek olarak, SEM, ED'nin analiz çalışmaları, Al matrisinde Al₃Sc intermetalik fazın farklı şekillerde homojen bir dağılım gösterdiğini belirtti. SEM WE'de farklı şekillerde farklı bir görüntü gördü. Döküm alaşımı olarak (külçe), şekli geniş taneli Sharpe dikdörtgen şekillidir (heterojen yapı), ancak RSP'de (şerit olarak) şekil küçük taneler (homojen yapı) ve ince yapı ile daire şeklindedir.

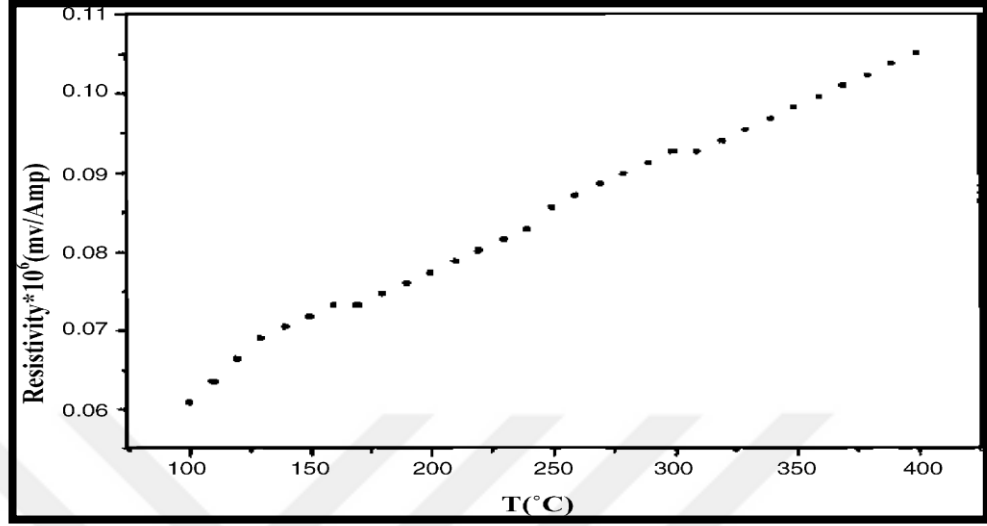
Başka bir deyişle, EDS-SEM Analizi, gerçekleştirilen araştırmalar nedeniyle bazı safhalar bulduk, eriyik eğerme yöntemi ile üretilen numunelerin her iki numunede de Al ve Scandium elemanlarının (Al matrisi) homojen dağılımını sergilediği bulundu. Ek olarak, grafik (4.6) ve tablo (4.4) 'te gösterildiği gibi (Al₃Sc) intermetalik fazı içeren% 3'e Kadar yüksek skandiyum konsantrasyonuna sahip noktalarda% ağırlık veya% atomik yüzdesi ile bekleniyorduk.

Başka bir araştırma, X-ışını kırınımı, Al ve Sc elementinden oluşan örnekler; (4.2) 'de gösterildiği gibi hızlı katılaşma proseslerinden dolayı Al₃SC Fazını tespit edebilen araçtır.

Buna ek olarak Al'ın, Al₃Sc fazının küçük tepeleri ile birlikte Al ana alaşımının dökmesi gibi birincil faz olarak Al'ın varlığını göstermiştir. Döküm ve şerit örnekleri arasındaki dengeyi modellediğimizde, şerit telinin direncinin dökme numuneden daha düşük olduğunu görüyoruz. Dolayısıyla, hızlı katılaşmanın direnci düşürdüğüne karar verdik.

Buna ek olarak, iletkenliğin 160 ° C veya daha fazla 300 ° C'de sapması belki de (grafik 4.2.) Gösterilen Al₃Sc intermetalik aşamanın parçalanması nedeniyle olmuştur. Sıcaklık arasındaki diğer ilişkide iletkenlik zıtlığı ile karşılaştırıldığında, Al-Sc

alaşımlarının direnci (Şekil 5.1.) De gösterildiği gibi. Isı arttıkça direncin nasıl arttığını bize gösteriyoruz.



Şekil 5.1. Al-2 Sc alaşımlarının dirençliliği.

6. ÖNERİLER

Açıkçası, bu maliyetlerle, Al-2%Sc bileşenlerinin kullanımı son derece sıkıntılıdır. Ayrıca, alüminyum amalgamlarda Sc kullanımı büyük ölçüde daha az maliyetli sıcak nokta gelişimine bağlıdır. Şu anki skandiyum üretimi çoğunlukla eski Sovyetler Birliği'nin Sc₂O₃ stoklarından elde edilmiştir. Bu biraraya gelme şüphesiz ki çok yakın bir gelecekte bitecektir ve kaynak seçenekleri gereklidir. Özellikle bir umut verici alternatif, Al₂O₃'ü boksitten kurtarmak için, Sc₂O₃'ü Bayer prosedürünün "Red Mud" depozitolarından çıkarmaktır. Hazırlık incelemeleri bu işlem tekniğini göstermektedir.

Belki de Sc₂O₃'te azalma, istenilen boyutun kayda değer bir bölümüyle neredeyse aynı fiyata gelmektedir. Böyle bir değer azalması, günümüzde olduğu gibi, alüminyumdaki Sc kullanımının daha da artmasına yol açacaktır.

SEM, XRD'yi içeren gözleme metodundan elde edilen grafik sonuçlarına ve iki farklı numunenin elektrik özelliklerine göre, (Al-2%Sc) hızlı katılaştırılmış ve aynı yüzdelerdeki skandiyumla oluşturulmuş geleneksel alaşımların farklı şekilleri vardır (dairesel şekil, keskin dikdörtgen şekil, küçük ve iri tanecikler)

Buna ek olarak, alüminyum bir matriste algılayabilir ve evreleri (Al +Sc) sadece şekildeki bu ince parçacıklarla tanıyabilirler.

Ancak genelde benzersiz özellikleri ve mikroyapı yardımı olan ŞERIT alaşımları ile ilgili bu alanda daha çok araştırma yapılmalıdır. Böylece yapının incelenmesi ve (Al₃Sc)'nin metaller arası evre etkisi ile ilgili daha doğru bilgiye ulaşılabilir ve havacılık gibi pekçok farklı konuda uygulaması olabilir. ŞERIT teknikleri sayesinde geleneksel dökme alaşımlardan daha muhteşem mekanik özellikler elde edebilirsiniz.

Bu alaşımın iyi mekanik ve elektrik özellikleriyle en iyi homojen mikroyapısının nasıl oluşturulacağı, pek çok eleştirel uygulamayı destekleyen yaygın bir bilgidir. Tüm bu özellikler hızlı soğutma ile gerçekleştirilmiştir (Şerit).

KAYNAKLAR

- Ahmad, Z. (2003). The properties and application of scandium-reinforced aluminum. *Jom*, 55(2), 35-39.
- Al-Haik, M. S., Trinkle, S., Garcia, D., Yang, F., Martinez, U., Sumali, H., ve Miltenberger, S. (2009). Investigation of the nanomechanical and tribological properties of dental materials. *International Journal of Theoretical and Applied Multiscale Mechanics*, 1(1), 1-15.
- Birol, Y. (2007). Microstructural evolution during annealing of a rapidly solidified Al–12Si alloy. *Journal of Alloys and Compounds*, 439(1), 81-86.
- Chen, Z., Lei, Y., ve Zhang, H. (2011). Structure and properties of nanostructured A357 alloy produced by melt spinning compared with direct chill ingot. *Journal of Alloys and Compounds*, 509(27), 7473-7477.
- Costa, S., Puga, H., Barbosa, J., ve Pinto, A. (2012). The effect of Sc additions on the microstructure and age hardening behaviour of as cast Al–Sc alloys. *Materials ve Design*, 42, 347-352.
- Das, S. (1999). Metallographic sample preparation techniques. *NML. Janisiredpur-83100711999* pp. 163-176.
- Davydov, V., Rostova, T., Zakharov, V., Filatov, Y. A., ve Yelagin, V. (2000). Scientific principles of making an alloying addition of scandium to aluminium alloys. *Materials Science and Engineering: A*, 280(1), 30-36.
- Dev, S., Stuart, A. A., Kumaar, R. R. D., Murty, B., ve Rao, K. P. (2007). Effect of scandium additions on microstructure and mechanical properties of Al–Zn–Mg alloy welds. *Materials Science and Engineering: A*, 467(1), 132-138.
- Flury, W. (1995). Space Debris Related Activities of ESA. *USCOPUOS, SveT SC*.
- Fujii, H., Akiyama, H., Kaneko, J., Sugamata, M., ve Blaz, L. (2003). Al-Sc master alloy prepared by mechanical alloying of aluminum with addition of Sc₂O₃. *Materials transactions*, 44(5), 1049-1052.
- Hafner, B. (2007). Scanning electron microscopy primer. *Characterization Facility, University of Minnesota-Twin Cities*, 1-29.
- Heard, D., Donaldson, I., ve Bishop, D. (2009). Metallurgical assessment of a hypereutectic aluminum–silicon P/M alloy. *Journal of Materials Processing Technology*, 209(18), 5902-5911.

- Jariwala, D., Sangwan, V. K., Lauhon, L. J., Marks, T. J., ve Hersam, M. C. (2014). Emerging device applications for semiconducting two-dimensional transition metal dichalcogenides. *ACS nano*, 8(2), 1102-1120.
- Kalay, Y., Chumbley, L. S., Anderson, I. E., ve Napolitano, R. E. (2007). Characterization of hypereutectic Al-Si powders solidified under far-from equilibrium conditions. *Metallurgical and Materials Transactions A*, 38(7), 1452-1457.
- Karnesky, R. A., Meng, L., Seidman, D. N., ve Dunand, D. C. (2003). Mechanical properties of a heat-treatable Al-Sc alloy reinforced with Al₂O₃ disperoids. *Affordable metal matrix composites for high performance applications II. Pittsburgh (PA): TMS*, 215.
- Lee, S.-L., Chang, J.-K., Cheng, Y.-C., Lee, K.-Y., ve Chen, W.-C. (2011). Effects of scandium addition on electrical resistivity and formation of thermal hillocks in aluminum thin films. *Thin solid films*, 519(11), 3578-3581.
- Lee, W.-S., ve Chen, T.-H. (2008). Dynamic deformation behaviour and microstructural evolution of high-strength weldable aluminum scandium (Al-Sc) alloy. *Materials transactions*, 49(6), 1284-1293.
- Litynska-Dobrzynska, L., Dutkiewicz, J., Maziarz, W., ve Góral, A. (2011). Microstructure of rapidly solidified Al-12Zn-3Mg-1.5 Cu alloy with Zr and Sc additions. *Materials transactions*, 52(3), 309-314.
- Litynska-Dobrzynska, L., Dutkiewicz, J., Maziarz, W., ve Rogal, Ł. (2010). TEM and HRTEM studies of ball milled 6061 aluminium alloy powder with Zr addition. *Journal of microscopy*, 237(3), 506-510.
- Liu, Q., Xue, J., Zhu, J., ve Guan, C. (2012). Preparating Aluminium-Scandium Inter-alloys during Reduction Process in KF-AlF₃-Sc₂O₃ Melts. *Light Metals 2012*, 685-689.
- Maldonado, R., Oliva, A., ve Corona, J. (2009). Annealing effects on the electrical resistivity of AuAl thin films alloys. *Materials Chemistry and Physics*, 116(2), 453-457.
- Palm, F., Leuschner, R., Schubert, T., ve Kieback, B. (2010). *PM Aluminium and Magnesium 2: Scalmalloy®= A Unique High Strength AlMgSc Type Material Concept Processed by Innovative Technologies for Aerospace Applications*. Paper presented at the European Congress and Exhibition on Powder Metallurgy. European PM Conference Proceedings.
- Pavuna, D. (1981). Production of metallic glass ribbons by the chill-block melt-spinning technique in stabilized laboratory conditions. *Journal of Materials Science*, 16(9), 2419-2433.

- Raghukiran, N., ve Kumar, R. (2015). Effect of scandium addition on the microstructure, mechanical and wear properties of the spray formed hypereutectic aluminum–silicon alloys. *Materials Science and Engineering: A*, 641, 138-147.
- Ram, G. J., Mitra, T., Shankar, V., ve Sundaresan, S. (2003). Microstructural refinement through inoculation of type 7020 Al–Zn–Mg alloy welds and its effect on hot cracking and tensile properties. *Journal of Materials Processing Technology*, 142(1), 174-181.
- Rosen, G. M., ve Ehrenpreis, S. (1972). Physical And Pharmacological Properties Of A Series Of Ultra-Long-Acting Local Anesthetics And Neuromuscular Blocking Agents†. *Transactions of the New York Academy of Sciences*, 34(3 Series II), 255-285.
- Røyset, J., ve Ryum, N. (2005). Kinetics and mechanisms of precipitation in an Al–0.2 wt.% Sc alloy. *Materials Science and Engineering: A*, 396(1), 409-422.
- Song, X. C., Zheng, Y. F., Yang, E., ve Wang, Y. (2007). Large-scale hydrothermal synthesis of WO₃ nanowires in the presence of K₂SO₄. *Materials Letters*, 61(18), 3904-3908.
- Tang, K., Wang, L. J., Huang, J., Ren, B., Zhou, J., Le, J., ve Xia, Y. B. (2013). *Effect of Oxygen Partial Pressure on Properties of ZnO Films Deposited on Freestanding Diamond Films*. Paper presented at the Key Engineering Materials.
- Tarnacki, J., ve Kim, Y.-W. (1989). Investigation of as-cast and rapidly solidified Al₃Sc. *Scripta metallurgica*, 23(7), 1063-1068.
- Uzun, O., Yılmaz, F., Kölemen, U., ve Başman, N. (2011). Sb effect on micro structural and mechanical properties of rapidly solidified Al–12Si alloy. *Journal of Alloys and Compounds*, 509(1), 21-26.
- Venkateswarlu, K., Pathak, L., Ray, A. K., Das, G., Verma, P., Kumar, M., ve Ghosh, R. (2004). Microstructure, tensile strength and wear behaviour of Al–Sc alloy. *Materials Science and Engineering: A*, 383(2), 374-380.
- Venkateswarlu, K., Rajinikanth, V., Ray, A. K., Xu, C., ve Langdon, T. G. (2010). Effect of a scandium addition on an Al-2% Si alloy processed by ECAP. *Rev. Adv. Mater. Sci*, 25, 99-106.
- Zhang, W., Ye, Y., He, L., Li, P., Feng, X., ve Novikov, L. (2013). Dynamic response and microstructure control of Al–Sc binary alloy under high-speed impact. *Materials Science and Engineering: A*, 578, 35-45.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Amal Mustafa M. Algerou
Doğum Yeri ve Tarihi : Trablus – Libya / 30.05.1974
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-Posta : amalmustafa37@yahoo.com



Eğitim Durumu

Lise : Shoodaa Abduljaleel
Lisans : Trablus Üniversitesi Fen Fakültesi
Kimya Anabilim Dalı

Mesleki Deneyim : Libya Tıp Araştırma Merkezi