

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MEKANİK ALAŞIMLAMA YÖNTEMİYLE NANO-PARÇACIK TAKVİYELİ  
ZN-AL ESASLI NANO-KOMPOZİT MALZEMELERİN ÜRETİLMESİ, İÇYAPI  
VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Metalurji ve Malzeme Müh. Ramazan DALMIŞ**

**TEMMUZ 2014  
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MEKANİK ALASIMLAMA YÖNTEMİ İLE NANO-PARÇACIK TAKVİYELİ  
ZN-AL ESASLI NANO-KOMPOZİT MALZEMELERİN ÜRETİLMESİ, İÇYAPI VE  
MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**Metalurji ve Malzeme Müh. Ramazan DALMIŞ**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
"METALURJİ VE MALZEME YÜKSEK MÜHENDİSİ"  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 21/05/2014  
Tezin Savunma Tarihi : 11/07/2014**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hamdullah ÇUVALCI**

**Trabzon 2014**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalında  
Ramazan DALMIŞ tarafından hazırlanan**

**Mekanik Alaşım İmla Yöntemi ile Nano-Parçacık Takviyeli Zn-Al Esaslı  
Nano-Kompozit Malzemelerin Üretilmesi, İyapı ve Mekanik Özelliklerinin  
İncelenmesi**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 17/06 / 2014 gün ve 1558 sayılı kararıyla  
oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
olarak kabul edilmiştir.**

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Doç. Dr. M. Vefa AKPINAR .....**  
**Üye : Doç. Dr. Hamdullah ÇUVALCI .....**  
**Üye : Doç. Dr. Aykut ÇANAKÇI .....**

**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ  
Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

Mühendislik uygulamalarda kullanılan makine elemanlarının güvenli çalışmalarını sağlamak ve kullanım ömürlerini arttırmak için üstün özelliklere sahip malzemelerden imal edilmeleri gerekmektedir. Büyük taneler içeren kristal yapıyla kıyaslandığında nanokompozit malzemeler, daha yüksek mukavemet, yüksek sertlik, yüksek difüzyon hızı içerir ve toz metalurjisi yöntemiyle üretilmelerinde daha az sinterleme süreleri yeterli olmaktadır. Bu çalışmada döküm yöntemiyle elde edilen çinko-alüminyum esaslı ZA27 alaşımı toz haline getirildi. Bu tozlara, sabit mekanik öğütme süresinde, farklı oranlarda nano boyutlu grafit ve bor karbür tozları katılarak, sıcak presleme yöntemi ile üretimleri gerçekleştirildi. Elde edilen nanokompozitlerin, içyapı, fiziksel ve mekanik özellikleri incelenerek, hem grafit hem de bor karbür katkılı hibrit kompozit oluşturmak için ideal katkı oranları belirlendi. Bu çerçevede belirlenen hibrit nanokompozit (HNK) toz bileşimine, farklı sürelerde mekanik alaşımlama uygulanarak elde edilen nano hibrit kompozitin yoğunluk, porozite, sertlik, çekme mukavemeti ve içyapıya etkisi araştırılmıştır.

Yüksek lisans çalışmam boyunca desteğini esirgemeyen, bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren saygıdeğer tez danışmanım Doç. Dr. Hamdullah ÇUVALCI' ya teşekkürü bir borç bilirim. Başta Doç. Dr. Aykut Çanakçı olmak üzere, tez çalışmama ve akademisyenlik hayatıma olumlu fikir ve görüşleriyle katkıda bulunan hocalarım Arş. Gör. Serdar ÖZKAYA, Arş. Gör. Fatih ERDEMİR, Arş. Gör. Temel VAROL ve Arş. Gör. Hüseyin İPEK' e teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Metalurji ve Malzeme Mühendisi arkadaşlarım Onur GÜLER, Müslim ÇELEBİ ve Ö. Faruk YALÇIN' a da teşekkür ederim.

Son olarak gösterdikleri özveri ve manevi desteklerinden dolayı sevgili aileme teşekkür ederim.

Ramazan DALMIŞ  
TRABZON 2014

## TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Mekanik Alaşımlıma Yöntemi ile Nano-Parçacık Takviyeli Zn-Al Esaslı Nano-Kompozit Malzemelerin Üretilmesi, İıyapı ve Mekanik özelliklerinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Hamdullah ÇUVALCI’ nın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.21/05/2014

Ramazan DALMIŞ

## İÇİNDEKİLER

	<b><u>Sayfa No</u></b>
ÖNSÖZ .....	III
TEZ BEYANNEMESİ .....	IV
İÇİNDEKİLER .....	V
ÖZET .....	VIII
SUMMARY .....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	X
TABLolar DİZİNİ .....	XII
SEMBOLLER DİZİNİ .....	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.2. Çinko-Alüminyum (ZA) Alaşımaları .....	2
1.2.1. Çinko-Alüminyum Faz Diyagramı .....	2
1.2.2. Çinko-Alüminyum-Bakır Faz Diyagramı.....	4
1.2.3. ZA27 Alaşımı .....	5
1.2.4. Çinko-Alüminyum Alaşımalarının Özellikleri.....	6
1.2.4.1. Çinko-Alüminyum Alaşımalarının Fiziksel Özellikleri.....	7
1.2.4.2. Çinko-Alüminyum Esaslı Alaşımaların Mekanik Özellikleri.....	8
1.2.4.3. Çinko-Alüminyum Esaslı Alaşımaların Tribolojik Özellikleri.....	9
1.3. Kompozit Malzemeler.....	9
1.3.1. Kompozitlerin Yapısı.....	11
1.3.2. Metal Matrisli Kompozitler .....	11
1.3.2.1. Metal Matrisli Kompozitlerin Üretim Yöntemleri.....	13
1.3.2.2. Matris Malzemeleri .....	14
1.3.2.3. Takviye Elemanları .....	14
1.3.2.3.1. Grafit .....	15
1.3.2.3.2. Bor Karbür (B <sub>4</sub> C) .....	15
1.4. Nano Teknoloji .....	16
1.4.1. Nanokompozitler .....	18
1.4.2. Metal Matrisli Nanokompozitler .....	20
1.4.3. Mekanik Alaşımlamanın Nanokompozitlere Etkisi.....	21

1.4.4.	Nanokompozitlerin Endüstriyel Alanlarda Kullanımı.....	24
1.5.	Toz Metalurjisi (TM) .....	24
1.5.1.	Toz Üretimi .....	26
1.5.2.	Presleme İşlemi .....	28
1.5.3.	Sinterleme İşlemi.....	29
1.5.4.	Sıcak Presleme (SP).....	32
1.5.5.	Son İşlemler.....	33
1.6.	Literatür Özeti ve Çalışmanın Amacı .....	33
2.	DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	36
2.1.	Deneyde Kullanılan Malzemeler.....	38
2.1.1.	ZA27 Alaşımının Dökümü ve Toz Üretimi.....	38
2.1.	Takviye Malzemeleri .....	39
2.2.	Mekanik Alaşımlama İşlemleri.....	39
2.3.	Parçacık Boyutu .....	40
2.4.	Metalografi Çalışmaları .....	41
2.5.	İçyapı incelemeleri.....	41
2.6.	Yoğunluk Ölçümleri.....	42
2.7.	Mekanik Deneyler.....	43
2.7.1.	Sertlik Deneyi .....	43
2.7.2.	Çekme Deneyi .....	44
2.8.	Sıcak Presleme .....	44
3.	BULGULAR .....	46
3.1.	ZA27 Alaşımı Döküm Yapısı .....	46
3.2.	Grafit Katkılı Nanokompozit (GKNK).....	47
3.2.1.	GKNK Tozlarının MA Sonrası Morfolojisi .....	47
3.2.2.	GKNK Malzemelerin İçyapıları .....	48
3.2.3.	GKNK Malzemelerde Yoğunluk-Porozite .....	54
3.2.4.	Mekanik Özellikleri.....	55
3.2.4.1.	Çekme Mukavemeti.....	55
3.2.4.2.	Sertlik.....	56
3.3.	Borkarbür Katkılı Nanokompozit (BKNK) .....	57
3.3.1.	BKNK Tozlarının MA Sonrası Morfolojisi .....	57

























































































































































































































