

**PP POLİMERİNE AHŞAP TOZU İLAVESİ İLE  
OLUŞTURULAN KARIŞIMIN MEKANİK VE  
MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**2014  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MAKİNE EĞİTİMİ**

**Aslı ÖZMERT**

**PP POLİMERİNE AHŞAP TOZU İLAVESİ İLE  
OLUŞTURULAN KARIŞIMIN MEKANİK VE MORFOLOJİK  
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**Ash ÖZMERT**

**Karabük Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Makine Eğitimi Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi  
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK**

**Ocak 2014**

Aslı ÖZMERT tarafından hazırlanan “PP POLİMERİNE AHŞAP TOZU İLAVESİ İLE OLUŞTURULAN KARIŞIMIN MEKANİK VE MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. İbrahim KADI

Tez Danışmanı, Makine Eğitimi Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makine Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 13/ 01/ 2014

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Prof.Dr. Kerim ÇETİNKAYA (KBÜ)

Üye : Prof.Dr. İbrahim KADI (KBÜ)

Üye : Prof.Dr. İbrahim ÇİFTÇİ (KBÜ)

...../...../2014

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mustafa BOZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

*“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”*

Aslı ÖZMERT

## **ÖZET**

**Yüksek Lisans Tezi**

### **PP POLİMERİNE AHŞAP TOZU İLAVESİ İLE OLUŞTURULAN KARIŞIMIN MEKANİK VE MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**Aslı ÖZMERT**

**Karabük Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Makina Eğitimi Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı:**

**Prof. Dr. İbrahim KADI**

**Ocak 2014, 60 sayfa**

Kompozit malzemelerden, günümüz uygulamalarında, yüksek mukavemetle birlikte düşük yoğunluk ve yüksek korozyon direnci gibi özellikler beklenmektedir. Son zamanlarda hafif konstrüksiyon uygulamalarını arttırmaya doğru bir yönelme söz konusu olduğundan, termoplastik matrisli kompozitlerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Termoplastikler, termal enerji (ısı) ve basınç uygulandığında kolaylıkla yumuşayan, deforme olabilen malzemelerdir. Yumuşak haldeyken, kolaylıkla şekil verilebilir ve soğutulduğunda tekrar sertleşebilmektedir. Şekillendirme sırasında, termoplastiklerin molekül yapısından dolayı, herhangi bir kimyasal değişikliğe uğramazlar. Ayrıca termo plastikler geri dönüşüm yolu ile tekrar tekrar kullanılabilirler. Plastik kompozitlerde dolgu malzemesi olarak ağaç lifleri, şeker kamışı, mısır koçanı ve saman gibi selüloz atıkları kullanılmaktadır.

Bu çalışmada termoplastik grubu bir polimer olan polipropilen (PP) ve ahşap tozu karışımının mekanik özelliklerinin belirlenmesi üzerine çalışılmıştır. Ahşap tozu miktarı %5 oranında arttırılarak 5 adet karışım elde edilmiştir. Bu karışımlardan çekme numuneleri üretilmiş ve çekme testi ile sertlik testi uygulanmıştır. Karışım içerisindeki ahşap tozu miktarı arttırıldığında elastikiyet modülünün arttığı, sertliğin arttığı, buna karşın uzama ve çekme mukavemetinin düştüğü görülmüştür. En yüksek elastikiyet modülü %80PP-%20 Ahşap tozu karışımından 748,52 MPa elde edilirken, en yüksek uzama %19,62 ile saf polipropilene aittir. En yüksek çekme mukavemeti değeri 39,27 MPa ile saf polipropilene ait iken en yüksek sertlik %80PP-%20 Ahşap tozu karışımına ait olan 71,36 ShoreD'dir.

**Anahtar Sözcükler** : Polipropilen, ahşap tozu, kompozit malzemeler, termo plastik, plastik karışım.

**Bilim Kodu** : 915.1.193

## **ABSTRACT**

**M. Sc. Thesis**

# **INVESTIGATION OF MECHANICAL AND MORFOLOGICAL PROPERTIES OF PP/WOOD FLOUR COMPOSITES**

**Aslı ÖZMERT**

**Karabük University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Machine Education**

**Thesis Advisor:**

**Prof. Dr. İbrahim KADI**

**January 2014, 60 pages**

It is expected that the composite materials should have low density and anti-corrosion features conjunction with high strength in modern applications. The new trend is to produce light-weight construction applications. So, using of the thermo-plastic matrix composites in these applications has been increased recently. Thermo-plastics can be easily softened and formed when thermal energy (heat) and pressure are applied it. After the forming of thermo-plastics, they can be cooled to become solidify again. While the forming processes, the chemical composition of thermo-plastics does not affect due to molecular structure. Besides, these materials can be used repeatedly with re-cycling. The pulp wastes such as Wood fiber, sugar cane, corncob and chaff are used as filling material in plastic composites.

In this study, it was goal to determine mechanical properties of the mixture of polypropylene (PP) which is a member of thermo-plastics and wood particles. 5 mixtures were got according to increasing ratio of wood particles about %5. The tensile specimens were produced using these mixtures. Tensile test and hardness test were performed with these specimens. When the ratio of wood particles in mixtures was increased, the Young modulus and hardness were increased in spite of that the elongation and tensile strength were decreased. The highest Young modulus was obtained from %80PP-%20 wood particles mixture as 748,52 MPa. However, the highest elongation was got from pure polypropylene as %19,62. The highest tensile strength was determined as 39,27 MPa using pure polypropylene. But, the highest hardness value was obtained from %80PP-%20 wood particles mixture as 71,36 ShoreD.

**Key Words** : Polypropylene, wood particles, composite materials, thermo-plastic, plastic mixture

**Science Code** : 915.1.193



## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Prof.Dr.İbrahim KADI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mekanik testlerin yapımında yardımlarını esirgemeyen Doç.Dr.Münir TAŞDEMİR'e, kullandığım hammaddelerin ve makinelerin teminini sağlayan Sayın Metin GÜLER'e ve MTN Plastik çalışanlarına, çalışma arkadaşlarıma, Ali GÜLER, Çetin GÜLER, Kerim DEMİR'e, mikroyapı testi için yardımcı olan Teknoform Bağlantı Elemanları San.ve Tic.A.Ş'nin firma yöneticisi Sayın Salih YILMAZ'a, Kalite Müdürü Erdoğan DURMUŞ'a, yüksek lisans öğrenimim boyunca desteğini esirgemeyen İsmail KİBAR ve ailesine, sevgili aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xv
BÖLÜM 1. ....	1
GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2. ....	6
POLİMER KOMPOZİTLER.....	6
2.1. KOMPOZİT MALZEMELER.....	6
2.2. KOMPOZİT MALZEMELERİN GENEL ÖZELLİKLERİ.....	7
2.3. KOMPOZİTLERDE MATRİS OLARAK KULLANILAN MALZEMELER.....	7
2.4. KOMPOZİT MALZEMELERİN AVANTAJLARI .....	8
2.5. KOMPOZİT MALZEMELERİN DEZAVANTAJLARI .....	9
2.6. KOMPOZİT MALZEMELER KULLANIM ALANLARI .....	10
2.7. AHŞABIN TANIMI.....	11
2.7.1. Ahşabın Kimyasal Özellikleri .....	11
2.7.2. Ahşabın Mekanik Özellikleri.....	13
2.8. UYUMLAŞTIRICININ TANIMI.....	13
2.8.1. Maleik Anhidrit (MA) .....	13
2.8.2. Antioksidant.....	14
2.9. AHŞAP POLİMER KOMPOZİTLERİN KULLANIM ALANLARI.....	15
2.10. AHŞAP POLİMER ÜRETİM YÖNTEMLERİ.....	16

	<b><u>Sayfa</u></b>
2.10.1. Doğrudan Ekstrüzyon Üretim Yöntemi.....	17
2.10.2. Kademeli Ekstrüzyon Üretim Yöntemi .....	18
2.11. KOMPOZİT MALZEMELERİN SINIFLANDIRILMASI.....	18
2.11.1. Yapılarını Oluşturan Malzemelere Göre .....	18
2.11.1.1. Plastik – Plastik Kompozitler.....	18
2.11.1.2. Plastik – Metal Fiber Kompozitler.....	19
2.11.1.3. Plastik – Cam Elyaf Kompozitler .....	20
2.11.1.4. Plastik – Köpük Kompozitler.....	20
2.11.1.5. Metal Matrisli Kompozitler .....	20
2.11.1.6. Seramik Kompozitler .....	21
2.11.2. Yapı Bileşenlerinin Şekline Göre .....	21
2.11.2.1. Partikül Esaslı Kompozitler .....	21
2.11.2.2. Lamel Esaslı Kompozitler.....	21
2.11.2.3. Fiber Esaslı Kompozitler .....	22
2.11.2.4. Dolgu Esaslı Kompozitler.....	23
2.11.2.5. Tabaka Yapılı Kompozitler.....	23
BÖLÜM 3. ....	24
MATERYAL METOD .....	24
3.1. MATERYAL.....	24
3.1.1. Polipropilen (PP) .....	24
3.1.2. Ahşap Tozu.....	25
3.2. KULLANILAN CİHAZLAR.....	26
3.2.1. Mekanik Karıştırıcı.....	26
3.2.2. Enjeksiyon Makinesi .....	26
3.2.3. Çekme Kalıbı.....	27
3.2.4. Çekme Testi Cihazı .....	28
3.2.5. Sertlik Cihazı .....	29
3.2.6. Mikroyapı İncelemeleri .....	29
3.3. METOD.....	30
BÖLÜM 4. ....	32

	<u>Sayfa</u>
BULGULAR.....	32
4.1. ÇEKME TESTİ SONUÇLARI .....	32
4.1.1. PP Polimerinin Mekanik Özellikleri.....	32
4.1.2. % 95 PP % 5 Ahşap Tozu Karışımının Mekanik Özellikleri .....	33
4.1.3. % 90 PP % 10 Ahşap Tozu Karışımının Mekanik Özellikleri .....	34
4.1.4. % 85 PP % 15 Ahşap Tozu Karışımının Mekanik Özellikleri .....	35
4.1.5. % 80 PP % 20 Ahşap Tozu Karışımının Mekanik Özellikleri .....	36
4.2. SERTLİK TESTİ SONUÇLARI.....	39
4.3. MORFOLOJİK ÖZELLİKLER .....	40
BÖLÜM 5. ....	42
SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	42
5.1. SONUÇLAR .....	42
5.2. ÖNERİLER .....	43
KAYNAKLAR .....	44
ÖZGEÇMİŞ .....	46
EK AÇIKLAMALAR A. DİŞİ ÇELİK .....	47
EK AÇIKLAMALAR B. YOLLUK BURCU .....	49
EK AÇIKLAMALAR C. ENJEKSİYON FLANŞI.....	51
EK AÇIKLAMALAR D. ERKEK ÇELİK.....	53
EK AÇIKLAMALAR E. ÖN BAĞLAMA PLAKASI.....	55
EK AÇIKLAMALAR F. ARKA BAĞLAMA PLAKASI .....	57
EK AÇIKLAMALAR G. PLASTİK ENJEKSİYON FLANŞI.....	59

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 2.1. Ağacın yapısı.....	11
Şekil 2.2. Selülozun kimyasal yapısı.....	12
Şekil 2.3. Hemiselülozun kimyasal yapısı .....	12
Şekil 2.4. Rignin'nin kimyasal yapısı .....	12
Şekil 2.5. Maleik anhidrit .....	14
Şekil 2.6. İnşaat sektöründe kullanılan parçalar.....	16
Şekil 2.7. Günlük hayatta kullanılan bazı ahşap polimer kompozitler.....	16
Şekil 2.8. Doğrudan ekstrüzyon yönteminin şematik gösterimi .....	17
Şekil 2.9. Ahşap plastik kompozit profil üretim hattı .....	17
Şekil 2.10. Çift vidalı kafadan kesmeli ekstrüder .....	18
Şekil 2.11. Değişik tipte fiber kompozitleri.....	22
Şekil 3.1. Polipropilen (PP).....	25
Şekil 3.2. Selüloz'un kimyasal yapısı .....	26
Şekil 3.3. Mekanik karıştırıcı .....	26
Şekil 3.4. Arburg 50T enjeksiyon makinesi .....	27
Şekil 3.5. Çekme kalıbının 3D modeli .....	27
Şekil 3.6. Çekme kalıbı .....	28
Şekil 3.7. Dikdörtgen kesitli plastik malzemeler için çekme numunesi değerleri ...	28
Şekil 3.8. Çekme testi cihazı .....	28
Şekil 3.9. Sertlik cihazı.....	29
Şekil 3.10. Mikroyapı inceleme mikroskobu .....	29
Şekil 3.11. ZWICK durometresi.....	31
Şekil 4.1. Çekme testi sonucunda elde edilen kopmuş PP numunesi. ....	32
Şekil 4.2. PP'nin ortalama çekme deneyi grafiği. ....	33
Şekil 4.3. Çekme testi sonucunda elde edilen kopmuş %95 PP %5 ahşap tozu numunesi. ....	33
Şekil 4.4. %95 PP %5 Ahşap tozu karışımının ortalama çekme deneyi grafiği.....	34
Şekil 4.5. %90 PP %10 Ahşap tozu karışımının ortalama çekme deneyi grafiği.....	35

## Sayfa

Şekil 4.6. %85 PP %15 Ahşap tozu karışımının ortalama çekme deneyi grafiği.....	36
Şekil 4.7. Çekme testi sonucunda elde edilen kopmuş %80 PP %20 ahşap tozu numunesi .....	37
Şekil 4.8. %80 PP %20 Ahşap tozu karışımının ortalama çekme deneyi grafiği.....	37
Şekil 4.9. PP/Ahşap tozu karışımlarının mekanik değerlerinin grafiksel gösterimi	38
Şekil 4.10. Sertlik ölçüm sonuçlarının grafiksel gösterimi .....	39
Şekil 4.11. PP Polimerinin büyütme fotoğrafları .....	40
Şekil 4.12. PP/Ahşap tozu (95/5) karışımının büyütme fotoğrafı .....	41
Şekil 4.13. PP/Ahşap tozu (85/15) karışımının büyütme fotoğrafı .....	41
Şekil 4.14. PP/Ahşap tozu (80/20) karışımının büyütme fotoğrafı .....	41

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 2.1. MA'nın fiziksel ve termal özellikleri.....	14
Çizelge 2.2. AO'nun özellikleri .....	14
Çizelge 3.1. PP'nin fiziksel, mekanik ve termal özellikleri.....	25
Çizelge 3.2. Ahşap tozu kimyasal bileşimi .....	25
Çizelge 3.3. PP/Ahşap tozu ve katkıların karışım oranları .....	30
Çizelge 3.4. PP/Ahşap tozu karışımının enjeksiyonda kalıplama şartları.....	30
Çizelge 3.5. Çekme numunelerinde kullanılan parametreler .....	31
Çizelge 4.1. PP'nin ortalama mekanik değerleri.....	32
Çizelge 4.2. % 95 PP % 5 Ahşap tozu karışımının mekanik değerleri .....	34
Çizelge 4.3. % 90 PP % 10 Ahşap tozu karışımının mekanik değerleri .....	35
Çizelge 4.4. % 85 PP % 15 Ahşap tozu karışımının mekanik değerleri .....	36
Çizelge 4.5. % 80 PP % 20 Ahşap tozu karışımının mekanik değerleri .....	37
Çizelge 4.6. Sertlik testi değerleri .....	39

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### KISALTMALAR

PE	: polietilen
PP	: polipropilen
MA	: maleik anhidrit
MAPP	: maleik anhidritlendirilmiş polipropilen
PP-g-MA	: maleik anhidrit ile aşılandırılmış polipropilen
LDPE	: düşük yoğunluklu polietilen
SEBS	: stiren-etilen-bütadien-stiren kauçuğu
SEBS-g-MA	: maleik anhidrit ile aşılandırılmış SEBS kauçuğu
WF	: (wood flour) ahşap tozu
MPa	: mega paskal
SEM	: taramalı elektron mikroskobu
SBR	: stiren-bütadien kauçuğu
EPDM	: etilen-propilen-dien monomeri
EPM	: etilen-propilen kauçuğu
SBS	: stiren-bütadien-stiren kauçuğu
NBR	: akrilonitril bütadien kauçuğu
EVA	: etilen vinil asetat
CPE	: klorlanmış polietilen
PIB	: poliizobutilen
TPO	: termoplastik olefin
CACO3	: kalsiyum karbonat
LLDPE	: lineer düşük yoğunluklu polietilen
HDPE	: yüksek yoğunluklu polietilen
TC-PBT	: titanat bağlı polibutilen tereftalat ajanı
TC-POT	: titanat bağlı polioksi tereftalat ajanı



## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Günümüzde değişik üretim yöntemleri ile elde edilen plastik ürünler; otomotiv sektöründen ev aletlerine, bilgisayar sistemlerinden beyaz eşya üretimine, sağlık alanından sporsal donanımlara, uzay teknolojilerinden sanatsal ekipmanlara kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Polimerler üzerinde çeşitli modifikasyonlar yapılarak birçok özellikleri istenildiği gibi değiştirilebilir. Böylece bu malzemelerin mekanik özelliklerinde daha yüksek performans elde edilmekte ve buna bağlı olarak kullanım alanları genişlemektedir.

Kompozit denilince birden fazla bileşenin fiziksel karışımı akla gelmektedir. Polimer kompozitlerde mekanik özellikleri iyileştirmek amacıyla çok değişik bitkisel ve mineral esaslı dolgu ve takviye maddeleri kullanılmaktadır. Bunlar doğada bulunabileceği gibi sentetik olarak da elde edilmektedir.

Ağaç plastik kompozitleri dış kaplama malzemeleri, oda içi paneller, cam çerçeve kaplaması, otomobil iç kısım parçaları ve diğer birçok değişik kaplamalı ürünlerde kullanılmaktadır. Ağaç plastik kompozitleri çoğunlukla polipropilen ve polietilen kullanılarak üretilir. Dolgu olarak ağaç tozunun yanında şeker kamışı, mısır koçanı, saman gibi değişik türler de kullanılmaktadır [1].

Hazırlanan bu çalışma, literatür taraması ve deneysel çalışmalar olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Ancak, literatür taraması ve deneysel çalışmalar kendi içinde üç konu başlığı altında oluşturulmaya çalışılmıştır. Bunlardan birinci bölüm “Giriş” olup burada çalışmanın amacı ve literatür de bulunan benzer çalışmaların incelemeleri verilmiştir. İkinci bölümde, bu çalışmada kullanılan polimer kompozitleri, kompozit malzemelerin genel özellikleri, kullanım alanları, avantaj ve dezavantajları, ahşap ve ahşap içerisindeki pigmentler hakkında bilgi

verilmiştir. Üçüncü bölümde, deneysel çalışmalarda kullanılan malzemeler, kullanılan enjeksiyon makinesi, deney numunelerinin basımı, uygulanan mekanik testler ve testlerin uygulanış parametreleri tanıtılmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, plastik ve plastik talaş karışımli numunelere uygulanan mekanik testlerden elde edilen veriler, kolay değerlendirilebilmesi için grafik olarak çizilmiş ve elde edilen grafikler değerlendirilmiştir. Ayrıca, optik mikroskop çalışmaları sonucu elde edilen görüntüler yorumlanmıştır. Deneysel çalışmalar sonucu elde edilen bulgular verilmiştir.

Deneysel çalışmaların nihai sonuçlarının açıklandığı beşinci ve son bölümde, deneysel çalışmalar sonucu elde edilen bulgular, deneysel çalışmanın amacına uygun bir biçimde yorumlanarak sonuçlandırılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

Bu çalışmada talaş tozu kullanarak plastik maliyetini azaltmak ve daha sağlam kompozitler üretmek hedeflenmiştir. Kısaca bahsedilecek olunursa Polipropilen (PP) matrisine ekstrüzyon yoluyla ağırlıkça %5, 10, 15, 20 oranlarında elekten geçirilmiş talaş tozu karıştırılmış ve bu karışımdan enjeksiyon yöntemiyle test numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler üzerinde çekme, sertlik, mikroyapı incelemeleri yapılmıştır.

Dao; ağaç tozu katkıli Polipropilen (PP) matris içerisine 0,1 ile 1 µm boyutları arasında değişen Etilen-Propilen-Dien Monomeri (EPDM) kauçuğu kullanılmasının darbe dayanımını iyileştirdiğini rapor etmiştir [2].

Jang ve arkadaşları kauçuk partikül boyutuna bağlı olarak Polipropilen (PP)'nin darbe özelliklerini incelemişler ve küçük partiküllerin büyük partiküllere oranla Polipropilen (PP)'nin dayanımında daha etkili olduğunu bulmuşlardır [3].

Scott ve arkadaşları CaCO<sub>3</sub> ve silisyumoksit toz dolgulu Polietilen (PE) kompozit sistemlerine modifiye edilmemiş Etilen-Propilen-Dien Monomeri (EPDM) ve maleik anhidritlenmiş Etilen-Propilen-Dien Monomeri (EPDM) ilavesi ile izod darbe dayanımını özelliklerinde çok iyi sonuçlar elde etmişlerdir [4].

Xie ve çalışma arkadaşları Polipropilen(PP)/sisal dolgu kompozitlerinin darbe ile kırılma enerjisi, toplam darbe süresi, çatlak başlaması ve ilerleme zamanının MA ile Aşılandırılmış SEBS Kauçuğu (SEBS-g-MA) içeriğinin artması ile arttığını rapor etmişlerdir [5].

Wu ve arkadaşları ahşap tozu Polipropilen (PP) kompozitlerinin mekanik özelliklerini yüzeyler arası gerilime ağaç dolgu yüzeyinde ön işlemler yapılmasının etkisini geniş oranda incelemiş ve dolgu matriksinin yüzeyleri arasındaki bağ gerilimi ve mekanik özelliklerini önemli derecede etkilediğini ispat etmişlerdir [6].

Han ve arkadaşları Maleik Anhidritlendirilmiş Polipropilen (MAPP)'yi farklı Polipropilen (PP)/selüloz dolgu kompozit sistemlerinde uyumlaştırıcı olarak kullanmış ve dolgu yüzeyindeki reaktif hidroksil gruplarının etkisi ile mekanik özelliklerin arttığını rapor etmişlerdir [7].

Le Thi ve Gauthier MA aşılandırılmış Polipropilen (PP-g-MA), aşı içindeki MA konsantrasyonu ve Polipropilen (PP)/sisal dolgu (kenevire benzeyen ve elyafı bol olan bir bitki) kompozitindeki PP-g-MA içeriğine reaktif ekstrüzyon sırasında değişik parametrelerin etkilerini incelemişlerdir [8].

Stamhuis, Stiren-Bütadien-Stiren Kauçuğu (SBS), Stiren-Etilen-Bütadien-Stiren Kauçuğu(SEBS), Akrilonitril Bütadien Kauçuğu (NBR), Etilen Vinil Asetat( EVA) ve Etilen-Propilen-Dien Monomeri (EPDM) dolgulu Polipropilen (PP) kompozit içinde darbe modifiyeci olarak kullanılmıştır. Bu malzemelerin ilave edilmesiyle darbe özelliklerinde bir iyileşme olduğu fakat en iyi sonucun dolgu yüzeyinin katkı ile kaplanması durumunda olduğunu rapor etmiştir. MA ile Aşılandırılmış PP (PP-g-MA) oranı PP-g-MA içindeki MA içeriğini darbe gerilmesi ve kopmadaki gerilmenin artmasına neden olduğunu rapor etmişlerdir [9].

Bledzki ve arkadaşları sert ve yumuşak ahşap tozuyla takviye edilmiş Polipropilen (PP)'nin fizikomekanik özelliklerine Maleik Anhidritlendirilmiş Polipropilen (MAPP) içeriğinin etkisini incelemişler ve MAPP'nin düşük konsantrasyonda çok daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır [10].

Oksman ve Lindberg geri dönüşümlü Düşük Yoğunluklu Polietilen (LDPE) ahşap tozu kompozitlerinin mekanik özelliklerini incelemişler ve kompozit içinde Maleik Anhidrit (MA) ile aşılendirilmiş Stiren-Etilen-Bütadien-Stiren Kauçuğu (SEBS) (SEBS-g-MA) uyumlaştırıcı ekleyerek optimize etmişlerdir. MA ile Aşılendirilmiş SEBS Kauçuğu (SEBS-g-MA) içeriğinin max. ağırlıkça % 4 seviyesinde tutularak kompozitlerin çekme gerilmesi, kopmadaki uzama ve darbe geriliminde iyileşme sağlamışlardır. Daha fazla uyumlaştırıcı eklenmesi çekme gerilmesini iyileştirmediğini gözlemlemişlerdir. Aşırı derecede elastomerik uyumlaştırıcı yüklemesi matriks özelliklerinin değişmesine neden olduğunu gözlemlemişlerdir [11].

Karnani ve arkadaşları, Polipropilen (PP)/kenaf dolgu (lifli bitki) kompozitinde Maleik Anhidritlendirilmiş Polipropilen (MAPP) içeriğinin %2'den %5'e artırılması ile bazı özelliklerde modifiye edilmemiş polipropilene Maleik Anhidritlendirilmiş Polipropilen (MAPP) katılması ile sağlanan iyileşmelere daha fazla iyileşme sağlamışlardır [12].

Karakuş vd., yaptıkları çalışmada geri dönüşüm yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) ve atık mısır saplarından elde edilen unlar kullanılarak polimer kompozitler üretmişlerdir. Ekstrüzyon ve pres kalıplama işlemlerine tabi tutularak üretilen kompozitler üzerinde çekme, eğilme ve darbe direnci dayanımı testleri yapılmışlardır. Kompozit bünyesindeki mısır sapı unu miktarındaki artışın kompozitlerin çekme ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerini iyileştirdiği ancak kompozitlerin çekme eğilme ve darbe direnci değerlerinde azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir [13].

Myres ve arkadaşları, Polipropilen PP/Ahşap Tozu kompozit üzerine ekstrüzyon sıcaklığı ve Maleik Anhidritlendirilmiş Polipropilen (MAPP)'nin etkisini çalışmışlardır. MAPP kompozitin çekme geriliminde ve yumuşaklığında pozitif etki gösterirken, çentikli darbe geriliminde negatif etki yapmaktadır. Kompozitin içindeki takviye miktarın artması ve aynı zamanda yüksek ekstrüzyon sıcaklıklarında ahşap tozu dolgularının kırılmalarının artmasının darbe geriliminde bir azalmaya neden olacağına inanmışlardır [14].

Dalvag ve arkadaşları, selüloz dolgu ve termoplastik kompozit sistemlerinde darbe özelliklerini iyileştirmek için birçok elastomer katkılarını test etmişlerdir. Bunlar Etilen Vinil Asetat (EVA), Klorlanmış Polietilen (CPE), Poliizobutilen (PIB), Termoplastik olefin (TPO), (Syrlyn) ve Akrilonitril Bütadien Kauçuğu (NBR)'dir. Polipropilen(PP)/Ahşap tozu (WF) (%30) kompozitinde darbe dayanımının %10 NBR ilavesi ile 27 kJ/ m<sup>2</sup>'den 41 kJ/ m<sup>2</sup>'ye, %10 PIB ilavesi ile 30 kJ/m<sup>2</sup>'ye, %10 TPO ilavesi ile 29 kJ/ m<sup>2</sup>'ye arttığını diğer katkıların ilavesi ile darbe dayanımının değişmediğini rapor etmişlerdir [15].

Gatenholn ve arkadaşları Maleik Anhidritlendirilmiş Polipropilen (MAPP)'yi PP/selüloz dolgu sistemlerinde kullanılmışlar, çekme dayanımı ve darbe dayanımında artma olduğunu rapor etmişlerdir [16].

## BÖLÜM 2

### POLİMER KOMPOZİTLERİ

Kolay biçim verilebilir olması, metallere oranla düşük yoğunlukta olması, üstün yüzey kalitesi ve korozyona karşı dayanımı plastiğin yükselmesindeki en önemli özelliklerdir. Birçok üstün özelliğinin yanı sıra sertlik ve dayanıklılık özelliklerinin düşük olması plastik malzemelerin güçlendirilmesi için çalışmalar yapılmasına neden olmuştur. Bu eksikliğin giderilmesi amacıyla 1950'lilerde polimer esaslı kompozit malzemeler geliştirilmiştir. Kompozitler, özellikle polimer kompozitler yüksek mukavemet, boyut ve termal kararlılık, sertlik, aşınmaya karşı dayanıklılık gibi özellikleriyle pek çok avantajlar sunarlar. Ayrıca kompozit malzemeler dayanıklılık ve sertlik yönünden metallerle yarışabilecek durumdadırlar ve çok daha hafiftirler [17].

#### 2.1. KOMPOZİT MALZEMELER

Kompozit malzeme tanımı, temel olarak iki veya daha fazla malzemenin bir arada kullanılmasıyla oluşturulan ve meydana geldiği malzemelerden farklı özelliklere sahip yeni tür malzemeleri belirtmek için kullanılmaktadır. Genel olarak ise Kompozit malzeme denildiğinde elyaf ile güçlendirilmiş plastik malzemeler anlaşılmaktadır. Kompozit malzemeler reçine (Matrix) ve takviye (Reinforcement) bileşenlerinden oluşur. Kompozitler temel olarak kalıp görevi gören reçine içine gömülmüş sürekli veya kırılmış elyaflardan oluşmaktadır. Bu bileşenler birbirleri içinde çözülmezler veya karışmazlar. Kompozit malzemelerde elyafın sertlik, sağlamlık gibi yapısal özellikleri, plastik reçine malzemesi ise elyafın yapısal bütünlüğünü oluşturması için birbirine bağlanması, yükün elyaf arasında dağılmasını ve elyafın kimyasal etkilerden ve atmosfer şartlarından korunmasını sağlar [17].

## 2.2. KOMPOZİT MALZEMELERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Uygulamada, kompozit malzeme üretiminde genellikle aşağıdaki özelliklerden birinin veya bir kaçının geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu özelliklerin bazıları;

- a) Mekanik dayanım, basınç, çekme, eğilme, çarpma dayanımı,
- b) Yorulma dayanımı, aşınma direnci,
- c) Korozyon direnci,
- d) Kırılma tokluğu,
- e) Yüksek sıcaklığa dayanıklılık,
- f) Isı iletkenliği veya ısı direnç,
- g) Elektrik iletkenliği veya elektriksel direnç,
- h) Akustik iletkenlik, ses tutuculuğu veya ses yutuculuğu,
- i) Rijitlik,
- j) Ağırlık,
- k) Görünüm ve benzeri özellikler şeklinde sıralanabilir.

## 2.3. KOMPOZİTLERDE MATRİS OLARAK KULLANILAN MALZEMELER

Kompozit malzemelerde kullanılan matrisler, polimerlerden (termosetler ve termoplastikler) metal ve seramiklere kadar değişmektedir. Polimerler düşük yoğunluklu ve düşük dayanıklılıktadır.

Çeşitli plastik malzemelerin seramik, metal bazen de sert polimerlerin elyafları ile güçlendirilerek değişik özelliklere sahip malzemeler üretmek mümkündür. İçindeki plastik sayesinde kolaylıkla şekil verilebilen ve takviye elyaflar sayesinde son derece sağlam, sert ve hafif olan bu malzeme karışımları, kompozitler her gün yepyeni uygulama alanlarında karşımıza çıkmaktadırlar. Ayrıca metallere kıyasla malzeme yorulması, malzeme üzerinde hasarların tolere edilmesi ve korozyona dayanıklılık özellikleri bakımından avantaj sağlamaktadır. Tüm bu faydalarına rağmen kompozitlerin tamamıyla metalin yerine geçmemesinin dört ana sebebi vardır;

- a) Titanyum ve çelik gibi metallerin bazı uygulamalarda ihtiyaç duyulan kritik düzeyde ısı, mekanik özellikleri günümüz kompozitleri karşılamamaktadır.
- b) Yeni geliştirilen matris malzemelerle, elyafların tüm karakteristik özellikleri metaller kadar bilinmemektedir.
- c) Bazı karmaşık biçimler düşük maliyetler çerçevesinde üretilmemektedir. Kompozitler kg başına düşen üretim maliyeti rakamları metallerden, özellikle alüminyumdan daha yüksektir [17].

#### **2.4. KOMPOZİT MALZEMELERİN AVANTAJLARI**

- a) Yüksek mukavemet: Kompozitler yüksek mukavemet değerleri sağlayan malzemeler arasında en etkin olanlardan birisidir.
- b) Hafiflik: Kompozitler birim alan ağırlığında hem takviyesiz plastiklere, hem de metallere göre daha yüksek mukavemet değerleri sunmaktadır.
- c) Tasarım esnekliği: Kompozitler bir tasarımcının aklına gelebilecek her türlü karmaşık, basit, geniş, küçük, yapısal, estetik, dekoratif ya da fonksiyonel amaçlı olarak tasarlanabilir.
- d) Boyutsal stabilite: Çeşitli mekanik, çevresel baskılar altında termoset kompozit ürünler şekillerini ve işlevselliklerini korumaktadırlar.
- e) Yüksek Dielektrik Direnimi: Kompozitlerin göze çarpan elektrik yalıtım özellikleri, birçok komponentin üretimi konusunda açık bir tercih nedenidir.
- f) Korozyon dayanımı: Kompozitlerin antikorozyif özelliği, diğer üretim malzemelerinden üstün olan niteliklerinden biridir.
- g) Kalıplama kolaylığı: Kompozit ürünler, çelik türündeki geleneksel malzemelerde karşılaşılan birçok parçanın birleştirilmesi ve sonradan monte edilmesi işlemini tek parçada kalıplama olanağı ile ortadan kaldırmaktadır.
- h) Yüzey uygulamaları: Kompozit ürünlerde kullanılan polyester reçine, özel pigment katkıları ile renklendirilmek suretiyle, amaca uygun kendinden renkli olarak üretilir.
- i) Şeffaflık özelliği: Kompozitler, cam kadar ışık geçirgen olabilir. Tam şeffaf olması nedeni ile ışığı yayması sayesinde, diffüze ışığın önem kazandığı seralarda ve güneş kolektörü yapımında önemli avantaj sağlar.



- j) Beton yüzeylere uygulama imkânı: Beton yüzeylere, kompozitler mükemmel yapışır. Özellikle, betonun gözenekli olması nedeniyle, kompoziti oluşturan ana malzemelerden polyester reçinenin beton gözeneklerinden sızması ve beton kütle içinde sertleşmesinden dolayı mükemmel bir yapışma sağlanır.
- k) Ahşap yüzeylere uygulama imkanı: Kompozitler ahşap yüzeylere yapışma özelliğine sahiptir. Ancak ahşabın kuru olması ve stiren ihtiva eden polyester reçine ile iyi bir şekilde emdirilmesi gerekir.
- l) Demir yüzeylere uygulama imkânı: Demir yüzeydeki pas ve yağ kalıntıları temizlendikten sonra kompozitlerle kaplanabilir. Bu sayede demir ve çelik yüzeyler, kompozitlerle kaplanarak korozyon etkilerinden korunmaktadır.
- m) Yanmazlık özelliği: Kompozitlerin alev dayanımı, kullanılan polyeesterin özelliğine bağlıdır.
- n) Kompozitler sıcaklıktan etkilenmez: Kompozit ürünler, termoset plastikler grubundan polyester reçineler ile yapıldığı için yumuşamaz ve şekil değiştirmez. Isı dayanıklılığı kullanılan polyester reçinenin cinsine bağlıdır.
- o) Kompozitler içine farklı malzemeler gömülebilir: Kompozitler içine demir, ahşap, halat, tel, mukavva, poliüretan sert köpük gibi malzemeler gömülerek mekanik özellikleri farklılaştırılabilir.
- p) Tamir edilebilirlik özelliği: Tamir izlerinin görünmemesi için, onarım işleminin bir kalıp üzerinde yapılması, ya da onarımdan sonra zımpara veya boya yapılması gerekir.
- q) Kompozitler kesilip delinebilir: Kompozitler, tahta gibi kolayca kesilir, delinir, zımparalanır. Bu amaçla kullanılan aletlerin sert çelik veya elmas uçlu olması halinde daha iyi sonuç alınmaktadır.

## **2.5. KOMPOZİT MALZEMELERİN DEZAVANTAJLARI**

- a) Hammaddenin pahalı olması; Uçaklarda kullanılabilecek kalitede karbon elyafının bir m<sup>2</sup> kumaşının maliyeti yaklaşık 50 \$ olması
- b) Malzemenin kalitesi üretim yöntemlerinin kalitesine bağlıdır, standartlaşmış bir kalite yoktur.
- c) Kompozitler kırılğan (gevrek) malzeme olmalarından dolayı kolaylıkla zarar görürler, onarımları yeni problemler yaratabilir.

d) Malzemelerin sınırlı raf ömürleri vardır. Bazı tür kompozitlerin soğutulmuş olarak saklanması gerekmektedir. Kompozitler onarılmadan önce çok iyi olarak temizlenmeli ve kurutulmalıdır [17].

## **2.6. KOMPOZİT MALZEME KULLANIM ALANLARI**

Günümüzde gemi yapımından bina yapımına, ev aletleri üretiminden uzay teknolojisine kadar hemen hemen her alanda çok yaygın bir kullanımı bulunan kompozit malzemenin üretimi son birkaç yüz yıla mal edilmiş gibi görülse de ilk örnekleri çok eskilere dayanmaktadır. Kompozit malzeme kavramının ortaya atılması ve konunun bir mühendislik konusu olarak ele alınması ancak 1940'lı yılların başında gerçekleşmiştir.

Çok bileşenli malzemenin ilk örnekleri, doğada bulunan malzemeye yapılan müdahalelerle onun kullanılabilir hale getirilmeye başlandığı aşamadır. İlk çağlardan beri insanlar kırılabilir malzemelerin içine bitkisel veya hayvansal lifler koyarak bu kırılabilirlik özelliğinin giderilmesine çalışmışlardır. Bu konularda en iyi örneklerden biri kerpiç malzemedir. Kerpiç üretiminde killi çamur içine katılan saman, sarmaşık dalları gibi sap ve lifler, malzemenin gerek üretim, gerek kullanım sırasındaki dayanımını artırmaktadır. Kompozit malzemeler artık gittikçe artan oranlarda ve yeni sektörlerde kullanılmaya başlanmıştır. Uzun zaman uçak sanayisindeki ihtiyaçların yönlendirdiği kompozit malzeme gelişimleri son dönemde yeni birçok sektörde birçok farklı amaç için kullanılmaktadır.

- a) Korozyona Dayanıklı Ürünler
- b) Su tankı,
- c) Mazgal Olukları,
- d) Yeraltı Boruları,
- e) Rasathane Kubbesi,
- f) Açık Saha Dolapları,

Yapı sektörü

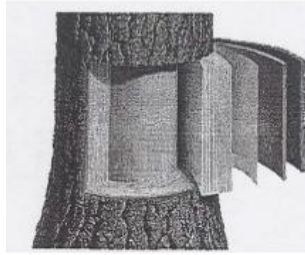
- a) Köprü Tabanı,
- b) Tırabzan, Kapı ve Çit,
- c) Yürüme Yolları,
- d) Bina Balkon Korkuluğu,
- e) Taşıyıcı Konstrüksiyon, Kapı Saçağı ve Yer Karoları,
- f) Bina Kaplama Panelleri,
- g) Küvet, Lavabo vs. [17].

## 2.7. AHŞABIN TANIMI

Ahşap, canlı bir organizma olan ağaçtan elde edilen lifli, heterojen ve anizotrop bir dokuya sahip organik esaslı bir yapı malzemesidir. Ağaç lifleri selüloz ağırlıklı moleküllerden meydana gelmektedir [17].

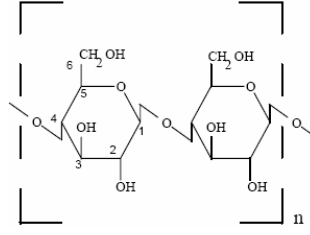
### 2.7.1. Ahşabın Kimyasal Özellikleri

Hücre duvarının kimyasal bileşiminde; Selüloz % 40 – 50, Hemiselüloz % 20 – 35, Lignin % 20, Yabancı madde % 0-5 bulunur. Şekil 2.1' de ağacın yapısı bulunmaktadır [17].



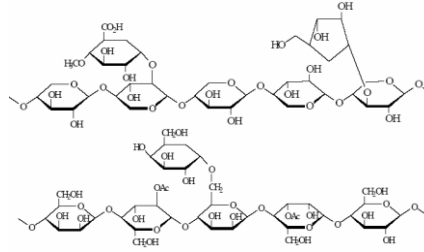
Şekil 2.1 Ağacın yapısı [19].

Selüloz: Hücre duvarının ana katkı maddesidir. Ahşabın fiziksel özelliklerinden eğilme ve çekmeye karşı mukavemet veren maddedir. Şekil 2.2' de selülozun kimyasal yapısı verilmiştir [17].



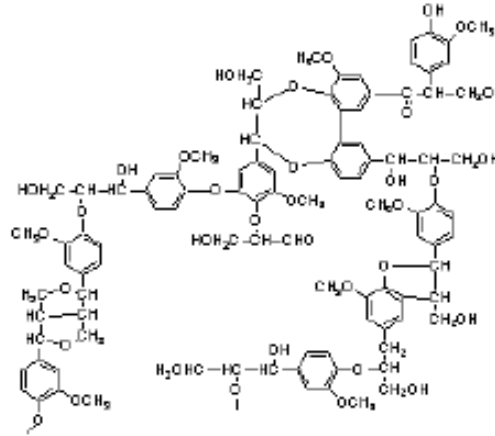
Şekil 2.2. Selülozun kimyasal yapısı [17].

Hemiselüloz: Pentoz ve heksos şekerlerinin kısa polimerleridir. Hücre duvarını güçlendirir, depo madde görevi yapar, geçit zarlarını ayarlar. Su emicidir. Şekil 2.3'te hemiselülozun kimyasal yapısı verilmiştir [17].



Şekil 2.3. Hemiselülozun kimyasal yapısı [17].

Lignin: Selüloz fibrilleri içinde yer alır. Ahşabın basınca karşı mukavemetini sağlar. Birfenol halkasının ana yapısına sahip amorf bir maddedir. Düşük oranda su emicidir. Rengi kahverengimsi beyazdır. Şekil 2.4'te rignin'nin kimyasal yapısı verilmiştir [17].



Şekil 2.4. Rignin'nin kimyasal yapısı [17].

## 2.7.2. Ahşabın Mekanik Özellikleri

Ahşap, heterojen ve anizotrop bir malzeme olması nedeniyle mekanik özelliklerin incelemek zordur. Lif yönündeki tüm özellikler, basınç, çekme dayanımları, enine yöndeki dayanımlarından yüksektir. Ahşap su içeriğinin fonksiyonu olarak şişen ve büzülen bir malzeme olduğundan mekanik özellikleri de buna bağlı olarak değişir. Ahşaptan üretilmiş suni ahşap malzemelerin özellikleri ahşabın özelliklerine benzer. Ancak üretim amaçlarına uygun olarak geliştirilen bu tür homojen ve izotrop malzemeler, doğal ahşapta görüldüğü gibi lif yönlerine bağlı olarak değişen değerler gösteremezler.

Elastisite modülleri: Çamlarda liflere paralel  $10000 \text{ N/mm}^2$ , liflere dik  $300 \text{ N/mm}^2$  Meşe, kayın liflere paralel  $12500 \text{ N/mm}^2$ , liflere dik  $600 \text{ N/mm}^2$ . Tabii olarak kurutulmuş %10-15 nemli meşenin yoğunluğu  $800 \text{ gr/dm}^3$ , çamın  $550-600 \text{ gr/dm}^3$ 'tür. Liflere paralel durumda 1. sınıf çamın çekme direnci  $100-105 \text{ kg/cm}^2$ , basınç direnci  $85-100, 100-105 \text{ kg/cm}^2$ 'dür. Değişik hava etkilerinde çabuk yıpranırlar [17].

## 2.8. UYUMLAŞTIRICININ TANIMI

Kimyasal veya fiziksel yöntemlerin herhangi birisiyle karışım oluşturan bileşenlerin morfolojisini veya fazlar arası modifikasyonu değiştirme işlemidir. Ahşap tozu ile polimer zinciri arasında bağlantı oluşturan, düşük molekül ağırlıklı organik maddedir. Uyumlaştırıcılar düşük moleküler ağırlıklı olmalı, birden fazla işlevsel grup içermeli, polimer ile aynı çözücüde çözünebilmeli, oda sıcaklığında katı halde bulunmalıdır [18]. Bazı uyumlaştırıcılar;

### 2.8.1. Maleik Anhidrit (MA)

Polimer/Ahşap tozu karışımlarının ara yüzeylerinde bağlayıcı etkiyi sağlamak amacıyla, piyasada Yparex 8125 diye bilinen katkı maddesi kullanılmaktadır. Şekil 2.5' de Maleik Anhidrit gösterilmiştir. Çizelge 2.1' de Maleik Anhidrit'e ait fiziksel ve termal özellikleri verilmiştir [17].



Şekil 2.5. Maleik Anhidrit [19].

Çizelge 2.1. MA'nın fiziksel ve termal özellikleri [17].

MA	DEĞER	STANDART
Yoğunluk (Kg/cm <sup>3</sup> )	0.929	ISO 1183
MFI (190 °C, 2,16 Kg'de)(g/10 min)	24	ISO 1133
Erime Noktası (10 0C/min)(°C)	124	ISO 11357-1/-3
Vicat Yumuşama Sıcaklığı (50 °C/h 10N)(°C)	103	ISO 306

### 2.8.2. Antioksidant

Polimer/Ahşap tozu karışımlarının ekstrüzyon prosesinde ısıl bozunmasını engellemek amacıyla katılan bu katkı, Anox 20 ticari ismi ile bilinmektedir. Bu katkının fiziksel özellikleri Çizelge 2.2' de verilmiştir [17].

Çizelge 2.2. AO'nun özellikleri [17].

Antioksidant	DEĞER	BİRİM
Yoğunluk (20 °C)	1,045	Kg/cm <sup>3</sup>
Dökme Yoğunluğu	0,55	Kg/L
Erime Noktası	110-125	0C
Mol Ağırlığı	1178	
Görünüm	Toz	
Renk	Beyaz	

## 2.9. AHŞAP POLİMER KOMPOZİTLERİN KULLANIM ALANLARI

Ahşap Polimer kompozit pazarının geçmiş yıllara bakıldığında sürekli gelişmekte olduğunu görmekteyiz. Sektörün büyümesi her yıl ortalama % 15 artmaktadır. Ahşap polimer kompozitlerine ilginin büyümesinin sebebi temel anlamda çevresel ihtiyaçlar ve farklı arayışlardır. Plastik ve ahşap atıkları birleştirilerek yeni kompozitler ve kullanışlı ürünler elde edilmektedir. Ahşap kompozitlerin başlıca kullanım alanları;

- a) Çatı ve dış cephe kaplaması,
- b) Çit veya parmaklık malzemeleri,
- c) Pencere ve kapı kasası,
- d) Kaplama, sandal, balkon, veya merdiven alt yüzü, araba kontrol paneli,
- e) Oyun alanı ekipmanları,
- f) Mutfak tezgahı, masa ve sandalye,
- g) Yer döşemesi, raf ve kablo kanalı
- h) Kepenk, korkuluk, prefabrik evler, kilitli geçitler ve marinalar,
- i) Çatı kiremitleri, izolasyon panelleri ve beton kalıbı sıkıştırıcısı,
- j) Otomotiv endüstrisi,
- k) İzolasyon malzemesi,
- l) İnşaat malzemeleri ve profiller [17].

Kompozit malzemeler günlük hayatta sıklıkla kullanılmaktadır. Şekil 2.6'da günlük hayatta kullanılan bazı ahşap polimer kompozitler gösterilmiştir. Şekil 2.7'de özellikle inşaat sektöründe sıklıkla kullanılan kompozit malzemeler gösterilmiştir.



Şekil 2.6. İnşaat sektöründe kullanılan parçalar [19].



Şekil 2.7. Günlük hayatta kullanılan bazı ahşap polimer kompozitler [19].

## 2.10. AHŞAP POLİMER ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Ahşap polimer üretiminde en çok kullanılan termoplastikler, Polietilen (PE) ( % 70), Polipropilen (PP), Polivinilklorür (PVC) dir. Ahşap ile polimerin arasındaki uyumsuzluktan dolayı, zayıf ara yüzey yapışması olur. Bu zayıf ara yüzey yapışmasını engellemek için de çeşitli uyumlaştırıcı katkıları kullanılmaktadır. Kompozit malzemenin oluşumunu etkileyen temel özellikler; Ağaç tipi, partikül yapısı ve biçimi partikül boyutu (toz L/D:3,elyaf L/D>10), ara yüzey davranışı ve ahşap tozunun dispersiyonudur. Dispersiyonu sağlamak için en iyi çözüm çift vidalı ekstrüder kullanımıdır [17].

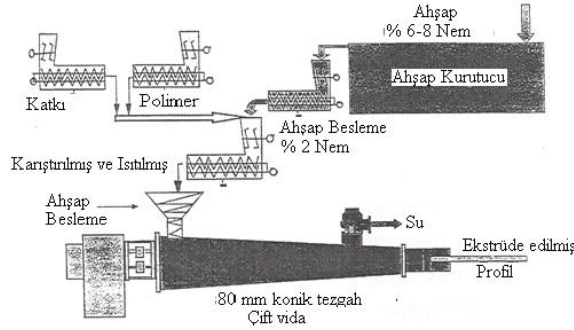


### 2.10.1. Doğrudan Ekstrüzyon Üretim Yöntemi

Doğrudan Ekstrüzyon ahşap plastik kompozitinin granül haline getirilmeden, fiziksel karışımın sağlandığı gibi ekstrüde edilip son ürünün elde edildiği üretim yöntemidir. Bu yöntemin avantajları;

- Mekanik özellikler, sertlik ve mukavemette artış,
- Düşük ürün ve üretim maliyeti,
- Değişebilir hammadde,
- Kısa sürelerde dönüşüm,
- Düşük üretim sıcaklıkları,
- % 80'nin üzerinde ahşap içeriği ile çalışabilme, pahalı olmayan talaş ve geri
- Dönüşüm plastiklerle çalışma imkanı sağlar [17].

Doğrudan Ekstrüzyonun şematik gösterimi Şekil 2.8' de verilmiştir. Şekil 2.9' da ise Doğrudan Ekstrüzyon ile üretilen profilin üretim hattı verilmiştir.



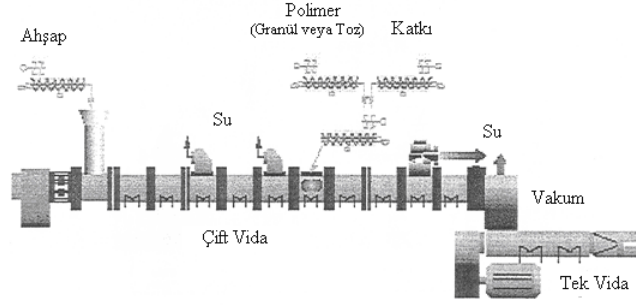
Şekil 2.8. Doğrudan ekstrüzyon yönteminin şematik gösterimi [17].



Şekil 2.9. Ahşap plastik kompozit profil üretim hattı [17].

## 2.10.2. Kademeli Ekstrüzyon Üretim Yöntemi

Kademeli ekstrüzyonda ahşap ve plastik ilk önce ekstrüder makinesinde granül haline getirilir. Sonra enjeksiyon veya ekstrüzyon makinesinden geçirilerek son ürün elde edilir. Şekil 2.10'da Çift Vidalı Kafadan Kesmeli Ekstrüder verilmiştir.



Şekil 2.10. Çift vidalı kafadan kesmeli ekstrüder [17].

## 2.11. KOMPOZİT MALZEMELERİN SINIFLANDIRILMASI

Kompozit malzemeleri, yapılarını oluşturan malzemeler ve yapı bileşenlerinin şekillerine göre iki şekilde sınıflandırmak mümkündür. Matris malzemesinin türüne göre plastik kompozitler, metalik kompozitler, seramik kompozitler vb. bir gruplandırma yapılabildiği gibi yapı bileşenlerinin şekillerine göre de partikül esaslı kompozitler, lamel esaslı, fiber esaslı kompozitler, dolgulu “kafes” kompozitler, tabaka yapıları kompozitler şeklinde sınıflandırılabilir.

### 2.11.1. Yapılarını Oluşturan Malzemelere Göre

#### 2.11.1.1. Plastik – Plastik Kompozitler

Fiber olarak kullanılan plastik, yük taşıyıcı bir özelliğe sahip iken, matris olarak kullanılan plastik, esneklik verici, darbe emici ya da istenen amaca göre kullanılan plastiğin özelliğine sahip olmaktadır. Kullanılabilecek plastik türleri de iki ayrı sınıfta incelenebilir.

Termoplastikler: Bu tür plastikler, ısıtıldığında yumuşar ve şekillendirildikten sonra soğutulduğunda sertleşir. Bu işlem sırasında plastiğin mikro yapısında herhangi bir değişiklik söz konusu değildir. Genellikle 5-50 °C arasındaki sıcaklıklarda kullanılabilirler.

Bu gruba giren plastikler:

- a) Naylon
- b) Polietilen
- c) Karbonflorür
- d) Akrilikler
- e) Selülozikler
- f) Viniller şeklinde sıralanabilir.

Termoset Plastikler: Bu tip plastiklerde ise ısıtılıp şekillendirildikten sonra soğutulduklarında artık mikro yapıda oluşan değişim nedeniyle eski yapıya dönüşüm mümkün olmamaktadır. Bu grubun belli başlı plastikleri ise:

- a) Polyesterler
- b) Epoksiler
- c) Alkiter
- d) Aminler olarak verilebilir.

#### **2.11.1.2. Plastik – Metal Fiber Kompozitler**

Endüstride çok kullanılan bir tür olan metal fiber takviyeli plastikten oluşan kompozitler oldukça mukavemetli ve hafif bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kompozitler, metal fiberleri (bakır, bronz, alüminyum, çelik vs.) polietilen ve polipropilen plastiklerini takviyelendirmesi ile elde edilmekte ve kullanılmaktadır. Özellikle deformasyon yönünden takviyelendirilme yaygın olarak kullanılmakta ve iyi bir verim alınmaktadır.

### **2.11.1.3. Plastik – Cam Elyaf Kompozitler**

İsteğe göre termoplastikler veya termoset, plastikten oluşan matris ve cam liflerin uygun kompozisyonlarından üretilmektedir. Mekanik ve fiziksel özellikleri nedeniyle cam lifler birçok durumda metal, asbest, sentetik elyaf ve pamuk ipliği gibi liflere tercih edilebilirler. Ancak cam elyafı kompozitler, büyük kuvvetleri iletmelerine rağmen camın kırılma olmasından dolayı çok küçük dirençlidirler. Bu tür malzemelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri, kullanılan plastik reçineler uygun seçilerek, arzu edilen şekle sokulabilir. Plastik reçineler de, daha önce belirtildiği gibi termoplastik ve termoset türünde olmaktadır. Termoset plastikler, fiberlerin de düzgün oryantasyonu ile yüksek mukavemete ulaşabilirler. Cam elyaf takviyeleri ile en çok kullanılan plastik reçineler, polyesterlerdir [20].

### **2.11.1.4. Plastik – Köpük Kompozitler**

Bu tür kompozitlerde plastik, fiber olarak görev yapmakta, köpük ise matris konumunda olmaktadır. Köpükler, hücreli yapıya sahip, düşük yoğunlukta, gözenekli ve doğal halde bulunduğu gibi, büyük bir kısmı sentetik olarak imal edilmiş hafif mad-delerdir. Köpük hücre yapısına göre sert, kırılma, yumuşak ya da elastik olabilmektedir. Matris olarak kullanılan bu köpük türleri, kullanılan plastiğin de çeşitlenebilmesiyle değişik özellikte kompozit malzemelerin oluşumunu sağlayabilmektedir.

### **2.11.1.5. Metal Matrisli Kompozitler**

Metallerin ve metal alaşımlarının birçoğu, yüksek sıcaklıkta bazı özellikleri sağlamalarına rağmen kırılma olmaktadır. Fakat metalik fiberler ile takviye edilmiş metal matrisli kompozitler, her iki fazın uyumlu çalışması ile yüksek sıcaklıkta da yüksek mukavemet özelliklerini vermektedirler. Bakır ve Alüminyum matrisli, Wolfram veya Molibden fiberli kompozitler ve Al - Cu kompoziti, bize bu kompozisyonu veren en iyi örneklerdir. Bu tip kompozitler, matrisin özelliklerini iyileştirdiği gibi bu özelliklere daha ekonomik olarak ulaşılmasını sağlamaktadır. Bu

kompozitlerde metal matris içine gömülen ikinci faz, sürekli lifler şeklinde olabildiği gibi, gelişi güzel olarak dağıtılmış küçük parçalar halinde de olabilmektedir.

#### **2.11.1.6. Seramik Kompozitler**

Metal veya metal olmayan malzemelerin birleşimlerinden oluşan seramik kompozitler, yüksek sıcaklıklara karşı çok iyi dayanım göstermekle birlikte, rijit ve gevrek bir yapıya sahiptirler. Ayrıca elektriksel olarak çok iyi bir yalıtkanlık özelliği de gösterirler.

#### **2.11.2. Yapı Bileşenlerinin Şekline Göre**

##### **2.11.2.1. Partikül Esaslı Kompozitler**

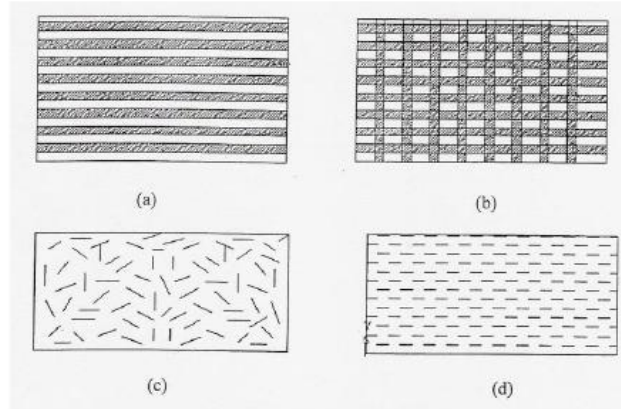
Rijitlik ve mukavemette artış sağlayan küçük granül dolgu maddesi ilavesiyle şekillendirilerek üretilirler. Partikül kompozitler, bir veya iki boyutlu makroskobik parti-küllerin veya sıfır boyutlu olarak kabul edilen çok küçük mikroskobik partiküllerin matris fazı ile oluşturdukları malzemelerdir. Makroskobik veya mikroskobik boyutlu partiküller kompozit malzeme özelliklerini farklı şekilde etkilerler. Partikül takviyeli kompozitleri fiber ve pul kompozitlerden ayırt eden karakteristik özellikleri, partiküllerin matris içinde tamamen rastgele dağılması ve bu nedenle malzemenin izotropik özellik göstermemesidir. Partikül esaslı kompozitlerin maliyeti düşük ve rijitliğide oldukça iyidir[20].

##### **2.11.2.2. Lamel Esaslı Kompozitler**

Yüksek yük taşıma kabiliyeti olan büyük uzunluk / çap oranında dolgu malzemesi ilave edilerek üretilirler. Matris içinde yer alan pulların konsantrasyonu düşük olabileceği gibi birbiri ile temas etmelerini sağlayacak derecede yüksek değerlerde olabilirler. Düzlemsel yapıya sahip pullarla sıkı paketleme ile elde edilir. Pul esaslı sistemin maliyeti biraz daha fazla, ancak mukavemet özellikleri iyidir.

### 2.11.2.3. Fiber Esaslı Kompozitler

Birçok özelliklerde artış sağlayan, yüksek etkinliği olan liflerin ilavesiyle elde edilir. Mühendislikte kullanılan malzemelerin pek çoğu fiber şeklinde üretildiklerinden mukavemet ve rijitlikleri kütle halindeki değerlerinden çok üst düzeyde olabilmektedir. Örneğin karbon fiberlerin çekme mukavemeti kütle halindeki grafitten 50 kat, rijitliği 3 kat daha yüksektir. Fiberlerin bu özelliğinin fark edilmesiyle fiber kompozitlerin üretilmesi süreci başlamıştır. Günümüzde düşük performanslı ev eşyalarından roket motorlarına kadar kullanım alanı bulan malzemeler olmuşlardır. Fiberler yapı içerisinde kesintisiz uzayan sürekli fiberler veya uzun fiberlerin kesilmesiyle elde edilen süreksiz fiberler veya elyaflar şeklinde olabilirler. Şekil 2.11 Değişik tipte fiber kompozitler verilmiştir.



Şekil 2.11. Değişik tipte fiber kompozitleri a) Tek yönlü pekiştirilmiş sürekli fiber kompozit, b) Örgü formunda fiberlerle pekiştirilmiş kompozitler , c) Rastgele yönlü süreksiz fiber kompozit d) Yönlendirilmiş süreksiz fiber kompozit [20].

Fiber matris kompozitlerinin mühendislik performansını etkileyen en önemli faktörler fiberlerin şekli, uzunluğu, yönlümesi, matrisin mekanik özellikleri ve fiber matris ara yüzey özellikleridir. Fiberler dairesel olduğu gibi daha nadiren dikdörtgen, hegzagonal, poligonal ve içi boş dairesel kesitli olabilir. Sürekli fiberlerle çalışmak genelde daha kolay olmakla beraber tasarım serbestliği süreksizlere göre çok daha sınırlıdır. Sürekli fiberler süreksizlerden daha iyi yönlüme göstermelerine karşılık, süreksiz fiberlerin kullanılması daha pratik sonuçlar vermektedir.

#### **2.11.2.4. Dolgu Kompozitler**

Üç boyutlu sürekli bir matris malzemesinin yine üç boyutlu dolgu maddesi ile doldurulması ile oluşan malzemelerdir. Matris çeşitli geometrik şekillere sahip bir iskelet veya şebeke yapısındadır. Düzgün petekler, hücreler veya süngere benzeyen gözenekli yapılar arasında metalik, organik veya seramik esaslı dolgu maddeleri yer alabilir. Optimum özelliklere sahip kompozitlerin üretimi için birbiri içinde çözünmeyen, kimyasal reaksiyon vermeyen bileşenlerin seçilmesi gerekir.

#### **2.11.2.5. Tabaka Yapılı Kompozitler**

Farklı özelliklere sahip en az iki tabakanın karışımından oluşur. Çok değişik karışımlarla tabakalanmış kompozitlerin üretimi mümkündür. Korozyon direnci zayıf metaller üzerine, daha yüksek dirençli metallerin veya plastiklerin kaplanmasıyla korozyon özelliğinin, yumuşak metallerin sert malzemelerle birleştirilmesiyle sertlik ve aşınma direncinin, farklı fiber yönlenmesine sahip tek tabakaların birleştirilmesiyle çok yönlü yük taşıma özelliğinin geliştirilmesi mümkün olmaktadır [20].

## BÖLÜM 3

### MATERYAL METOD

Bu bölümün, materyal kısmında deneysel çalışmalarda kullanılan PP (Polipropilen) ahşap tozu (kayın ağacı), uyumlaştırıcı katkıları (Maleik Anhidrit, Antioksidant) gibi malzemelerinin özellikleri, metod kısmında ise çalışmanın aşamaları, PP ve ahşap tozu karışım oranları ile yürütülen deneysel çalışmaların içerikleri hakkında bilgi verilmiştir.

#### 3.1. MATERYAL

Bu çalışmada plastik malzemesi olarak Polipropilen kullanılmıştır. Polipropilene ait mekanik, fiziksel ve termal özellikleri Çizelge 3.1' de verilmiştir. Polipropilen ve ahşap tozunun birbiri ile karışımının homojen sağlanabilmesi için uyumlaştırıcılar kullanılmış olup, bu uyumlaştırıcılar Maleik Anhidrit ve Antioksidanttır.

##### 3.1.1. Polipropilen (PP)

PP/Ahşap tozu karışımının hazırlanmasında matris polimeri olarak kullanılan PP, SabcPP ticari ismi ile bilinir. PP, propilen gazının basınç altında polimerizasyonu ile elde edilmektedir. Polipropilen düşük özgül ağırlıklı aşınmaya dayanımlı bir termoplastiktir. Kimyasal çözücülere dayanımı yüksektir.

Kristal ve yarı saydam yapılı, 0.90 ile 0.91 g/cm<sup>3</sup> yoğunluklu bu polimer, termoplastiklerin en hafiflerinden biridir. Erime noktası 160-164 °C dir. Sabc 579S koduyla satılan bu polimerin çeşitli mekanik, fiziksel ve termal özellikleri Çizelge 3.1' de verilmiştir. Şekil 3.1'de kullanılan Polipropilen malzeme gösterilmiştir[21].





Şekil 3.1. Polipropilen (PP) [21].

Çizelge 3.1 PP'in fiziksel, mekanik ve termal özellikleri [22].

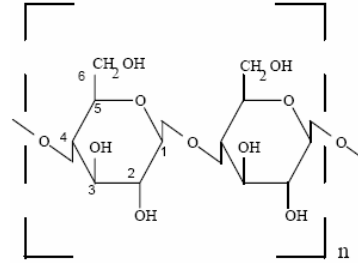
PP	DEĞER	STANDART
Yoğunluk (kg/cm <sup>3</sup> )	0,905	ISO 1183
MFI (230 0C, 2,16 Kg'de)(g/10 min)	47	ISO 1133
Sertlik (Shore D)	72	ISO 868
İzod Çentiksiz Darbe (23 0C'de) (kJ/m <sup>2</sup> )	2	ISO 180/4A
Charpy Çentiksiz Darbe (23 0C'de)(kJ/m <sup>2</sup> )	2	ISO 179
Esneklik Modülü (Mpa)	2000	ASTM D 790
Akma Gerilimi (Mpa)	41	ISO 527
Kopma Gerilimi (Mpa)	22	ISO 527
Kopma Uzaması (%)	500	ISO 527
Bükülme Sıcaklığı (0,45 MPa HDT/B)(0 <sup>0</sup> )	108	ISO 75/B
Vicat Yumuşama Sıcaklığı (10 N VST/A)(0 <sup>0</sup> )	152	ISO 306/A

### 3.1.2. Ahşap Tozu

Bu çalışmada kayın ağacına ait talaş tozu kullanılmıştır. Talaş tozunun yapısında selüloz, hemiselüloz, lignin, yabancı madde bulunur. Hücre duvarının kimyasal bileşimi Çizelge 3.2 'de ayrıca selülozun kimyasal yapısı Şekil 3.2 te verilmiştir.

Çizelge 3.2 Ahşap tozu kimyasal bileşimi [17].

Kimyasal Bileşim	%
Selüloz	40-50
Hemiselüloz	20-35
Lignin	20
Yabancı madde	0-5



Şekil 3.2. Selüloz'un kimyasal yapısı [17].

## 3.2. KULLANILAN CİHAZLAR

### 3.2.1. Mekanik Karıştırıcı

Kullanılan bütün katkıların ve ahşap tozunun fiziksel homojenliğinin sağlanması için Mtn Plastik firmasına ait Dersan marka, üç bıçaklı, 700 dev/dak'lık mekanik karıştırıcıda 15 dakika karıştırılarak hazırlanmıştır. Bu karıştırıcının resmi Şekil 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Mekanik karıştırıcı.

### 3.2.2. Enjeksiyon Makinesi

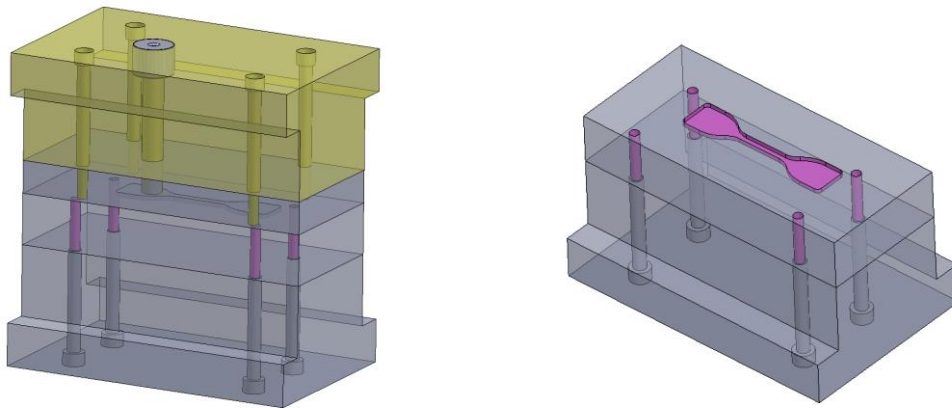
Hazırlanarak granüle edilmiş numunelerin test plaka baskıları MTN kalıp firmasında bulunan ARBURG marka 50 ton kapama kuvvetli enjeksiyon makinesinde yapılmıştır. Şekil 3.4'de enjeksiyon makinesinin resmi verilmiştir.



Şekil 3.4. Arburg 50T enjeksiyon makinesi.

### 3.2.3. Çekme Kalıbı

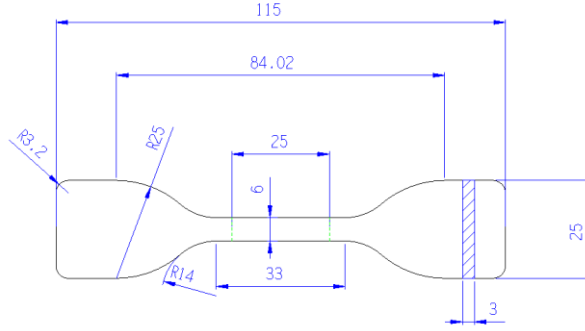
Farklı ahşap tozu ve plastik karışımlarından üretilen kompozit malzemelerin mekanik özellikleri çekme testi yardımıyla elde edilmiştir. Çekme testinde kullanılacak numuneler için ASTM D 412 standardına uygun çekme numunelerinin üretilmesinde kullanılacak çekme kalıbı tasarlanmış ve üretimi gerçekleştirilmiştir. Çekme testi numunelerinin üretilmesi için tasarlanan çekme kalıbının model resmi Şekil 3.5’de gösterilmiştir. Şekil 3.6’da üretilen çekme kalıbının açık hali gösterilmiştir. Ek A’da üretilen kalıbın detay resimleri ve Ek G’de kalıbın montaj resimleri verilmiştir. Çekme kalıbı, MTN Kalıp firmasında kullanılan ARBURG 50T plastik enjeksiyon cihazına uygun olarak tasarlanırken, çekme numunesi ölçülerinde ASTM D 412 standardına bağlı kalmıştır. Şekil 3.7’ de dikdörtgen kesitli plastik malzemeler için çekme numunesi ölçüleri verilmiştir.



Şekil 3.5 Çekme kalıbının 3D modeli.



Şekil 3.6. Çekme kalıbı.



Şekil 3.7. Dikdörtgen kesitli plastik malzemeler için çekme numunesi değerleri.

### 3.2.4. Çekme Testi Cihazı

Tüm numunelere çekme testi ASTM D 412 standardına uygun Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Laboratuvarın da bulunan Şekil 3.8’de verilen ZWICK Z010 marka çekme cihazı kullanılarak yapılmıştır. Tüm numunelerin çekme testlerinde parametreler sabit tutulmuştur.



Şekil 3.8. Çekme testi cihazı.

### 3.2.5. Sertlik Cihazı

Enjeksiyonda kalıplanmış numunelerin sertlik testleri ASTM D 2240 test standardına göre Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Laboratuvarında bulunan Şekil 3.9'da verilen ZWICK marka Shore D durometresi ile yapılmıştır.



Şekil 3.9. Sertlik cihazı.

### 3.2.6. Mikroyapı İncelemeleri

Numunelerin morfolojik özelliklerinin incelenmesi için Teknoform Bağlantı Elemanları San. Ve Tic. A.Ş'nin Laboratuvarında bulunan metal mikroskobunda farklı büyütmelemlerle mikroyapı resimleri çekilmiştir. Numuneler 200µm ve 500µm büyütülerek mikroyapısı incelenmiştir. Şekil 3.10'da mikroyapı inceleme mikroskobu verilmiştir.



Şekil 3.10. Mikroyapı inceleme mikroskobu.

### 3.3. METOD

Marangozdan alınan ahşap tozları irili ufaklı olması nedeniyle elekten geçirilmiştir. Eleme işleminde yaklaşık 200 mikronluk tozların geçişine izin veren elek kullanılmış ve elek altında kalan 0-200 mikron arası boyut dağılımına sahip toz kompozitlerin elde edilmesi sağlanmıştır. Elde edilen ahşap tozları güneş altına koyularak 2 saat bekletilerek kurutulması sağlanmıştır.

İlk olarak Çizelge 3.3 'te belirtilen karışımlar uygun oranlarda hassas terazide tartılmıştır. Tartılan ahşap tozu ve katkıları (Maleik Anhidrit, Antioksidant) fiziksel homojenliğinin sağlanması için üç bıçaklı mekanik karıştırıcıda 700 dev/dak hızla 15 dk karıştırılmıştır.

Çizelge 3.3. PP/Ahşap tozu ve katkıların karışım oranları.

	1.Grup	2.Grup	3.Grup	4.Grup	5.Grup
PP (%)	100	93.60	88.69	83.79	80,28
Ahşap Tozu	-	4.50	9.50	14.50	19.01
Maleik Anhidrit (%)	-	1.80	1.60	1.40	1.20
Antioksidant (%)	-	0,10	0.21	0.31	0.42

Hazırlanan karışımlar sırasıyla ARBURG 50T marka enjeksiyon makinesinde ISO 294 'e uygun olarak çekme, sertlik ve mikroyapı deneylerini yapabilmek için test numuneleri basılmıştır. Çizelge 3.4'te enjeksiyon kalıplama şartları verilmiştir. Bu basım işleminde ASTM D412 standardına uygun olarak yapılan çekme kalıbı kullanılmıştır. Test numuneleri 10'ar adet basılıp dış görünüşü açısından bakılarak çapaklı veya eksik basılmış numuneler alınmamıştır. En iyi 5 adet numune seçilerek çekme , sertlik ve mikroyapı incelemeleri bu numuneler üzerinden yapılmıştır.

Çizelge 3.4. PP/Ahşap tozu karışımının enjeksiyonda kalıplama şartları.

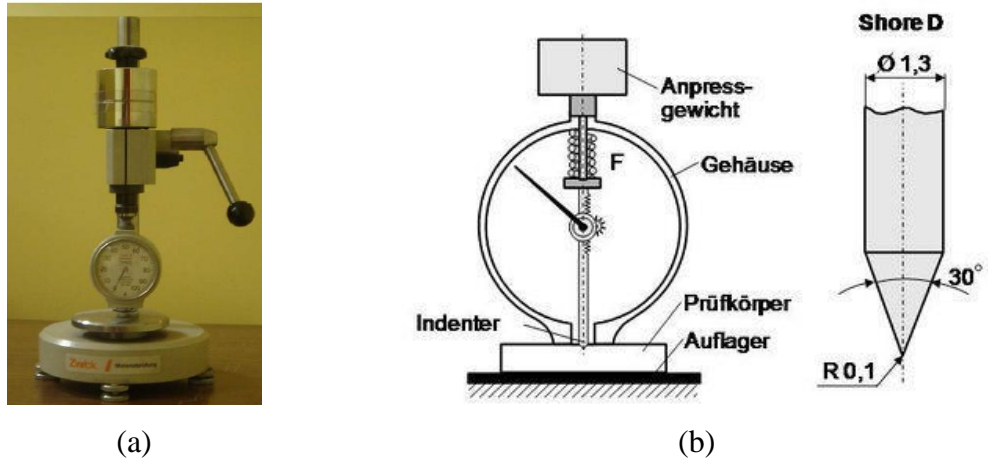
Parametreler	Değer
Enjeksiyon sıcaklığı ( <sup>0</sup> C)	175-195
Enjeksiyon basıncı (Mpa)	80-100
Kalıpta bekleme süresi(s)	15

Çekme testi ASTM D 412 standardına uygun ZWICK Z010 marka çekme cihazı kullanılarak yapılmıştır. Çizelge 3.5’de numunelerin çekme testi yapılırken kullanılan parametreler verilmiştir. Bu parametreler doğrultusunda tüm numunelere çekme testi uygulanmıştır.

Çizelge 3.5. Çekme numunelerinde kullanılan parametreleri.

Ön yükleme zamanı	50 s
Ön yük	1N/mm <sup>2</sup>
Ön yükleme zamanı	3 m/dak.
Test hızı	50 mm/dak

Çekme testinin ardından, kullanılan numuneler 10x10 mm kare test numunesi olacak şekilde kesilmiştir. Bu numunelere sertlik testi uygulanmıştır. Numunelerin sertlik testleri ASTM D 2240 test standardına göre ZWICK marka Shore D durometresi ile yapılmıştır. Bu cihazda numune Şekil 3.11 ‘de görülen cihazın alt kısmına yerleştirilerek ve ortalama bir insan gücü ile kolu çevrilerek numune üzerine bastırılmıştır. 15s bekletilip ortaya çıkan değerler tek tek yazılmıştır.



Şekil 3.11. ZWICK durometresi. a) Shore D durometresi fotoğrafı, b) Shore D durometresi şeması [23].

Mikroyapı incelemesinde NIKON marka NA100 model mikroskopunda diğer deneylerde kullanılan numunelerin zarar görmemiş bölümleri alınarak mikroskoba yerleştirilmiştir. 200  $\mu$ m büyütme yapılarak tek tek incelenmiştir. Ardından 500  $\mu$ m büyütme yapılarak tüm numuneler incelenmiş ve resimleri verilmiştir.

## BÖLÜM 4

### BULGULAR

#### 4.1. ÇEKME TESTİ SONUÇLARI

##### 4.1.1. PP Polimerinin Mekanik Özellikleri

Granül haldeki PP test malzemesi, enjeksiyon makinesinde kalıplanarak elde edilmiştir. 10'ar adet basılan numunelerin beş tanesi teste tabi tutulmuştur. Şekil 4.1 de PP numunesini kopma bölgesi görülmektedir. Saf PP 'nin çekme testi sonuçlarının ortalama değerleri alınmıştır. PP' nin ortalama mekanik değerleri Çizelge 4.1'de ve ortalama çekme değerleri grafik eğrisi de Şekil 4.2'de verilmiştir.

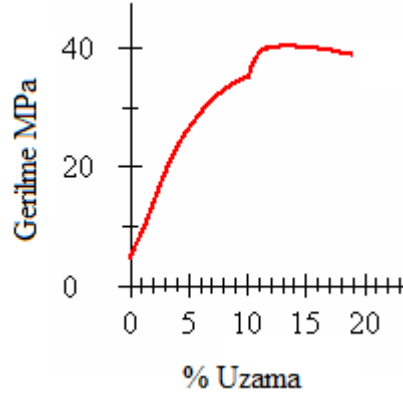


Şekil 4.1 Çekme testi sonucunda elde edilen kopmuş PP numunesi.

Çizelge 4.1. PP'nin ortalama mekanik değerleri.

Mekanik Özellikleri	Ort.
Elastiklik Modülü(Mpa)	450,20
Çekme Mukavemeti(Mpa)	40.15
% Uzama(%)	18.80





Şekil 4.2. PP'nin ortalama çekme deneyi grafiği.

Çizelge 4.1 'de de görüldüğü üzere saf PP malzemenin elastikiyet modülü 450,20 MPa uzama %18.80 ve çekme gerilmesi 40.15 MPa olarak elde edilmiştir. Şekil 4.2 de verilen grafikte de görüldüğü gibi % uzama 18.80 olduğu ve plastiğin uzamaya devam ettiği görülmektedir.

#### 4.1.2. % 95 PP % 5 Ahşap Tozu Karışımının Mekanik Özellikleri

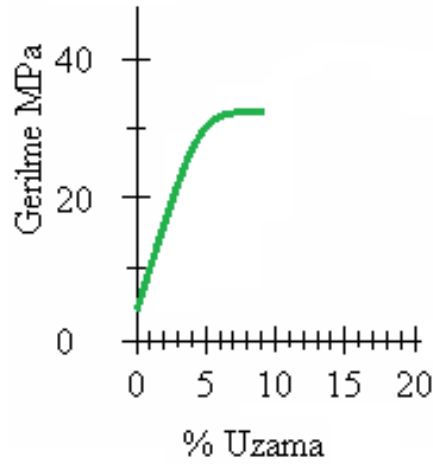
Granül haldeki karışımın test malzemeleri, enjeksiyon makinesinde kalıplanarak elde edilmiştir. 10'ar adet basılan bu numunelerin beş tanesi teste tabi tutulmuştur. Şekil 4.3 de çekme testi sonucunda elde edilen kopmuş %95 PP%5 ahşap tozu numunesine ait kopma bölgesi görülmektedir. Karışımın elde edilen ortalama mekanik özellikleri Çizelge 4.2'de ve ortalama çekme grafiği eğrisi Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Çekme testi sonucunda elde edilen kopmuş %95 PP %5 ahşap tozu numunesi.

Çizelge 4.2. % 95 PP % 5 Ahşap tozu karışımının mekanik değerleri.

Mekanik Özellikleri	Ort.
Elastiklik Modülü(Mpa)	670,15
Çekme Mukavemeti(Mpa)	28.25
%Uzama(%)	7.60



Şekil 4.4. % 95 PP % 5 Ahşap tozu karışımının ortalama çekme deneyi grafiği.

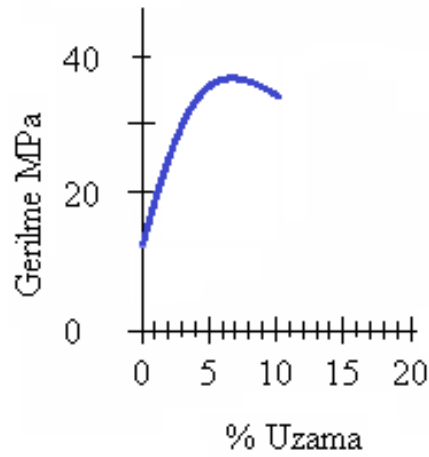
Çizelge 4.2 'de de görüldüğü üzere %95PP %5 ahşap tozu karışımının elastikiyet modülü 670,15 MPa ve çekme gerilmesi 28,25 MPa olarak elde edilmiştir. Şekil 4.4'de görüldüğü üzere % uzama 7.60 olduğu görülmektedir. Bu değerden sonra numune kopmuştur. Saf PP ile bir kıyaslama yapacak olursak elastikiyet modülünün arttığı % uzamanın azaldığı görülmüştür.

#### 4.1.3. % 90 PP % 10 Ahşap Tozu Karışımının Mekanik Özellikleri

Granül haldeki karışımın test malzemeleri, enjeksiyon makinesinde kalıplanarak çekme numuneleri elde edilmiştir. 10'ar adet basılan bu numunelerin beş tanesi teste tabi tutulmuştur. Karışımın ortalama mekanik değerleri Çizelge 4.3'te ve çekme deneyi ortalama grafiği eğrisi de Şekil 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. % 90 PP % 10 Ahşap tozu karışımının ortalama mekanik değerleri.

Mekanik Özellikleri(Mpa)	Ort.
Elastiklik Modülü(Mpa)	702.40
Çekme Mukavemeti(Mpa)	26.58
%Uzama(%)	6.50



Şekil 4.5. % 90 PP % 10 Ahşap tozu karışımının ortalama çekme deneyi grafiği.

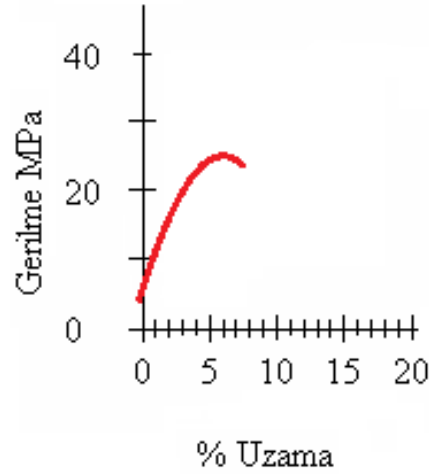
Çizelge 4.3 'de de görüldüğü üzere %90PP %10 ahşap tozu karışımının elastikiyet modülü 702,40 MPa ve çekme gerilmesi 26.80 MPa olarak elde edilmiştir. Şekil 4.5 de görüldüğü üzere % uzama 6.50 olduğu görülmektedir. Bu değerden sonra numune kopmuştur.

#### 4.1.4. % 85 PP % 15 Ahşap Tozu Karışımının Mekanik Özellikleri

Granül haldeki karışımın test malzemeleri, enjeksiyon makinesinde kalıplanarak elde edilmiştir. 10'ar adet basılan bu numunelerin beş tanesi teste tabi tutulmuştur. Karışımın mekanik değerleri Çizelge 4.4'de ve çekme grafiği eğrisi de Şekil 4.6'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. % 85 PP % 15 Ahşap tozu karışımının mekanik değerleri.

Mekanik Özellikleri	Ort.
Elastiklik Modülü (Mpa)	715,20
Çekme Mukavemeti(Mpa)	24.90
% Uzama(%)	4.80



Şekil 4.6. % 85 PP % 15 Ahşap tozu karışımının çekme deneyi grafiği.

Çizelge 4.4 'de de görüldüğü üzere %85PP %15 ahşap tozu karışımının elastikiyet modülü 715.20 MPa ve çekme gerilmesi 24.90 Mpa olarak elde edilmiştir. Şekil 4.6 de görüldüğü üzere % uzama 4.80 olduğu görülmektedir. Bu değerden sonra numune kopmuştur.

#### 4.1.5. % 80 PP % 20 Ahşap Tozu Karışımının Mekanik Özellikleri

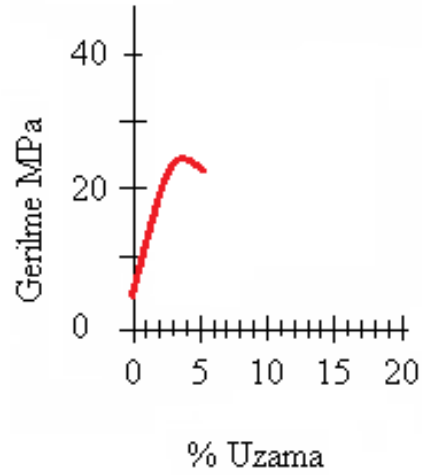
Granül haldeki karışımın test malzemeleri, enjeksiyon makinesinde kalıplanarak elde edilmiştir. 10'ar adet basılan bu numunelerin beş tanesi teste tabi tutulmuştur. Şekil 4.7'de PP+%20 ahşap tozu numunesinin kopma bölgesi görülmektedir. Karışımın mekanik değerleri Çizelge 4.5'de ve çekme grafiği eğrisi de Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.7 Çekme testi sonucunda elde edilen kopmuş %80 PP%20 ahşap tozu numunesi.

Çizelge 4.5. % 80 PP % 20 Ahşap tozu karışımının mekanik değerleri.

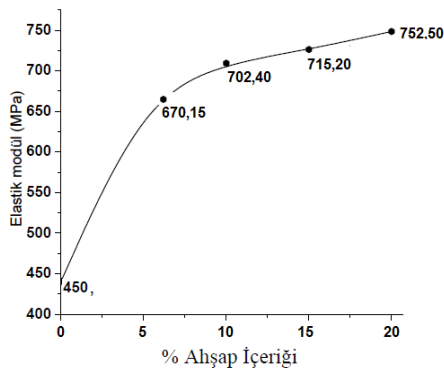
Mekanik Özellikleri (Mpa)	Ort.
Elastiklik Modülü(Mpa)	752.50
Çekme Mukavemeti(Mpa)	23.70
%Uzama(%)	4.15



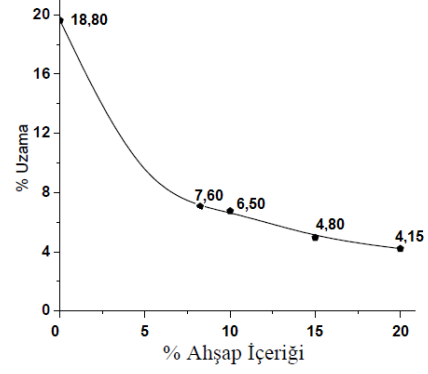
Şekil 4.8. % 80 PP % 20 Ahşap tozu karışımının çekme deneyi grafiği.

Çizelge 4.5 'de de görüldüğü üzere %80PP %20 ahşap tozu karışımının elastikiyet modülü 752,50 MPa ve çekme gerilmesi 23.70 Mpa olarak elde edilmiştir. Şekil 4.8 de görüldüğü üzere % uzama 4.15 olduğu görülmektedir. Bu değerden sonra numune kopmuştur.

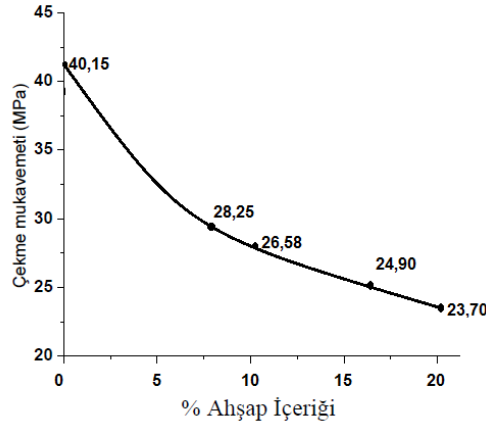
Şekil 4.9'da PP/Ahşap tozu karışımlarının mekanik değerlerinin grafiksel gösterimi verilmiştir.



(a)



(b).



(c)

Şekil 4.9. PP/Ahşap tozu karışımlarının mekanik değerlerinin grafiksel gösterimi. a) Elastik Modülü (MPa) grafiği.,b) % Uzama grafiği.,c) Çekme mukavemeti (MPa) grafiği.

Yapılan numunelerde ahşap içeriği arttırınca elastikiyet modülünde artış görülmüştür. Başlangıçta ahşap içermeyen saf plastik malzemenin elastikiyet modülü 460 BİRİM iken ahşap içeriği %5 oranında arttırılmış ve yeni elde edilen malzemenin elastikiyet modülü 660 BİRİM olmuştur. Ahşap içeriği düzenli olarak arttırıldığında en yüksek elastikiyet modülü değeri %20 ahşap içeren malzemede 760 BİRİM olarak elde edilmiştir. Elastikiyet modülü, ahşap içeriğiyle doğru orantılı artmasına karşın uzama ve çekme gerilmesi değerleri ahşap içeriği ile ters orantılıdır. Ahşap içeriği artarken malzemenin uzamasında düşme görülmüştür. Saf plastik malzeme başlangıçta %17 uzamaya sahip iken, içerisine %5 oranında ahşap katılmasıyla, uzama %8'lere düşmüştür. Düzenli olarak ahşap oranı arttırıldığında uzama değeri en düşük %20 ahşap içeriği ile %4 oranında elde edilmiştir. Ahşap oranı ile çekme gerilmesi arasında da ters orantı görülmüştür. Saf plastik malzeme

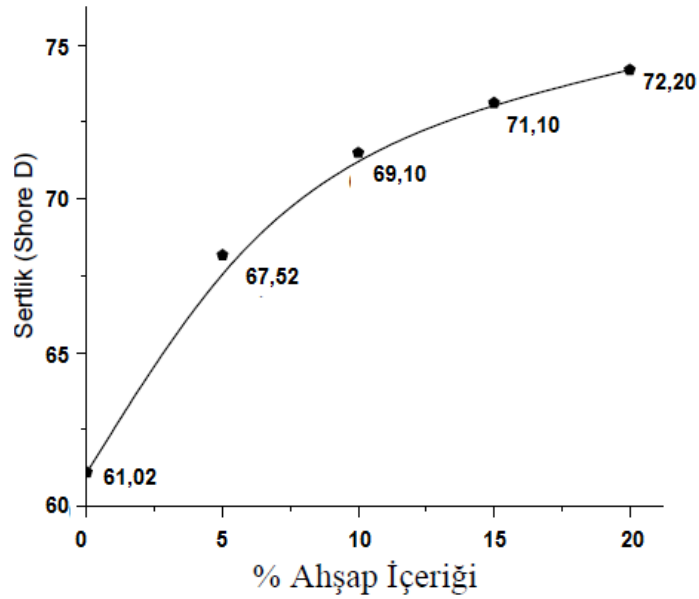
başlangıçta 42,5 BİRİM çekme gerilmesine sahip iken, ahşap oranı %5 olarak katıldığında çekme gerilmesi 38 BİRİM değere düşmüştür. Aynı şekilde düzenli ahşap oranı arttırımı ile en düşük çekme gerilmesi %20 ahşap içeriği ile 22,5 BİRİM çekme gerilmesinde elde edilmiştir.

#### 4.2. SERTLİK TESTİ SONUÇLARI

Sertlik ölçümüne tabi tutulan numunelerin sertlik değerleri Çizelge 4.6'da ve Şekil 4.10'da verilmiştir. Aşağıda verilen tablo ve grafik incelendiğinde PP/Talaş tozu karışımların da öğütülmüş talaş tozu oranının artması ile sertliğin arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.6. Sertlik testi değerleri.

Gruplar	Standart Sapma	Ort. (Shore D)
Saf PP	0,71	61.02
%95 PP % 5 Talaş Tozu	0,87	67.52
%90 PP%10 Talaş Tozu	0,45	69.10
%85 PP%15 Talaş Tozu	0,42	71.10
%80 PP%20 Talaş Tozu	0,45	72.20

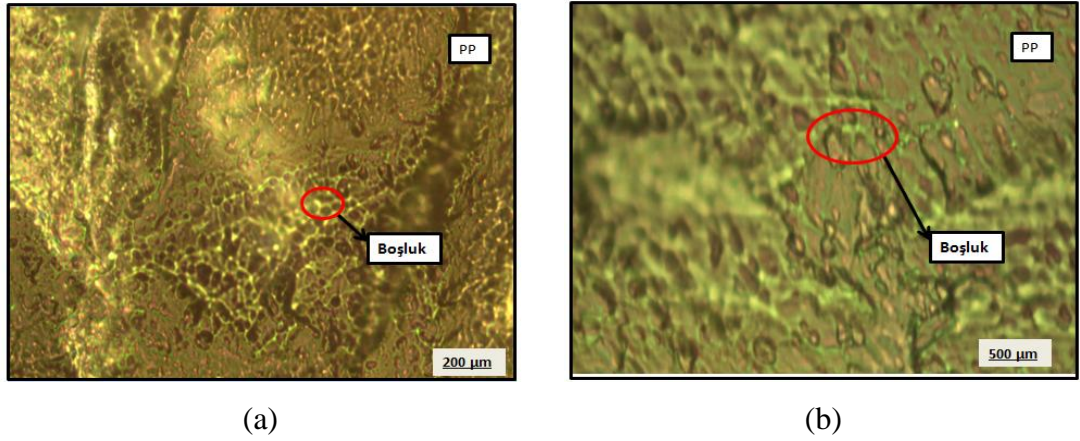


Şekil 4.10. Sertlik ölçüm sonuçlarının grafiksel gösterimi.

Şekil 4.10' da görüldüğü gibi saf PP de sertlik değeri 61.02 Shore D'dir. Talaş tozu oranı %5 artırıldığında sertlik değeri 67.52 Shore D olduğu görülmektedir. Talaş tozu oranı %10 artırıldığında ise sertlik değerinin 69.10, %15 artırıldığında sertlik değerinin 71.10 Shore D olduğu görülmektedir. Son olarak da talaş tozu oranı %20 artırıldığında sertlik değerinin 72.20 olduğu görülmektedir. Sonuç olarak ahşap tozu arttırıldıkça sertliğin arttığı görülmüştür.

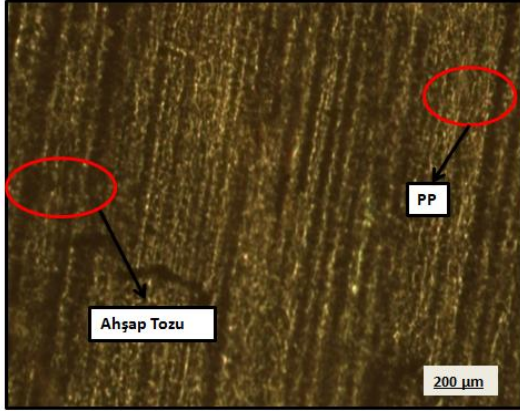
### 4.3. MORFOLOJİK ÖZELLİKLER

PP Polimerleri ve PP/Ahşap Tozu karışımlarının mikro yapıları mikroskop yardımıyla incelenmiştir. Şekil 4.11'de PP, Şekil 4.12'de % 95 PP - % 5 Ahşap Tozu karışımının, Şekil 4.12'de % 90 PP - % 10 Ahşap Tozu karışımının, Şekil 4.13'de % 85 PP - % 15 Ahşap Tozu karışımının, Şekil 4.14 'de % 80 PP -% 20 Ahşap Tozu karışımının, mikro yapı fotoğrafları görülmektedir. Mikroyapı fotoğraflarının incelenmesi sonucu ahşap tozu arttırıldıkça eklenen maleik anhidrit ile matris polimeri olan Polipropilene çok iyi tutunduğu görülmüştür.

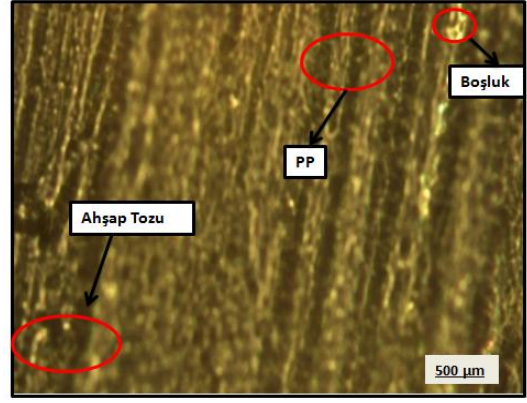


Şekil 4.11. PP Polimerinin a) 200µm, b) 500µm, büyütme fotoğrafları.



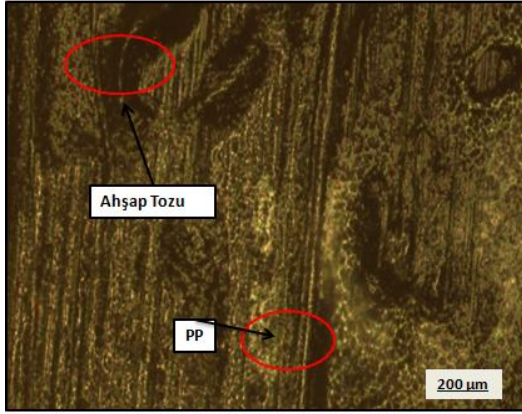


(a)

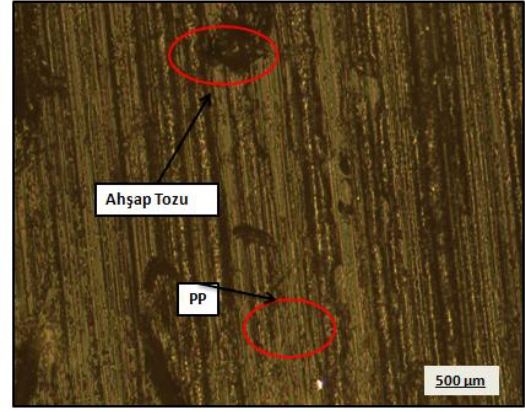


(b)

Şekil 4.12. PP/Ahşap Tozu ( 95/5 ) karışımının (a) 200 µm, (b) 500 µm, büyütme fotoğrafları.

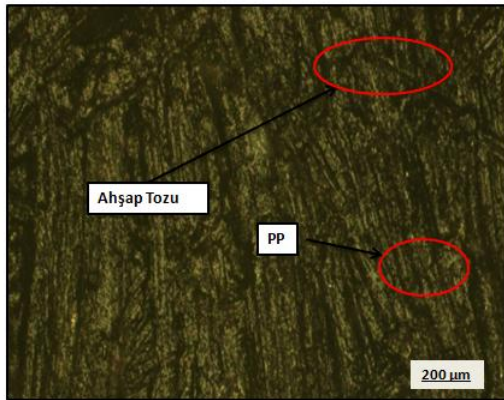


(a)

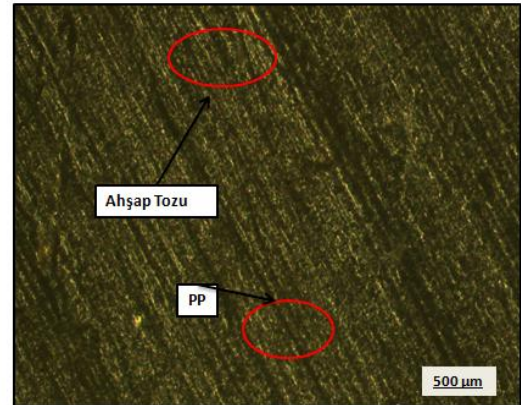


(b)

Şekil 4.13. PP/Ahşap Tozu ( 85/15 ) karışımının (a) 200 µm, (b) 500 µm büyütme fotoğrafları.



(a)



(b)

Şekil 4.14. PP/Ahşap Tozu ( 80/20 ) karışımının a) 200 µm, b) 500 µm büyütme fotoğrafları.

## BÖLÜM 5

### SONUÇLAR VE ÖNERİLER

#### 5.1.SONUÇLAR

Bu çalışmada Polipropilen malzeme ve ahşap tozu karışımından elde edilen kompozit malzemelerin mekanik özelliklerinin incelenmesi üzerine çalışılmıştır. Üretilen kompozit malzemede, karışım içerisindeki ahşap tozu oranı %5 olarak düzenli bir şekilde arttırılmıştır. Elde edilen yeni karışımlara sertlik testi ve çekme testi uygulanarak mekanik özellikler incelenmiştir. Ayrıca mikroskobik yapı incelemesi yapılmıştır. Buna göre;

- a) Saf Polipropilen malzeme en düşük elastikiyet modülüne sahip iken, en yüksek elastikiyet modülü %80PP-%20 Ahşap tozuna aittir. Ahşap tozu oranı karışım içerisinde arttırıldığında elastikiyet modülünün yükseldiği belirlenmiştir.
- b) Çekme testinden en yüksek uzama miktarı saf polipropilen malzemeye aittir. %80PP-%20 Ahşap Tozu karışımından ise en düşük uzama miktarı elde edilmiştir. Ahşap tozu miktarı arttırıldıkça, uzama miktarı azaldığı görülmüştür.
- c) Çekme mukavemeti incelendiğinde, en yüksek çekme mukavemeti değeri saf polipropilene ait iken, en düşük çekme mukavemeti %80PP-%20 Ahşap Tozu karışımına aittir. Ahşap tozu miktarı karışımda arttırıldığında çekme mukavemetinde düşme görülmüştür.
- d) Sertlik değerleri incelendiğinde, en yüksek sertlik değeri %80PP-%20 Ahşap Tozu karışımına ait iken en düşük değer saf polipropilenindir. Karışım içindeki ahşap miktarı arttırıldığında sertlik değeri orantılı olarak artmaktadır.
- e) Mikroyapı incelemesinde talaş tozunun maleik anhidrit ve antioksidant yardımı ile plastiğe daha sıkı tutunduğu görülmüştür.

## 5.2.ÖNERİLER

- a) Polipropilen geri dönüşümü olan bir plastiktir. Bu nedenle atık Polipropilen ile kompozit numuneler elde edilerek araştırmalar yapılabilir. Bunun dışında farklı atık plastiklerde kullanılarak da çalışmalar yapılabilir. Bu sayede geri dönüşümü olan plastik malzemelerin atık olmaktan kurtarılması sağlanabilir.
- b) Ahşap tozu kullanımı dışında farklı malzemeler kullanılarak da kompozit malzemeler üretilebilir. Örneğin fındık, ceviz kabuğu gibi toz haline getirilebilen malzemelerde kullanılarak kompozit malzemeler üretilebilir.

## KAYNAKLAR

1. Yıldırım, A., “Öğütülmüş fındık kabuğunun polipropilen matrisli kompozitlerde kullanılabilirliği”, Yüksek Lisans Tezi , *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* , İstanbul, 60-70 (2007).
2. Dao, C., “Toughness evaluation of blends of polypropylene/cross-linked rubber using the high-speed puncture”, *J.Elast. and Plast.*, 15: 227-245 (1983).
3. Jang, Z. B., Uhlmann, D. R. and Vander, J. B. “The rubber particle size dependence of crazing in polypropylene”, *Polym. Eng. Sci.*, 25 : 643 (1985).
4. Scot, C., Ishida, H. and Maurer, F. H. J. “Infrared analysis and izod impact testing of multicomponent polymer composites: Polyethylene/EPDM/Filler systems”, *J. of Mat. Sci.*, 22: 3963 (1987).
5. Xie, X., Fung, K. L., Li. R. K. Y., Tjong, S. C. and Mai, Y. W., “Structural and mechanical behavior of polypropylene / maleated styrene (ethylene-co-butylene)-styrene/sisal fiber composites prepared by injection molding”, *J.Polym. Science Part B: Polym. Physics*, 40 (12): 1214-1222 (2002).
6. Wu, J., Yu, D., Chan, C. M., Kim, J. and Mai, Y. W., “Effect of fiber pretreatment condition on the interfacial strength and mechanical properties of wood fiber/PP composites”, *J. Appl. Polym. Sci.*, 76 (7): 1000-1010 (2000).
7. Han, G. S., Ichinose, H., Takase, S. and Shiraish, N., “Composites of wood and polypropylene III” *Mokuzai Gakkaishi*, 35 (12): 1100-1104 (1989).
8. Thi, T. T. L., Gauthier, H., Gauthier, R., Coabert, B., Guillet, J., B. Luong, B. V., and Nguygen, V. T., “Realization of polypropylene/sisal fiber composites by reactive extrusion”, *J. Macromol. Sci. Pure Appl. Chem.*, A-33: 1997-2004 (1996).
9. Stamhuis, J. E., “Mechanical properties and morphology of polypropylene composites II. Effect of polar components in talc-filled polypropylene”, *Polym. Comp.*, 9 (1): 72-79 (1988).
10. Bledzki, A. K., Faruk, O. and Huque, M., “Physico-mechanical studies of wood fiber reinforced composites” *Polym. Plast. Technol. Eng.*, 41 (3) : 435-451 (2002).
11. Oksman, K. and Lindberg, H., “Mechanical properties and Morphology of impact modified polypropylene-wood flour composites”, *J. Appl. Polym. Sci.*, 67 (9): 1503-1513 (1988).

12. Karnani, R., Krishan, M. and Marayan, N., "Biofiber-reinforced polypropylene composites", *Polym. Eng. Sci.*, 37 (2): 476-483 (1997).
13. Karakuş, K., Güleç, T., Kaymakçı, A. ve Mengeloğlu, F., "Mısır sapı unlarının dolgu maddesi olarak polimer kompozit üretiminde değerlendirilmesi", *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, Artvin, 5: 2013-2019 (2010).
14. Myers, G. E., Chahyadi, S., Gonzalez, C., Coberly, A. C. and Ermer, D.S., "Wood flour/polypropylene composites: Influence of maleated polypropylene and process and composition variables on mechanical properties" *Intern. J. Polym. Mater.*, 15 : 21-44 (1991).
15. Dalvag, H., Klakson, C. and Stromvall, H.E., "The efficiency of cellulosic fillers in common thermoplastics. part II. filling with processing aids and coupling agents", *Intern. J. Polymeric Mater.* 11 (1): 9-38 (1985).
16. Gatenholm, P., Felix, J., Klason, C. And Kubat, J., "Cellulose-polymer composites with improved properties", *Contemporary Topics in Polym. Sci.*, 7: 75-82 (1992).
17. Biltekin, H., "Pe ve PP polimerlerine ahşap tozu ilavesi ile oluşturulan karışımların mekanik, termal ve morfolojik özelliklerinin incelenmesi", *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-10 (2005)
18. Zengin, H. B, Boztuğ, A, ve Saraydın, D.: "Bazı maleik anhidrid kopolimerlerinde uranil iyonu adsorpsiyonu", *XVIII. Ulusal Kimya Kongresi*, Kafkas Üniversitesi, Kars, 5-9 (2004).
19. İnternet: Akbel Kimya, "Maleik Anhidrit", <http://akbelkimya.com.tr/maleik-anhidrit-169-urun>, (2013).
20. Vatangül, E., "Kompozit malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve Ansys 10 programı ile ısı gerilme analizi" Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi*, İzmir, 27-30 (2008).
21. İnternet: Komut Plastik "Polipropilen", <http://www.komutplastik.com/urunler/pp+polipropilen>, (2013).
22. Biltekin, H., "Pe ve PP polimerlerine ahşap tozu ilavesi ile oluşturulan karışımların mekanik, termal ve morfolojik özelliklerinin incelenmesi", *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 33,34 (2005)
23. İnternet: Subtech, "Shore D Durmetresi", [http://www.subtech.com/dokuwiki/doku.php?id=shore\\_durometer\\_hardness\\_test](http://www.subtech.com/dokuwiki/doku.php?id=shore_durometer_hardness_test), (2013).

## ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Zonguldak Ereğli doğdu. 1997’de Gülüç İlköğretim Okulundan,2002’de Cumhuriyet İlköğretim ve 2004’de Zonguldak Ereğli Lisesinden mezun oldu. 2005 yılında girdiği Zonguldak Karaelmas Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Tasarım ve Konstrüksiyon Öğretmenliği Bölümünde 4 yıl Tasarım Eğitimi aldıktan sonra 2005 yılında mezun oldu.2005 yılından bu yana özel bir şirkette çalışmaktadır.

### ADRES BİLGİLERİ

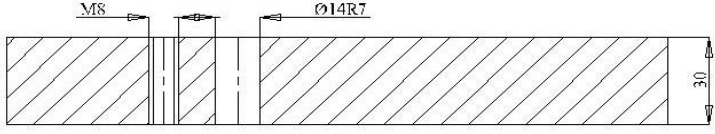
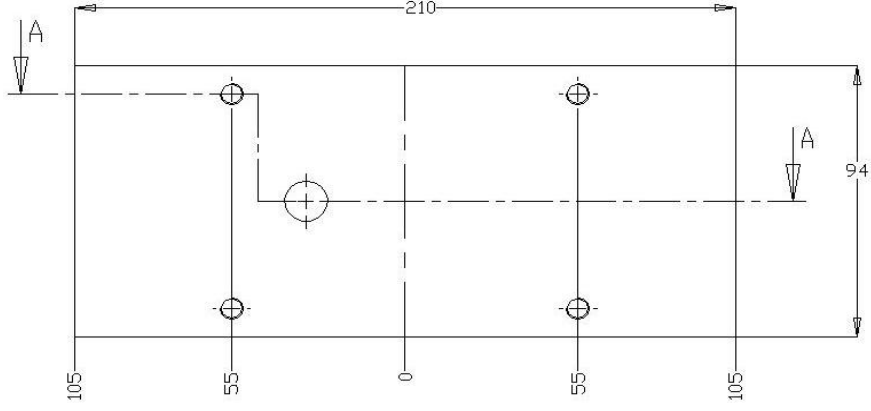
Adres : Şirinevler Mah. Hasan Tahsin Sok. Huzur Apt. No:15 Daire:12  
İSTANBUL

Tel : (0506) 775 86 27

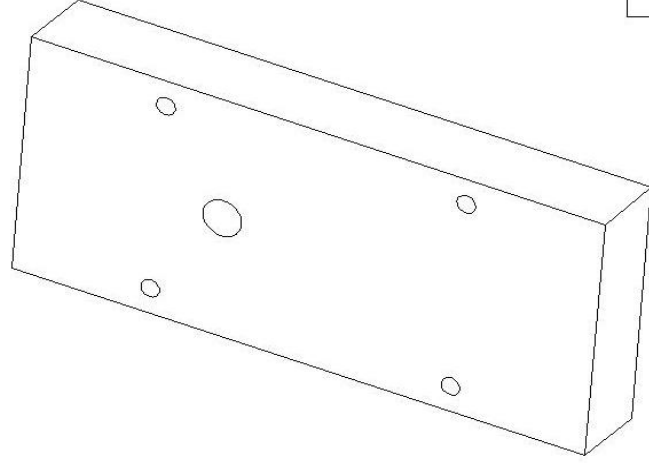
E-posta : [aslizmert@hotmail.com](mailto:aslizmert@hotmail.com)

**EK AÇIKLAMALAR A.**

**DIŐI ÇELİK**



A-A KESİTİ



Serbest Toleranslar
0-6±0,1
6-30±0,2
30-100±0,3
100-300±0,5
300-1000±0,8
1000-....±0,8
Açı ± 30'

14	R7	13.984	13.966
Ölçü	Sem.	E.B.Ö	E.K.Ö

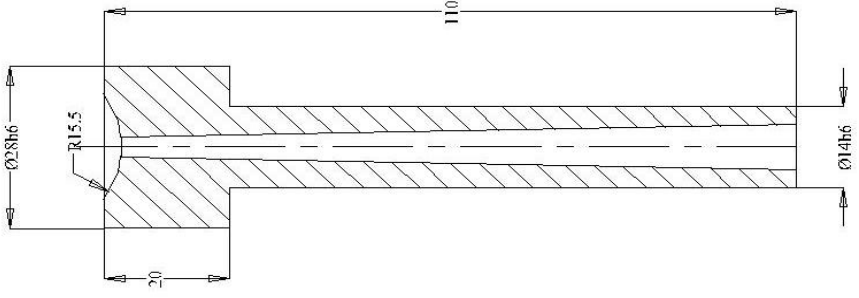
Tarih	Adı	İmza	Sayı	Çerçe
	Ash OZMERT		1	Ç1050
Çizen	Prof.Dr.İbrahim KADI			
Kontrol				
Ölçek				
1/1				
<b>DISI ÇELİK</b>				
Resim Nr				
<b>EK-A</b>				

KARABÜK ÜNİVERSİTESİ  
Makine Eğitimi Bölümü

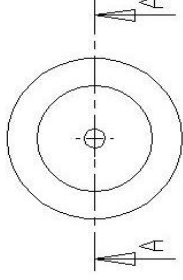


**EK AÇIKLAMALAR B.**

**YOLLUK BURCU**



A-A KESİTİ



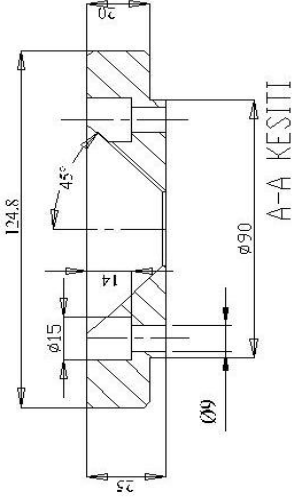
Serbest Toleranslar
0-6±0,1
6-30±0,2
30-100±0,3
100-300±0,5
300-1000±0,8
1000-....±0,8
Açı ± 30'

28	h6	28	27.984
14	h6	14	13.989
Ölçü	Sem.	E.B.Ö	E.K.Ö

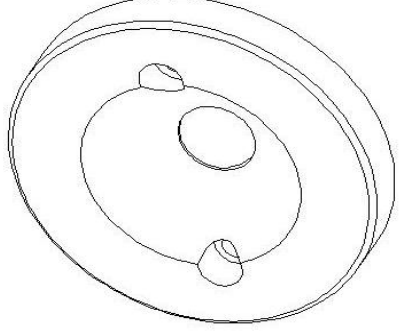
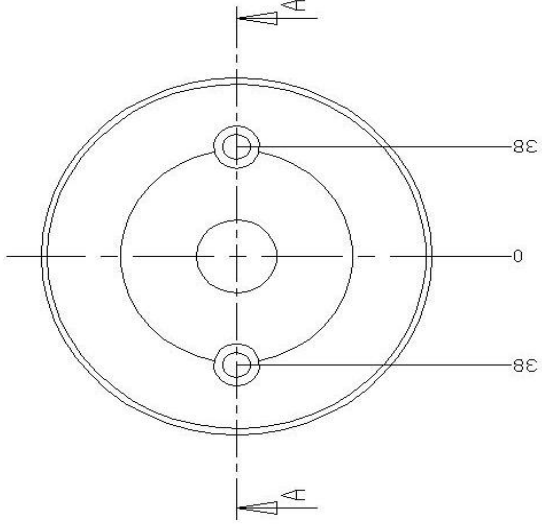
Tarih	Adı	İmza	Sayı	Çerçe
	ASLI ÖZMERT		1	1.2344
	Prof.Dr.İbrahim KADI			
Çizen				
Kontrol				
Ölçek				
1/4				
<b>YOLLUK BURCU</b>				
Resim Nr				
<b>EK - B</b>				

**EK AÇIKLAMALAR C.**

**ENJEKSİYON FLANŞI**



A-A KESİTİ

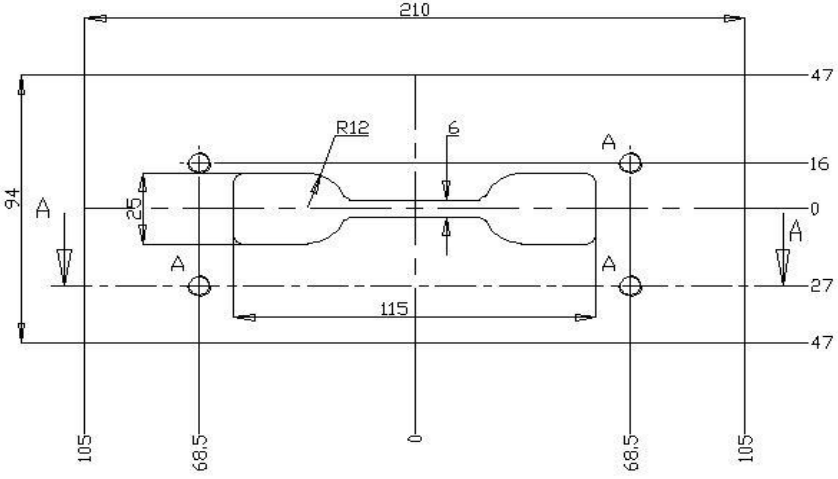


Serbest Toleraslar
0-6±0,1
6-30±0,2
30-100±0,3
100-300±0,5
300-1000±0,8
1000-....±0,8
Açı ± 30'

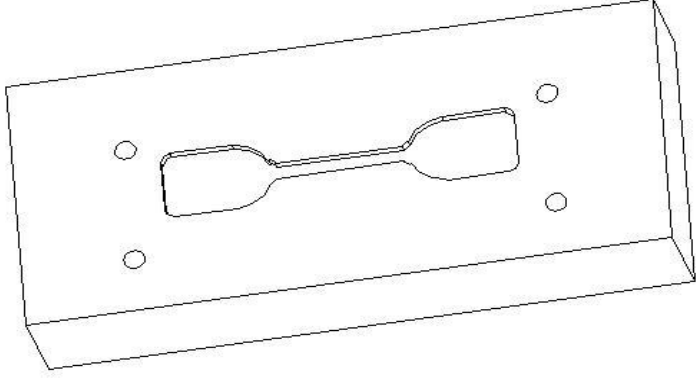
Tarih	Adı	İmza	Sayı	Gerce	KARABUK UNİVERSİTESİ MAKİNE EĞİTİMİ BÖLÜMÜ
Çizen	ASLI OZMERT		1	1.1050	
Kontrol	Prof.Dr.İbrahim KADI				Resim Nr
Ölçek	ENJEKSIYON FLANSI			EK - C	
1/4					

**EK AÇIKLAMALAR D.**

**ERKEK ÇELİK**



A-A KESİTİ

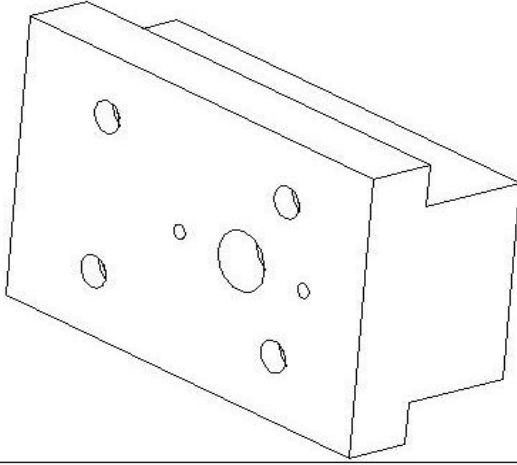
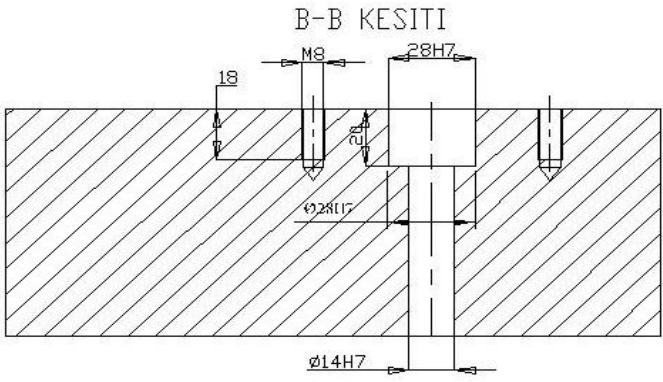
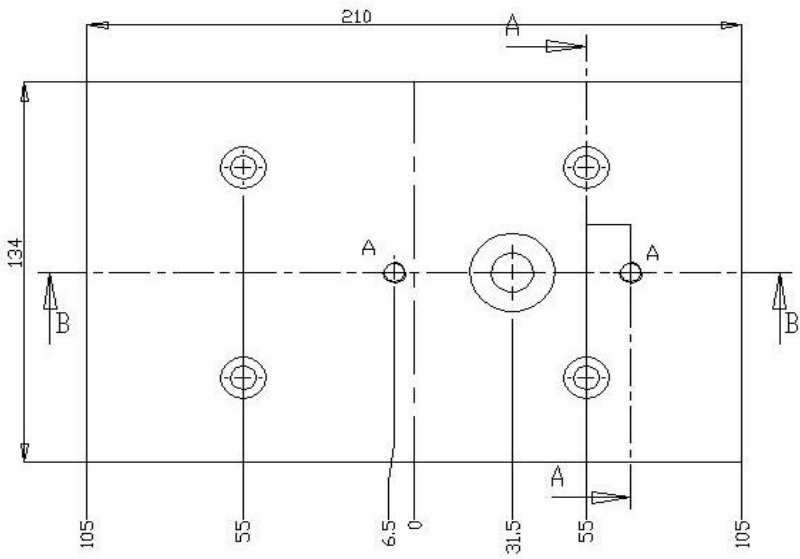


Serbest Toleranslar
0-6±0,1
6-30±0,2
30-100±0,3
100-300±0,5
300-1000±0,8
1000-...±0,8
°Açı ± 30'

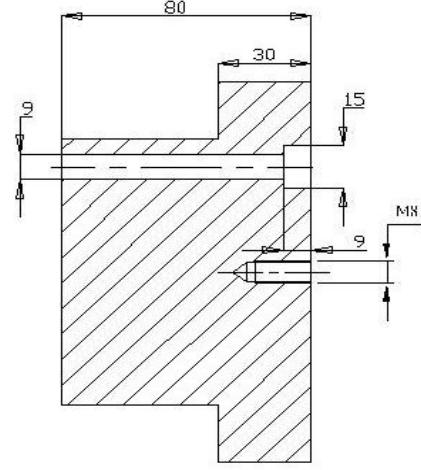
Tarih	Adı	İmza	Sayı	Gereç	K. İR. ABÜK ÜNİVERSİTESİ MANKİNE EĞİTİM BÖLÜMÜ
	Aslı OZALPERT		1	Ç1050	
Çizen	Prof. Dr. İbrahim K. ADI				Resim Nr
Kontrol					
Ölçek					EK-D
1/1					

**EK AÇIKLAMALAR E.**

**ÖN BAĞLAMA PLAKASI**



A-A KESİTİ



Serbest Toleranslar
0-6E0,1
6-30E0,2
30-100E0,3
100-300E0,5
300-1000E0,8
1000-...E0,8
Açı ± 30'

28	H7	28.021	28
14	H7	14.018	14
Ölçü	Sem.	E.B.Ö	E.K.Ö

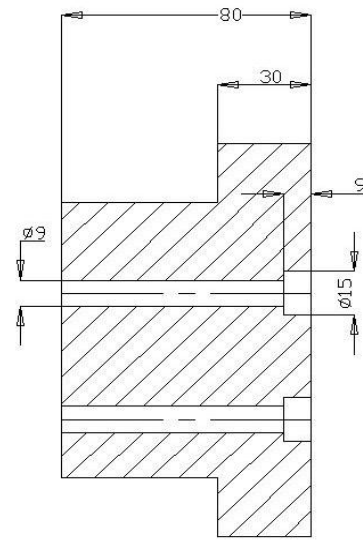
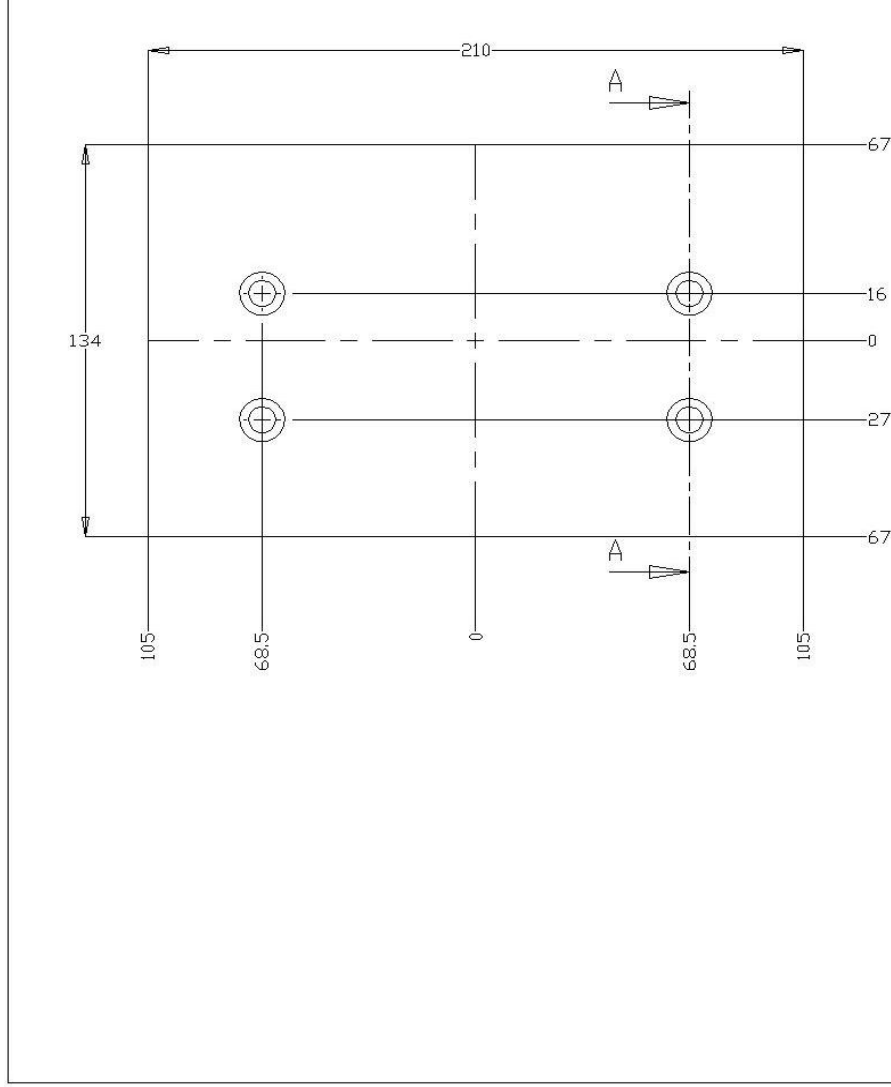
Çizen	Tarih	Adı	İmza	Sayı	Çerez	KARABÜK ÜNİVERSİTESİ		
						MAKİNE EĞİTİMİ BÖLÜMÜ		
Kontrol		Prof. Dr. İbrahim K. YDI		1	SÖZÜK ÇEKİMİ			
Ölçek								Resim Nr
1:1								EK-E

ON BAĞLAMA PLAKASI

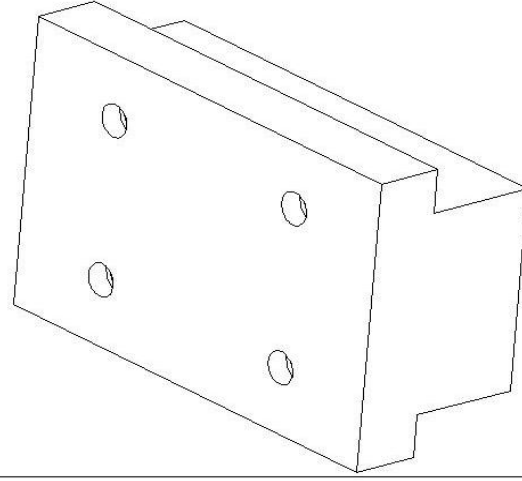


**EK AÇIKLAMALAR F.**

**ARKA BAĞLAMA PLAKASI**



A-A KESİTİ

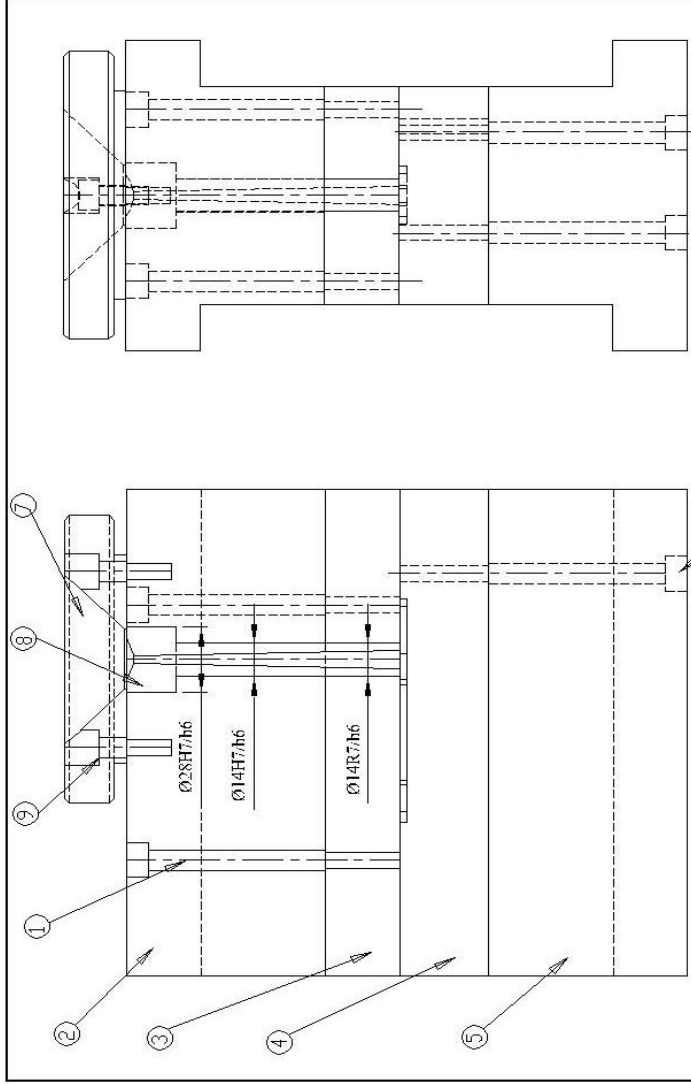


Serbest Toleraslar
0-6±0,1
6-30±0,2
30-100±0,3
100-300±0,5
300-1000±0,8
1000-...±0,8
Açı ± 30°

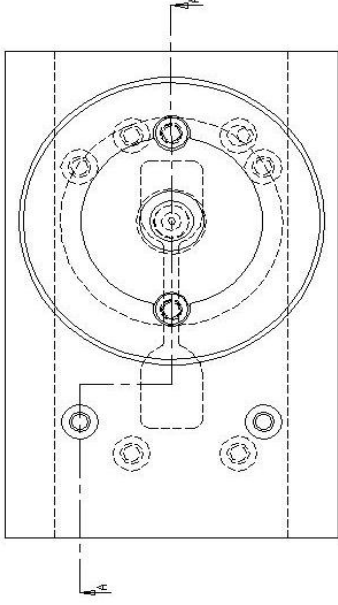
Cizim	Tarih	Adı	İmza	Sayı	Gerce
Kontrol		Ash OZMERT		1	SOGUK CEKME
Ölçek		Prof.Dr.Ibrahim KADI			
1/1	<b>ARKA BAĞLAMA PLAKASI</b> Resim Nr <b>EK-F</b>				

**EK AÇIKLAMALAR G.**

**PLASTİK ENJEKSİYON KALIBI**



A - A Kesiti



28	h6	28	27.984
28	H7	28.021	28
14	h6	14	13.989
14	H7	14.018	14
14	h6	14	13.989
14	R7	13.984	13.966
Ölçü	Sem.	E.B.Ö	E.K.Ö

46	Toplam parça sayısı			
2	Silindirik Başlı Cıvata M8X15	DIN912	2	
2	Yolluk Burec Ø28XØ14X110	SKP-5668	8	
2	Enjeksiyon Flaşı Ø124,8X25	EK-01-06	7	
2	Silindirik Başlı Cıvata M8X60	DIN912	6	
2	Arka Bağlama Plakası 210X134X80	EK-01-05	5	
1	Erkek Çelik 210X94X36	EK-01-04	4	
1	Dişi Çelik 210X94X30	EK-01-03	3	
1	Ön Bağlama Plakası 210X134X80	EK-01-02	2	
1	Silindirik Başlı Cıvata M8X20	DIN912	1	
Sayı	Adı ve Açıklamalar	Resim Nr. Standart Nr.	Parça Nr.	Açıklamalar
Serbest Toleranslar	2010528107008	Tarih	Adı	Sayı
0-6±0,1	Çizim	23.09.13	ASLI ÖZMÜRÜ	1
6-30±0,2	Kontrol		Prof.Dr. İbrahim KADI	
30-100±0,3	St. Kontrol			
100-300±0,5	Ölçek			
300-1000±0,8				
1000-...±0,8				
Açı ± 30°				
Plastik Enjeksiyon Kalıbı		KARABÜK ÜNİVERSİTESİ Makine Bölümü		
1:2		Resim Nr. EK-G		