



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**YÜKSEK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN (HDPE)/
PINNA NOBİLİS POLİMER KOMPOZİTİNİN
MEKANİK, FİZİKSEL ve YANMA
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

GÖKHAN RENDA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı
Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Programı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Münir TAŞDEMİR

İSTANBUL, 2018



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN (HDPE)/
PİNNA NOBİLİS POLİMER KOMPOZİTİNİN
MEKANİK, FİZİKSEL ve YANMA
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

GÖKHAN RENDA
533317007

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı
Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Programı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Münir TAŞDEMİR

İSTANBUL, 2018

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi Gökhan RENDA' nın "Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE) ve Pinna Nobilis Polimer Kompozitinin Mekanik, Fiziksel ve Yanma Özelliklerinin İncelenmesi" başlıklı tez çalışması, 27 / 11 / 2018 tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Münir TAŞDEMİR (Danışman)

Marmara Üniversitesi (İMZA)

Doç.Dr. Rıdvan YAMANOĞLU (Üye)

Kocaeli Üniversitesi (İMZA)

Dr. Öğretim Üyesi Elif UZUN (Üye)

Marmara Üniversitesi (İMZA)

ONAY

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 05.12.2018 tarih ve 293/2018 sayılı kararı ile Gökhan RENDA' nın Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Programında Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Bülent EKİCİ



TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim sırasında, bilgi ve birikiminden her aşamada yararlandığım, saygıdeğer hocam ve danışmanım Sayın Prof. Dr. Münir TAŞDEMİR' e teşekkür ederim.

Deneysel çalışmalarda, yardımını ve zamanını esirgemeyen arkadaşlarıma ve üzerimde emeği olan bütün hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca her anımda yanımda olan, her zaman sevgi ve desteklerini yanımda hissettiğim anne ve babama sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

KASIM 2018

GÖKHAN RENDA

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	iii
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
SEMBOLLER	xi
KISALTMALAR.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
TABLO LİSTESİ.....	xvii
1- GİRİŞ	1
1.1. Kompozit Malzemeler	3
1.2. Literatür Çalışması	4
1.3. Amaç ve Önem	6
2. MATERYAL VE TEST YÖNTEMLERİ	7
2.1. Deneyde Kullanılan Malzemeler	7
2.1.1. Yüksek yoğunluklu polietilen.....	7
2.1.2. Pinna Nobilis	9
2.2. Testlerde Kullanılacak Numunelerin Hazırlanması	9
2.2.1. Pinna Nobilis'in toz hale getirilmesi	9
2.2.2. Yüksek yoğunluklu polietilen ile Pinna Nobilis karışımı.....	11
2.2.3. Ekstrüzyon	11
2.2.4. Kurutma	12
2.2.5. Enjeksiyon	12
2.3. Deneyde Kullanılan Test Yöntemleri	13
2.3.1. Çekme testi	13
2.3.2. Sürtünme testi	14
2.3.3. Sertlik testi	15
2.3.4. Aşınma testi	16
2.3.5. Darbe testi	17
2.3.6. Isıl çarpılma sıcaklığı (HDT) testi	19

2.3.7. VICAT yumuşama sıcaklığı testi	20
2.3.8. Erime akış indeksi (MFI).....	20
2.3.9. Nem miktarı tayini.....	21
2.3.10. Yoğunluğun belirlenmesi	22
2.3.11. Elek analizi	23
2.3.12. Limit oksijen indeksi (LOI) testi	23
2.3.13. UL-94 yanmazlık testi	24
2.3.14. Kızgın tel deneyi.....	25
2.3.15. CTI testi	26
2.3.16 Taramalı elektron mikroskobu	26
3. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	29
3.1. Çekme Testi.....	29
3.1.1. Akma mukavemeti.....	29
3.1.2. Elastiklik modülü.....	30
3.1.3. Kopma mukavemeti.....	31
3.1.4. Kopma uzaması (%)	32
3.2. Sertlik Deneyi (Shore D)	33
3.3. Darbe Deneyi.....	34
3.4. Erime Akış İndeksi (MFI)	35
3.5. Yoğunluk Testi	36
3.6. Vicat Yumuşama Sıcaklığı	38
3.7. Isıl Çarpılma Sıcaklığı (HDT)	39
3.8. Nem Tayini	40
3.9. Limit Oksijen İndeksi (LOI).....	40
3.10. Aşınma Deneyi	42
3.11. UL-94 Yanmazlık Testi	44
3.12. Elek Analizi	45
3.13. Sürtünme.....	46
3.14. Kızgın Tel Deneyi	48
3.15. CTI.....	49
3.16. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM).....	49
4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	51

4.1. Sonuçlar	51
4.2. neriler	54
KAYNAKLAR.....	55
EKLER.....	59
EK 1.....	60
EK 2.....	62
ÖZGEÇMİŞ.....	69





ÖZET

YÜKSEK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN (HDPE) / PINNA NOBİLİS POLİMER KOMPOZİTİNİN MEKANİK, FİZİKSEL ve YANMA ÖZELLİKLERİ

Bu çalışmada, yüksek miktarda kalsiyum karbonat içeren Pinna Nobilisler toz haline getirilmiştir ve toz haldeki Pinna Nobilis ağırlıkça %10, %20, %30 ve %40 oranlarında kullanılarak polimer kompozitler elde edilmiştir. Saf HDPE ve HDPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin yanma, tribolojik, termal, mekanik, fiziksel ve morfolojik özellikleri incelenmiştir. Yapılan testler sonucunda elde edilen veriler, hem farklı oranlarda Pinna içeren kompozitler arasında kıyaslanmış hem de benzer farklı çalışmaların neticelerine göre kıyaslanıp yorumlanmıştır.



ABSTRACT

INVESTIGATION ON MECHANICAL, PHYSICAL and FLAMMABILITY PROPERTIES of HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) / PINNA NOBILIS POLYMER COMPOSITES

In this study, Pinna Nobilis containing high amounts of calcium carbonate were powdered and polymer composites were obtained by using 10 wt.%, 20 wt.%, 30 wt.% and 40 wt.% Pinna Nobilis in powder form. Flammability, tribological, thermal, mechanical, physical and morphological properties of pure HDPE and HDPE / Pinna Nobilis polymer composites were investigated. The data obtained from the tests were compared between different ratios of Pinna containing composites and compared to the results of similar studies.

SEMBOLLER

%	: Yüzde
g	: Gram
cm³	: Santimetre küp
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
L	: Boy
D	: Çap
d	: Devir
dak	: dakika
°C	: Santigrat derece
m	: Metre
N	: Newton
Δ_m	: Ağırlık kaybı
ρ	: Yoğunluk
L	: Yol
F_N	: Uygulanan yük
kJ	: Kilo Joule
kg	: Kilogram
MPa	: Mega Pascal
sn	: Saniye
μm	: Mikrometre
°	: Derece
mS	: Milisimens
m²	: Metrekare
kV	: KiloVolt



KISALTMALAR

PE: Polietilen

YYPE: Yüksek yoğunluklu polietilen

AYPE: Alçak yoğunluklu polietilen

PET: Polietilen tereftalat

PP: Polipropilen

PVC: Polivinil klorür

PS: Polistiren

Pina: Pinna Nobilis

HDPE: Yüksek yoğunluklu polietilen

LAYPE: Lineer alçak yoğunluklu polietilen

LLDPE: Lineer alçak yoğunluklu polietilen

LDPE: Alçak yoğunluklu polietilen

YY: Yüksek yoğunluklu

HDT: Isıl çarpılma sıcaklığı

ASTM: Amerikan test ve malzemeler derneği

ISO: Uluslararası standartlar örgütü

DIN: Alman standartlar enstitüsü

HDT: Isıl çarpılma sıcaklığı

MFI: Erime akış indeksi

LOI: Limit oksijen indeksi

HB: Yatay yanma

TS: Türk standartları

EN: Avrupa normu

SEM: Taramalı elektron mikroskobu

SE: İkincil elektron

BSE: Geri saçılan elektron



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Polimerlerin sınıflandırılması [5]	2
Şekil 1.2 Plastik hammadde üretimi (2018/3) [6]	2
Şekil 1.3 Saf PP ve PP kompozitlerinin mekanik özellikleri (2018/3) [13].....	5
Şekil 2.1 Polietilenin kimyasal yapısı [14].....	7
Şekil 2.2 Farklı polietilen türlerinin dallanma dereceleri [16]	8
Şekil 2.3 Yüksek yoğunluklu polietilenin yoğunluk ve yüzde kristallik açısından dört farklı tipinin şematik karşılaştırması [18].....	8
Şekil 2.4 Pinna Nobilis'in kabukları.....	9
Şekil 2.5 Pinna Nobilis'in kırılması	10
Şekil 2.6 HERZOG öğütücü ve haznesine kırılan Pinaların yerleştirilmesi	10
Şekil 2.7 Toz Pinna Nobilis.....	10
Şekil 2.8 YYPE/Pinna Nobilis karışımlarının granül hale getirilmesi.....	11
Şekil 2.9 Etüv ve YYPE/ Pinna Nobilis granüllerin kurutulması	12
Şekil 2.10 Enjeksiyon makinesi	12
Şekil 2.11 Enjeksiyon kalıpları [A: HDT/ Vicat, B: çekme, C: aşınma, D: darbe, E: sürtünme (alt), F: sürtünme (üst)].....	13
Şekil 2.12 Çekme test cihazı	14
Şekil 2.13 Çekmeye maruz kalan numuneler (en üstteki numune çekmeye tabi tutulmamıştır)	14
Şekil 2.14 Yüzey sürtünme test cihazı	15
Şekil 2.15 Sertlik cihazı	16
Şekil 2.16 Aşındırma test cihazı.....	17
Şekil 2.17 Çentik cihazı ile çentik açma (V çentik, 2mm).....	18
Şekil 2.18 Darbe cihazı ve testin uygulanışı	19
Şekil 2.19 Vicat/ HDT test cihazı.....	20
Şekil 2.20 MFI cihazı	21
Şekil 2.21 Nem miktarı tayini cihazı.....	21
Şekil 2.22 Yoğunluk ölçüm cihazı	22
Şekil 2.23 Elek sarsma cihazı.....	23
Şekil 2.24 LOI cihazı	24
Şekil 2.25 HB yanma testi uygulaması	24
Şekil 2.26 Kızgın tel test cihazı.....	25
Şekil 2.27 CTI cihazı ve ark oluşumu	26
Şekil 2.28 Kaplama cihazı.....	27
Şekil 2.29 SEM analiz cihazı görüntüleri.....	27
Şekil 3.1 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin akma mukavemet değerlerinin grafiksel gösterimi	30
Şekil 3.2 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin elastiklik modülü değerlerinin grafiksel gösterimi.....	31

Şekil 3.3 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin kopma mukavemet değerlerinin grafiksel gösterimi	32
Şekil 3.4 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin % kopma uzaması değerlerinin grafiksel gösterimi.....	33
Şekil 3.5 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin sertlik değerlerinin grafiksel gösterimi.....	34
Şekil 3.6 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin darbe mukavemetlerinin grafiksel gösterimi	35
Şekil 3.7 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin MFI değerlerinin grafiksel gösterimi	36
Şekil 3.8 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin yoğunluk değerlerinin grafiksel gösterimi.....	37
Şekil 3.9 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin Vicat değerlerinin grafiksel gösterimi.....	38
Şekil 3.10 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin HDT değerlerinin grafiksel gösterimi.....	39
Şekil 3.11 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin nem tayini değerlerinin grafiksel gösterimi.....	40
Şekil 3.12 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin LOI değerlerinin grafiksel gösterimi.....	41
Şekil 3.13 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin aşınma değerlerinin grafiksel gösterimi.....	43
Şekil 3.14 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin yanma hızı değerlerinin grafiksel gösterimi.....	44
Şekil 3.15 YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinde toz Pinna Nobilis'in parçacık boyutunun grafiksel gösterimi	45
Şekil 3.16 YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinde toz Pinna Nobilis'in parçacık boyutunun grafiksel gösterimi	46
Şekil 3.17 YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinde toz Pinna Nobilis'in parçacık boyutunun grafiksel gösterimi	46
Şekil 3.18 YYPE/Pinna Nobilis polimer karışımlarının SEM görüntüleri	50

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1 Dünya'daki su ürünleri üretimi [3].....	1
Tablo 1.2 Türkiye'deki su ürünleri üretimi [3].....	1
Tablo 1.3 Plastik hammadde üretimi (2018/3) [6].....	3
Tablo 2.1 YYPE / Pinna Nobilis ağırlıkça karışım oranları	11
Tablo 2.2 HB numune kalınlıkları ve yanma hızları.....	25
Tablo 3.1 YYPE / Pinna Nobilis ağırlıkça karışım oranları	29
Tablo 3.2 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin akma mukavemet değerlerinin tablosal gösterimi.....	30
Tablo 3.3 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin elastiklik modülü değerlerinin tablosal gösterimi	31
Tablo 3.4 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin kopma mukavemet değerlerinin tablosal gösterimi.....	32
Tablo 3.5 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin % kopma uzaması değerlerinin tablosal gösterimi	33
Tablo 3.6 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin sertlik değerlerinin tablosal gösterimi	34
Tablo 3.7 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin darbe mukavemetlerinin tablosal gösterimi.....	35
Tablo 3.8 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin MFI değerlerinin tablosal gösterimi	36
Tablo 3.9 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin yoğunluk değerlerinin tablosal gösterimi	37
Tablo 3.10 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin Vicat değerlerinin tablosal gösterimi	38
Tablo 3.11 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin HDT değerlerinin tablosal gösterimi	39
Tablo 3.12 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin nem tayini değerlerinin tablosal gösterimi	40
Tablo 3.13 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin LOI değerlerinin tablosal gösterimi	41
Tablo 3.14 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin 20m aşınma değerlerinin tablosal gösterimi	42
Tablo 3.15 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin 40m aşınma değerlerinin tablosal gösterimi	42
Tablo 3.16 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin 60m aşınma değerlerinin tablosal gösterimi	43
Tablo 3.17 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin 80m aşınma değerlerinin tablosal gösterimi	43

Tablo 3.18 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin yanma hızı değerlerinin tablosal gösterimi	44
Tablo 3.19 YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinde toz Pinna Nobilis'in parçacık boyutunun tablosal gösterimi	45
Tablo 3.20 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin statik ve dinamik sürtünme katsayı değerlerinin tablosal gösterimi	47
Tablo 3.21 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin statik ve dinamik sürtünme katsayı değerlerinin tablosal gösterimi	48
Tablo 3.22 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin CTI değerlerinin tablosal gösterimi	49



1- GİRİŞ

Su ürünleri üretimi Dünya’da ve ülkemizde gelişmekte olan bir sektördür. T.C Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’nın Ağustos, 2018’de yayınladığı su ürünleri üretimine ait veriler Tablo 1.1’de ve Tablo 1.2’de verilmiştir. Üretilen ürünler arasında balıklar ve çift kabuklu yumuşakçalar gibi su ürünleri bulunmaktadır. Su ürünlerinin işlenmesi sonucunda deri, kemik (kılçık), kabuk ve iç organlar gibi farklı atık maddeler ortaya çıkmaktadır. Bu atıkların değerlendirilmesi sürdürülebilirlik açısından büyük önem arz eder [1]. Çift kabuklu yumuşakçalar, dünyada birçok ülkenin ekonomisinde oldukça önemli bir rol oynar, bu alandaki yasal boşluklar ve plansızlıklar nedeniyle ülkemizde ekonomiye yeterince kazandırılmamaktadır [2].

Tablo 1.1 Dünya’daki su ürünleri üretimi [3]

Dünya Su Ürünleri Üretimi

	AVCILIK (ton)			YETİŞTİRİCİLİK (ton)			TOPLAM (ton)
	Deniz	İçsu	Toplam	Deniz	İçsu	Toplam	
2010	77.828.396	11.271.565	89.099.961	22.310.734	36.790.052	59.100.786	148.200.747
2011	82.623.550	11.124.401	93.747.951	23.366.371	38.698.805	62.065.176	155.813.127
2012	79.719.854	11.630.320	91.350.174	24.707.343	41.948.313	66.655.656	158.005.830
2013	80.899.153	11.687.507	92.586.660	25.536.710	44.686.846	70.223.556	162.810.216
2014	81.564.094	11.895.922	93.460.016	26.727.687	47.104.420	73.832.107	167.292.123
2015	81.179.323	12.525.293	93.704.616	27.879.872	48.761.154	76.641.025	170.345.641
2016	79.288.046	11.635.500	90.923.545	28.703.601	51.368.288	80.071.894	170.995.437

Kaynak: FAO

Not: Üretim rakamlarına su bitkileri ve deniz memelileri dahil değildir.

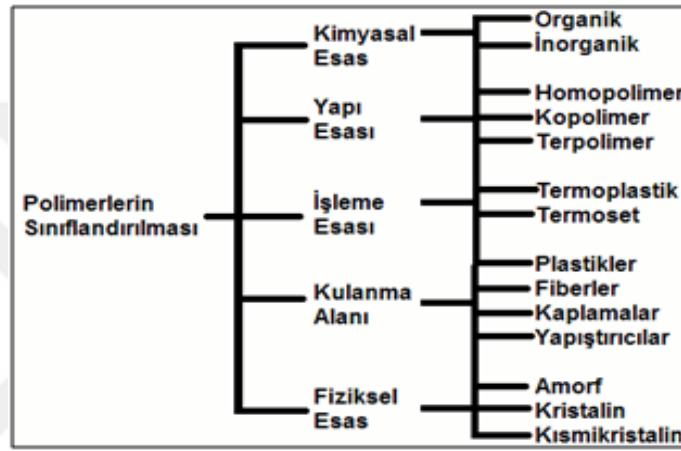
Tablo 1.2 Türkiye’deki su ürünleri üretimi [3]

Türkiye Su Ürünleri Üretimi (ton)

Yıllar	AVCILIK (ton)			YETİŞTİRİCİLİK (ton)			TOPLAM (ton)
	Deniz	İçsu	Toplam	Deniz	İçsu	Toplam	
2000	460.521	42.824	503.345	35.646	43.385	79.031	582.376
2001	484.410	43.323	527.733	29.730	37.514	67.244	594.977
2002	522.744	43.938	566.682	26.868	34.297	61.165	627.847
2003	463.074	44.698	507.772	39.726	40.217	79.943	587.715
2004	504.897	45.585	550.482	49.895	44.115	94.010	644.492
2005	380.381	46.115	426.496	69.673	48.604	118.277	544.773
2006	488.966	44.082	533.048	72.249	56.694	128.943	661.991
2007	589.129	43.321	632.450	80.840	59.033	139.873	772.323
2008	453.113	41.011	494.124	85.629	66.557	152.186	646.310
2009	425.275	39.187	464.462	82.481	76.248	158.729	623.191
2010	445.680	40.259	485.939	88.573	78.568	167.141	653.080
2011	477.658	37.097	514.755	88.344	100.446	188.790	703.545
2012	396.322	36.120	432.442	100.853	111.557	212.410	644.852
2013	339.047	35.074	374.121	110.375	123.019	233.394	607.515
2014	266.078	36.134	302.212	126.894	108.239	235.133	537.345
2015	397.731	34.176	431.907	138.879	101.455	240.334	672.241
2016	301.464	33.856	335.320	151.794	101.601	253.395	588.715
2017	322.173	32.145	354.318	172.492	104.010	276.502	630.820

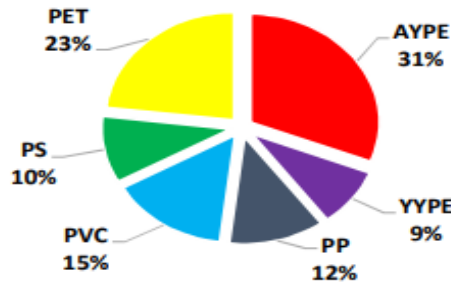
Kaynak: TÜİK

Dünya ekonomisinde önemli bir yere sahip olan bir diğer ürün ise plastik malzemelerdir. Gün geçtikçe gelişmektedir ve çok geniş bir yelpazeye sahiptir dolayısıyla günlük yaşantımızın hemen her yerinde plastik malzeme görmek mümkündür. Plastik, sentetik yahut yarı sentetik malzemeyi tanımlayan genel bir terimdir [4]. Monomerlerin, ısı ve basınç altında zincir şeklinde birleşmesiyle oluşan makro moleküllere polimer adı verilmektedir ve polimerler farklı kimyasal yapılarından dolayı farklı fiziksel özellikler gösterirler ve bu özelliklerinden dolayı da sınıflandırmaya tabi tutulurlar [5]. Başta termoplastikler olmak üzere plastiklerin geri dönüşümü mümkündür.



Şekil 1.1 Polimerlerin sınıflandırılması [5]

Etilen monomerinin polimerizasyonu sonucu oluşan polietilen (PE), birçok alanda kullanılan bir termoplastiktir. Polietilen de kendi içinde yoğunluklarına göre sınıflandırılır. Bunların başında; yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) ve alçak yoğunluklu polietilen (AYPE) gelmektedir. 2018 yılının ilk 3 aylık döneminde üretilen toplam plastik hammaddelerinin grafiği ve tonajları aşağıda verilmiştir.



Şekil 1.2 Plastik hammadde üretimi (2018/3) [6]

Tablo 1.3 Plastik hammadde üretimi (2018/3) [6]

1000 Ton	
AYPE	79
YYPE	23
PE	101
PP	31
PVC	38
PS	26
PET	59
TOPLAM ÜRETİM	254

1.1. Kompozit Malzemeler

Kompozit, iki veya daha fazla malzemenin makro ölçüde bir ara yüzey boyunca birleşmesiyle oluşan yeni malzemeye denir. Kompozit malzeme üretiminin amacı, iki veya daha fazla farklı malzemenin üstün özelliklerini birleştirerek kullanılacak yere daha uygun olmasını sağlamaktır. Kompozit malzemeler, iki ana bileşenden oluşurlar. Bunlar, matris malzeme ve takviye malzemesidir. Matris malzemeleri, kullanım amacına göre metal, seramik veya polimer malzemelerden oluşabilir ve bunlar gelen yükün dağıtılmasında rol oynarlar.

Polimer matrisli kompozit malzemeler, matris malzemesi polimer olan malzemelerdir. Yukarıda Şekil 1.1’de polimerlerin işleme esasına göre termoplastik ve termoset olmak üzere iki gruba ayrıldığı gösterilmiştir. Termoplastik matrisli kompozitler, düşük maliyet ve yüksek üretim adetleriyle kolayca üretilebilmektedir [7]. Bunun dışında üretilecek parçanın maliyet, miktar, kalite ve istenilen özelliklere göre uygun yöntemler aşağıdaki gibidir.

- Elle yatırma yöntemi
- Püskürtme yöntemi
- Otoklav yöntemi
- Elyaf sarma yöntemi
- Reçine transfer kalıplama yöntemi
- Profil çekme yöntemi

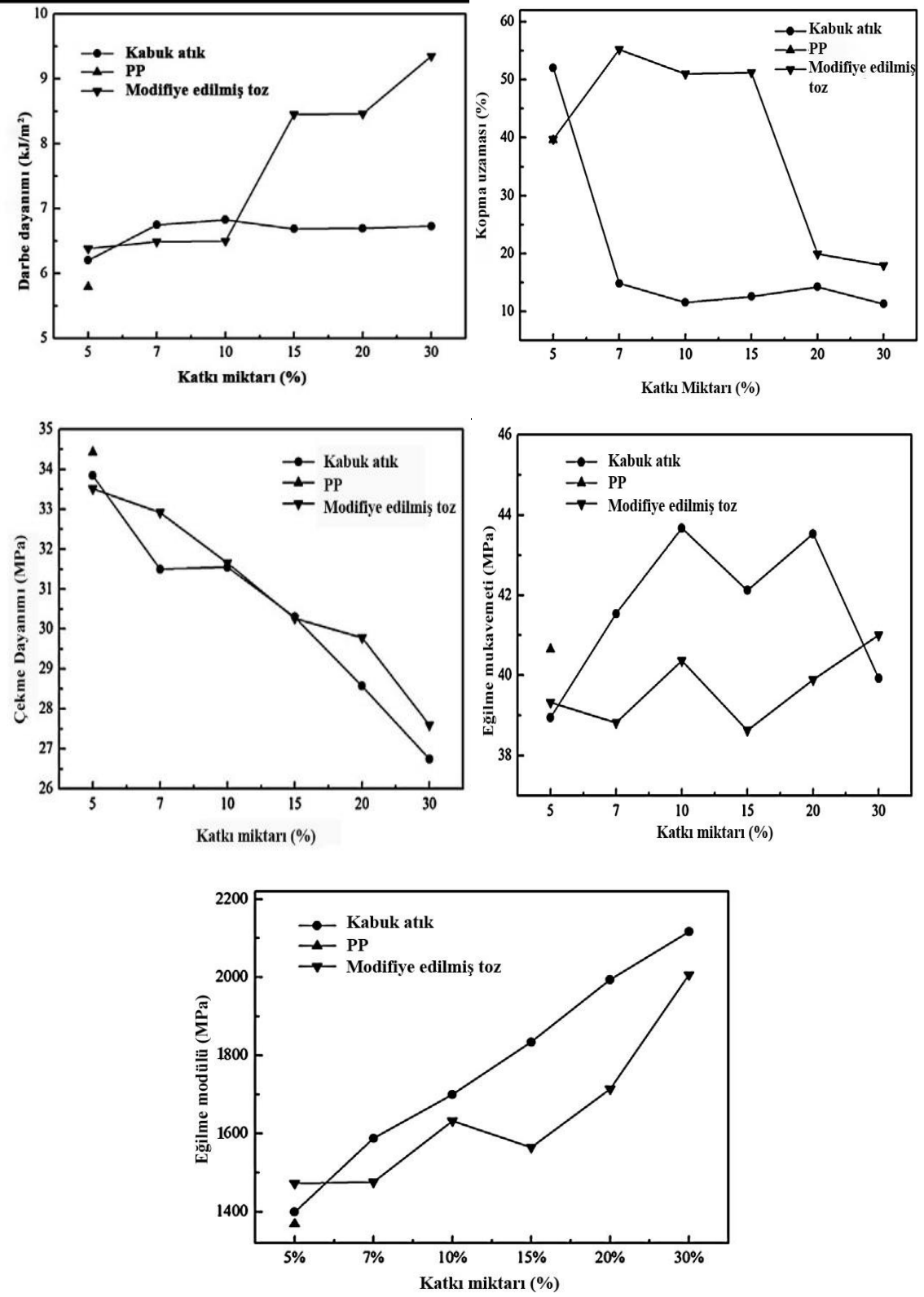
- Ekstrüzyonla kalıplama yöntemi
- Enjeksiyonla kalıplama yöntemi
- Savurma kalıplama yöntemi
- Hazır kalıplama yöntemleri (Bulk kalıplama, levha kalıplama) [8]

Kompozit malzemeler, sadece matris malzemelerine göre değil aynı zamanda takviye malzemesine göre de sınıflandırılırlar. Bunları elyaf takviyeli kompozitler, tabakalı kompozitler, parçacık takviyeli kompozitler ve karma kompozitler olmak üzere dört başlıkta incelemek mümkündür [8]. Parçacık takviyeli kompozitlerde parçacığın boyutu ve boyut dağılımı, homojen dağılıp dağılmadığı, malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinde büyük rol oynar ve genellikle maliyeti azaltmak için kullanılır [9].

1.2. Literatür Çalışması

Çift kabuklu yumuşakçalardan biri olan istiridye İtalya, Yunanistan ve İspanya’da bazı çiftliklerde yetiştirildikten sonra eti dışında kabuğundan da yararlanılmakta olup %97’si kalsiyum karbonat (CaCO_3) olan kabuklar öğütülerek, doğal kalsiyum içeren ilaçlar üretilmektedir [10]. Ayrıca Wang ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmalar, istiridye kabuklarının yapısal özellikleri nedeniyle, inşaat malzemeleri sektöründe kullanılabileceğini gösterilmiştir [11]. Asitli topraklarda tarım ürünlerinin büyümesi zordur ve bu topraklara genellikle kalsiyum minerali ilavesi ile nötralize işlemi yapılır ki ürünler büyüsün, dolayısıyla yüksek oranda CaCO_3 içeren atık istiridye kabukları Taboado ve arkadaşları tarafından kullanılmışlardır [12].

Z. T. Yao ve arkadaşları, yüksek oranda kalsiyum karbonat içeren deniz kabuğu atıklarını hem toz halde hem de bu tozu furfural ile modifiye edip, bir biyo dolgu malzemesi olarak kullanıp karşılaştırma yapmışlardır. Buna göre PP içerisine atık deniz kabuğu katıldığında; darbe mukavemeti saf PP’e oranla daha yüksek çıkmıştır. Aynı zamanda deniz kabuk atıklarının kompozit içinde artmasına bağlı olarak, kopma uzaması (%) giderek azalmıştır. Ek olarak çekme mukavemeti de deniz kabuğunun devreye girmesiyle azalma eğiliminde olmuştur [13].



Şekil 1.3 Saf PP ve PP kompozitlerinin mekanik özellikleri (2018/3) [13]

1.3. Amaç ve Önem

Doğanın bize sağlamış olduğu kaynakları verimli şekilde kullanmalı ve gelecek nesillere de kaynak sıkıntısı çekmemeleri için yardımcı olmalıyız. Dolayısıyla geri dönüşüm çok önemli bir husustur. Çevre bilincini geliştirmek, kaynak israfını önlemek ve hayat standartlarını yükseltmek temel amaçtır.

Pinna Nobilis de yukarıdaki literatür çalışmalarında kullanılan istiridye, midye vb. türler gibi çift kabuklu yumuşakçadır ve yüksek oranda kalsiyum karbonat içermektedir. Yani, Pinna Nobilis toz hale getirilip dolgu malzemesi olarak kullanılarak hem plastik malzemeden tasarruf edilmiş olunacak hem de mekanik özellikleri geliştirme fırsatı doğacaktır.

Ancak unutulmamalıdır ki Pinna Noblis'lerde tüm diğer çift kabuklu yumuşakçalar gibi denizi temizlemek ile görevlidir. Dolayısıyla bilinçsiz şekilde avlanılmamalı, üretilerek hem denize katkı sağlanmalı hem de doğanın verdiği nimetlerden yararlanılmalıdır.

2. MATERYAL VE TEST YÖNTEMLERİ

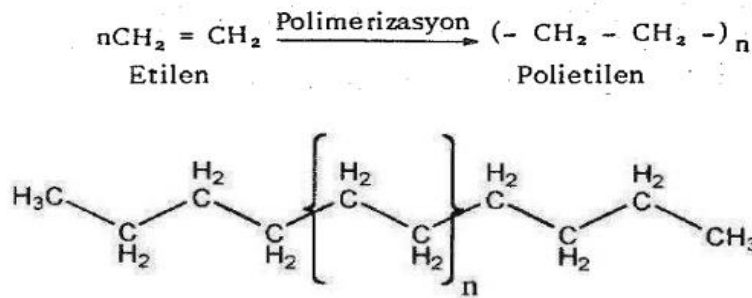
Bu bölümde, yapılan çalışmada kullanılan malzemelerin neler olduğu ve uygulanan testler hakkında bilgi verilecektir.

2.1. Deneyde Kullanılan Malzemeler

Deneyde PETKİM’ den tedarik edilen yüksek yoğunluklu polietilen ve Marmara Denizi Erdek bölgesinde insanların sorumsuzca denizden çıkarıp bir kenara attıkları veya doğal koşullar sonucu (lodos fırtınası, deniz canlılarının saldırısı vb. gibi) ölen Pinna Nobilisler (Pina) kullanılmıştır.

2.1.1. Yüksek yoğunluklu polietilen

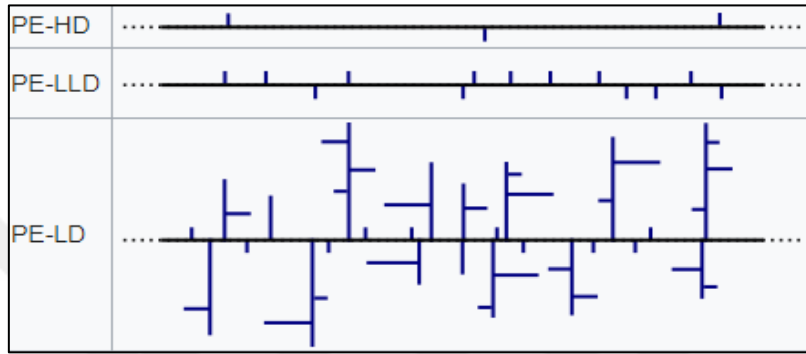
Etilen molekülü karbon-karbon arasında ikili bağ içeren, alkenler sınıfında olan bir hidrokarbondur. Formülü C_2H_4 ’ dür. Polietilen (PE) ise etilenin uygun koşullarda (sıcaklık, basınç ve katalizör) radikal polimerizasyonu veya koordinasyon polimerizasyonu ile elde edilen bir homopolimerdir. PE, $(C_2H_4)_n$ genel kimyasal formülüne sahiptir ve piyasada çok yaygın olarak kullanılan bir termoplastiktir. PE, yoğunluklarına ve dallanmalarına göre sınıflandırılırlar. Piyasadaki kullanım hacimlerine göre yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE veya HDPE), lineer alçak yoğunluklu polietilen (LAYPE veya LLDPE) ve alçak yoğunluklu polietilen (AYPE veya LDPE) ön plandadır.



Şekil 2.1 Polietilenin kimyasal yapısı [14]

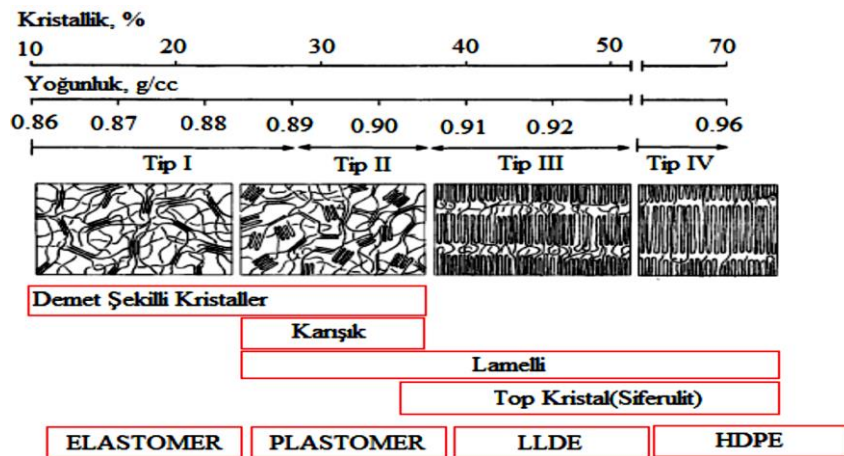
PE’ in mekanik özellikleri kristal yapıya, molekül ağırlığına ve dallanma tipi gibi değişkenlere bağlıdır [15]. YYPE’ in dallanma derecesi AYPE VE LAYPE’ e oranla daha düşüktür. Kristalinite, dallanma derecesi ve moleküler ağırlığa bağlıdır, aynı zamanda

yoğunlukla doğru orantılıdır ve PE' in kristalin bölgelerde yoğunluğu 1 g/cm^3 iken amorf bölgelerde $0,86 \text{ g/cm}^3$ 'tür [16]. Dolayısıyla dallanmanın azalması kristalinitenin artmasına yani yoğunluğun artmasını sağlamaktadır. HDPE'in yoğunluğu $0,940-0,970 \text{ g/cm}^3$ arasında değişir, dallanmaların belirli seviyeler altında tutulması özel katalizörlerle ve reaksiyon koşullarıyla sağlanır [17]. Polietilenin uzama, geçirgenlik ve gerilme çatlak direnci yoğunluğun artmasıyla azalır iken; çekme mukavemeti, katılık, yumuşama sıcaklığı ve kimyasal direnç artış gösterir [18].



Şekil 2.2 Farklı polietilen türlerinin dallanma dereceleri [16]

YYPE' in yapısında iki faz bulunur. Bunlar; kristal ve amorf fazlardır. Yaklaşık olarak YYPE %90 oranında kristal haldedir [14]. YYPE' in kristalinitesi soğuma hızıyla ayarlanabilir. Eğer yavaş bir şekilde soğutulursa hızlı soğutulmaya göre daha yüksek bir kristal yüzdesine sahip olacaktır. Dolayısıyla sertlik, yoğunluk, şeffaflık ve yayılım gibi özellikler de etkilenecektir [19].



Şekil 2.3 Yüksek yoğunluklu polietilenin yoğunluk ve yüzde kristallik açısından dört farklı tipinin şematik karşılaştırması [18]

Bu çalışmada PETKİM firmasının ürettiği PETİLEN YY I-668 yüksek yoğunluklu polietilen kullanılmıştır. Ürünün teknik özellikleri hakkındaki detaylı bilgiler [EK- 1] ve güvenlik bilgi formu [EK- 2] olarak verilmiştir.

2.1.2. Pinna Nobilis

Yumuşakçaların çoğu, kendilerini çevresel baskılara ve yırtıcılara karşı korumak için kalsitlenmiş bir dış iskelet yani kabuk geliştirmişlerdir [20]. Kabuklu deniz ürünleri %95 oranında kalsit ve aragonit yapıda kalsiyum karbonat (CaCO_3) içerir ve geri kalan %5'lik dilim ise glikoproteinler, polisakkaritler, glikozaminoglikan, kitin ve diğer proteinlerden oluşan organik kısımdır [21].

Pinna Nobilis, halk arasında Pina olarak bilinen yaşam alanı genel olarak Akdeniz olan boyu 120 cm'e kadar ulaşabilen iki kabuklu bir yumuşakçadır [22]. Her biri yaklaşık 25 cm olan 20.000'den fazla filamentten oluşan deniz ipeği ile bulunduğu yere sıkıca tutunur [23]. Kabuklarının alt uçtan yaklaşık ortasına kadar sedefli bir katman vardır. Bu kısım aragonit yapıdadır. Kalsit ile aragonit kimyasal açıdan aynıdır ancak kristal şekilleri farklıdır ve bu farklılık aragonitin kalsite oranla daha sert olmasını sağlar [24].



Şekil 2.4 Pinna Nobilis kabukları

2.2. Testlerde Kullanılacak Numunelerin Hazırlanması

Uygulanacak testler için test standartlarına uygun numunelerin hazırlanması birkaç adımdan oluşmaktadır. Bu bölümde test numunelerinin nasıl elde edildiğinden bahsedilmektedir.

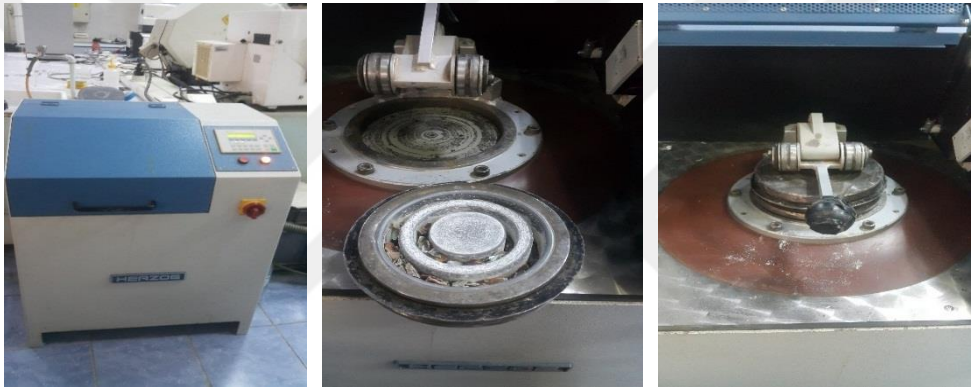
2.2.1. Pinna Nobilis'in toz hale getirilmesi

İlk olarak daha önceden temizlenmiş Pinalar bir çekiç yardımıyla ufak parçalara ayrıldı. Bunun sebebi kullanılacak öğütücü içindeki hazneye Pinaların sığmasıdır. Daha sonra bu küçük parçalar Teknoloji Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü

Metalografi Laboratuvarında bulunan HERZOG marka titreşimli diskli öğütücünün haznesine yerleştirildi.



Şekil 2.5 Pinna Nobilis'in kırılması



Şekil 2.6 HERZOG öğütücü ve haznesine kırılan Pinaların yerleştirilmesi

Hazneye yerleştirilen parçalar 40 saniye boyunca öğütüldü. Bu işlem, istenilen toplam gramaj elde edilinceye kadar uygulandı. Elde edilen toz Pinalar 1 mm'lik elekten geçirildi ve tekrar öğütüldü. Dolayısıyla tozların partikül büyüklükleri 1 mm'nin altına düşürüldü.



Şekil 2.7 Toz Pinna Nobilis

2.2.2. Yüksek yoğunluklu polietilen ile Pinna Nobilis karışımı

YYPE ile toz haline getirilmiş Pinalar belirlenen oranlarda homojen olacak şekilde karıştırılmıştır. Ağırlıkça karışım oranları Tablo 2.1’ de gösterilmiştir.

Tablo 2.1 YYPE / Pinna Nobilis ağırlıkça karışım oranları

Gruplar	YYPE (%)	Pinna Nobilis (%)
1	100	-
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40

2.2.3. Ekstrüzyon

Elde edilen YYPE/ Pinna Nobilis karışımlarını granül hale getirmek için Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Plastik Laboratuvarında bulunan birbirine zıt dönen çift vidalı, L/D oranı 30 olan Devotrans marka bir ekstrüder kullanılmıştır.

Besleyiciye konulan karışım ısı yardımıyla akışkan hale getirilir ve vidalar yardımıyla 40 d/dak’lık dönme hızıyla kalıba doğru ilerler. Beslemeden kalıba kadar olan bölümlerin sıcaklıkları sırasıyla 180 °C’, 185 °C, 195 °C ve 220 °C dir. Ekstrüderin iki vidalı ve bunların birbirine zıt yönde dönmeleri daha homojen bir ürün elde etmek için önemlidir. Malzeme kalıptan çıktıktan sonra deformasyonu önlemek için sıvı banyoda soğutulur [25]. Soğutulan malzeme enjeksiyon cihazında kullanılmak üzere uygun boyutlarda kesilerek granül hale getirilmiştir.



Şekil 2.8 YYPE/Pinna Nobilis karışımlarının granül hale getirilmesi

2.2.4. Kurutma

Elde edilen granüller enjeksiyonda kalıplanmadan önce etüvde kurutulmuştur. Bunun amacı ekstrüzyonda malzemenin sıvı banyodan geçmesi sırasında bünyesine alabileceği sudan ötürüdür. Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliğinde Plastik Laboratuvarında bulunan etüvde (Elektromag) kurutulmuştur.



Şekil 2.9 Etüv ve YYPE/ Pinna Nobilis granüllerin kurutulması

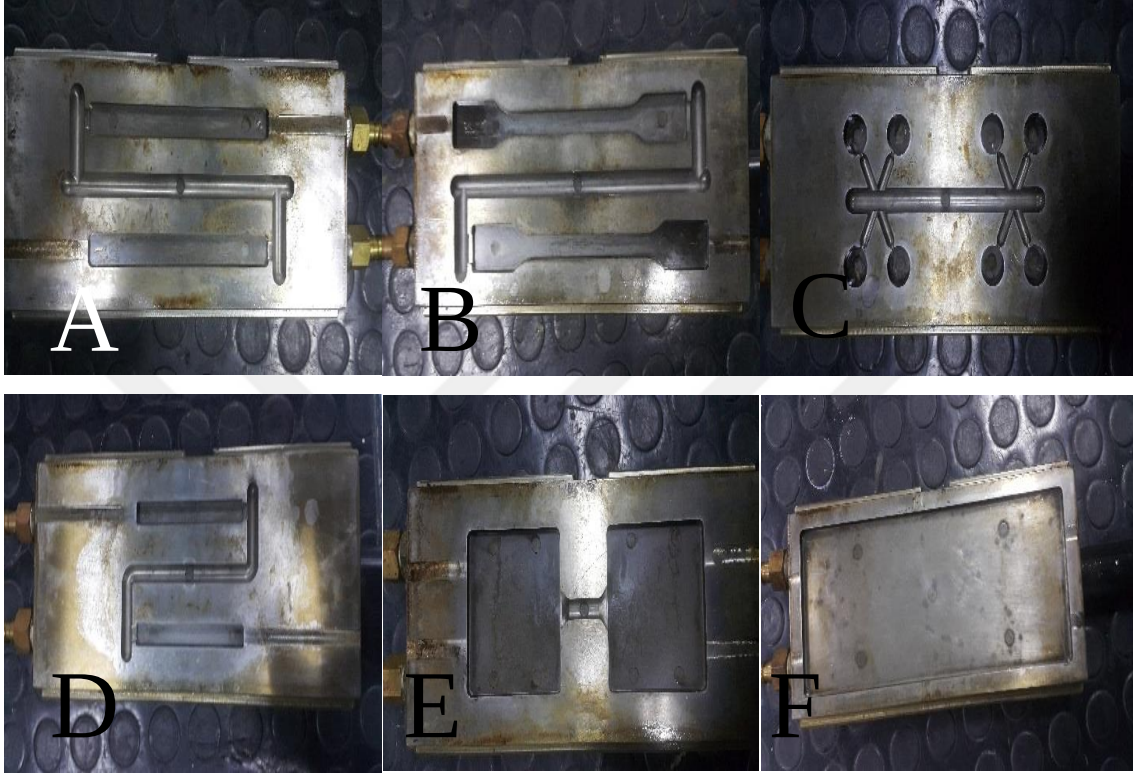
2.2.5. Enjeksiyon

Ekstrüzyon yöntemi sonucu elde edilen granüller, gerekli ön kurutma sonunda uygulanacak testler için Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliğinde Plastik Laboratuvarında bulunan (Yonca makina) enjeksiyon makinesinde standartlara uygun numuneler elde etmek için kullanılmıştır.



Şekil 2.10 Enjeksiyon makinesi

Granüller enjeksiyon makinesinin besleyicisine konulur. Sırasıyla 180° C, 200° C ve 220° C sıcaklıktaki bölümlerden eriyerek geçen malzeme son olarak 40 barlık bir basınçla kalıplara enjekte edilir ve test için gerekli olan numuneler basılır. Numuneleri basmak için kullanılan enjeksiyon kalıpları Şekil 2.11’ de gösterilmiştir



Şekil 2.11 Enjeksiyon kalıpları [A: HDT/ Vicat, B: çekme, C: aşınma, D: darbe, E: sürtünme (alt), F: sürtünme (üst)]

2.3. Deneyde Kullanılan Test Yöntemleri

YYPE, Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin mekanik, fiziksel ve yanma özelliklerini incelemek amacıyla ürettiğimiz numuneler standartlara uygun şekilde testlere tabi tutulmuştur. Bu bölümde uygulanan testlerden bahsedilmektedir.

2.3.1. Çekme testi

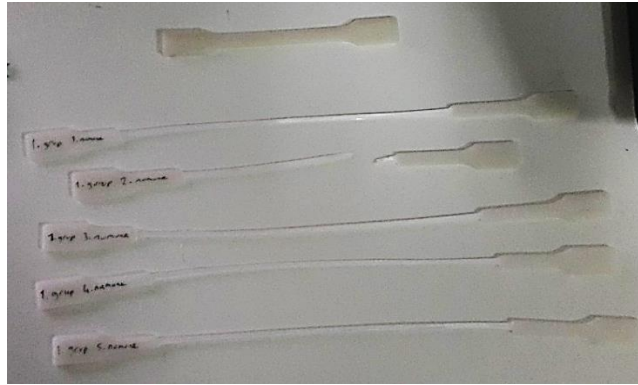
Çekme testi, malzemenin mekanik özelliklerini belirlemek için kullanılan en yaygın test yöntemlerinden biridir. Bu test bize gerilim-gerinim eğrisi verir ve bu eğrinin yardımıyla elastik modülü, çekme mukavemeti, akma mukavemeti, kopma mukavemeti, kopma

uzaması, tokluk ve rezilyans gibi değerler elde edilir. Bu değerler bize malzemenin kullanılmak istenildiği yerlere, koşullara uygun olup olmadığı hakkında bilgiler verir.



Şekil 2.12 Çekme test cihazı

Çekme testi ASTM D 638 standardına göre Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Plastik Laboratuvarında bulunan Zwick Z1010 marka test cihazı ile yapılmıştır. Numuneler simetrik bir şekilde cihazın kafalarına yerleştirilir. Ekstansometrenin kolları numuneye tutturulur bunun amacı daha doğru, hassas bir ölçüm yapmak içindir. Daha sonra 50 mm/dak çekme hızı ile numune çekme kuvvetine maruz bırakılır ve grafik elde edilir.



Şekil 2.13 Çekmeye maruz kalan numuneler (en üstteki numune çekmeye tabi tutulmamıştır)

2.3.2. Sürtünme testi

Bu test için Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Plastik Laboratuvarında bulunan Devotrans marka yüzey sürtünme

test cihazı (DVT YS) kullanılmıştır. Bu test ile çeşitli malzemelerin yatay düzlem metodu kullanılarak kinetik ve statik sürtünme katsayıları belirlenir [26].

ISO 8295' e göre test cihazına numuneler düzgünce yerleştirilir (üst plaka ölçüleri 63 mm x 63 mm, alt plakanın ölçüleri 80 mm x 200 mm) ve kablonun bir ucu numuneye diğer ucu ise taşıyıcıya bağlanır. Taşıyıcı 100 mm/sn hızla kabloyu çeker ve üst plaka, alt plaka üstünde hareket etmeye başlar ve dolayısıyla birbirleriyle sürtünmeleri söz konusudur. Bu süreç zarfında düzenekte bulunan dinamometre oluşan sürtünme kuvvetini ölçer. Bu deney üst plaka üzerine yük konmadan veya 100 g, 200 g, 300 g ve 500 g ağırlıklar konularak ayrı ayrı uygulanmıştır.



Şekil 2.14 Yüzey sürtünme test cihazı

2.3.3. Sertlik testi

Genel anlamda malzemenin deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanan sertlik, direkt bir büyüklük olmayıp daha yüksek dayanımda bir malzemenin kendisinden daha düşük dayanımda diğer bir malzeme üzerinde yapmış olduğu deformasyon üzerinden hesaplanmaktadır ve deformasyon ne kadar küçük ise malzemenin sertliği o derece yüksektir şeklinde değerlendirme yapılabilir [27]. Malzemenin sertliği bize malzemeye ait diğer mekanik özellikler hakkında bilgiler verebilir. Genel olarak sertlik ölçme metotlarını aşağıdaki gibi belirleyebiliriz;

1. Karşılaştırılmalı sertlik ölçüm metotları (Mohs ve Breithaupt)
2. Statik sertlik ölçüm metotları (Brinell, Vickers, Rockwell, Knoop, Grodinski)
3. Dinamik sertlik ölçüm metotları (Shore Sclerescop, LEEB, Shore sertlik ölçüm metotları) [28].

Durometre ölçeği 1920’lerde Shore sertliğini ölçmek için Albert Ferdinand Shore tarafından geliştirilmiştir [29]. Durometre sertlik ölçme cihazlarının basınç uygulanan kısmına bağlı ince uçlu bir ayak bulunmaktadır, bu ayak temeli tamamen yüzeye değecek şekilde bastırıldığında göstergede (0’ dan 100’ e kadar bölümlenmiş) bir sertlik değer okunur ve bu değerin birimi yoktur [30]. Genellikle A tipi ve D tipi olmak üzere iki durometre kullanılır. A tipi yumuşak plastiklerde, D tipi ise sert plastiklerde kullanılır.

ISO 868 standartlarına göre yapılan bu testte numune cihaza yerleştirilir ve numune kenarlarından en az 12 mm içerden olması kaydıyla 6 mm aralıklarla 5 ayrı ölçüm yapılır ve bunların aritmetik ortalamaları alınıp, o numuneye ait ortalama sertlik değer elde edilir. Anlık bir değer elde edilmek isteniyorsa 1. saniyede göstergedeki değer okunur ve yahut anlık bir değer istenmiyorsa 15. Saniyedeki değer okunur. Ancak bilinmelidir ki 15. saniyedeki değer anlık değere göre daha düşüktür bunun nedeni malzemede meydana gelen sürünmeden kaynaklanmaktadır [30].

Bu test için Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Plastik Laboratuvarında bulunan Zwick marka sertlik cihazı kullanılmıştır.



şekil 2.15 Sertlik cihazı

2.3.4. Aşınma testi

Aşınma, katı bir yüzeyin bozulması olarak tanımlanır, genellikle yüzey ve temas maddesi veya maddeleri arasındaki hareket ilişkisinden dolayı ve erozyon gibi etkiler sonucu bir süreç içerisinde malzeme kaybını içerir [18,31].

DIN 53 516 standartına uygun numuneler cihaza düzgünce yerleştirilir. Cihazdaki silindir 500 numara zımpara kağıdıyla sarıdır. Cihaz çalıştırıldığında numune bu silindir üzerinde 10 N' luk bir kuvvet ile bastırılarak yol (20 m, 40 m, 60 m, 80 m) almaya başlar. Zımparalı yoldan ısınmaya neden olmayacak bir hızla (40 d/ dak) yol alırken, numune aşınmaya başlar. Aşınma direnci de malzemedeki bu aşınmadan dolayı oluşan hacim kaybı ile ifade edilir. Aşağıdaki formül ile aşınma oranı hesaplanır;

$$W = \frac{\Delta m}{\rho \times L \times F_N} \quad (2.1)$$

W: Aşınma oranı (cm³ / N.m),

Δm : $m_1 - m_2$ = Ağırlık kaybı: İlk tartım – Son tartım (g),

ρ : Yoğunluk (g/cm³),

L: Yol (m),

F_N : Uygulanan yük (N).

Bu test için Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Plastik Laboratuvarı'nda bulunan Devotrans marka DVT DA 6 aşındırma test cihazı kullanılmıştır.



Şekil 2.16 Aşındırma test cihazı

2.3.5. Darbe testi

Malzemelerin dinamik zorlamalar altında kırılması için sarf edilen enerji miktarını tayin ve tespit amacıyla yapılır [32]. Bulunan değer, malzemenin darbe direnci (darbe mukavemeti) olarak tanımlanır [33]. Genellikle İzod ve Charpy darbe deneyleri

kullanılmaktadır. Bu deneyde İzod darbe deneyi kullanılmıştır ve test numuneleri ISO 180 standardı Tip 1A' ya uygun olarak yapılmıştır (Test numunesi 80x10x4 mm ölçülerinde ve çentik sonu derinliği 8 mm'dir).



Şekil 2.17 Çentik cihazı ile çentik açma (V çentik, 2mm)

İzod darbe deneyinde Şekil 2.18' de gösterildiği gibi cihaza dik bir şekilde yerleştirilir. 5,4 kJ'lük sarkacın numune üzerine düşürülmesiyle darbe değerleri elde edilmiştir. Ağırlığı G olan sarkaç, h yüksekliğine çıkarıldığında potansiyel enerjisi ($G \times h$) mertebesinde ve sarkaç bu yükseklikten serbest bırakıldığında, düşey bir düzlem içinde hareket ederek numuneyi kırar ve aksi istikamette h_1 yüksekliğine kadar çıkar ve numunenin kırılmasından sonra sarkaçta kalan potansiyel enerji ($G \times h_1$) mertebesinde demektir [20]. İlk durumdaki potansiyel enerjiyle, numune kırıldıktan sonraki potansiyel enerji farkı bize o numunenin darbe direncini verir.

$$\text{Darbe direnci} = (G \times h_1) - (G \times h_2) = G \times L \times (\cos\beta - \cos\alpha) \quad (2.2)$$

G: Sarkacın ağırlığı (kg),

L: Sarkacın ağırlık merkezinin, sarkacın salınım merkezine uzaklığı (m),

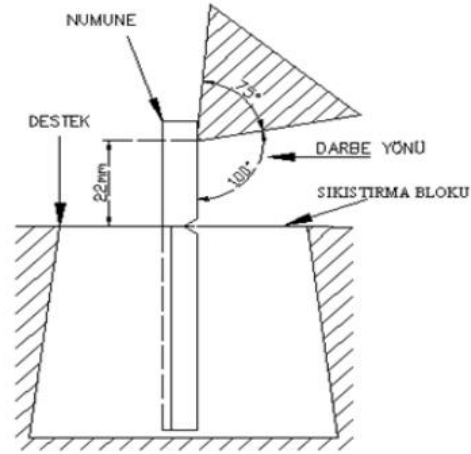
h_1 : Sarkacın ağırlık merkezinin düşme yüksekliği (m),

h_2 : Sarkacın ağırlık merkezinin çıkış yüksekliği (m),

α : Düşme açısı (derece),

β : Yükseliş açısı (derece).

Bu test için Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Plastik Laboratuvarı'nda bulunan CEAST marka çentik açma cihazı ve Zwick marka darbe test cihazı kullanılmıştır.



Şekil 2.18 Darbe cihazı ve testin uygulanışı

2.3.6. Isıl çarpılma sıcaklığı (HDT) testi

HDT (yük altında eğilme sıcaklığı tespiti) testi, plastik malzemelerin yük altında deforme olma sıcaklığını belirlemek için kullanılır. Bu sayede malzemelerin hangi sıcaklık değerine kadar kullanabileceği tespit edilir. ISO 75 standartlarına uygun şekilde yapılmıştır. Destekler arasındaki açıklık (L) 64 mm, bükülme mukavemeti (σ_b) metod A' ya göre 1,8 MPa, numune boyutları 80x10x4 mm' dir . Bu değerleri denklem 2.3' de yerine koyarak uygulanan maksimum kuvvet (F_m) hesaplanır (b: deney parçası genişliği, d: deney parçası kalınlığıdır). F_m , burada 3N bulunur. Daha sonra yer çekimi ivmesine (9,81) bölünür ve 0.305 gr bulunur. Bu değer numuneye sehim verecek yüküdür.

$$\sigma_b = 3 \times \frac{F_m \times L}{2 \times b \times d^2} \quad (2.3)$$

Cihaza yerleştirilen numuneler sıvı banyonun (silikon yağı) içine bırakılır, sıcaklık arttıkça malzeme yumuşamaya ve dolayısıyla eğilmeye başlar. 0,34 mm sehim verdiği sıcaklık bizim HDT sıcaklığımızdır.

Bu test için Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Plastik Laboratuvarında bulunan Devotrans marka VICAT/HDT test cihazı kullanılmıştır.



Şekil 2.19 Vicat/ HDT test cihazı

2.3.7. VICAT yumuşama sıcaklığı testi

VICAT testi, ısıtma banyosunda sabit bir yüke noktasal olarak maruz bırakılan numunenin VICAT yumuşama sıcaklığını verir. ISO 306' ya göre bu test uygulanmıştır. Sıvı banyo (silikon yağı), saatte 50° C hızla ısıtılarak 10 N yük altında 1 mm²' lik yüzeye 1 mm girilen sıcaklık değeridir. VICAT sıcaklığı polimerin yüzey sertliğine bağlıdır. HDT testinde kullanılan cihaz bu testte de kullanılmıştır.

2.3.8. Erime akış indeksi (MFI)

MFI, ISO 1133 standartlarına uygun şekilde belirli sıcaklık ve basınç (bu deneyde 190° C ve 2,16 kg) altında malzemenin akışkanlığını g/10 dak cinsinden tayin eden malzemenin ne kadar aktığını gösteren bir değerdir. Malzemenin işlenmesinde ve kalıplanmasında önemli bir rol oynar. MFI, test koşulları altında eriyiğin viskozitesi ile ters orantılıdır, ancak viskozitesinin uygulanan kuvvete bağlı olduğu akılda tutulmalıdır [34].

Önceden istenilen sıcaklığa (190° C) getirilen cihazın haznesine, ekstrüzyon sonunda elde ettiğimiz granüller yerleştirilir. Daha sonra piston (2,16 kg) yardımıyla ergiyen malzeme akmaya başlar. Pistonda bulunan iki çizgi arasında akan malzeme tartılır ve aşağıdaki formülde yerine konularak malzemenin g/10 dak cinsinden MFI değeri bulunur.

$$MFI = \frac{m_t \times 600}{t} \quad (2.4)$$

MFI: Malzemenin ergime akış indeksi (g/10 dak)

m_t : Pistondaki iki çizgi arasında akan malzemenin toplam ağırlığı (g)

t: Pistondaki iki çizgi arasında geçen süre (sn)

Bu tez çalışmasında yapılan MFI testi Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Plastik Laboratuvarında bulunan Zwick 4100 model cihaz ile yapılmıştır.



Şekil 2.20 MFI cihazı

2.3.9. Nem miktarı tayini

Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Plastik Laboratuvarı'nda bulunan Kern marka nem tayin cihazı kullanılarak, numunelerin içinde ne kadar nem tuttuğunu tespit etmek için yapılmıştır. ASTM D 6980 standardına göre yapılmıştır. Cihaz numuneyi otomatik şekilde tartar, hafızasına m_{ilk} olarak kaydeder. Daha sonra cihaz çalıştırılır ve sıcaklık artmaya başlar, sıcaklık arttıkça malzemenin tuttuğu nem buharlaşır ve kalan numune ağırlığı m_{son} olarak kaydedilir.



Şekil 2.21 Nem miktarı tayini cihazı

Formülde yerine yazılarak % nem miktarı tespit edilir. Cihaz bu işlemleri otomatik yapmaktadır.

$$NM: \frac{m_{ilk} - m_{son}}{m_{ilk}} \times 100 \quad (2.5)$$

NM: Nem miktarı (%)

m_{ilk} : İlk tartım (g)

m_{son} : Son tartım (g)

2.3.10. Yoğunluğun belirlenmesi

ISO 1183' e göre plastik malzemenin kütlesi önce havada, sonra ise yoğunluğu belli alkol içinde ölçülerek malzemenin yoğunluğu test edilir. Havadaki ve alkoldeki kütle aşağıdaki formülde yerine yazılarak malzememizin yoğunluğunu buluruz.

$$\rho_{numune} = \frac{H.A}{H.A - A.A} \times \rho_{alkol} \quad (2.6)$$

ρ_{numune} : Yoğunluğu hesaplanacak numune (g/cm^3)

H.A.: Numunenin havadaki kütlesi (g)

A.A.: Numunenin alkoldeki kütlesi (g)

ρ_{alkol} : Alkolün yoğunluğu (g/cm^3)

Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Plastik Laboratuvarı'nda bulunan Precisa 205A SCS marka cihaz kullanılarak yoğunluk tayini testi yapılmıştır.



Şekil 2.22 Yoğunluk ölçüm cihazı

2.3.11. Elek analizi

Eleme, tanelerin belirli büyüklükteki delik veya açıklıklardan geçebilme veya geçememe özelliğine dayanarak yapılan bir boyuta göre sınıflandırma işlemidir [35]. Elek analizinde ki amaç malzeme içinde nasıl bir boyut dağılımı olduğunu tespit etmek içindir. CSN EN 933-1 metoduna göre ölçüm yapılmıştır.

Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Plastik Laboratuvarı'nda bulunan RETSCH AS200 cihaz kullanılarak elek analizi yapılmıştır. Öğütücüden elde edilen toz cihazın en üstüne dökülmeden önce belirli bir gramaj tartılır. Daha sonra cihaz 15 dak boyunca titreşim altında çalıştırılmıştır. Eleme işlemine en büyük delik açıklıklı elekten başlanır ki bu deneyde bu elek 1 mm açıklıklıdır. Daha sonra sırasıyla 180 μm , 90 μm , 63 μm , 53 μm , 45 μm , 38 μm meş numaralı eleklerden elenmiştir. İşlem bitince elekler birer birer çıkarılır ve eleklerin üzerinde kalan toz tartılır ve kaydedilir. Elde edilen verilerden parçacık boyut dağılımı elde edilir ve ortalama parçacık boyutu bulunur.



Şekil 2.23 Elek sarsma cihazı

2.3.12. Limit oksijen indeksi (LOI) testi

Oksijen yakıcı bir gazdır ve bilindiği üzere atmosferde %21 oranında oksijen bulunmaktadır. LOI, oksijen- azot atmosferi içerisinde bir alevi başlatmak ve arttırmak için gerekli olan minimum oksijen miktarıdır yani bir başka deyişle LOI testi, malzemelerin yanmasını devam ettirebilmek için atmosferde bulunması gereken minimum oksijen miktarını göstermektedir [36].

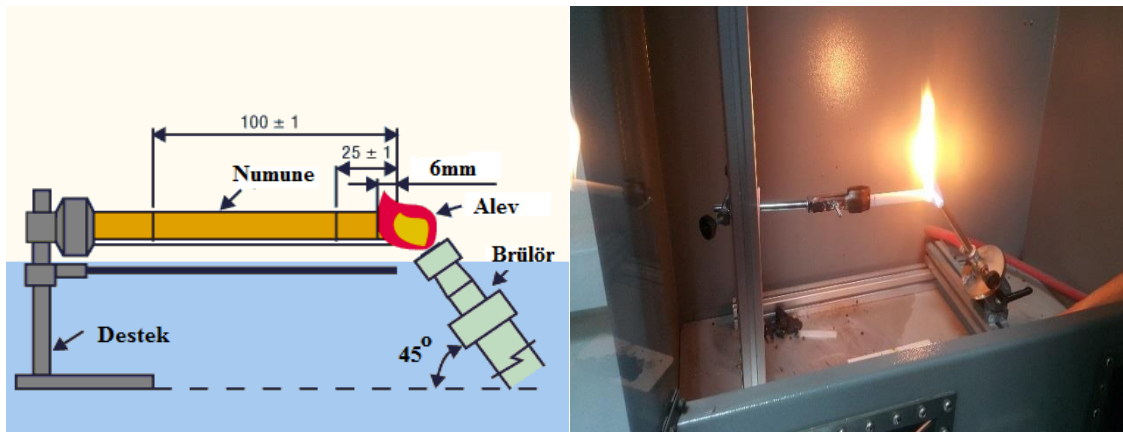
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Plastik Laboratuvarı'nda bulunan Devotrans marka yanma özelliği tayini cihazı kullanılmıştır.



Şekil 2.24 LOI cihazı

2.3.13. UL-94 yanmazlık testi

Plastik malzemelerin yanma hızlarını tespit etme amaçlı yapılan bir testtir. Malzeme, belirli açılarda ve boyutlarda bir alev kaynağına yine standart tarafından belirlenmiş sürede temas ettirilir ve malzemede oluşan alevin sönme süreleri, alevin malzemeyi damlatarak başka bir yanıcı kaynağa alevi sıçratma veya sıçratmama kabiliyeti test edilerek ölçülür [37]. UL-94 dikey ve yatay yanma testlerini içerir. Bu deneyde YYPE/Pinna Nobilis polimer kompozit numunelerine yatay yanma testi uygulanmıştır. Test uygulanmadan önce numuneler 23°C ve %50 nemde 2 gün kondüsyonlanmıştır.



Şekil 2.25 HB yanma testi uygulaması

Yatay yanmada (HB), alev ile numune arası 45°'lik bir açı ve alev boyutu 20 ± 2 mm olmalıdır. Numunenin boyutları 125×13×3 mm'dir. 125 mm boyundaki test çubuklarının her iki ucundan 25 mm'lik mesafeler işaretlenir. Üçer numuneye uygulanmıştır ve

ortalamları alınmıştır. Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Plastik Laboratuvarı'nda bulunan yanma test kabini kullanılmıştır.

Tablo 2.2 HB numune kalınlıkları ve yanma hızları

Numune kalınlığı (yatay)	Yanma hızı	Sınıf
Alev 100 mm'den önce söner	-	HB
3-13 mm	≤ 40 mm/dak	HB
<3mm	≤ 75 mm/dak	HB

2.3.14. Kızgın tel deneyi

Elektriksel uygulamalarda kullanılan bir test yöntemidir. Yüksek ısı veya endüksiyon ortamında plastik malzemenin dayanımı ölçülür. TS EN 69695-2-11 standardına göre kızgın tel deney cihazındaki ısıtılarak kızgın hale getirilen tel numuneye 1 N'luk kuvvetle değdirilir ve süre bitince geri çekilir. Parça çekildikten sonra alev oluşup oluşmadığına bakılır ve not alınır. Alev oluşmadıysa testi geçmiştir veya alev oluştu ise kaç saniyede söndüğü gözlemlenir eğer 30 saniye içinde söndüyse yine testi geçti kabul edilir. Ayrıca alev oluştuğunda damlama olup olmadığına bakılır eğer damlama olduysa numune altına yerleştirilen saten kağıdın yanıp yanmadığı not edilir. Bu arada önemli bir husus ise kızgın tel numuneye değdiğinde alev 5 cm' den fazla yükseğe oluşursa test durdurulur.

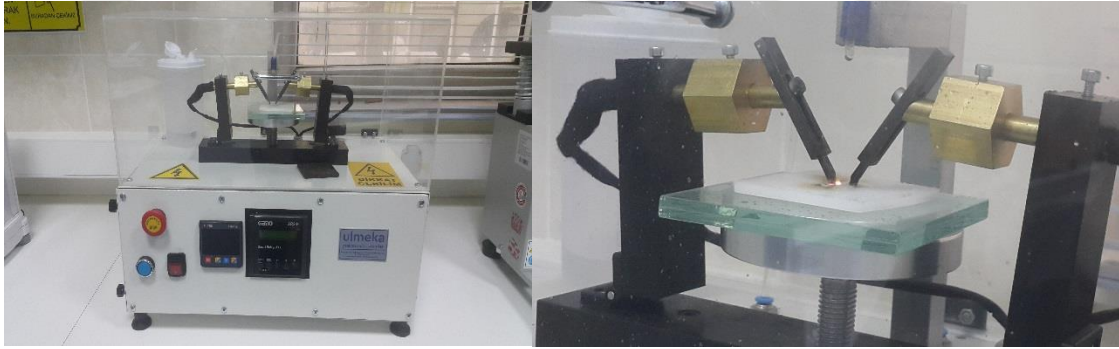
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Plastik Laboratuvarı'nda bulunan Ulmeka marka kızgın tel test cihazı kullanılmıştır.



Şekil 2.26 Kızgın tel test cihazı

2.3.15. CTI testi

CTI testi bize malzemenin elektrik iletkenliđi hakkında fikir sahibi olmamızı sađlar. Bir malzemenin CTI deđeri dűşűk ise elektrik iletkenliđi bűyűktűr demektir. Deney numuneleri 24 saat sűre zarfında oda sıcaklıđında řartlandırılmıřtır. Daha sonra deney numunelerinin yűzeyleri temizlendikten sonra cihaza yerleřtirilir. İki adet platin elektrot dűzgűnce yerleřtirilir ve test bařlatılır. Deney numunesi űzerine iletkenliđi 1 mS/m'den bűyűk olmayan damıtık bir suda, saflıđı %99,8'den az olmayan kűtlece yaklařık %0,1'lik susuz amonyum klorűr (NH₄Cl)    eltisinden 50 damla damlatılır. Beř numunenin arıza olmadan 50 damla periyoduna dayandıđı en yűksek gerilim, 50 damla sonucu olarak kaydedilir.



şekil 2.27 CTI cihazı ve ark oluşumu

Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakűltesi Metalűrji ve Malzeme Műhendisliđi Plastik Laboratuvarı'nda bulunan Ulmeka marka CTI test cihazı kullanılmıřtır

2.3.16 Taramalı elektron mikroskobu

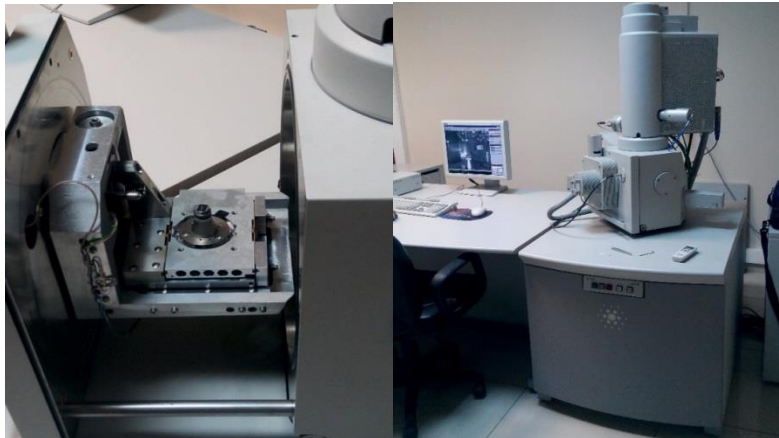
Tarama Elektron Mikroskobu veya SEM (Scanning Electron Microscope), çok kű űk bir alana odaklanan yűksek enerjili elektronlarla yűzeyin taranması prensibiyle çalıřır. Elektron tabancası olarak nitelendirilen çeřitli řekillerde űretilmiř olan metal parçalardan termoiyonik sűrűm ve alan emisyonu olarak adlandırılan iki farklı yolla elektron elde edilebilir. Sistemde kullanılan metal tel, iř fonksiyonu dűřűk ve ergime noktası yűksek tungsten gibi metallerden seçilir [38]. Kolon içerisinde bulunan elektromanyetik lensler, elde edilen elektron demetini inceltip numune yűzeyinde belli bir bűlgeye odaklama gűrevini űstlenir. Mercekler tarafından inceltilen ve odaklanan ıřın demeti, yűzeyi televizyon ekranındakine benzer bir mekanizmayla ancak daha zayıf bir

şiddetle çizgisel olarak tarar [38]. İvmelendirilmiş elektron madde yüzeyine çarptığında elastik ve inelastik olarak saçılır. İnelastik saçılma sonucu değişik iyonizasyon olayları meydana gelir. Elektron demeti – numune etkileşimi sonucu oluşan ve algılanabilen başlıca sinyaller; İkincil elektronlar (SE), Geri saçılan elektronlar (BSE), Karakteristik X-ışınları. SEM sayesinde çok düşük büyütmelerden çok yüksek büyütmelere kadar morfolojik ve yapısal bilgiler edinebilir. Fotoğraflandırma yüksek vakum ortamında ikincil elektron ve geri saçılmış elektron veya ikisi karışık sinyalleri göndererek gerçekleştirilir [38].



Şekil 2.28 Kaplama cihazı

SEM deneyinde ayrıca numune üzerinde belirlenen belli nokta konumları analizlerini gerçekleştirilebilir. Bununla birlikte nitel ya da yarı-nitel olarak, kimyasal yapısı ve bileşimleri ve kristal yönelimleri hakkında bilgi almak için yararlıdır. SEM deneyleri Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Laboratuvarında bulunan Polaron SC marka cihaz ile çekilmiştir.



Şekil 2.29 SEM analiz cihazı görünümü



3. BULGULAR ve TARTIŞMA

YYPE, toz Pinna Nobilis polimer karışımlarının karışım oranları Tablo 3.1’ de verilmiştir. Bu karışımlardan elde edilen numuneler elektriksel, mekanik, yanma, termal ve morfolojik testlere tabi tutulmuştur. Bu bölümde, uygulanan bu testlerin sonuçlarından bahsedilecek.

Tablo 3.1 YYPE / Pinna Nobilis ağırlıkça karışım oranları

Gruplar	YYPE (%)	Pinna Nobilis (%)
1	100	-
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40

3.1. Çekme Testi

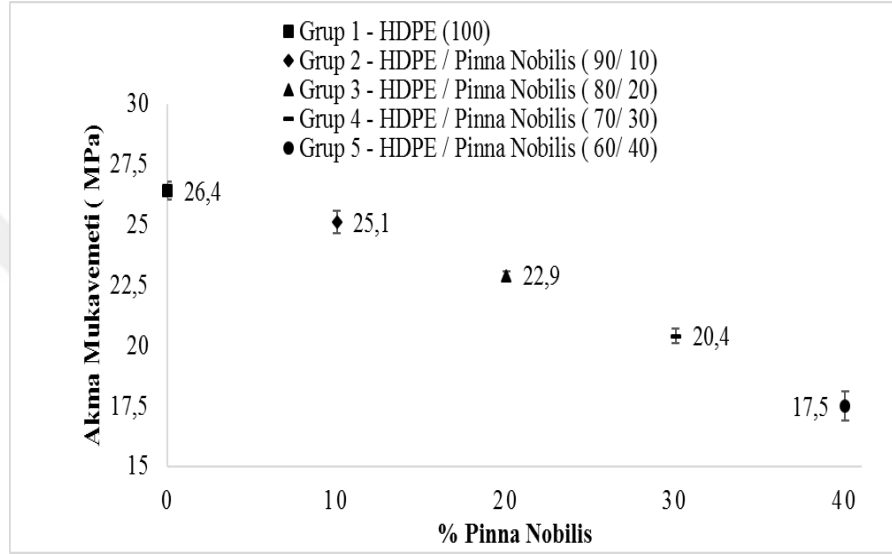
Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis karışımlarından elde edilen çekme numunelerine uygulanmış olan çekme testi sonucu akma mukavemeti, elastik modülü, kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri elde edilmiştir. Bu değerler grafik ve tablo olarak verilmiştir.

3.1.1. Akma mukavemeti

Akma mukavemeti, çekme testi sonucu elde edilen parametrelerden biri olup, elastiklik sınırından sonra malzemenin ani olarak uzamaya başladığı tanımlanmış bir miktarda kalıcı deformasyon sağlayan mukavemet değeridir. Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin, akma mukavemet değerleri, aşağıda Tablo 3.2’de ve Grafik 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.2 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin akma mukavemet değerlerinin tablosal gösterimi

	Akma Mukavemeti (MPa)							
	Test Numune Sayısı							
Gruplar	1	2	3	4	5	6	Ort.	St. Sapma
Grup 1 - HDPE (100)	26,6	25,9	26,2	26,2	27	26,4	26,4	0,3817
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	24,7	25	24,9	25,8	25,6	24,8	25,1	0,4546
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	22,9	23	22,7	22,8	23,2	23	22,9	0,1751
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	20,6	20,8	20,2	20,1	20,1	20,6	20,4	0,3033
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	18,2	17	17,2	17,1	18,2	17	17,5	0,5857



Şekil 3.1 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin akma mukavemet değerlerinin grafiksel gösterimi

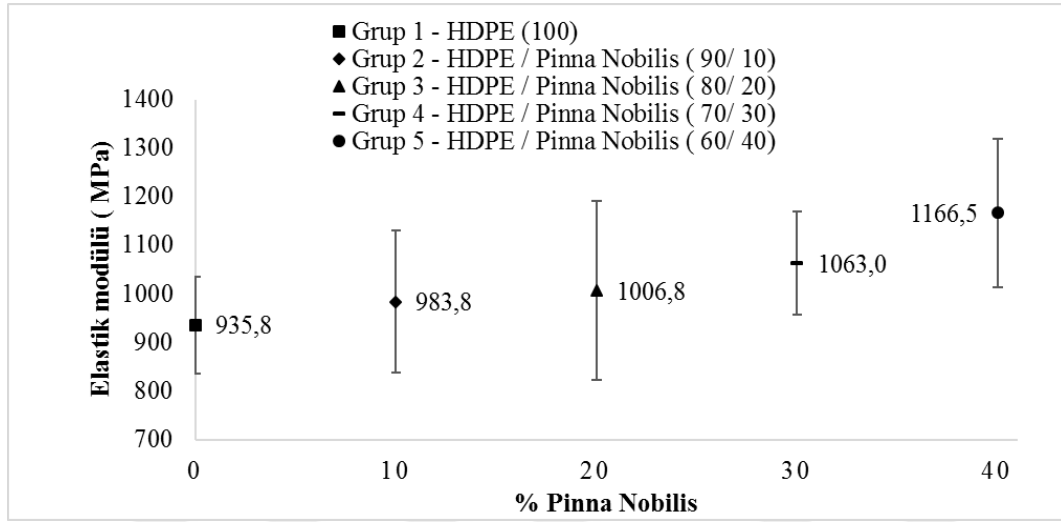
Yukarıdaki tabloda ve grafikte görüldüğü gibi saf YYPE'in akma mukavemeti 26,4 MPa iken Pinna Nobilis'in % ağırlıkça oranı arttıkça, akma mukavemet değerleri de buna bağlı olarak giderek azalmıştır. YYPE/ Pinna Nobilis (60/40) polimer kompozitinde akma mukavemeti 17,5 MPa değerindedir.

3.1.2. Elastiklik modülü

Elastiklik modülü, çekme testinin sonucunda elde edilen parametrelerden biridir ve malzemenin karakteristik bir özelliğidir. Saf YYPE ve ağırlıkça farklı oranlardaki YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin elastiklik modülü değerleri, aşağıda tablo ve grafik halinde verilmiştir.

Tablo 3.3 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin elastiklik modülü değerlerinin tablosal gösterimi

Gruplar	Elastiklik Modülü (MPa)						Ort.	St. Sapma
	Test Numune Sayısı							
	1	2	3	4	5	6		
Grup 1 - HDPE (100)	868	924	1110	816	957	940	935,8	99,9008
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	724	929	1100	1020	1130	1000	983,8	146,2524
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	806	1170	800	1000	1250	1015	1006,8	183,8373
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	1120	1140	874	1020	1160	1064	1063,0	105,9792
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	1430	1200	1170	979	1060	1160	1166,5	153,0408



Şekil 3.2 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin elastiklik modülü değerlerinin grafiksel gösterimi

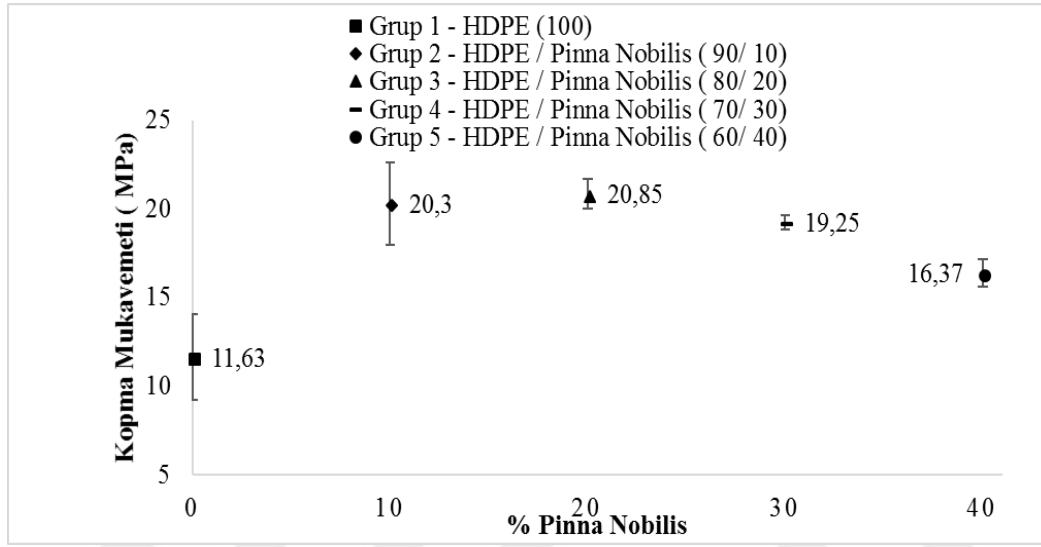
Yukarıdaki grafikte görüldüğü üzere Pinna Nobilis'in, kompozit içindeki oranının artmasıyla birlikte elastiklik modülünde de bir artış gözlenmektedir. Saf YYPE'in elastiklik modülü 935,8 MPa iken Pinna Nobilis'in devreye girmesiyle, git gide artarak 1166,5 MPa' a kadar yükselmiştir. Sonuç olarak, Pinna Nobilis'in kompozit içinde ağırlıkça oranının artması, malzemenin rijitliğini arttırmıştır yani saf YYPE' e oranla daha kırılğan hale gelmiştir. Buradan yola çıkarsak, kopma uzamasında da bir azalma görülmelidir.

3.1.3. Kopma mukavemeti

Kopma mukavemeti, çekme testi sonucu elde edilen parametrelerden biri olup malzemenin koptuğu gerilme büyüklüğüne denir. Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin kopma mukavemetleri, aşağıda tablo ve grafik halinde verilmiştir.

Tablo 3.4 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin kopma mukavemet değerlerinin tablosal gösterimi

	Kopma Mukavemeti (MPa)							
	Test Numune Sayısı							
Gruplar	1	2	3	4	5	6	Ort.	St. Sapma
Grup 1 - HDPE (100)	6,86	12,3	12	13	12	13,6	11,63	2,4180
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	23,3	23	19,7	18,1	19,7	18	20,3	2,3298
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	20,7	19,8	21,1	22	21,5	20	20,85	0,8550
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	18,8	19	19,3	19,4	20	19	19,25	0,4278
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	17,1	17,1	15,8	15,4	15,8	17	16,37	0,7815



Şekil 3.3 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin kopma mukavemet değerlerinin grafiksel gösterimi

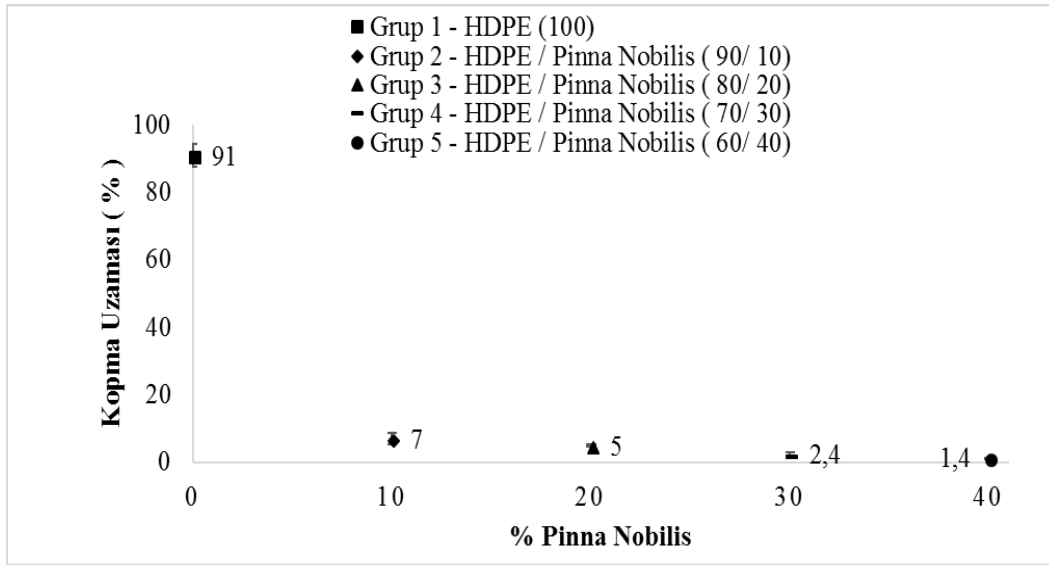
Tablo 3.4'te ve Şekil 3.3'de görüldüğü gibi saf YYPE'nin kopma mukavemeti 11,63 MPa iken Pinna Nobilis oranı arttıkça 20,85 MPa' a kadar yükselmiştir. Ancak ağırlıkça %20 Pinna Nobilis kritik sınır olmuştur. Ağırlıkça %30 ve %40 oranlarında Pinna Nobilis içeren kompozitler sırasıyla 19,25 MPa ve 16,37 MPa' a kadar gerilemiştir.

3.1.4. Kopma uzaması (%)

Çekme testi sonucu elde edilen parametrelerden biri olup, çekme numunesinin boyunda meydana gelen en yüksek yüzde plastik uzama oranı olarak tanımlanır. Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin, % kopma uzaması değerleri, aşağıda tablo ve grafik halinde verilmiştir.

Tablo 3.5 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin % kopma uzaması değerlerinin tablosal gösterimi

	Kopma Uzaması (%)							
	Test Numune Sayısı							
Gruplar	1	2	3	4	5	6	Ort.	St. Sapma
Grup 1 - HDPE (100)	91	100	96	98	99	95	91	3,2711
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	5	5	7	8	9	9	7	1,8348
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	5	5	5	4	5	5	5	0,4082
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	2,1	2,1	2,3	2,2	2,5	3,4	2,4	0,4967
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	0,0408



Şekil 3.4 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin % kopma uzaması değerlerinin grafiksel gösterimi

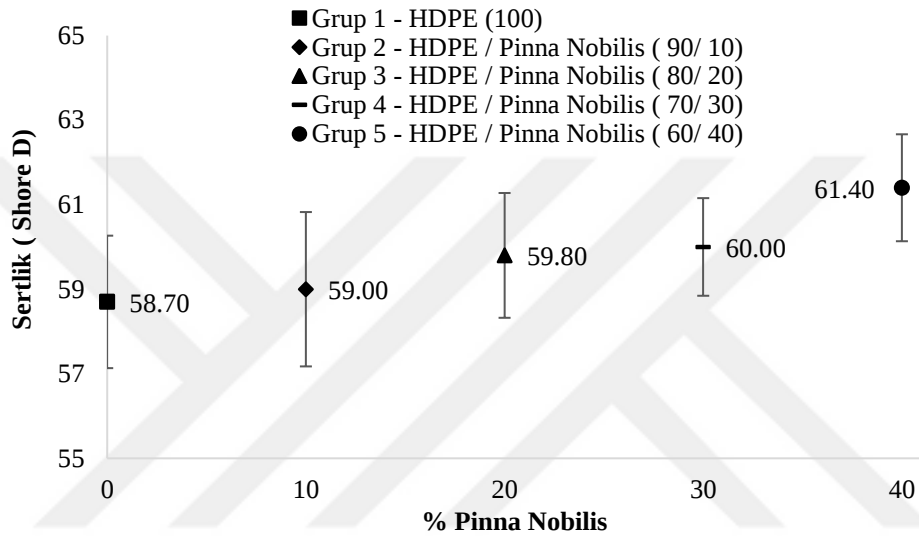
Yukarıdaki tablo ve grafikte görüldüğü gibi saf YYPE'nin kopma uzaması %91 iken Pinna Nobilis oranının artmasıyla, giderek bu oran azalmıştır. YYPE/ Pinna Nobilis (60/40)' da kopma uzaması %1,4' e kadar gerilemiştir. Dolayısıyla bu değerlere bakarak YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinde, Pinna Nobilis ağırlıkça oranı arttıkça malzeme sünek halden daha rijit hale geçmiştir diyebiliriz. Bu sonuçlar da bizim elastik modülünde elde edilen sonuçları desteklemektedir.

3.2. Sertlik Deneyi (Shore D)

Sertlik, malzemelerin plastik deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanabilir. Malzemenin işlenebilirliği ile malzemenin sertliği arasında ters bir orantı vardır. Malzemenin sertliği arttıkça, malzemenin işlenebilirliği zorlaşır. Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin, sertlik değerleri, aşağıda tablo ve grafik halinde verilmiştir.

Tablo 3.6 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin sertlik değerlerinin tablosal gösterimi

	Sertlik (Shore D)										Ortalama	St. Sp	St. Hata
	Test numune sayısı												
Gruplar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Grup 1 - HDPE (100)	57	59	57	61	58	57	58	59	60	61	58,70	1,567021	0,026695
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	60	57	56	62	58	59	61	59	60	58	59,00	1,825742	0,030945
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	60	57	61	62	61	59	59	61	59	59	59,80	1,475730	0,024678
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	61	61	58	60	59	62	60	60	60	59	60,00	1,154701	0,019245
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	60	63	60	60	61	63	63	61	62	61	61,40	1,264911	0,020601



Şekil 3.5 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin sertlik değerlerinin grafiksel gösterimi

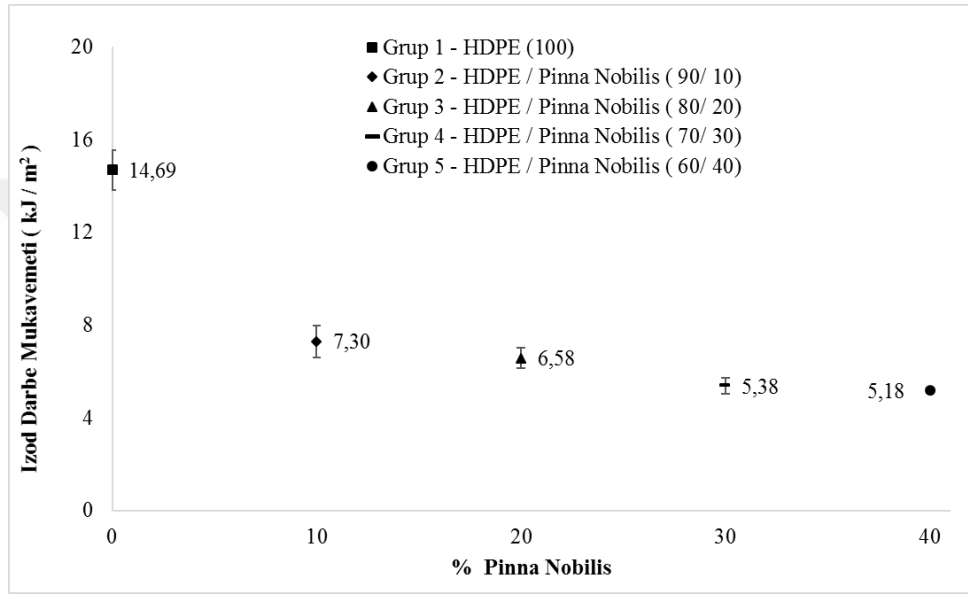
Yukarıdaki tablo ve grafikte görüldüğü gibi YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinde Pinna Nobilis'in ağırlıkça oranı arttıkça sertlikte buna bağlı olarak artmaktadır. Saf YYPE'nin Shore cinsinden sertlik değeri 58,70 iken, %40 Pinna Nobilis içeren polimer kompozitin sertliği 61,40 Shore D değerindedir. Sertlikteki bu artış, % kopma uzamasında elde edilen değerleri desteklemektedir.

3.3. Darbe Deneyi

Darbe deneyi, malzemenin dinamik yüklere karşı kırılma enerjisini belirlemek için yapılan bir testtir. Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin, darbe değerleri, aşağıda tablo ve grafik halinde verilmiştir.

Tablo 3.7 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin darbe mukavemetlerinin tablosal gösterimi

	Darbe Mukavemeti (kJ / m ²)							
	Test numune sayısı							
Gruplar	1	2	3	4	5	Ortalama	St. Sp	St. Hata
Grup 1 - HDPE (100)	14,4	14,3	16,0	13,7	15,0	14,69	0,8679286	0,059083
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	8,3	6,7	7,7	7,1	6,7	7,30	0,6928203	0,094907
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	6,5	6,7	5,9	7,1	6,7	6,58	0,438178	0,066592
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	5,9	5,2	5,0	5,5	5,3	5,38	0,3420526	0,063579
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	5,3	5,2	5,2	5,2	5,0	5,18	0,1095445	0,021148



Şekil 3.6 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin darbe mukavemetlerinin grafiksel gösterimi

Yukarıdaki tablo ve grafikte görüldüğü gibi saf YYPE' nin darbe mukavemeti 14,69 kJ/m² iken YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinde Pinna Nobilis'in ağırlıkça oranı arttıkça darbe mukavemeti giderek azalmıştır. Ağırlıkça %10 Pinna Nobilis içeren polimer kompozitinde darbe mukavemeti yaklaşık %50 azalarak 7,30 kJ/m² olmuş, %40 Pinna Nobilis içeren polimer kompozitinde darbe mukavemeti 5,18 kJ/m² olmuştur. Darbe mukavemetindeki azalma, % kopma uzamasındaki azalmayı ve elastik modülündeki artışı desteklemektedir.

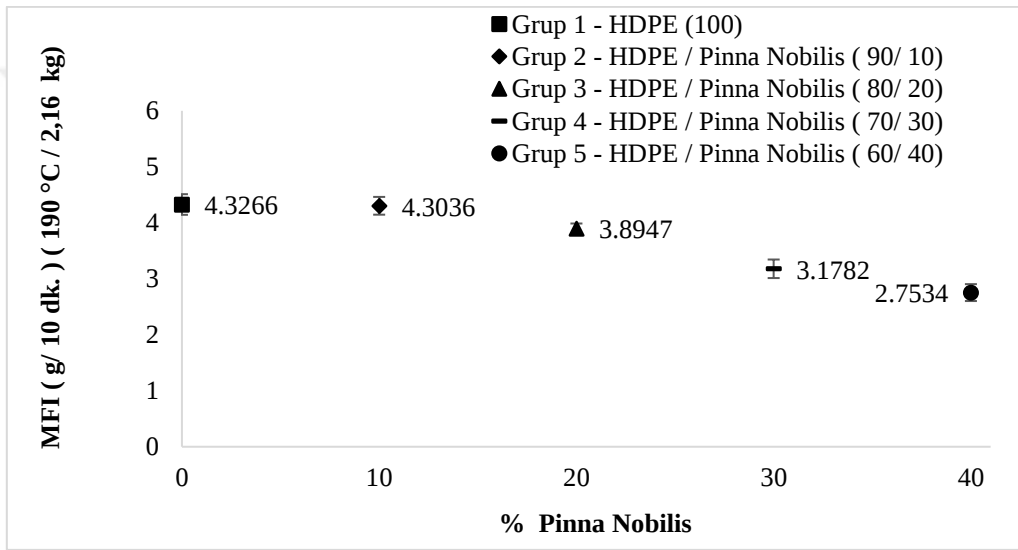
3.4. Erime Akış İndeksi (MFI)

Belirli sıcaklık ve basınç altında yapılan bu testte, malzemenin akışkanlığı ölçülür. Akışkanlık, malzemenin işlenmesinde önemli parametrelerden biridir. Saf YYPE ve

YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin, MFI değerleri, aşağıda tablo ve grafik halinde verilmiştir.

Tablo 3.8 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin MFI değerlerinin tablosal gösterimi

	MFI				
	Test numune sayısı				
Gruplar	1	2	Ortalama	St. Sapma	St. Hata
Grup 1 - HDPE (100)	4,4569	4,1963	4,3266	0,1843	0,0426
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	4,1924	4,4166	4,3036	0,1585	0,0368
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	3,9600	3,8294	3,8947	0,0923	0,0237
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	3,2953	3,0610	3,1782	0,1657	0,0521
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	2,8600	2,6467	2,7534	0,1508	0,0548



şekil 3.7 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin MFI değerlerinin grafiksel gösterimi

Tablo 3.8’de ve şekil 3.7’de görüldüğü üzere polimer kompozitleri içinde Pinna Nobilis’in ağırlıkça oranı arttıa, MFI değerleri bunla bağlantılı olarak azalmaktadır. Saf YYPE’in MFI değeri 4,3266 g/10dak iken, ağırlıkça %10 Pinna nobilis içeren polimer kompozitinde bu değer 4,3036 g/10dak’dır. Ağırlıkça %40 Pinna nobilis içeren polimer kompozitinde ise 2,7534 g/10dak’ya kadar gerilemiştir.

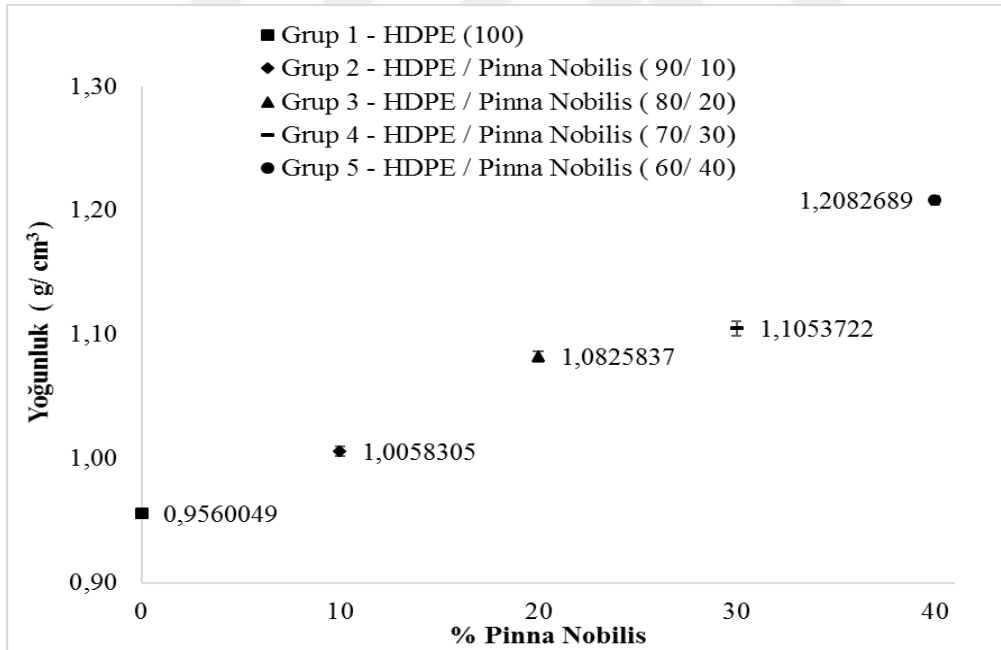
3.5. Yoğunluk Testi

Yoğunluk, önemli bir kalite parametresidir. Malzemenin saflığını doğrulamak için kullanılabilir; bir malzemeye daha ucuz bir alternatif malzeme karıştırılmışsa, ölçülen yoğunluk saf malzemeninkinden farklı çıkacaktır. Yoğunluk, aynı zamanda malzemenin

homojenliği hakkında da bize bilgi verebilir. Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin yoğunluk değerleri, Tablo 3.9’da ve Şekil 3.8’de gösterilmiştir.

Tablo 3.9 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin yoğunluk değerlerinin tablosal gösterimi

Gruplar	Yoğunluk				Ortalama	S. Sapma
	Numune	Havada	Alkolde	Yoğunluk		
Grup 1 - HDPE (100)	1.	1,1777	0,2049	0,9563970	0,9560049	0,00063871
	2.	1,1803	0,2042	0,9552679		
	3.	1,1820	0,2056	0,9563499		
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	1.	1,2656	0,2701	1,0043435	1,0058305	0,003905586
	2.	1,2439	0,2712	1,0102611		
	3.	1,2498	0,2653	1,0028867		
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	1.	1,3580	0,3711	1,0870605	1,0825837	0,004217277
	2.	1,3672	0,3659	1,0786857		
	3.	1,3573	0,3663	1,0820050		
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	1.	1,4529	0,4208	1,1120928	1,1053722	0,00590216
	2.	1,4519	0,4120	1,1029916		
	3.	1,4450	0,4082	1,1010320		
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	1.	1,5853	0,5523	1,2123785	1,2082689	0,003559045
	2.	1,5800	0,5452	1,2062234		
	3.	1,5899	0,5486	1,2062047		



Şekil 3.8 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin yoğunluk değerlerinin grafiksel gösterimi

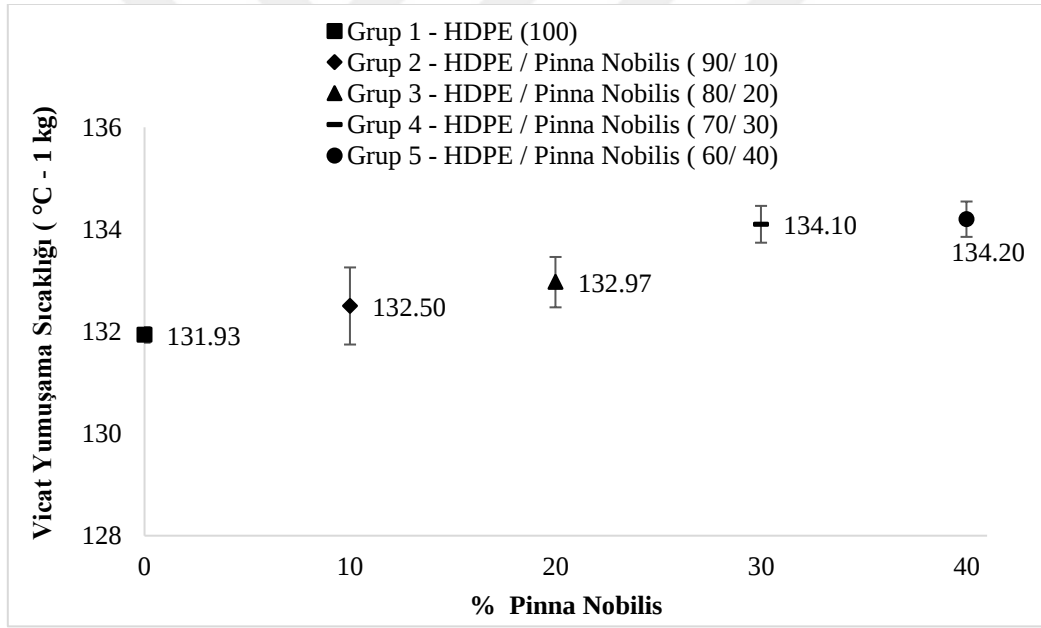
Yukarıdaki tablo ve grafikte görüldüğü gibi saf YYPE’in yoğunluğu 0,9560049 g/cm³ iken, ağırlıkça %20 ve %40 Pinna nobilis içeren polimer kompozitlerde yoğunluk değeri sırasıyla 1,0825837 g/cm³ ve 1,2082689 g/cm³’dür. Dolayısıyla Pina oranının artmasıyla yoğunluk artmıştır, bu da MFI değerlerindeki düşüşle birlikte beklenen bir sonuçtur.

3.6. Vicat Yumuşama Sıcaklığı

Vicat, malzemenin yumuşama noktası hakkında fikir edinmemize yardımcı olur. Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin Vicat yumuşama sıcaklığı değerleri aşağıda tablo ve grafik olarak verilmiştir

Tablo 3.10 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin Vicat değerlerinin tablosal gösterimi

	Vicat Yumuşama Sıcaklığı					
	Test numune sayısı					
Gruplar	1	2	3	Ortalama	St. Sapma	St. Hata
Grup 1 - HDPE (100)	132,1	131,8	131,9	131,93	0,15275	0,0011578
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	131,8	133,3	132,4	132,50	0,75498	0,0056980
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	133,2	133,3	132,4	132,97	0,49329	0,0037099
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	134,2	134,4	133,7	134,10	0,36056	0,0026887
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	134,6	134	134	134,20	0,34641	0,0025813



Şekil 3.9 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin Vicat değerlerinin grafiksel gösterimi

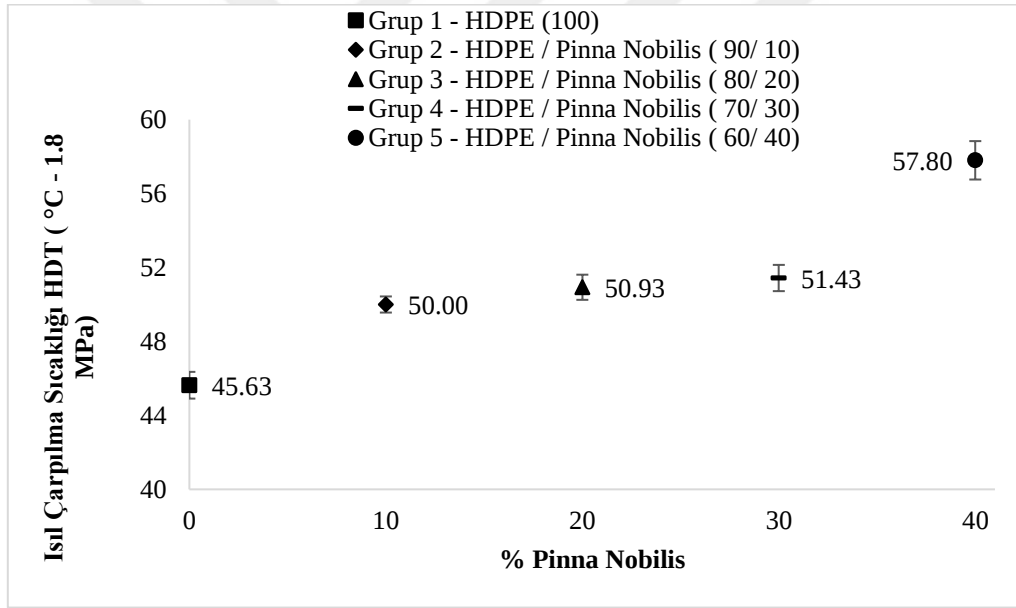
Yukarıda Tablo 3.10'da ve Şekil 3.9'da görüldüğü üzere saf YYPE'in Vicat değeri 131,93 °C'dir. Polimer kompozitlerinde ağırlıkça Pinna Nobilis oranı arttıkça Vicat yumuşama sıcaklık değerlerinin de buna bağlı olarak arttığı görülmektedir. %10 Pinna Nobilis içeren polimer kompozitinde 132,50 °C, %20 Pina içeren polimer kompozitinde 132,97 °C, %30 Pina içeren polimer kompozitinde 134,10 °C ve son olarak %40 Pina içeren polimer kompozitinde 134,20 °C'dir.

3.7. Isıl Çarpılma Sıcaklığı (HDT)

Malzemenin kullanılacağı yerde, yük altında deforme olmaya başladığı sıcaklığı belirlemekte kullanılır. Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin HDT değerleri aşağıda tablo ve grafik olarak verilmiştir.

Tablo 3.11 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin HDT değerlerinin tablosal gösterimi

	Isıl Çarpılma Sıcaklığı HDT					
	Test numune sayısı					
Gruplar	1	2	3	Ortalama	St. Sapm	St. Hata
Grup 1 - HDPE (100)	46,1	46,0	44,8	45,63	0,72342	0,015853
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	50,5	49,8	49,7	50,00	0,43589	0,008718
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	50,7	50,4	51,7	50,93	0,68069	0,013364
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	50,8	51,3	52,2	51,43	0,70946	0,013794
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	57,2	57,2	59,0	57,80	1,03923	0,017980



Şekil 3.10 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin HDT değerlerinin grafiksel gösterimi

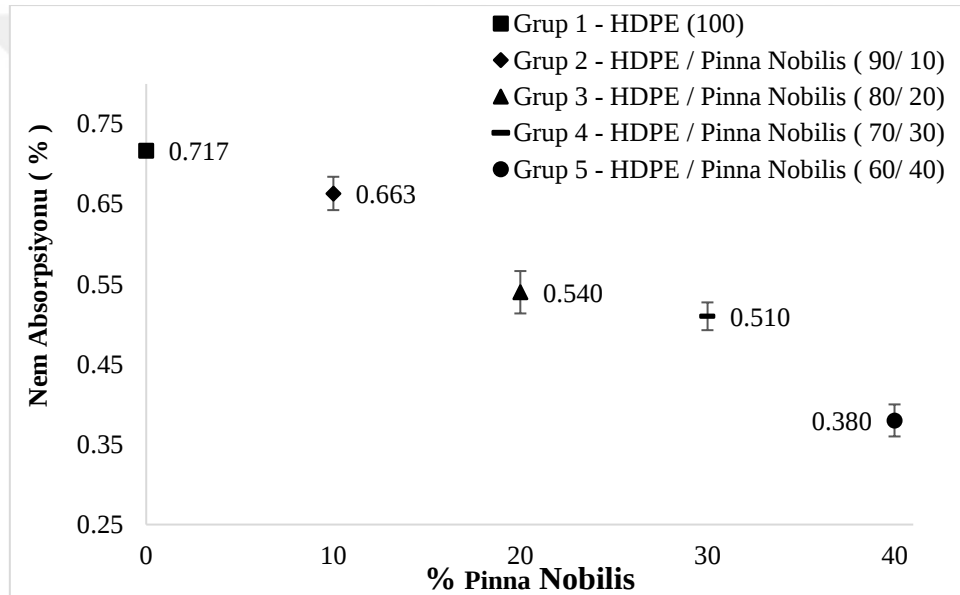
Yukarıdaki tablo ve grafikte görüldüğü gibi saf YYPE'in HDT değeri 45,63 °C'dir. Pinna Nobilis oranı arttıkça HDT değeri de artmaktadır. %10 Pinna Nobilis içeren polimer kompozitinde 50 °C, %20 Pina içeren polimer kompozitinde 50,93 °C, %30 Pina içeren polimer kompozitinde 51,43 °C ve son olarak %40 Pina içeren polimer kompozitinde 57,80 °C'dir.

3.8. Nem Tayini

Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin nem tayini değerleri aşağıda Tablo 3.12’de ve Şekil 3.11’de gösterilmiştir.

Tablo 3.12 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin nem tayini değerlerinin tablosal gösterimi

Nem Tayini (%)					
Test Numune Sayısı					
Gruplar	1	2	3	Ortalama	S. Sapma
Grup 1 - HDPE (100)	0,72	0,71	0,72	0,717	0,006
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	0,64	0,68	0,67	0,663	0,021
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	0,57	0,52	0,53	0,540	0,026
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	0,49	0,52	0,52	0,510	0,017
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	0,36	0,38	0,40	0,380	0,020



Şekil 3.11 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin nem tayini değerlerinin grafiksel gösterimi

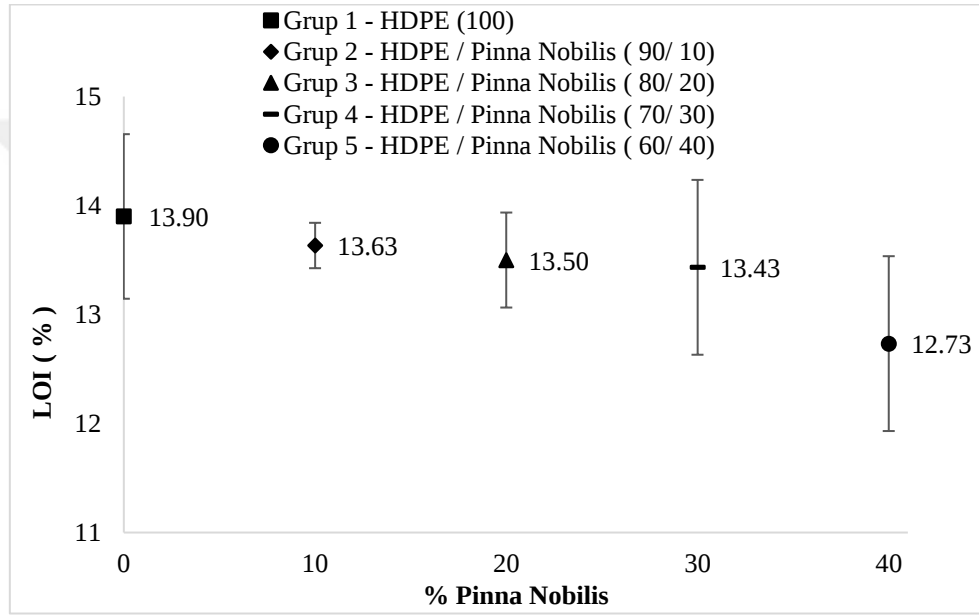
Yukarıdaki tablo ve grafikte görüldüğü gibi saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerine ait nem absorpsiyonu değerleri verilmiştir. Bu değerlerden yola çıkarak artan Pina konsantrasyonuna bağlı olarak polimer kompozitlerinin bünyelerinde tuttuğu nem seviyelerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Saf YYPE’de nem absorpsiyonu %0,717 iken, %40 Pina içeren polimer kompozitinde %0,380 olduğu gözlemlenmiştir.

3.9. Limit Oksijen İndeksi (LOI)

Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin LOI değerleri aşağıda tablo 3.13’de ve şekil 3.12’de gösterilmiştir.

Tablo 3.13 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin LOI değerlerinin tablosal gösterimi

LOI					
Test Numune Sayısı					
Gruplar	1	2	3	Ortalama	S. Sapma
Grup 1 - HDPE (100)	14,7	13,2	13,8	13,90	0,7549834
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	13,8	13,7	13,4	13,63	0,2081666
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	13,7	13,8	13,0	13,50	0,4358899
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	12,6	13,5	14,2	13,43	0,8020806
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	12,8	13,5	11,9	12,73	0,8020806



Şekil 3.12 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin LOI değerlerinin grafiksel gösterimi

Yukarıdaki tablo ve grafikte görüldüğü gibi saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerine ait LOI değerleri verilmiştir. Saf YYPE'in LOI değeri %13,90'dır. %10 Pinna Nobilis içeren polimer kompozitinde %13,63, %20 Pina içeren polimer kompozitinde %13,50, %30 Pina içeren polimer kompozitinde %13,43 ve son olarak %40 Pina içeren polimer kompozitinde %12,73'dür. Bu verilerden yola çıkarak, Pinna Nobilis'in konsantrasyonu arttıkça buna bağlı olarak LOI değerleri düşmüştür. Yani, malzeme ateşe maruz kaldıktan sonra yanmaya devam etmesi için gerekli oksijen miktarı azalmıştır.

3.10. Aşınma Deneyi

Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin mekanik sürtünmeye maruz kalmaları durumunda, aşınarak ne kadar parça kopacağını belirlemek için numunelere 10 Newton yük altında 20m, 40m, 60m ve 80m’lik aşındırma işlemleri uygulanmıştır. Aşınma değerleri Tablo 3.14, Tablo 3.15, Tablo 3.16, Tablo 3.17’de ve Şekil 3.13’de verilmiştir.

Tablo 3.14 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin 20m aşınma değerlerinin tablosal gösterimi

AŞINMA 20 m								
		İlk Değer	Son Değer	Δm	Yoğunluk	WR	Ortalama	S. Sapma
1. Grup	1. Numune	1,1554	1,1376	0,0178	0,9560049	0,000093096	0,000085251	0,000010182
	2. Numune	1,1757	1,1616	0,0141		0,000073744		
	3. Numune	1,1824	1,1654	0,0170		0,000088912		
2. Grup	1. Numune	1,2542	1,2328	0,0214	1,0058305	0,000106380	0,000138029	0,000028104
	2. Numune	1,2656	1,2359	0,0297		0,000147639		
	3. Numune	1,2709	1,2387	0,0322		0,000160067		
3. Grup	1. Numune	1,3640	1,3319	0,0321	1,0825837	0,000148256	0,000169348	0,000025492
	2. Numune	1,3601	1,3250	0,0351		0,000162112		
	3. Numune	1,3814	1,3386	0,0428		0,000197675		
4. Grup	1. Numune	1,4502	1,4109	0,0393	1,1053722	0,000177768	0,000175506	0,000004723
	2. Numune	1,4385	1,4009	0,0376		0,000170078		
	3. Numune	1,4336	1,3941	0,0395		0,000178673		
5. Grup	1. Numune	1,5906	1,5429	0,0477	1,2082689	0,000197390	0,000220426	0,000020333
	2. Numune	1,5904	1,5334	0,0570		0,000235875		
	3. Numune	1,5864	1,5313	0,0551		0,000228012		

Tablo 3.15 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin 40m aşınma değerlerinin tablosal gösterimi

AŞINMA 40 m								
		İlk Değer	Son Değer	Δm	Yoğunluk	WR	Ortalama	S. Sapma
1. Grup	1. Numune	1,1376	1,1036	0,0340	0,9560049	0,000088912	0,000088040	0,000011009
	2. Numune	1,1596	1,1219	0,0377		0,000098587		
	3. Numune	1,1654	1,1361	0,0293		0,000076621		
2. Grup	1. Numune	1,2328	1,1803	0,0525	1,0058305	0,000130489	0,000141260	0,000009380
	2. Numune	1,2359	1,1773	0,0586		0,000145651		
	3. Numune	1,2387	1,1793	0,0594		0,000147639		
3. Grup	1. Numune	1,3219	1,2503	0,0716	1,0825837	0,000165345	0,000170657	0,000006601
	2. Numune	1,3250	1,2520	0,0730		0,000168578		
	3. Numune	1,3386	1,2615	0,0771		0,000178046		
4. Grup	1. Numune	1,4079	1,3167	0,0912	1,1053722	0,000206265	0,000185684	0,000022064
	2. Numune	1,4089	1,3371	0,0718		0,000162389		
	3. Numune	1,3841	1,3008	0,0833		0,000188398		
5. Grup	1. Numune	1,5429	1,4377	0,1052	1,2082689	0,000217667	0,000228771	0,000015459
	2. Numune	1,5334	1,4143	0,1191		0,000246427		
	3. Numune	1,5313	1,4239	0,1074		0,000222219		

Tablo 3.16 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin 60m aşınma değerlerinin tablosal gösterimi

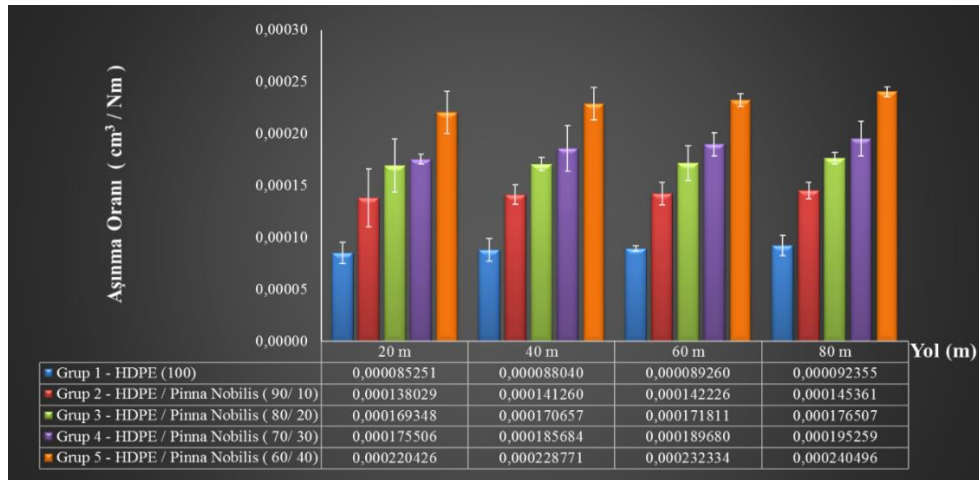
AŞINMA 60 m

		İlk Değer	Son Değer	Δm	Yoğunluk	WR	Ortalama	S. Sapma
1. Grup	1. Numune	1,1036	1,0513	0,0523	0,9560049	0,000091178	0,000089260	0,000002740
	2. Numune	1,1219	1,0700	0,0519		0,000090481		
	3. Numune	1,1361	1,0867	0,0494		0,000086122		
2. Grup	1. Numune	1,1873	1,0943	0,0930	1,0058305	0,000154102	0,000142226	0,000010731
	2. Numune	1,1773	1,0969	0,0804		0,000133223		
	3. Numune	1,1793	1,0952	0,0841		0,000139354		
3. Grup	1. Numune	1,2503	1,1378	0,1125	1,0825837	0,000173197	0,000171811	0,000016900
	2. Numune	1,2620	1,1399	0,1221		0,000187976		
	3. Numune	1,2650	1,1648	0,1002		0,000154261		
4. Grup	1. Numune	1,3167	1,1908	0,1259	1,1053722	0,000189830	0,000189680	0,000011083
	2. Numune	1,3371	1,2187	0,1184		0,000178522		
	3. Numune	1,3008	1,1677	0,1331		0,000200687		
5. Grup	1. Numune	1,4477	1,2742	0,1735	1,2082689	0,000239323	0,000232334	0,000006152
	2. Numune	1,4143	1,2476	0,1667		0,000229943		
	3. Numune	1,4239	1,2588	0,1651		0,000227736		

Tablo 3.17 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin 80m aşınma değerlerinin tablosal gösterimi

AŞINMA 80 m

		İlk Değer	Son Değer	Δm	Yoğunluk	WR	Ortalama	S. Sapma
1. Grup	1. Numune	1,1564	1,0870	0,0694	0,9560049	0,000090742	0,000092355	0,000009582
	2. Numune	1,1991	1,1206	0,0785		0,000102641		
	3. Numune	1,1894	1,1254	0,0640		0,000083682		
2. Grup	1. Numune	1,2796	1,1590	0,1206	1,0058305	0,000149876	0,000145361	0,000007929
	2. Numune	1,2757	1,1661	0,1096		0,000136206		
	3. Numune	1,2769	1,1562	0,1207		0,000150000		
3. Grup	1. Numune	1,3844	1,2272	0,1572	1,0825837	0,000181510	0,000176507	0,000005770
	2. Numune	1,3699	1,2225	0,1474		0,000170195		
	3. Numune	1,3935	1,2395	0,1540		0,000177815		
4. Grup	1. Numune	1,4415	1,2535	0,1880	1,1053722	0,000212598	0,000195259	0,000016820
	2. Numune	1,4509	1,2926	0,1583		0,000179012		
	3. Numune	1,4497	1,2780	0,1717		0,000194165		
5. Grup	1. Numune	1,5897	1,3525	0,2372	1,2082689	0,000245392	0,000240496	0,000004765
	2. Numune	1,5931	1,3651	0,2280		0,000235875		
	3. Numune	1,5886	1,3564	0,2322		0,000240220		



Şekil 3.13 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin aşınma değerlerinin grafiksel gösterimi

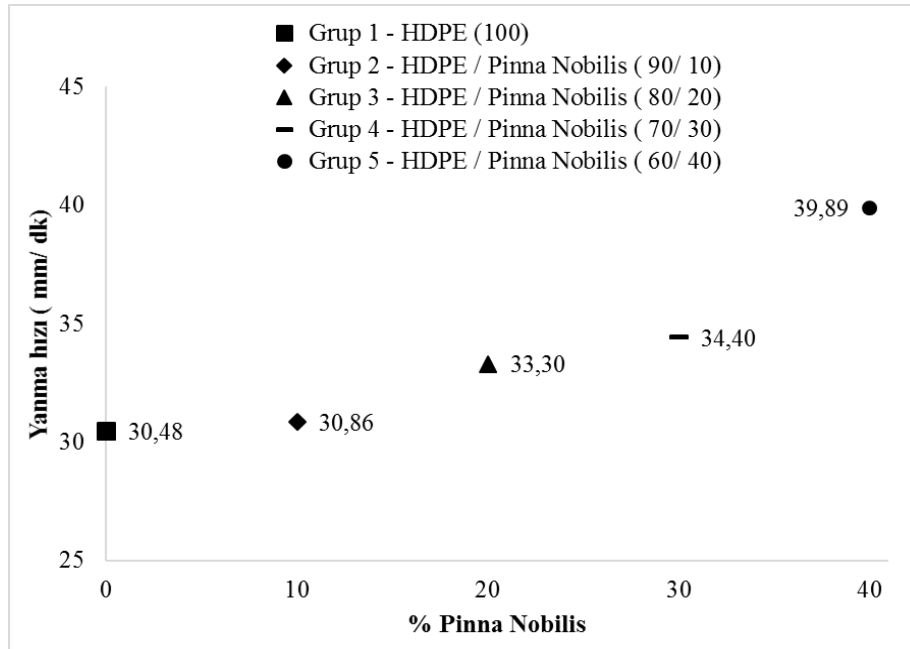
Yukarıdaki tablolara ve grafiğe bakarak net bir şekilde söyleyebiliriz ki, polimer kompozitlerinde Pinna Nobilis'in ağırlıkça oranının artması ile aşınma oranları da artmıştır. Aynı zamanda aşınma mesafelerinin artması da aşınma oranının arttıran faktörlerden biridir. Grup 1- 20m'yi ele alalım. $8,5251 \times 10^{-5} \text{ cm}^3/\text{Nm}$ aşınma oranına sahipken, Pina konsantrasyonunun artmasıyla(HDPE/ Pinna Nobilis; 60/40) $2,20426 \times 10^{-4}$ e kadar yükselmiştir; aşınma mesafesinin artmasıyla (80m) $9,2355 \times 10^{-5}$ 'e kadar yükseldiği görülmektedir.

3.11. UL-94 Yanmazlık Testi

Saf YYPE ve YYPE/Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin yanma hızı(mm/dak) değerleri aşağıda tablo ve grafik halinde gösterilmiştir.

Tablo 3.18 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin yanma hızı değerlerinin tablosal gösterimi

Gruplar	HB	Yanma Hızı
Grup 1 - HDPE (100)	+	30,48
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	+	30,86
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	+	33,30
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	+	34,40
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	+	39,89



Şekil 3.14 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin yanma hızı değerlerinin grafiksel gösterimi

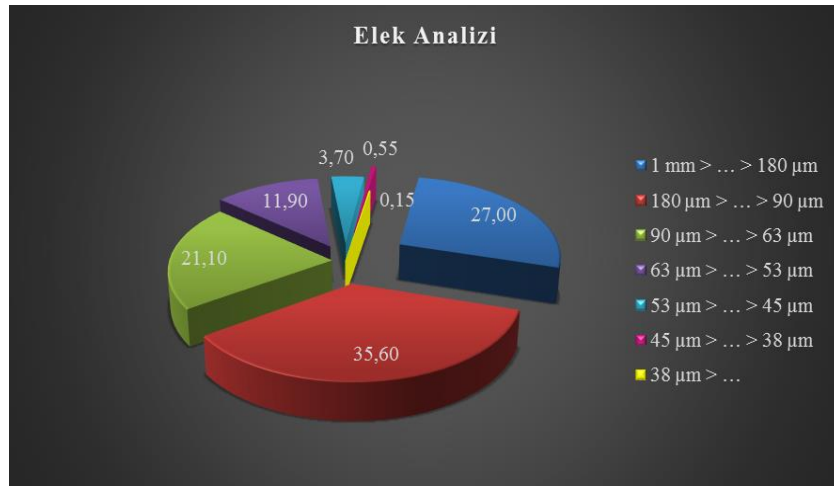
Tablo 3.18’de ve şekil 3.14’de görüldüğü üzere saf YYPE’in yanma hızı 30,48 mm/dak’dır. Ancak Pinna Nobilis’in devreye girmesiyle yanma hızı, Pina miktarıyla doğru orantılı olarak artmıştır. %40 Pina içeren polimer kompozitinde yanma hızı 39,89 mm/dak olmuştur.

3.12. Elek Analizi

YYPE/Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin bünyesindeki toz Pina’ların parçacık boyutunun tespiti için eleklerden geçirilmiştir ve aşağıda tablo ve grafik halinde sonuçlar gösterilmiştir.

Tablo 3.19 YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinde toz Pinna Nobilis’in parçacık boyutunun tablosal gösterimi

BOYUT	MİKTAR	
1 mm > ... > 180 µm	27,00	gram
180 µm > ... > 90 µm	35,60	gram
90 µm > ... > 63 µm	21,10	gram
63 µm > ... > 53 µm	11,90	gram
53 µm > ... > 45 µm	3,70	gram
45 µm > ... > 38 µm	0,55	gram
38 µm > ...	0,15	gram



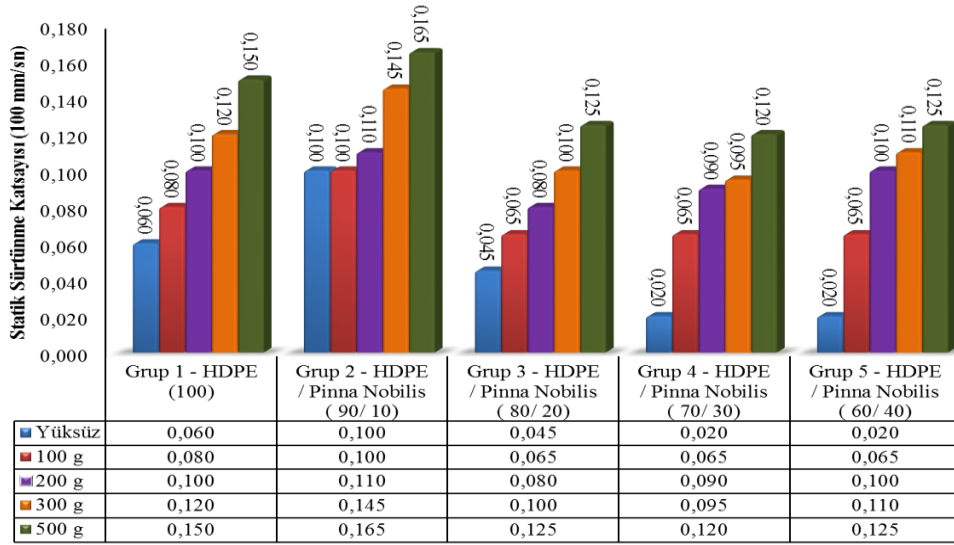
Şekil 3.15 YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinde toz Pinna Nobilis’in parçacık boyutunun grafiksel gösterimi

Yukarıdaki tablo ve grafikte de görüldüğü üzere toz Pina, en çok 90µm ve 180µm boyutları arasında 35,60 gram ile bulunmaktadır. Daha sonra sırasıyla 27 gram ile 180µm ve 1mm boyutu arasında, 21,10 gram ile 63µm ve 90µm arasında, 11.90 gram ile 53µm

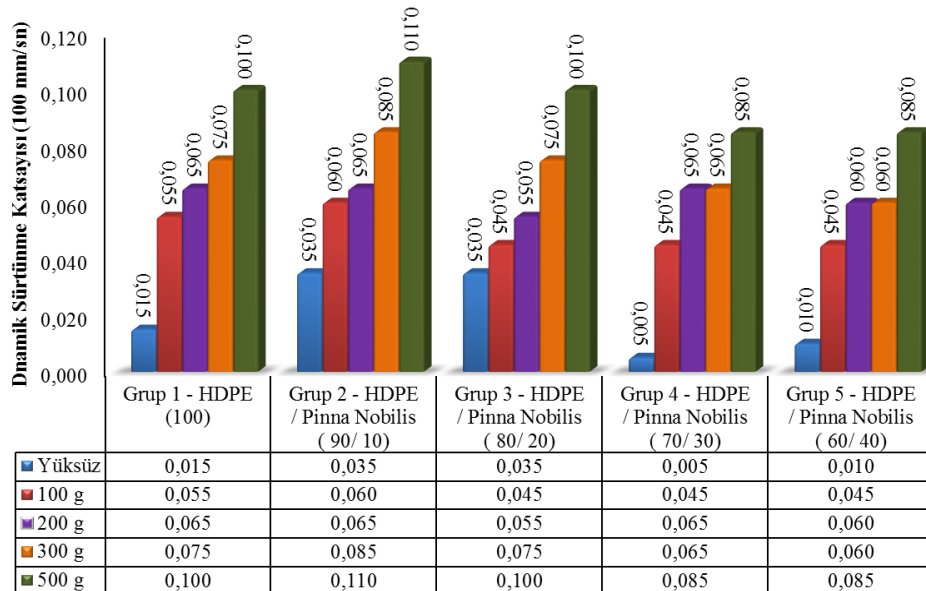
ve 63µm arasında, 3,70 gram ile 45µm ve 53µm arasında, 0,55 gram ile 38µm ve 45µm arasında ve son olarak 0,15 gram ile 38µm'den küçük parçacıklar bulunmaktadır.

3.13. Sürtünme

Saf YYPE ve YYPE/Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin statik ve dinamik sürtünme katsayılarının grafiksel ve tablosal gösterimi aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 3.16 YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinde toz Pinna Nobilis'in parçacık boyutunun grafiksel gösterimi



Şekil 3.17 YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinde toz Pinna Nobilis'in parçacık boyutunun grafiksel gösterimi

Tablo 3.20 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin statik ve dinamik sürtünme katsayı değerlerinin tablosal gösterimi

Statik Sürtünme Katsayısı (100 mm/sn)															
Gruplar	Yüksüz			100 g			200 g			300 g			500 g		
	1	2	Ort.	1	2	Ort.	1	2	Ort.	1	2	Ort.	1	2	Ort.
Grup 1 - HDPE (100)	0,060	0,060	0,060	0,080	0,080	0,080	0,110	0,090	0,100	0,130	0,110	0,120	0,150	0,150	0,150
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	0,140	0,060	0,100	0,080	0,120	0,100	0,090	0,130	0,110	0,140	0,150	0,145	0,140	0,190	0,165
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	0,050	0,040	0,045	0,070	0,060	0,065	0,080	0,080	0,080	0,110	0,090	0,100	0,130	0,120	0,125
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	0,020	0,020	0,020	0,070	0,060	0,065	0,100	0,080	0,090	0,090	0,100	0,095	0,130	0,110	0,120
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	0,020	0,020	0,020	0,060	0,070	0,065	0,090	0,110	0,100	0,100	0,120	0,110	0,130	0,120	0,125

Dinamik Sürtünme Katsayısı (100 mm/sn)															
Gruplar	Yüksüz			100			200			300			500		
	1	2	Ort.	1	2	Ort.	1	2	Ort.	1	2	Ort.	1	2	Ort.
Grup 1 - HDPE (100)	0,030	0,000	0,015	0,050	0,060	0,055	0,060	0,070	0,065	0,070	0,080	0,075	0,090	0,110	0,100
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	0,030	0,040	0,035	0,050	0,070	0,060	0,060	0,070	0,065	0,070	0,100	0,085	0,090	0,130	0,110
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	0,040	0,030	0,035	0,050	0,040	0,045	0,060	0,050	0,055	0,080	0,070	0,075	0,120	0,080	0,100
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	0,000	0,010	0,005	0,050	0,040	0,045	0,070	0,060	0,065	0,060	0,070	0,065	0,090	0,080	0,085
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	0,010	0,010	0,010	0,040	0,050	0,045	0,060	0,060	0,060	0,070	0,050	0,060	0,100	0,070	0,085

Tablo 3.20, Şekil 3.16 ve Şekil 3,17’de görüldüğü üzere genel olarak Pinna Nobilis’in artmasıyla sürtünme katsayıları artmaktadır ancak %10 kritik sınır olmuştur. Bu değerden sonra statik ve dinamik sürtünme katsayıları bir azalma göstermiştir. Ayrıca Pina oranı sabitken, ağırlığın artmasından kaynaklı olarak statik ve dinamik sürtünme katsayıları da arttığı gözlemlenmiştir.

3.14. Kızgın Tel Deneyi

Saf YYPE ve YYPE/Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin kızgın tel deneyi sonucunda elde edilen veriler Tablo 3.21’de detaylı şekilde gösterilmiştir.

Tablo 3.21 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin statik ve dinamik sürtünme katsayı değerlerinin tablosal gösterimi

Gruplar	Numune No:	Sıcaklık °C	Alev oluştu mu? *	Alev Boyu (cm)	Damlama oldu mu ?	Damlama olduysa yandı mı ?	Alev söndü mü? **
Grup 1 - HDPE (100)	1	550 °C	Oluşmadı	-	Hayır	-	-
		600 °C	Oluşmadı	-	Hayır	-	-
	2	650 °C	Oluştu	2 cm	Hayır	-	Sönmeli
		550 °C	Oluşmadı	-	Hayır	-	-
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	3	600 °C	Oluşmadı	-	Hayır	-	-
		650 °C	Oluştu	2 cm	Hayır	-	Sönmeli
	4	550 °C	Oluşmadı	-	Hayır	-	-
		600 °C	Oluşmadı	-	Hayır	-	-
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	5	550 °C	Oluşmadı	-	Hayır	-	-
		600 °C	Oluştu	3 cm	Hayır	-	10 sırtı söndü
	6	650 °C	Oluştu	3 cm	Hayır	-	Sönmeli
		550 °C	Oluşmadı	-	Hayır	-	-
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	7	600 °C	Oluşmadı	-	Hayır	-	-
		650 °C	Oluştu	3,5 cm	Hayır	-	24 sırtı söndü
	8	550 °C	Oluşmadı	-	Hayır	-	-
		600 °C	Oluştu	4 cm	Hayır	-	Sönmeli
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	9	550 °C	Oluşmadı	-	Hayır	-	-
		600 °C	Oluşmadı	-	Hayır	-	-
	10	650 °C	Oluştu	2,5 cm	Hayır	-	-
		600 °C	Oluştu	5 cm	Hayır	-	Sönmeli
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	11	550 °C	Oluşmadı	-	Hayır	-	-
		600 °C	Oluştu	8,5 cm	Hayır	-	Sönmeli
	12	650 °C	Oluştu	-	Hayır	-	-
		550 °C	Oluşmadı	-	Hayır	-	-
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	13	600 °C	Oluşmadı	-	Hayır	-	-
		650 °C	Oluştu	8 cm	Hayır	-	Sönmeli

* Numune 30 saniye boyunca kızgın teli değdirilir ve alev oluşup oluşmadığına bakılır.
** Numune 30 saniyenin sonunda kızgın telden uzaklaştırılır ve alev oluşan numune lerde 30 saniyelik bir gözlem yapılır.

3.15. CTI

Saf YYPE ve YYPE/Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin CTI değerleri Tablo 3.22’de detaylı şekilde gösterilmiştir.

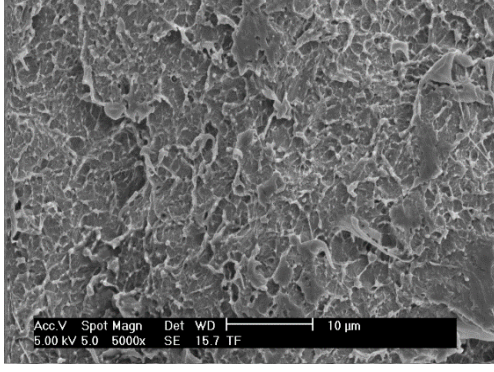
Tablo 3.22 Saf YYPE ve YYPE/ Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin CTI değerlerinin tablosal gösterimi

Gruplar	Numune	Damla Sayısı	Çözelti	şartlandırma	Numune Ölçüleri	CTI
Grup 1 - HDPE (100)	1	50	A	~24 saat, ~%60 nem	50x50x4	CTI 600
	2	50	A	~24 saat, ~%60 nem	50x50x4	CTI 600
	3	50	A	~24 saat, ~%60 nem	50x50x4	CTI 600
Grup 2 - HDPE / Pinna Nobilis (90/ 10)	1	50	A	~24 saat, ~%60 nem	50x50x4	CTI 600
	2	50	A	~24 saat, ~%60 nem	50x50x4	CTI 600
	3	50	A	~24 saat, ~%60 nem	50x50x4	CTI 600
Grup 3 - HDPE / Pinna Nobilis (80/ 20)	1	50	A	~24 saat, ~%60 nem	50x50x4	CTI 600
	2	50	A	~24 saat, ~%60 nem	50x50x4	CTI 600
	3	50	A	~24 saat, ~%60 nem	50x50x4	CTI 600
Grup 4 - HDPE / Pinna Nobilis (70/ 30)	1	50	A	~24 saat, ~%60 nem	50x50x4	CTI 600
	2	50	A	~24 saat, ~%60 nem	50x50x4	CTI 600
	3	50	A	~24 saat, ~%60 nem	50x50x4	CTI 600
Grup 5 - HDPE / Pinna Nobilis (60/ 40)	1	50	A	~24 saat, ~%60 nem	50x50x4	CTI 600
	2	50	A	~24 saat, ~%60 nem	50x50x4	CTI 600
	3	50	A	~24 saat, ~%60 nem	50x50x4	CTI 600

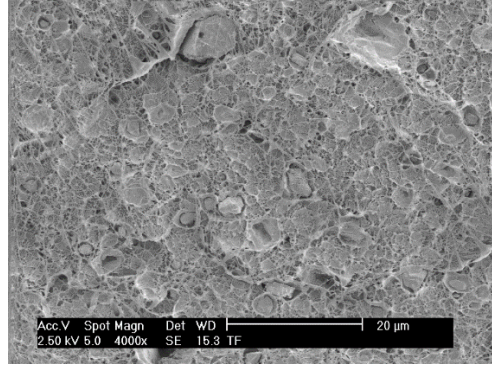
Yukarıda tabloda görüldüğü üzere saf YYPE ve YYPE/Pinna Nobilis polimer kompozitlerinin hepsi 600V değeri sağlamıştır.

3.16. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

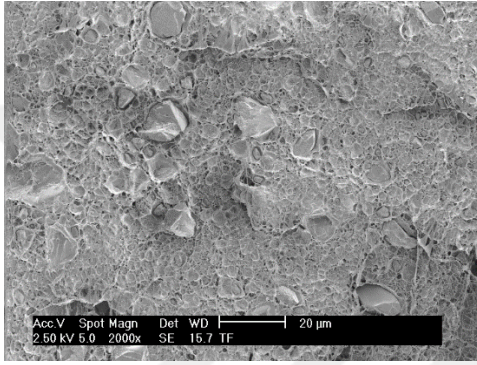
HDPE/Pinna Nobilis polimer karışımına yapılan SEM testi, Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakóltesi Laboratuvarında bulunan SEM cihazı ile numunelerin yüzey fotoğrafları 5 kV gerilim altında gerçekleştirilmiştir. HDPE/Pinna nobilis polimer karışımına ait mikro yapı fotoğrafları şekil 3.18’de görölmektedir. şekilden de anlaşıldığı gibi Pinna nobilis partikülleri HDPE matrisi içerisinde homojen dağılmıştır.



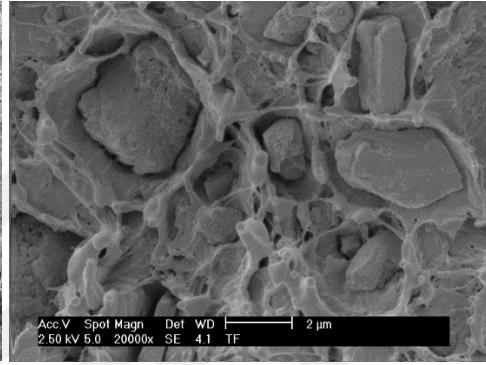
Saf YYPE



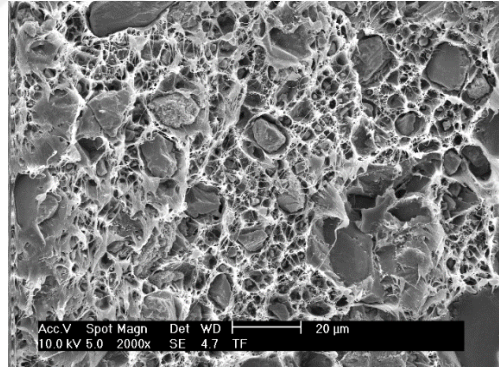
YYPE/Pinna Nobilis (90/10)



YYPE/Pinna Nobilis (80/20)



YYPE/Pinna Nobilis (70/30)



YYPE/Pinna Nobilis (60/40)

Şekil 3.18 YYPE/Pinna Nobilis polimer karışımlarının SEM görüntüleri

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar

Bu çalışmada yapılan testler neticesinde elde edilen sonuçlar şunlardır; Saf YYPE'e toz Pinna Nobilis ilave edilerek polimer kompozitler elde edilmiştir. Pinna Nobilis oranının artmasıyla birlikte bunla doğru orantılı olarak elastik modülünün, sertliğin, aşınma oranının, ısıl çarpılma sıcaklığının, Vicat yumuşama sıcaklığının, yoğunluğun ve yanma hızı gibi değerlerin arttığı görülmüştür. Ancak akma mukavemeti, kopma uzaması, darbe, erime akış indeksi, nem absorpsiyonu ve limit oksijen indeksi gibi değerlerinin Pinna Nobilis konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak azalma göstermişlerdir. Bunun dışında kopma mukavemetinin grafiği ters çan eğrisi şeklindedir, önce mukavemet artmıştır ardından azalmıştır ve sürtünme katsayısı başlangıçta artmış daha sonra azalmış ve en son tekrar artma eğiliminde bulunmuştur.

Z. T. Yao ve arkadaşlarının çalışması ile bu çalışmayı kıyaslayacak olursak her iki çalışmanın ortak sonucu kopma uzaması (%) değerinin azalması olmuştur. Yao ve arkadaşlarının çalışmasında darbe değerleri, atık deniz kabuklarının konsantrasyonuna bağlı olarak artış göstermiş ancak, bu çalışmada Pina'nın artmasına bağlı olarak darbe değeri azalma göstermiştir.

Saf YYPE (Grup 1)'in elastik modülü 935,8 MPa iken %5,13'lük bir artış ile YYPE/Pina (90/10) polimer kompozitinin (Grup 2) elastik modülü değeri 983,8 MPa'a yükselmiştir. En büyük artış %40 Pina içeren polimer kompozitinde (Grup 5) görülmüştür. %30 Pina içeren polimer kompozitinin (Grup 4) elastik modülü 1063 MPa iken %9,74'lük bir artışla Grup 5 1166,5 MPa'a ulaşmıştır. En az artış ise Grup 2 ile Grup 3(YYPE/Pinna Noblis 70/30) arasında %2,34'lük artış ile olmuştur. Bu artışlara bakarak ağırlıkça Pina oranının artması malzemenin daha kırılğan hale geldiğini yani daha rijit hale geldiğini göstermektedir. Saf YYPE'in İzod darbe mukavemeti 14,69 kJ/m² iken ağırlıkça Pinna Nobilis oranının artmasına bağlı olarak, %50,31 azalma ile Grup 2 (7,30 kJ/m²), %55,21 azalma ile Grup 3(6,58 kJ/m²), %63,38 azalma ile Grup 4(5,38 kJ/m²) ve %64,74 azalma ile Grup 5 (5,18 kJ/m²)'in değerlerine bakarak elastik modülündeki değerleri destekler nitelikte olduğu söylenebilir. Ayrıca, saf YYPE'in kopma uzaması değeri %91'dir. Pina konsantrasyonunun artmasıyla %92,31'lik sert bir düşüşle Grup 1'in kopma uzaması

değeri %7 olduğu görülmüştür. Daha sonra Pina miktarının artmasına bağlı olarak düşüş eğilimi devam etmiştir. Diğer grupların kopma uzaması değerleri sırasıyla %5, %2,4 ve %1,4 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar da önceki elastik modülü ve darbe değerlerini destekler niteliktedir. Ek olarak bu değerleri destekleyecek bir başka veri de sertlik değerleridir. Saf YYPE'in Shore D'ye göre sertlik değeri 58,70'dir. Bu değer polimer kompozitlerinde Pinna Nobilis'in ağırlıkça oranının artmasına bağlı olarak artış göstermiştir. Grup 2'de 59, Grup 3'de 59.80, Grup 4'de 60 ve Grup 5'de 61.40 sertlik değerleri bulunmuştur.

Akma mukavemeti de Pinna Nobilis oranının artmasıyla buna bağlı olarak azalma gösteren değerlerden biridir. Saf YYPE'in akma mukavemeti 26,4 MPa iken, Grup 2'de 25,1 MPa, Grup 3'de 22,9 MPa, Grup 4'de 20,4 MPa ve Grup 5'de 17,5 MPa'a kadar gerilemiştir. Ağırlıkça %40 Pina içeren polimer kompozitinin akma mukavemeti değeri saf YYPE'e oranla %33,71'lik bir azalma göstermiştir. Bu da Pina'nın devreye girmesiyle polimer kompozitlerin plastik şekil değişimine karşı uyguladığı direncin azaldığını göstermektedir. Kopma mukavemetinde ağırlıkça %20 Pinna Nobilis'e kadar bir artış göstermiştir ve bu kritik sınır oldu, bu değerden sonra %30 ve %40 Pina içeren polimer kompozitlerinde biraz azalma görülmüştür. Saf YYPE'in kopma mukavemeti 11,63 MPa iken, %20 Pina içeren polimer kompozitinde bu değer %20,85 MPa değerindedir. Ancak %30 Pina içeren polimer kompozitinde 19,25 MPa ve %40 Pina içeren polimer kompozitinde 16,37 MPa'lık bir değer elde edilmiştir.

Aşınma oranı değerleri, ağırlıkça Pina oranının artması ile birlikte yükselme eğilimi göstermiştir. Yapılan testlerde 20m,40m,60m ve 80m'lik yollarda aşınma oranının Pina oranıyla doğru orantılı bir şekilde arttığı tespit edilmiştir. Buna göre saf YYPE'in 80m'lik bir yolda aşınma oranı $9,2355 \times 10^{-5} \text{ cm}^3/\text{Nm}$ iken, sırasıyla %10 Pina içeren polimer kompozitinde $1,45361 \times 10^{-4} \text{ cm}^3/\text{Nm}$, %20 Pina içerede $1,76507 \times 10^{-4} \text{ cm}^3/\text{Nm}$, %30 Pina içerede $1,95259 \times 10^{-4} \text{ cm}^3/\text{Nm}$ ve %40 Pina içeren polimer kompozitinde ise $2,40496 \times 10^{-4} \text{ cm}^3/\text{Nm}$ değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Saf YYPE'in statik sürtünme katsayısı (100 mm/sn) herhangi ekstra bir yük olmadan 0,060 iken Pinna Nobilis oranının artmasıyla birlikte başlangıçta artış göstermiştir. Ancak ağırlıkça %10 Pina kritik sınır olmuştur bu noktadan sonra statik sürtünme katsayısı azalmıştır lakin %30 Pina'dan sonra tekrar bir yükselme eğilimine girmiştir ama bu çalışmada %40'dan sonraki verilerle test yapılmadığı için bu konuda bir şey söylemek doğru olmaz. Ek olarak

yükün artmasına bağlı olarak statik sürtünme katsayısının her grupta arttığını söyleyebiliriz. Dinamik sürtünme katsayısı (100 mm/sn) da yüksüz saf YYPE’de 0,015 iken Pina oranının artmasıyla statik sürtünme katsayısında olduğu gibi ağırlıkça %10 Pinna Nobilis’e kadar artış gösteriyor bu değerden sonra azalış gösteriyor ve %20’den sonra net bir şey söylemek mümkün değil çünkü değişkenlik gösteriyor.

Isıl çarpılma sıcaklığı HDT, Pinna Nobilis oranının artmasına bağlı olarak bir artış göstermektedir. Saf YYPE’de HDT değeri, 1.8MPa yük altında 45,63° C’dir. %9,58’lik bir artış göstererek %10 Pina içeren polimer kompozitinde, bu değer 50° C olarak tespit ediliyor ve %40 Pina içeren polimer kompozitinde ise başlangıçtaki değere oranla %26,67’lik bir artışla 57,80° C olmuştur. Bu değerlere bakarak malzemenin sıcaklık ve basınç altında deformasyona uğramasının biraz daha zorlaştığını söyleyebiliriz. Vicat yumuşama sıcaklığı da Pinna Nobilis oranı arttıkça bunla bağlantılı bir şekilde artış göstermiştir. Saf YYPE’in Vicat değeri 131,93° C iken giderek artarak %40 Pina içeren polimer kompozitinde %1,72’lik artış göstererek 134,20° C’ye yükselmiştir.

2,16 kg ve 190° C altında yapılan Erime akış indeksi yani MFI değerlerine bakarsak saf YYPE’de MFI 4,3266 g/10dak iken %10 Pina içeren polimer kompozitinde bu değer 4,3036 g/10dk olmuştur. %20 Pina içeren polimer kompozitinde 3,8947 g/10dak, %30 Pina içerende ise 3,1782 g/10dak olmuştur ve saf YYPE’in MFI değerine oranla %36,36’lık bir düşüş yaşayan %40 Pina içeren polimer kompozitinde bu değer 2,7534 g/10dak olmuştur. Pinna Nobilis’in artmasıyla MFI değerlerinin düşmesine bakacak olursak, yoğunluk değerlerinde bir artma bekliyoruz. Saf YYPE’in ortalama yoğunluğu 0,9560049 g/cm³ iken beklenildiği üzere Pina konsantrasyonunun artmasıyla giderek artmıştır ve Grup 2’de 1,0058305 g/cm³ olmuştur. En büyük artış %30- %40 Pina içeren kompozitler arasında olmuştur. %30 Pinna içeren polimer kompozitinde ortalama yoğunluk 1,1053722 g/cm³ iken %9,31’lik bir artış ile 1,2082689 g/cm³ değerine ulaşmıştır.

Pinna Nobilis bünyesinde diğer midye türevlerinde olduğu gibi yüksek miktarda CaCO₃ bulundurulur. Bundan yola çıkarak yanma olayını düzelttiğini düşünmüştük ancak durum pek de böyle gerçekleşmedi. Pinna Nobilis oranının artmasıyla yanma hızı giderek artmıştır. Saf YYPE’in yanma hızı 30,48 mm/dk iken %40 Pina içeren polimer kompozitinde yanma hızı beklenilenin aksine 39,89 mm/dak değerine yükselmiştir. Buna

ek olarak malzemenin ateş çekildikten sonra yanmaya devam etmesi için gerekli olan oksijen miktarı yani LOI değeri de saf YYPE’de %13,90 iken, %40 Pina içeren polimer kompozitinde %12,73’lük değere gerilemiştir ki bu da demek oluyor ki malzemenin yanmaya devam etmesi için ortamda %12,73 oksijen olması yeterlidir.

Pinna Nobilis oranının artmasıyla YYPE bünyesinde absorpladığı nem azalma göstermiştir. Saf YYPE’de nem absorpsiyonu %0,717 iken giderek azalarak nerdeyse %50 azalma ile %40 Pina içeren polimer kompozitinde %0,380 değerine gerilemiştir. CTI testinde tüm gruplar 600V değerine ulaşmıştır. Kızgın tel deneyinde tüm gruplarda sıcaklık arttıkça alev oluşumu gözlenmiştir. Fakat damlama tespit edilmemiştir. HDPE/Pinna nobilis polimer karışımına ait mikro yapı fotoğrafları sonucunda Pinna nobilis partikülleri HDPE matrisi içerisinde homojen dağıldığı görülmüştür.

4.2. Öneriler

Bu çalışmada yapılan uygulamalara ek olarak ilerideki benzer çalışmalar için aşağıdaki tespit edilen öneriler uygulanabilir.

- İlerideki yapılacak olan farklı çalışmalarda HDPE yerine matris olarak başka bir polimer denenebilir.
- Pinna Nobilis oranları değiştirilerek mekanik, termal ve yanma özelliklerinin etkileri ve değişimleri incelenebilir.
- Bu çalışmadaki katkı malzemesi olarak kullanılan Pinna Nobilis yerine istiridye, kum midyesi, kara midye gibi başka çift kabuklu yumuşakçalar denenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Gündüz, H., Öztürk, F., Hamzaçebi, S., Akpınar, M.D. (2018). The Assessment of Seafood Processing Waste. Aquatic Sciences and Engineering, 33(1): 1-5.
- [2] Çolakoğlu, S., Çolakoğlu, F.A., (2013). Çift Kabuklu Yumuşakçaların Ekonomik Açıdan Durumu. Gıda Dergisi, 73-78
- [3] <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf> (02.10.2018)
- [4] <https://pagev.org/plastik-nedir> (03.10.2018)
- [5] <https://www.tasarimdanimalata.com/plastik-hammaddeler-ve-ozellikleri-nelerdir/> (03.10.2018)
- [6] <https://www.pagev.org/upload/files/Hammadde%20Yeni%20Tebli%C4%9F%20Bilg.%203/Plastik%20%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%20Mart%202018.pdf>
- [7] Sönmez, M. (2009) Polimer Matrisli Kompozitlerin Endüstri Ürünleri Tasarımında Önemi ve Geleceği: Türkiye’den Dört Örnek Firma Üzerine Bir İnceleme. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 51-52
- [8] <https://slideplayer.biz.tr/slide/11641825/> (07.10.2018)
- [9] Kaya, A.İ., (2016). Kompozit Malzemeler ve Özellikleri, Putech & Composites, 38-45
- [10] Doç. Dr. Tokuşoğlu. Ö., (2016) <http://www.gida2000.com/kabuklu-su-urunleri-etleri-ve-kalite-midye-istiridye-karides-ve-yengec.html> (03.10.2018)
- [11] Wang, H.Y., Kuo, W.T., Lin, C.C., Po-Yo, C. (2013). Study of the material properties of fly ash added to oyster cement mortar. Construction and Building Materials, 41, 532-537
- [12] Taboada, J., Pereira-Crespo, S., Bande-Castro, M. J. (2010). Use of limestone from mussel shells in acid soil of Galicia (NW Spain). Treatment and Use of Non-Conventional Organic Residues in Agriculture

- [13] Yao, Z. T., Chen, T., Li, H.Y., Xia, M.S., Ye, Y., Zheng, H. (2013). Mechanical and Thermal Properties of Polypropylene (PP) Composites Filled with Modified Shell Waste, *Journal of Hazardous* 262, 212-217
- [14] KİRİK M., (2010) Karbon Nanotüp Takviyeli Yüksek Yoğunluklu Polietilen (YYPE) Nanokompozit Malzemelerin Mekanik Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye, 16-20
- [15] <http://www.wiki-zero.com/index.php?q=aHR0cHM6Ly90ci53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvUG9saWV0aWxlbG> (02.03.2018)
- [16] <http://www.wiki-zero.com/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvUG9seWV0aHlsZW5l> (07.03.2018)
- [17] Termoplastikler Genel Ticari Plastikler, http://www.bayar.edu.tr/besergil/5_polietilen.pdf (07.03.2018)
- [18] KARAKUŞ R., (2017) Atık Üre Formaldehit Katkılı Polipropilen ve Yüksek Yoğunluklu Polietilen Polimer Kompozitlerinin Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 13-14
- [19] <http://www.kuantamet.com.tr/ss.php> (06/ 03/ 2018)
- [20] Marrin F., Luquet G. (2005) Molluscan Biomineralization: The proteinaceous Shell constituents of *Pinna Nobilis* L. *Materials Science and Engineering C*, 25(2), 105-111
- [21] Li, H., Tan, Y., Zhang, L., Zhang, Y., Song, Y., Ye, Y., Xia, M. (2012) Bio-filler from waste shellfish shell: preparation , characterization, and its effect on the mechanical properties on polypropylene composites. *Journal of Hazardous Materials*, 217-218 ,256-262
- [22] *Pinna Nobilis*, <http://www.wiki-zero.com/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvUGlubmFfbm9iaWxpcw>
- [23] March, G., Rafael, J., Vicente, Nardo. (2006) Protocol to Study and Monitor *Pinna Nobilis* Populations Within Marine Protected Areas. Malta Environment and Planning Authority

- [24] Dinç, O. [2004] Endüstriyel Hammaddeler Kireçtaşları. Kütahya, Türkiye
- [25] Prof. Dr. Ayşegül Akdoğan Eker, Plastiklerin Şekillendirme Yöntemleri, http://www.yildiz.edu.tr/~akdogan/lessons/plastikmalzeme/Plastiklerin_Sekillendirme_Yontemleri_Son.pdf (26.03.2018)
- [26] Yüzey sürtünme test cihazı, <https://devotrans.com/yuzey-surtunme-test-cihazı-dvt-ys.html> (26.03.2018)
- [27] Plastik Malzemelerin Sertlik Değeri ve Sertlik Dönüşüm Tablosu, <https://www.aldemirltd.com/polymer-hardness-comparison-chart> (27.03.2018)
- [28] Sertlik Ölçme Metodları ve Cihazları, Metin Bulut, http://www.bulutmak.com/uploads/2/0/0/3/20037867/sertlik_lme_metodlar.pdf (27.03.2018)
- [29] Shore durameter, <http://www.wiki-zero.com/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvU2hvcmlVfZHVyb21ldGVy> (29.03.2018)
- [30] Arıcıoğlu, M.K., Mert, B., Soydan, Y. (2000) Polimer Malzemelerin Mekanik Analiz Yöntemleri. SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(1-2), 51-58
- [31] Koç, R. (2011) Mühendislik Plastiklerinin Aşınma Davranışlarının Deneysel İncelenmesi. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8(2), 27-40
- [32] Metalik Malzemelerin Darbe Deneyi, <http://w3.bilecik.edu.tr/makine/wp-content/uploads/sites/27/2016/12/%C3%87entik-Darbe-Deneyi.pdf> (30.03.2018)
- [33] Çentik Darbe Deneyi, http://teknolojikarastirmalar.com/e-egitim/meekanik_deneyler/centik_darbe.htm (30.03.2018)
- [34] Erdinç, D. (2010) PP/ Cam Elyaf Bileşimine Plastomer İlavesinin Mekanik ve Fiziksel Özelliklere Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 38-39
- [35] Elek Analizi, <http://kim.muhendislik.omu.edu.tr/files/kim.muhendislik/files/Elek-Analizi.pdf> (30.03.2018)
- [36] Öz, M.K. (2006), Yanmaya Karşı Dirençli (FR) ve Katyonik Boyalarla Boyanabilen (CD) Polyester Üretimi ve Bu Polyesterin Elyaf Prosesi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye, 7-8

[37] Plastik Teknolojisi ,2014,

http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Termal%20Analiz%20Uygulamalar%C4%B1.pdf (30.03.2018)

[38] Maden Tetkik Arama ve Genel Müdürlüğü, Taramalı Elektro Mikroskop (SEM),

<http://www.mta.gov.tr/v2.0/birimler/laboratuvarlar/index.php>



EKLER

EK 1– YYPE I668 ürün özellikleri

EK 2– PETKİM güvenlik bilgi formu



EK 1

YYPE I668 ürün özellikleri

Ürün Teknik Özellikleri

PETİLEN YY I668 **Yüksek Yoğunluklu Polietilen (YYPE)**



Açıklama

PETİLEN YY I668 enjeksiyonla kalıplama tekniğine uygun olarak üretilmiş, yüksek yoğunluğa ve dar molekül ağırlığı dağılımına sahip bir üründür. Enjeksiyonla kalıplama uygulamalarında esnemeye dayanıklı ve sert mamullerin üretimi için ideal bir malzemedir.

Uygulama

Enjeksiyonla kalıplama

Gıda ile Temasa Uygunluk

Bu ürünün formülasyonu ve üretimi; Türk Gıda Kodeksi Gıda ile Temas Eden Plastik Madde ve Malzemeler Tebliği'ne uygundur.

Özellikler	Tipik değer (*)	Birim	Test Metodu
Reçine Özellikleri			
Erime Akış Hızı (190°C/2.16 kg)	5.5	g/10 min	ASTM D1238
Yoğunluk, 23°C	0.965	g/cm ³	ASTM D1505
Ergime Noktası	134	°C	ASTM D3418
Mekanik Özellikler (**)			
Akmada Gerilme Dayanımı	30	MPa	ASTM D638
Kopmada Gerilme Dayanımı	17	MPa	ASTM D638
Kopmada Uzama	1250	%	ASTM D638
Bükülme Modülü, 23°C	1200	MPa	TS EN ISO 178
Izod Darbe Dayanımı, 23°C (çentikli)	50	J/m	ASTM D256
Sertlik (Shore D)	66	-	ASTM D2240
Çevresel Baskıyla Kırılma Dayanımı (%10 Igepal, F50)	4	saat	ASTM D1693
Termal Özellikler			
Vicat Yumuşama Noktası, 10 N	124	°C	ASTM D1525

(*) Tipik değerler sadece bilgi amaçlı verilmiştir, partname çalışmalarında kullanılmamalıdır.

(**) Burada verilen değerler, basınçla kalıplanmış plakadan ölçülen değerlerdir.

UR.15-BF-1140203

Rev. Tarihi: Ekim 2017

PETKİM PETROKİMYA HOLDİNG A.Ş.
Siteler Mah. Necmettin GİRİTOĞLU Cad. No: 6
35800 Aliağa/İZMİR
Tel: +90 232 616 12 40 Fax: +90 232 616 12 48
Web adresi: www.petkim.com.tr

Sayfa 1/2

PETİLEN YY I668 **Yüksek Yoğunluklu Polietilen (YPE)**



Tavsiye Edilen İşleme Koşulları

Enjeksiyon ile kalıplama uygulamaları için;

Tipik eriyik sıcaklığı: 200 - 260°C

Tipik kalıp sıcaklığı: 10 - 40°C

Tipik enjeksiyon basıncı: Mümkün olduğunca yüksek

Farklı ekipmanlara göre, tavsiye edilen işleme koşulları optimize edilmelidir.

Sağlık, Güvenlik ve Gıda Temas Yönetmelikleri

PETİLEN YY I668 ürününe ait detaylı bilgiler, ürüne ait Malzeme Güvenlik Bilgi Formları ve Gıda Temas Deklarasyonlarında verilmektedir. Ürüne ait gıda ile temas eden malzeme uygunluğu (EU, FDA, vs.) ve diğer mevzuatlara uygunluk belgeleri, Satış Temsilcisi aracılığı ile talep edilebilir.

Depolama

Ürünün güneş ışığı görmeyen, kuru bir alanda, 50°C'nin altındaki sıcaklıklarda depolanması gerekmektedir. Uygunsuz koşullar altında depolamak üründe renk değişikliğine ve fiziksel özelliklerin bozulmasına neden olabilir. Polimer ürünleri zamanla bozulma riskiyle karşı karşıyadır. Bu sebeple ürün kalitesinin muhafaza edilmesi için, ürünün teslim tarihinden itibaren 6 ay içerisinde işlenmesi tavsiye edilmektedir.

Bertaraf ve Geri Dönüşüm

Bu ürün tehlikeli ya da toksik değildir. Geri dönüşümü sağlanabilir. Mümkün değilse insinerasyon ile bertaraf edilebilir.

Medikal Uygulamalara Uygunluk

PETKİM ürünlerinin ilaç/medikal uygulamalarına uygunluğu test edilmemektedir. PETKİM ürünlerinin bu amaç için uygunluklarını tespit etmek, nihai üreticilerin kendi sorumluluğundadır.

Yasal Uyarı

© 2017 PETKİM PETROKİMYA HOLDİNG A.Ş. Kullanıcı, telif hakkıyla korunan bu dokümanı, doküman bağlamları, altbilgileri, yasal uyarıları ve diğer bütün bilgilerinin tam olması ve üzerinde değişiklik yapmaması kaydıyla çoğaltabilir, dağıtabilir veya bir başkasına iletebilir. Bu dokümanı bir web sayfasında yayınlamak kesinlikle yasaktır. PETKİM tipik değerlerin garantisini vermez. Bu dokümandaki bilgi, farklı malzemelemlerle karışmamış halde, sadece adı verilen ürünle ilgilidir. Bu doküman, hazırlandığı tarihte güvenilir olduğuna inanılan verilere dayanılarak hazırlanmıştır. PETKİM, istediği zaman kullanıcıları uyarılarsız bu dokümandaki verileri güncelleyebilir, dokümana yeni bilgi ekleyebilir ya da dokümandan bilgi çıkarabilir. PETKİM, hiç bir şekilde açıkça ya da ima ile ürünün pazarlanabilirliğini, özel amaçlı kullanımını, uygunluğunu, doğruluğunu, güvenilirliğini veya bahsi geçen bu bilgilerin ya da ürünlerin bütünlüğünü garanti etmez. Kullanıcı, her hangi bir ürünün kullanımı ya da ilgili alanındaki her hangi bir prosese yönelik kararından tamamen kendisi sorumludur. PETKİM, bu belgedeki bilgilere dayanarak ya da bu bilgilere güvenerek ortaya çıkacak ya da buna bağlı olacak hiç bir zarar, zarar, dolaylı ya da doğrudan maruz kalınan ya ralanmalardan dolayı hiç bir sorumluluğu kabul etmeyeceğini açıkça beyan eder. Bu sayfada bahsi geçen kullanım alanları sadece tavsiye mahiyetindedir. PETKİM, ürünlerinin her hangi bir alanda kullanılması sonucu ortaya çıkacak hiçbir zarar ve kayıptan sorumlu tutulamaz.

EK 2

PETKİM güvenlik bilgi formu

**Petkim**

GÜVENLİK BİLGİ FORMU

Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmeliğe uygundur (RG, 13.12.2014, Sayı-29204).

Madde/Karışım Adı	Yüksek Yoğunluk Polietilen	Hazırlama Tarihi	01.04.2010
		Revizyon Tarihi	07.07.2017
Form Numarası	UR.15-BF-00002	Revizyon No.	15
		Sayfa No.	1 / 6

1. MADDENİN/KARIŞIMIN VE ŞİRKETİN/DAĞITICININ KİMLİĞİ

1.1. Madde/Karışımın kimliği

Tanımı	Yüksek Yoğunluk Polietilen
CAS No.	9002-88-4
EC No.	618-339-3

1.2. Madde veya karışımın belirlenmiş kullanımları ve tavsiye edilmeyen kullanımları

PETİLEN YY I 668 (UV)	Enjeksiyon Kalıplama (şişe ve meyve kasaları).
PETİLEN YY I 668	Enjeksiyon ile kalıplama.
PETİLEN YY I 668 TOZ	Polietilen vaks üretimi, masterbatch üretiminde taşıyıcı polimer.
PETİLEN YY S 0464	Şişirme Kalıplama (kimyasallar için geniş hacimli konteynırlar, kerosen için bidonlar, geniş hacimli oyuncaklar).
PETİLEN YY S 0452	Şişirme Kalıplama (Deterjan şişeleri, küçük hacimli konteynırlar).
PETİLEN YY F 00556 (HMW)	Film ekstrüzyonu (Alış-veriş torbaları, atıkları yok edilebilir torbalar, ağırlığa dayanıklı torbalar, yüksek dayanıklılığa sahip ince film).
PETİLEN YY F 00756 (HMW)	Film ekstrüzyonu (Alış-veriş torbaları, atıkları yok edilebilir torbalar, ağırlığa dayanıklı torbalar, yüksek dayanıklılığa sahip ince film).
PETİLEN YY B 00552	Boru ekstrüzyonu (İçme ve sulama sularının dağılımı, kanalizasyon).
PETİLEN YY B 0153	Boru ekstrüzyonu (İçme ve sulama sularının dağılımı, kanalizasyon).
PETİLEN YY S00356	Şişirme Kalıplama (Geniş hacimli konteynırlar, su ve kimyasalların taşınması için depolama tankları).
PETİLEN YY I 457 (UV)	Enjeksiyonla kalıplama (büyük konteyner, plastik palet, mutfak eşyaları, vb.)
PETİLEN YY I 457 (O)	Enjeksiyon ve basınç ile kalıplama: su ve meşrubat şişeleri için organoleptik kapak üretimi.
PETİLEN YY I 468 (UV)	Enjeksiyon ile kalıplama (palet, kasa, kutu vb. parçaların imalatı).
PETİLEN YY I 768 (UV)	Enjeksiyon ile kalıplama (kasa, kutu, çanta, sandık, tepsi vb. parçaların imalatı).
PETİLEN YY S 0564	Şişirme ile kalıplamada, monofilamet, rafia ve film imalatı (AYPE/LAYPE karışımlarının mekanik özelliklerini artırmak için coex filmlerin orta katında).
PETİLEN YY S 00750	Şişirme ile kalıplama (100 litreye kadar büyük boy kaplar), basınçsız boru ve telekom kablo muhafaza borusu imalatı.
PETİLEN YY I 860 (UV)	Enjeksiyonla kalıplama (kasa, kutu, tepsi, sepet, ev eşyaları, oyuncak vb.).
PETİLEN YY I 860 (O)	Enjeksiyonla kalıplama (su ve meşrubat şişesi kapakları vb.).
DÜŞÜK POLİMER	Boya,mürekkep,mum imalatında ve kağıt endüstrisinde katkı maddesi olarak kullanılır.

1.3. Güvenlik bilgi formu tedarikçisinin bilgileri

Üretici	PETKİM Petrokimya Holding A.Ş. P.K. 12 35800-Aliağa-Izmir TURKEY
Telefon Numarası	+90 232 616 12 40 (10 hat)
Fax Numarası	+90 232 616 12 48
GBF'den sorumlu yetkili kişi	baacar@petkim.com.tr

1.4. Acil durum telefon numarası

Acil Durum Telefon No.	+90 232 616 12 40 (Dahili 1230/ 1240)
Sağlık Bakanlığı UZDM Telefon No.	114 (Ulusal Zehir Danışma Merkezi)

2. ZARARLILIK TANIMLANMASI

2.1. Madde veya karışımın sınıflandırılması

Maddelerin veya Karışımların SEA Hakkında yönetmeliğe (RG 11.12.2013 Sayı.28848 mükerrer) göre sınıflandırılması

Zararlı değildir, Sınıflandırılmaz.

Belirli bir önlem ifadesi gerektirmez.

CLP, Regulation (EC) No 1272/2008'e göre

Zararlı değildir, Sınıflandırılmaz.

Sayfa 1 / 6

07 Temmuz 2017

GÜVENLİK BİLGİ FORMU

Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmeliğe uygundur (RG, 13.12.2014, Sayı-29204).

Madde/ Karışım Adı	Yüksek Yoğunluk Polietilen	Hazırlama Tarihi	01.04.2010
		Revizyon Tarihi	07.07.2017
Form Numarası	UR.15-BF-00002	Revizyon No.	15
		Sayfa No.	2 / 6

2.2. Etiket Unsurları

CLP/GHS-Etiketleme: Etiketleme gerekmez.

2.3. Diğer zararlar

Zararlı değildir.

3. BİLEŞİM/İÇİNDEKİLER HAKKINDA BİLGİ**3.1. Maddeler**

Maddeler / Bileşen	CAS/EC No.	Konsantrasyon %	Sınıfı
Yüksek Yoğunluk Polietilen	EC: 618-339-3 CAS: 9002-88-4	100	Sınıflandırılmaz

3.2. Karışımlar

Bilgi yok.

4. İLK YARDIM ÖNLEMLERİ**4.1. İlk yardım önlemlerinin açıklaması****Göz Teması**

Tozu ve proses buharları gözleri tahriş edebilir. Hemen gözdeki kızartıları bol suyla yaklaşık 15 dakika yıkayın. Eğer kullanılıyorsa lensleri çıkartın. Tıbbi yardımı arayın.

Cilt Teması

Erimiş reçineye maruz kalınması termal yanıklara sebep olabilir. Erimiş materyal ciltle temas ederse, buzlu su veya akan bir su altında soğutun. Materyali ciltten uzaklaştırmaya veya çözücü ya da incelticiler kullanarak onu çözmeye ÇALIŞMAYIN. Uzaklaştırmak şiddetli doku hasarlarıyla sonuçlanabilir. Tıbbi yardımı arayın. Materyalin ciltten uzaklaştırılması için sebze yağları, mineral yağların kullanılması tavsiye edilir.

Yutma

Yutmadan dolayı ters bir sağlık etkisi beklenmemektedir. Kusmaya sebep olmaz.

Solunum

Toz ve proses buharları, burnu, boğazı ve solunum sistemini tahriş edebilir. Açık havaya çıkın. Nefes alınamıyorsa, suni solunum yapın. Nefes alma zorlaşmışsa, oksijen verin. Tıbbi yardımı arayın. Maruz kalan nefes alıyorsa, yetkili personel acil ilkyardım müdahalesini uygulamalıdır. Derhal tıbbi yardım isteyin. Maruz kalanı hemen açık havaya çıkarın. Giysi bel yeri ya da kemer, kravat, yaka gibi sıkı giysileri nefes almayı kolaylaştırmak için gevşetin.

4.2. Akut ve sonradan görülen önemli belirtiler ve etkiler

Veri yok.

4.3. Tıbbi müdahale ve özel tedavi gereği için ilk işaretler

Veri yok.

5. YANGINLA MÜCADELE ÖNLEMLERİ**5.1. Yangın söndürücüler**

Nemli sis, köpük, karbon dioksit, kuru kimyasal, sentetik köpükler, alkole dirençli köpükler.

5.2. Madde veya karışımdan kaynaklanan özel zararlar

Ürünün dumanı değişik kompozisyonlarda polimer parçacıkları içerebilir, bunların yanı sıra kimliği belli olmayan zehirli ve/veya tahriş edici bileşikler içerebilir. Ürün 300 °C sıcaklığın üzerinde bir sıcaklığa maruz kaldığında yanıcı (tutuşturucu) gazlar salabilir. Karbon dioksit, karbon monoksit ve aldehitler gibi yanma yan ürünleri içerebilir, sınırlı değildir.

5.3. Yangın söndürme ekipleri için tavsiyeler

Bozunma ürünlerinden yangın ekibini korumak için tüplü solunum cihazı kullanın.

6. KAZA SONUCU YAYILMAYA KARŞI ÖNLEMLER**6.1. Kişisel önlemler, koruyucu donanım ve acil durum prosedürleri**

Sayfa 2 / 6

07 Temmuz 2017

GÜVENLİK BİLGİ FORMU

Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmeliğe uygundur (RG, 13.12.2014, Sayı-29204).

Madde/Karışım Adı	Yüksek Yoğunluk Polietilen	Hazırlama Tarihi	01.04.2010
		Revizyon Tarihi	07.07.2017
Form Numarası	UR.15-BF-00002	Revizyon No.	15
		Sayfa No.	3 / 6

Tozlu koşullarda yan korumalı gözlük, erimiş materyale dokunulduğu zaman eldivenler ve koruyucu giysiler.

6.2. Çevresel önlemler

Risksiz yapabiliyorsanız, yayılımın kaynağını durdurun. Çalışma alanındaki tortulara engel olun ve arıtma tesisine ya da su kanalına uzaklaştırın. Toz bulutları oluşturmaktan kaçının.

6.3. Muhafaza etme ve temizleme için yöntemler ve materyaller

Kaygan maddedir. Ürünü tekrar kullanım ya da uzaklaştırma için toplayın. Kayma tehlikesini ortadan kaldırmak için derhal süpürün. Yayılım raporlanabilir veya çevreyi olumsuz etkileyecekse, yetkili hükümet görevlisine bildirin.

6.4. Diğer bölümlere atıflar

4.bölüme bakınız.

7. ELLEÇLEME VE DEPOLAMA**7.1. Güvenli elleçleme için önlemler**

Toz oluşumundan ve toz solunmasından korunmak için uyarıları kullanın. Bu madde kullanıldığı zaman elektrostatik yük birikimi olabilir ve tehlikeli bir durum yaratabilir.

7.2. Uyuşmazlıkları da içeren güvenli depolama için koşullar

Kuru bir alanda depolayın. Güneş ışığı, kıvılcım, ısı ve alevden uzak tutun. Bu ürün kuvvetli oksitleyicilerle reaksiyona girebilir bu yüzden bu tür maddelerin yakınına depolanmamalıdır. Ürünün paketlerini ve kutularını, otomatik yağmurlama ile korunan alanlarda saklayın. Uygun topraklama prosedürlerini uygulayın. Depolama ve taşıma sıcaklığı Max. 50 °C.

7.3. Belirli son kullanımlar

Veri yok.

8. MARUZ KALMA KONTROLLERİ/KİŞİSEL KORUNMA**8.1. Kontrol parametreleri**

Proses ekipmanlarının arızası durumunda, kimyasala maruz kalan alana yakın yerleştirilmiş güvenlik duşu ve göz banyosu bulunmalıdır. İyi havalandırılmış bir alanda kullanın.

Maruz Kalma Limitleri: YYPE için özel bir kontrol limiti yoktur. Fakat, çevresel şartlarda tehlikesiz toz konsantrasyonları için limit değeri 10 mg/m³ tür.

Maruz Kalma Limitleri	ACGIH TLV	OSHA PEL TWA
Yüksek Yoğunluklu Polietilen	10 mg/m ³ Toplam Toz 3 mg/m ³ Solunabilir Toz	15 mg/m ³ Toplam Toz 5 mg/m ³ Solunabilir Toz

8.2. Maruz kalma kontrolleri**8.2.1. Uygun Mühendislik Kontrolleri**

Duman ve toz birikmesini engellemek için havalandırması iyi bir ortam sağlanmalıdır.

8.2.2. Bireysel Koruyucu Önlemler**8.2.2.1. Solunum Sisteminin Korunması**

Normal olarak solunum korunması gerektirmez. İşleme ve kullanma esnasında buhar ve ince toz birikimini minimize etmek için yeterli havalandırma tavsiye edilir. Tozun, kabul edilebilir seviyeleri aştığı yerlerde maruz kalınma durumunda baş ağrısına sebep olabilir, NIOSH/MSHA tarafından onaylanmış koruyucu solunum ekipmanını kullanın.

8.2.2.2. Ellerin/Cildin Korunması

Özellikle polimer ısıtıldığında, ısıya dirençli eldivenleri kullanın.

8.2.2.3. Gözlerin/Yüzün Korunması

Yiğün kullanımları esnasında göz içine ürünün kaçmasını önlemek için emniyet gözlüklerini, yüz korumalıkları veya kimyasal koruma gözlüklerini kullanınız. Göz banyosu, duşları ve emniyet duşları kolay ulaşılabilir olmalıdır.

Bu ürünün kullanımı sonrası iş elbiselerinin değiştirileceği zaman, iyi temizlik uygulamalarına dikkat edin. Bu maddenin kullanıldığı alanlarda herhangi birşey yemeyin, içmeyin ve sigara kullanmayın.

8.2.3. Çevresel maruz kalma kontrolleri

Gerekmez.

**Petkim****GÜVENLİK BİLGİ FORMU**

Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmeliğe uygundur (RG, 13.12.2014, Sayı-29204).

Madde/Karışım Adı	Yüksek Yoğunluk Polietilen	Hazırlama Tarihi	01.04.2010
		Revizyon Tarihi	07.07.2017
Form Numarası	UR.15-BF-00002	Revizyon No.	15
		Sayfa No.	4 / 6

9. FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLER**9.1. Temel fiziksel ve kimyasal özellikler hakkında bilgi**

a) Görünüm	Katı Reçine Peletler (Çapı 2-5 mm arası), Toz (Ort. Parçacık Boyutu 150 µm)
b) Renk	Yarı Saydam, Grimsi Beyaz
c) Koku	Kokusuz
ç) Kaynama Noktası	Uygulanamaz
d) Erime Noktası	> 100°C
e) Parlama Noktası	> 240°C
f) Kendiliğinden Tutuşma Sıcaklığı	> 350°C
g) Dinamik Akışkanlık (mPa.s)	Uygulanamaz
ğ) Patlayıcı Özellikleri (Havada)	
Üst	Uygulanamaz
Alt	0.015 kg/m³ (Polimer Tozları İçin < 63 µm)
h) Bağıl Yoğunluk	0.950-0.970
ı) Buhar Yoğunluğu	Uygulanamaz
i) Suda Çözünürlük	Çözünmez
j) Min. Tutuşma Enerjisi (20°C'de)	63 mJ

9.2. Diğer bilgiler

Veri yok

10. KARARLILIK VE TEPKİME**10.1. Tepkime**

Normal koşullar altında kararlıdır.

10.2. Kimyasal kararlılık

Bu madde normal çevre şartlarında ve beklenen saklama- kullanma şartı sıcaklıkları ve basıncında kararlı olarak nitelendirilir.

10.3. Zararlı tepkime olasılığı

Bozunma ile kararsız ürünler oluşturma olasılığı tespit edilmemiştir

10.4. Kaçınılması gereken durumlar

Isı, kıvılcım ve alevten uzak tutun. Havadaki tozlarının konsantrasyonu 10 g/m³ ü aştığında patlama riski olduğundan, toz oluşumu engellenmelidir. Güçlü oksitleyici maddelerle temastan kaçının. Proses sıcaklığı 320 °C'yi aşmamalıdır. 80 °C'in üstünde maruz kalmalar önlenmelidir.

10.5. Kaçınılması gereken maddeler

Florlu ve oksijenli bileşikler (>%50 Flor). Kolayca tutuşabilen gazlar.

10.6. Zararlı bozunma ürünleri

Tehlikeli polimerizasyon meydana gelmez. Karbon monoksit, karbon dioksit, akrolein içeren seçilmiş alkenler ve aldehitler ve formaldehit ihmal edilebilir miktarlarda oluşabilir.

Stabilizatör ihtiyacı

Antioksidanlar ile stabilize edilebilir.

11. TOKSİKOLOJİK BİLGİLER**11.1. Toksik etkiler hakkında bilgi****11.1.1. Maddeler**

Bu ürün OSHA, IARC and ACGIH tarafından kanserojen madde olarak sınıflandırılmamıştır. İçerdiği maddeler, genetik mutasyona uğraticı, kusurlu organ veya doku oluşmasına sebep olan ve toksin üretebilen maddeler değildir.

Toksik Sınırı

Bu madde test edilmemiştir.

Toksosite	Soluma yoluyla LC 50	Deri yoluyla LD 50	Ağız yoluyla LD 50
Yüksek Yoğunluklu Polietilen	> 5000 mg/kg (rat)	Mevcut değil	NOAEL >7950 mg/kg (rat)

Sayfa 4 / 6

07 Temmuz 2017

Madde/Karışım Adı	Yüksek Yoğunluk Polietilen	Hazırlama Tarihi	01.04.2010
		Revizyon Tarihi	07.07.2017
Form Numarası	UR.15-BF-00002	Revizyon No.	15
		Sayfa No.	5 / 6

(a) Göz ile temas

Bu madde normal olarak temasında tahriş edici değildir. Göz dokularını tahriş edebilir ve deride kızarıklığa yol açabilir.

(b) Cilt ile temas

Bu madde normal olarak temasında tahriş edici değildir. Çok sık temasında cilt kuruluğuna ve tahrişine neden olabilir.

(c) Solunum

Uzun periyotlarda tozları solunursa, tehlikeli olabilir. Burun, boğaz ve solunum sisteminde tahriş yol açabilir ve öksürük, hapsirik, baş ağrısı ve baş dönmesine sebep olabilir.

(ç) Yutma

Herhangi ters etkisi öngörülmemiştir. Düşük seviyede zehirli olabilir.

11.1.2. Karışımlar

Veri yok.

12. EKOLOJİK BİLGİLER**12.1. Toksikite**

Bu maddenin çevresel risk oluşturduğunu gösteren herhangi kanıt rapor bulunmamaktadır.

12.2. Kalıcılık ve bozunabilirlik

Çok düşük UV bozulurluk.

12.3. Biyobirikim potansiyeli

Yüksek molekül ağırlığı nedeni ile birikmesi mümkün değildir. Suda çözünmeyen bu madde, parçacıklar halinde su yüzeyinde kalır. Kara ortamında da toprakta kalması beklenir, yeraltı suyuna geçemez.

12.4. Toprakta hareketlilik

Belirlenmemiştir.

12.5. PBT ve vPvB değerlendirmesinin sonuçları

Belirlenmemiştir.

12.6. Diğer olumsuz etkiler

Suda Zehirleyiciliği Çözünmez. Suda zehirleyici değildir. Ancak su kuşlarının ya da suda yaşayan hayvanların yutması halinde mekanik olarak etkileyebilir.

Sudaki Ömrü LC 50

Veri yok.

Omurgasızlar EC 50

Veri yok.

13. BERTARAF ETME BİLGİLERİ**13.1. Atık işleme yöntemleri****Atık Ürün**

Ulusal yönetmeliklere uygun insineratörlerde yakılabilir. Tehlikeli ya da toksik değildir. Geri dönüşümü sağlanabilir. Mümkün değilse insinerasyon ile bertaraf edilebilir.

Ambalajlama

Ürünümüz 25 kg'lık FFS (Form Fill Seal) beyaz renkli PE torbalarda veya 1400 kg'lık PP Büyük torbalarda bulunmaktadır. PE ambalaj ulusal mevzuata uygun şekilde bertaraf edilmelidir. 30 Temmuz 2004 tarih ve 25538 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Ambalaj ve Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğine göre geri dönüşüme uygundur.

14. TAŞIMACILIK BİLGİLERİ**14.1. UN Numarası**

Veri yok.

14.2. Uygun UN taşımacılık adı

Veri yok.

14.3. Taşımacılık zararlılık sınıf(lar)ı

Kara Taşımacılığı

ADR/RID düzenlemelerinde tehlikeli kimyasal madde olarak sınıflandırması yapılmamıştır.

Deniz Taşımacılığı

IMO düzenlemelerinde tehlikeli kimyasal madde olarak sınıflandırması yapılmamıştır.

Havayolu Taşımacılığı

IATA /ICAO düzenlemelerinde tehlikeli kimyasal madde olarak sınıflandırması yapılmamıştır.



GÜVENLİK BİLGİ FORMU

Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmeliğe uygundur (RG, 13.12.2014, Sayı-29204).

Madde/Karışım Adı	Yüksek Yoğunluk Polietilen	Hazırlama Tarihi	01.04.2010
		Revizyon Tarihi	07.07.2017
Form Numarası	UR.15-BF-00002	Revizyon No.	15
		Sayfa No.	6 / 6

14.4.Ambalajlama grubu

Veri yok.

14.5.Çevresel zararlar

Veri yok.

14.6.Kullanıcı için özel önlemler

Veri yok.

14.7.MARPOL 73/78 ek II ve IBC koduna göre dökme taşımacılık

Veri yok.

15. MEVZUAT BİLGİLERİ

15.1.Madde veya karışıma özgü güvenlik, sağlık ve çevre mevzuatı

Maddelerin veya Karışımların SEA Hakkında yönetmeliğe (RG 11.12.2013 Sayı.28848 mükerrer) göre

Kullanım izinleri ve/veya kısıtlamaları yoktur.

Bu madde için herhangi bir Kimyasal Güvenlik Değerlendirmesi gerçekleştirilmemiştir.

16. DİĞER BİLGİLER

F	Kolay alevlenebilir.
T	Toksik
N	Çevre için tehlikeli
E	Patlayıcı Madde
C	Aşındırıcı Madde
TLV	Eşik Sınır Değeri
TWA	Zaman Ağırlıklı Ortalama
ACGIH	Amerikan Hükümeti Endüstri Hijyenistleri Birliği
UZDM	Ulusal Zehir Danışma Merkezi
STEL	Kısa Süreli Maruziyet Sınırı
ADR	Tehlikeli Maddelerin Karayolunda Uluslararası Taşınması ile ilgili Avrupa Anlaşması
IMO	Uluslararası Denizcilik Örgütü
OSHA	Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı
OES	Mesleki Maruziyet Standartları
PEL	İzin Verilen Maruziyet Limiti
REL	Önerilen Maruziyet Limiti
IATA	Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği
ICAO	Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu
RID	Tehlikeli Maddelerin Demiryoluyla Uluslararası Taşınması ile ilgili Avrupa Anlaşması

Burada verilen bilgiler bugünkü bilgi düzeyimize dayanmakta olup, doğru ve eksiksiz olduğu düşünülmemelidir. Mevcut kanun ve yönetmelikler ürünümüzün alıcısı tarafından kendi sorumluluğu içinde dikkate alınmalıdır.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Ad Soyad: Gökhan Renda

Cinsiyet: Erkek

Doğum Tarihi: 30.04.1993

Doğum Yeri: İstanbul

Askerlik Durumu: 2019 MART- 16B

Sürücü Belgesi: B, B1, D1, F, M

Medeni Durum: Bekar

Uyruk: T.C.



İletişim Bilgileri

Adres: 19 Mayıs Mah., Uzay Sk., Yunus Emre Apt., No:8, D:5

Telefon: 0(216) 410 17 02

Cep: 0(534) 335 40 78

E- posta: gokhanrenda@hotmail.com.tr, gokhanrenda@gmail.com

Eğitim Bilgileri

Lise (2007- 2012)

Özel Çevre Koleji

Lisans (2012- 2016)

T.C. Marmara Üniversitesi/ Teknoloji Fakültesi- Metalurji ve Malzeme Mühendisliği

Yüksek Lisans (2017-2018)

T.C. Marmara Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü- Metalurji ve Malzeme Mühendisliği (Türkçe)

İş Deneyimleri

06.2014/ 08.2014 (36 iş günü) – ELSEL Gaz Armatürleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. / Stajyer Mühendis - Kalite Kontrol Bölümü

09.2015/ 12.2015 (64 iş günü) – Sami Tongün Cam Elyafı Polyester Ürünleri A.Ş. / Stajyer Mühendis – Kalite Kontrol Bölümü

07.2016/ 08.2016 (36 iş günü) – PGM Proje Gözetim Mühendislik / Stajyer Mühendis – Dış Ticaret Gözetim Departmanı

Yetkinlikler

Bilgisayar: Word (iyi), Power Point (iyi), Excel (iyi), Auto Cad (orta), Solid Works (orta)

Testler, Cihazlar, Üretim: SMC, BMC, Çekme, Darbe, MFI, HDT/ Vicat, LOI, UL-94 Yanmazlık, Sürtünme, Aşınma, Sertlik, Kızgın Tel Deneyi, CTI, Kül Testi

Sertifikalar: International Conference on Physical Chemistry and Functional Materials (PCFM'18)

Yayınlar:

-Investigation on Physical and Tribological Properties of High Density Polyethylene/Pinna Nobilis Polymer Composites

-Investigation on Mechanical and Flammability Properties of High Density Polyethylene/ Pinna Nobilis Polymer Composites

Yabancı Dil

İngilizce: Okuma (iyi), yazma (iyi), konuşma (orta)

İspanyolca: Okuma (başlangıç üzeri), Yazma (başlangıç üzeri), Konuşma (başlangıç)

Sınav Sonuçları

Yökdil (Mart, 2017) : 51

ALES (Aralık, 2016) : 78

Hobiler

Futbol, basketbol, masa tenisi, yelken

Doğa ve kültürel turlar, fotoğrafçılık

Referanslar

Prof. Dr. Münir TAŞDEMİR

munir@marmara.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÇAKIR

mcakir@marmara.edu.tr