

**ALKALİ ÖN İŞLEMİNE UĞRATILMIŞ ATIK GAZETE KÂĞIDI LİFLERİNİN
PLASTİK KOMPOZİT ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Seda ŞAHİNBAŞ

**Yüksek Lisans
Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı**

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Emrah PEŞMAN**

2017

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ALKALİ ÖN İŞLEMİNE UĞRATILMIŞ ATIK GAZETE KÂĞIDI LİFLERİNİN
PLASTİK KOMPOZİT ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seda ŞAHİNBAŞ

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Emrah PEŞMAN**

ARTVİN 2017

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “ALKALİ ÖN İŞLEMİNE UĞRATILMIŞ ATIK GAZETE KÂĞIDI LİFLERİNİN PLASTİK KOMPOZİT ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ ” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Yrd. Doç. Dr. Emrah PEŞMAN’ın sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, deneyleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

20/06/2017

Seda ŞAHİNBAŞ

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ALKALİ ÖN İŞLEMİNE UĞRATILMIŞ ATIK GAZETE KÂĞIDI LİFLERİNİN
PLASTİK KOMPOZİT ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Seda ŞAHİNBAŞ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19/06/2017

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 11/07/2017

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Emrah PEŞMAN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hüseyin PEKER

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Sevda BORAN

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 11/07/2017 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../..... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir

Doç. Dr. Hilal TURGUT
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

"Alkali Ön İşlemine Uğratılmış Atık Gazete Kâğıdı Liflerinin Plastik Kompozit Üretiminde Değerlendirilmesi" isimli bu tez çalışması Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Bilim Dalında Yüksel Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

İlk olarak tez danışmanlığımı üstlenerek araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi sırasında beni yönlendiren, çalışmanın her aşamasında bilgi ve tecrübeleriyle yanımda olan sayın hocam Yrd. Doç.Dr. Emrah PEŞMAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Araştırmamla ilgili istatistiksel analizlerin yapılması aşamasında bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Hüsnü YEL'e teşekkür ederim.

Ayrıca laboratuvar çalışmaları ve tez yazım aşamasında yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Uğur ÇUKUR'a teşekkür ederim.

Tüm öğrenim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme, tez yazım aşamasında desteğini esirgemeyen kardeşim Emrah Recep ŞAHİNBAŞ'a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Araştırmamın bilimsel ve teknik açıdan uygulayıcılara faydalı olmasını dilerim.

Seda ŞAHİNBAŞ

Artvin-2017

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TABLolar DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
1 GENEL BİLGİLER	1
1.1. Plastikler.....	2
1.1.1. Türkiye’de Plastik Endüstrisi.....	2
1.1.2. Plastik Türleri ve Özellikleri.....	3
1.1.2.1. Termosetler	3
1.1.2.2. Elastomerler	4
1.1.2.3. Termoplastikler	4
1.1.2.3.1. Polietilen(PE)	4
1.1.2.3.1.1. Yüksek Yoğunluklu Polietilen(YYPE).....	5
1.1.2.3.1.2. Düşük Yoğunluklu Polietilen(DYPE).....	5
1.2. Atık Kâğıtlar.....	6
1.2.1. Atık Kâğıtların Sınıflandırılması	7
1.3. Odun Plastik Kompozit Üretiminde Kullanılan Birleştirici Kimyasallar	8
1.4. Odun Plastik Kompozitler.....	10
1.4.1. Odun Plastik Kompozit Türleri.....	10
1.4.1.1. Termoset Esaslı Odun Plastik Kompozitler	11
1.4.1.2. Termoplastik Esaslı Odun Plastik Kompozitler	11
1.4.2. Odun Plastik Kompozitlerin Avantaj ve Dezavantajları	12
1.4.3. Odun Plastik Kompozitlerin Kullanım Alanları	13
2 MATERYAL VE YÖNTEM	14

2.1. Materyal	14
2.2. Yöntem.....	14
2.2.1. Hamurlaştırma İşlemi.....	14
2.2.2. OPK Üretimi ve Uygulanan Test Yöntemleri.....	15
2.2.2.1. OPK Üretimi	15
2.2.2.2. Araştırma Yöntemi.....	19
2.2.2.2.1. Malzemenin Karakterizasyonuna Ait Yapılan Çalışmalar.....	19
2.2.2.2.2. Fiziksel Özellikler	20
2.2.2.2.2.1. Su Alma Oranı	20
2.2.2.2.2.2. Kalınlık Artış Oranı	20
2.2.2.2.3. Mekanik Özellikler.....	21
2.2.2.2.3.1. Eğilme Özellikleri	21
2.2.2.2.3.2. Çekme Özellikleri	23
2.2.2.2.4. Isıl Özellikler.....	24
2.2.2.2.4.1. Termogravimetrik Analiz(TGA).....	24
2.2.2.2.4.2. Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC).....	25
2.2.3. İstatistiksel Analiz.....	25
3 BULGULAR ve TARTIŞMA.....	26
3.1. Dolgu Maddesi ve Plastik Kompozitlere Ait FTIR-ATR Spektrumları	26
3.2. Fiziksel Test Sonuçları.....	31
3.2.1. Su Alma Oranı ve Kalınlık Artış Oranı.....	31
3.3. Mekanik Test Sonuçları	33
3.3.1. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü	33
3.3.2. Çekme Direnci ve Çekmede Elastikiyet Modülü.....	36
3.4. Termal Analizler	39
4 SONUÇ ve ÖNERİLER.....	42
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ.....	50

ÖZET

ALKALİ ÖN İŞLEMİNE UĞRATILMIŞ ATIK GAZETE KÂĞIDI LİFLERİNİN PLASTİK KOMPOZİT ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Odun plastik kompozitler (OPK); odun unu veya tarımsal atıkların polimer matrisi içerisine katılmasıyla üretilen kompozit malzemeler olarak isimlendirilmektedir. OPK üretiminde saf polimerler kullanıldığı gibi atık polimerlerde kullanılabilir. OPK üretiminde saf polimerler kullanıldığı gibi atık polimerlerde kullanılabilir.

Bu çalışmada alkali ile muamele edilmiş atık gazete kâğıdı lifleri kullanılarak üretilen odun plastik kompozitlerinin mekanik, fiziksel ve termal özellikleri belirlenmiştir. OPK'ların üretiminde tek vidalı ekstrüzyon kullanılmıştır. Her OPK levhası 3 dk. süre ile 170 ° C'de sıcak preste preslenmiştir. OPK levhaları yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) ve farklı oranlarda NaOH ile muamele edilmiş (%0,%5,%10) atık gazete kâğıdı lifleri kullanılarak 3 farklı grup halinde üretilmiştir.

OPK üretiminde alkali ile muamele edilmiş atık gazete kâğıdı liflerinin kullanımının fiziksel, mekanik, termal analizleri üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca en iyi fiziksel, mekanik ve termal özellikleri %5 NaOH ile muamele edilen atık gazete kâğıdı liflerinden üretilen odun plastik kompozitlerin verdiği belirlenmiştir.

Bu çalışmada, dolgu maddesi olarak kullanılan atık gazete kâğıdı liflerinin potansiyel olarak faydalanılabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Odun Plastik Kompozit, Atık Gazete Kâğıdı Lifleri, TGA, Mekanik Özellikler, Yüksek Yoğunluklu Polietilen.

SUMMARY

EVALUATION OF WASTE NEWSPAPER PAPER FIBRES WHICH IS PRETREATED WITH ALKALI IN PLASTIC COMPOSITE PRODUCTION

Wood plastic composites (WPC); are termed composite materials which produced by the incorporation of wood flour or agricultural wastes into the polymer matrix. Pure polymers can be used in WPC production as well as waste polymers.

In this study; the mechanical, physical and thermal properties has been defined of wood plastic composites which is produced by using waste newspaper fibres which is treated with alkali. One-screw extrusion has been used in the production of WPCs. Each WPC plates were pressed at 170 °C for 3 minutes in a hot press. The WPC plates were produced in 3 different groups with using high density polyethylene (HDPE) and waste newspaper paper fibres treated with NaOH at different ratios(0%,5%,10%).

It has been defined that using waste newspaper fibres pretreated with isn't any negative effects on the physical, mechanical and thermal analysis of WPC production. It has also determined that the best physical, mechanical and thermal properties were obtained from the wood plastic composites produced from waste newspaper fibres treated with 5% NaOH.

It has been seen that the waste newspaper fibres used as a filler material could be benefit potentially in this study.

Key words: Wood Plastic Composite, Waste Newspaper Fibres, TGA, Mechanical Properties, High Density Polyethylene

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. OPK'ların kullanım alanları.....	13
Tablo 2. Üretim reçetesi	17
Tablo 3. Dalga boyu karakterizasyonu.....	29
Tablo 4. NaOH ile muamele edilmiş atık gazete kağıdı lifler kullanılarak üretilen Lif-Plastik kompozitlerin su alma oranı ve kalınlık artışı oranı değerleri	33
Tablo 5. Lif-Plastik kompozitlerin eğilme direnci analiz sonuçları.....	33
Tablo 6. Lif-Plastik kompozitlerin eğilme direnci ÇVA sonuçları.....	34
Tablo 7. Lif-Plastik kompozitlerin eğilmede elastikiyet modülü analiz sonuçları	35
Tablo 8. Lif-Plastik kompozitlerin eğilmede elastikiyet modülü ÇVA sonuçları	35
Tablo 9. NaOH ile muamele edilmiş atık gazete kağıdı lifleri kullanılarak üretilen Lif-Plastik kompozitlerin eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri.....	36
Tablo 10. Lif-Plastik kompozitlerin çekme direnci analiz sonuçları	36
Tablo 11. Lif-Plastik kompozitlerin çekme direnci ÇVA sonuçları	37
Tablo 12. Lif-Plastik kompozitlerin çekmede elastikiyet modülü analiz sonuçları....	37
Tablo 13. Lif-Plastik kompozitlerin çekmede elastikiyet modülü ÇVA sonuçları....	37
Tablo 14. NaOH ile muamele edilmiş atık gazete kağıdı lifleri kullanılarak üretilen Lif-Plastik kompozitlerin çekme direnci ve çekmede elastikiyet modülü değerleri.....	38
Tablo 15. Lif-Plastik kompozitlerinin termal ve kristallenlik özellikleri.....	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Tüketimin plastiklere göre dağılımı.....	3
Şekil 2. Yüksek yoğunluklu polietilen örneği.....	5
Şekil 3. Alçak yoğunluklu polietilen örneği	6
Şekil 4. OPK üretiminde kullanılan uyumlaştırıcı ajanların çalışma şekli	9
Şekil 5. Laboratuvar Tipi Helikopulper	15
Şekil 6. Wiley değirmeni.....	15
Şekil 7. Sarsak elek	16
Şekil 8. Kurutma fırını (Etüv)	16
Şekil 9. Ekstruder	17
Şekil 10. Kırıcı	18
Şekil 11. Sıcak pres makinesi.....	18
Şekil 12. Polimer-kompozit üretimi iş akış şeması.....	19
Şekil 13. Zwick/Roell Z010 Üniversal test makinesi	21
Şekil 14. Çekme test düzeneği	23
Şekil 15. Termogravimetrik Analiz (TGA) cihazı	24
Şekil 16. Alkali işlem görmüş ve görmemiş atık gazete kâğıdı liflerine ait spektrumlar.....	27
Şekil 17. Alkali işlem görmüş ve görmemiş atık gazete kâğıdı liflerinin kristallenlikle ilişkili dalga boylarındaki absorbands pikleri ve alanları	28
Şekil 18. Lif-Plastik kompozitlerine ait FTIR-ATR spektrumları.....	31
Şekil 19. Lif-Plastik kompozitlerin su alma oranları	32
Şekil 20. Lif-Plastik kompozitlerin kalınlık artış oranları	32
Şekil 21. Lif-Plastik kompozitlerinin SEM görüntüleri.....	39
Şekil 22. Lif-Plastik kompozitlerinin TGA ve DTGA grafikleri.....	40

KISALTMALAR DİZİNİ

AGK	: Atık gazete kâğıdı
ASTM	: American society for testing and materials
ÇVA	: Çoğul varyans analizi
DSC	: Diferansiyel Taramalı Kalorimetre
DTG	: Türev termogravimetrik analiz
DYPE	: Düşük yoğunluklu polietilen
GPa	: Gigapaskal
J/m	: Joule/metre
MF	: Melamin formaldehit
MPa	: Megapaskal
μ	: Mikron
NaOH	: Sodyum hidroksit
OPK	: Odun plastik kompozit
OSB	: Yönlendirilmiş yongalevha
PE	: Polietilen
PET	: Polietilen tereftalat
PF	: Fenol formaldehit
PMDI	: Polimerik difenilmetan diizosiyanat
PP	: Polipropilen
PS	: Polistren
PUR	: Polyurethane
PVA	: Polivinil asetat
PVC	: Polivinil klorür
RF	: Resorsinol formaldehit
SEM	: Taramalı elektron mikroskobu
SPSS	: Statistical package for the social science
TAK	: Tabakalanmış kaplama kereste
TGA	: Termogravimetrik analiz
UF	: Üreformaldehit
YYPE	: Yüksek yoğunluklu polietilen

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artışına paralel olarak gelişen teknolojiyle birlikte sanayinin gelişmesi, plansız kentleşme, doğal kaynakların azalması, hızlı ve bilinçsiz tüketim gibi nedenlerden oluşan çevre kirliliği, dünyanın karşılaştığı en önemli sorunlardandır (Altuntaş, 2010). Bu sorunlardan dolayı son yıllara geri dönüşüm ön plana çıkmıştır ve geri dönüştürülebilen materyaller önem kazanmıştır.

Geri dönüşüm yeniden kullanılma imkânı olan atıkların kimyasal ya da fiziksel işlemler uygulanarak yeniden kullanılması veya herhangi bir üretimde tekrar kullanılması olarak adlandırılabilir. Bu sayede hem hammadde hem de enerji tasarrufu sağlanabilir. Geri dönüşüm sonucunda atıklar azalır ve buna bağlı olarak çevre kirliliği de azalacaktır.

Türkiye’de yaklaşık 3 milyon tonluk plastik atık bulunmakta ve az bir kısmı geri dönüştürülmektedir (Mengeloğlu, 2006). Plastik atıkların tamamına yakını termoplastikler oluşturmaktadır. Termoplastikler arasından en büyük paya %22 ile polipropilen (PP) sahiptir. Polipropileni; %19 ile polivinürlorür (PVC), %18 ile düşük yoğunluklu polietilen (DYPE), %8 ile yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) takip etmektedir. Termoplastikler kimyasal yapıları dolayısıyla geri dönüşüme müsait malzemelerdir. Geri dönüşüm işlemleri, çöp alanlarına atılan atık miktarlarını azaltarak bunların sebep olduğu çevresel kirlenmeyi de azaltmaktadır. Bu sayede yeni hammadde kullanılması yerine atıkların değerlendirilmesi yoluyla hammadde ve enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

Polietilen, polipropilen gibi polimerler ve lignoselülozik malzemeler polimer kompozit üretiminde kullanılabilir. Bu tip kompozitler kapı-pencere doğraması ve kamelya malzemesi gibi alanlarda kullanılabilir. Polimer kompozitlerin avantajları yüksek spesifik dirençlerinin olması, düşük yoğunluğa sahip olmaları ve kolay temin edilmeleri sayılabilir.

Türkiye’deki atık plastik ve atık kâğıt potansiyeli düşünüldüğünde bu atıkların polimer kompozit üretiminde değerlendirilmesinin iyi bir alternatif olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada plastik olarak yüksek yoğunluklu polietilen ile lignoselülozik materyal olarak atık gazete kâğıtları kullanılarak oluşturulan polimer kompozitlerin fiziksel, mekanik ve termal analizleri incelenmiştir.

1.1. Plastikler

Plastikler, normal sıcaklıkta genellikle katı halde bulunan, basınç ve ısı kullanılarak mekanik yöntemlerle şekillendirilebilen veya kalıplanabilen organik polimerik maddelerdir (Hüner, 2008). Bir polimerizasyon ürünü olan plastiklerin ana hammaddesini doğal gaz, petrol ve kömür oluşturmaktadır (DPT, 2001).

Plastikler, kolayca şekillendirilebildiğinden dolayı kalıplama ya da haddeleme gibi işlemler ile çeşitli alanlarda kullanılabilecek hale getirilmesiyle kimya sanayinde büyük bir öneme sahip olmuştur. Plastikler; kullanım alanları, ekonomiklikleri, uygulama kolaylıkları ve özelliklerinin her geçen gün iyileşmesi ile kullanım miktarında artışa sebep olmuş, buda plastik atık miktarındaki belirgin artışı beraberinde getirmiştir. Türkiye'deki yıllık katı atık miktarı 25.133.696 ton olup, bunun ise 2.039.341 tonunu plastikler oluşturmaktadır. Bu da yaklaşık % 8'ini kapsamaktadır (DİE, 2003).

1.1.1. Türkiye'de Plastik Endüstrisi

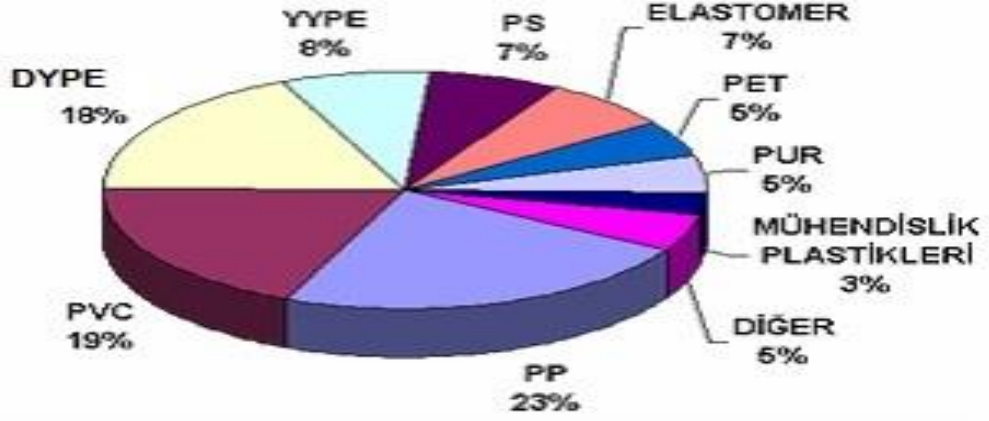
Türk plastik endüstrisinin geçmişi son 40 yıla dayanmakta ve oldukça hızlı gelişmektedir. 1995 yılı ile birlikte plastik işleme sektörünün kapasitesi 986.186 ton/yıl iken, 1998 senesinin sonuna gelindiğinde 2.630.580 ton/yıla ulaşmıştır. 1996-2000 yılları arasında plastik üretimi yılda ortalama %12,5 oranında artış göstermiştir (URL-1).

Ülkemiz, 2,2 milyon ton olan plastik tüketimi ile Avrupa'da altıncı sırada bulunmaktadır (URL-1).

Türkiye'de en çok kullanılan plastikleri günlük hayatta sıkça karşılaştığımız polivinürlorür (PVC), polistiren (PS), polietilen (PE), polipropilen (PP) gibi plastikler oluşturmaktadır.

Şekil 1'de Türkiye'de kullanılan plastik oranları verilmiştir.

TÜKETİMİN PLASTİKLERE GÖRE DAĞILIMI



Şekil 1. Tüketimin plastıklere göre dağılımı (URL 1).

1.1.2. Plastik Türleri ve Özellikleri

Plastikler 3 ana gruba ayrılır. Bunlar:

- Termosetler,
- Elastomerler,
- Termoplastiklerdir.

1.1.2.1. Termosetler

Termosetler sıcaklıkla sertleşen dayanıklı polimerlerdir. Termosetler mukavemetleri, rijitlikleri, kullanım sıcaklıkları ve dış etkilere karşı dayanıklılıkları yönünden termoplastiklerden daha üstündürler. Tekrar kullanılamazlar. Sıcaklık sonucu oluşan hasarlar kalıcıdır(URL 2).

Bazı termoset türleri ise; fenolplastlar, aminoplastlar, poliesterler, polieterler, poliüretanlardır.

1.1.2.2. Elastomerler

Kauçuk terimi ile elastomer terimi birbirinin yerine kullanılabilirler. Elastomerler amorf yapıya sahip polimerlerdir. Normal kullanım sıcaklıkları camsı geçiş sıcaklıklarının üzerindedir (Mead ve Baker, 2006). Elastomerler çözülemez ve eritilemezler ancak şişebilirler. Elastomerler oda sıcaklığında yumuşak ve esnek durumda bulunurlar. Elastomerlere; otomobil lastikleri ve kauçuk contalar örnek verilebilir (Hüner, 2008).

1.1.2.3. Termoplastikler

Doğrusal ya da dallanmış olan termoplastikler soğutulunca katılaşır, ısıtılınca yumuşarlar. Termoplastikler ısıtma ve soğutma sonucunda birden fazla kez yumuşatılıp sertleştirilebildiğinden yeniden kullanılma özelliğine sahiptirler. Termoplastik malzemelere polietilen (PE), polipropilen (PP), polivinilklorür (PVC) ve polistiren (PS) örnek verilebilir (Fried, 1995). Polimerizasyon işlemi ile elde edilirler. Termoplastiklerin kullanım yerine bağlı olarak kullanım süreleri değişir. 54 °C ile 120 °C arasında, bazen de yapılarına bağlı olarak 260-270°C'ye varan sıcaklıklarda bozunurlar (Ay, 1992).

Poliolenfinler, polistiren ve polivinilklorür OPK üretiminde yaygın olarak kullanılan termoplastikler arasında yer almaktadır (Kylosov, 2007).

Bu çalışmada polietilen ve yüksek yoğunluklu polietilen ile çalışmalar yapıldığı için bazı özellikleri hakkında aşağıda bilgiler verilmiştir.

1.1.2.3.1. Polietilen(PE)

Polietilen; etilenin basınç altında ısı ya da bir katalizörün etkisiyle etilenin serbest radikal zincir polimerizasyonu sonucu elde edilir. Polietilenler genellikle; yarı kristal yapıda, tok, yüksek elektriksel ve kimyasal özelliklere sahip, düşük sürtünme katsayısı ve sıfıra yakın nem alma özelliğine sahip olan ve kolay işlenebilen polimerlerdir (Peacock, 2000; Crawford, 2001).

1.1.2.3.1.1. Yüksek Yoğunluklu Polietilen(YYPE)

YYPE en çok kullanılan plastiklerden biri olup düz ve uzun bir zincir yapısına sahiptir. Maksimum kullanılabilir sıcaklığı 120 °C'dir. Erime sıcaklığı 127-135 °C'dir (Fried, 1995). Yüksek yoğunluklu polietilenler % 85-95 şeffaftır. Yoğunluk, şeffaflık ile ilgili olduğundan, yoğunluk arttıkça şeffaflık da artmakta, sertlik ve mukavemet artarken yumuşama sıcaklığı da yükselmektedir (URL 3).

Düşük maliyetli, kolay şekillenebilmesi ve kırılmaya dayanıklı olduğundan geniş bir kullanım alanına sahiptir (Ezdeşir ve ark., 1999). YYPE 80 °C'de yüksek darbe dayanımına sahip, sterilize edilebilen ve yük olmadığına 80 °C'ye kadar rahatlıkla kullanılabilen bir malzemedir. Enjeksiyona çok uygundur (Pişkin, 2000).

YYPE'den üretilen en yaygın ürünler; plastik tüpler, atık torbaları, kablo yalıtımları, kovalar, parfüm ve losyon kapları, boru üretiminde kullanılan malzemelerden atık su ve basınçlı borularda, şişe, bidon, varil, süt, su, meyve suları, sıvı deterjanlar, motor yağı kapları, oyuncak, elektrik ve elektronik eşya imalatında kullanılmaktadır (Ezdeşir ve ark., 1999).



Şekil 2. Yüksek yoğunluklu polietilen örneği.

1.1.2.3.1.2. Düşük Yoğunluklu Polietilen(DYPE)

Düşük yoğunluklu polietilenin yoğunluğu 0.91–0.93 gr/ml'dir. 40–70 °C arasında kullanılabilen DYPE'nin sertliği ve dayanıklılığı YYPE'ye göre daha düşük,

kimyasal dayanımı sınırlıdır. Buna karşılık darbe dayanımı daha yüksektir. Maksimum kullanılabilir sıcaklığı 80 °C'dir. Erime sıcaklığı 98-120 °C'dir (Fried,1995). Esnek, yumuşak, kolay kesilebilir ve buruşmaz özelliğe sahip bir plastiktir. DYPE plastikleri, pürüzsüz, esnek ve nispeten saydam olduğundan dolayı en çok film hammaddesi olarak kullanılır. DYPE plastikler, pigment ilave edilmezse süt beyazı rengindedir (Ezdeşir ve ark., 1999).

Bu plastikler genellikle yiyecek paketlenme, inşaat örtüsü, çuval, büzgü ve germe salı, ziraat örtüleri ve çöp gübre torbaları imalatında ve esneklik, sertlik ve parlaklık istenen yerlerde kullanılmaktadır. Ayrıca kâğıt, kumaş gibi yüzeylerin kaplanmasında kullanılır. Bu kaplama, yüzeye sertlik verdiği gibi yüzeyin düzgün olmasını sağlar ve dış şartlara karşı direncini artırır (süt kapları, meyve suyu kutuları) (Ezdeşir ve ark., 1999).



Şekil 3. Düşük yoğunluklu polietilen örnekleri

1.2. Atık Kâğıtlar

Herhangi bir kullanım alanında fonksiyonunu tamamlamış ve atılan her türlü kâğıt, karton ve mukavvalara atık kâğıt denilmektedir.

Dünya genelinde atık kâğıdın toplanarak geri dönüşümüne olan ilgi artarak devam etmektedir. Bunda son yıllarda ormanların kâğıt ve orman endüstrisi için bilinçsiz kullanılması sonucu orman kaynaklarının azalması ve ekolojik dengenin bozulması etkili olmuştur. Ayrıca atık kâğıdın geri dönüştürülebileceğinin mümkün olması da bunda etkili olmuştur(Şahin, 2013).

Ülkemizde atık kâğıdın toplanmasına 80'li yıllardan sonra başlanmış ve atık kâğıdın toplanmasına daha çok özel sektör önem vermiştir. Atık kâğıt kullanımı her ne kadar artsada ülkemizde ilkel yöntemlerle toplandığı için istenildiği kadar gelişmemiştir. Kâğıt endüstrisinin bir parçası olan dönüşüm sonucunda atık kâğıtlarda işlem görmüş kâğıt ürünlerine dönüşümde iyileşme amacına ulaşmak tasarlanmıştır. Şimdiki durumda atık kâğıt %40 oranında geri kazanılmaktadır. Kullanım oranı ise % 32'dir. Buna rağmen yıllık 100 milyon ton kâğıt ve kâğıt karton kullanımı söz konusudur. Kâğıt endüstrisinde atık kâğıdın kullanım oranı artmıştır. Ayrıca, birçok kâğıt ürünü % 100 atık kâğıtla üretilemez. Bundan dolayı bir başka pazar için atık kâğıtlar kullanılabilir. Kompozit ürünler bu pazarı oluşturmanın yanı sıra birçok yarar da sağlamaktadır.

Kompozit imalatındaki ekonomi küçük- ölçekli işlemler için; kâğıt endüstrisinden oldukça uygundur. Kompozitler her türlü atık kâğıttan üretilir (kil, mürekkep, yapıştırıcılar vs. kapsamaktadır)(Backiel, 1995).

1.2.1. Atık Kâğıtların Sınıflandırılması

Kâğıt üretimi ve kâğıt dönüşüm işlerinde birçok tip ve özellikte maddelerin kullanılması, kâğıtların sınıflandırılarak geri dönüşümlerinin yapılmasını daha da önemli kılmıştır. Amaca uygun ve başarılı bir atık kâğıt geri dönüşüm sisteminin temelini, benzer türdeki kâğıt gruplarının aynı anda işleme koyulması oluşturur (Şahin, 2009). Genel olarak, benzer türdeki kâğıtların aynı anda geri dönüşümlerinin yapılması ile geri kazanılan selüloz liflerinin kalitesinin yükseldiği ve prosesin veriminin olumlu yönde etkilendiğine inanılmaktadır. Bu nedenle, aynı özellikteki kâğıtların bir arada, büyük miktarlar halinde tesislerde işlenebilmesi için, atık kâğıt ürünlerinin daha ilk oluşumu ya da geri dönüşüm tesislerine ulaştırılması sırasında özelliklerine göre sınıflandırılması ve aynı sınıf kâğıtların bir arada geri dönüşümlerinin yapılması, başarılı bir prosesin gerçekleştirilmesi için önem taşır (Thomson, 1992).

Atık kâğıtların sınıflandırılması, sayfa yapısı, kullanılan dolgu ya da yüzey maddelerinin tipi, üretim teknolojilerine bağlı olarak çok değişik şekilde yapılabilir. Diğer kâğıt sınıflarından kalite ve sayfa yapısı olarak belirgin şekilde ayrılan, geri

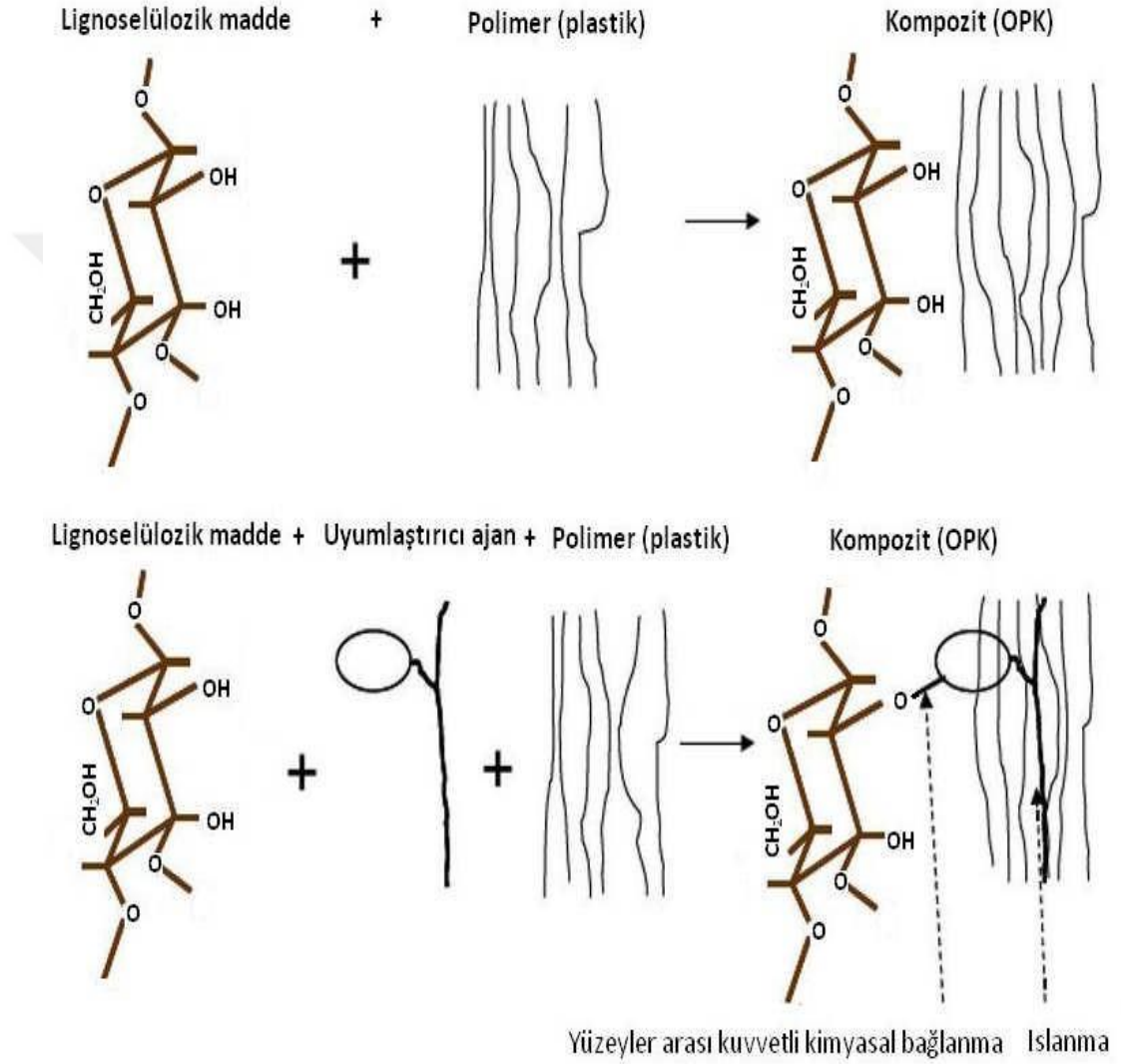
dönüşüme konu olan kâğıt ve karton ürünleri 5 ana sınıf altında özet olarak belirtilmiştir (Kelinau, 1990(a),(b); Mulligan, 1993; Thomson, 1992). Bunlar:

- Karışık Kâğıtlar: Mekanik veya kimyasal hamurdan üretilmiş değişik kalitede evsel ve ofislerden toplanmış kâğıtlar, kâğıt fabrikasında oluşan kenar kesim artıklarıdır. Kâğıt-karton kutu üretiminde kullanılır.
- Gazete Kâğıtları: Ev ve işyerlerinden toplanan yüksek mekanik hamur içeren eski gazetelerdir. Gazete kâğıdı, izolasyon kağıt levha ürünleri üretiminde kullanılır.
- Kullanılmış Karton Kutular: Perakende dükkânları, fabrikalar, ofislerde oluşan her türlü eski karton kutular, kutu fabrikasında oluşan atıklardır. Kâğıt-karton kutular, ambalajlama malzemeleri üretiminde kullanılır.
- Kâğıt Fabrikasyonu Atıkları: Kâğıt fabrikasyonu esnasında oluşan baskı görmemiş beyaz ve renkli kâğıtlar, beyaz veya yarı ağartılmış kâğıtlar, kâğıt dönüşüm tesislerinde oluşan artık kâğıtlardır. Beyaz veya renklendirilmiş kâğıtlar, renkli kâğıt havlular kullanım yerleridir.
- Mürekkepli Atıklar: Yüzeylerinde baskı ve yazıyla oluşmuş mürekkep bulunan her türlü kâğıtlar (defter, kitap, magazin, beyaz ve renkli kâğıtlar, bilgisayar çıktısı). Beyaz ve renklendirilmiş kâğıtlar, renkli kâğıt havlular kullanım yerleridir.

1.3. Odun Plastik Kompozit Üretiminde Kullanılan Birleştirici Kimyasallar

Yeni gelişen ve kullanım alanları gün geçtikçe artan odun-plastik kompozit (OPK) üretimi sorunsuz ve kolay değildir. Odun lifi ya da onların plastik matrisi içerisine eklenmesi sonucunda elde edilen bu malzemelerin üretimindeki en önemli sorunlar iki ana başlık altında toplanabilir. Bunlardan birincisi; odun unu ya da liflerinin sıcaklık ve neme duyarlı olması, ikincisi ise; hidrofilik yapıdaki odun lifi ile hidrofobik yapıda olan plastik yüzey arasındaki uyumsuzluktan kaynaklanan bağlanma problemleridir. Birleştirici; bir yandan hidrofilik lignoselülozik madde ile kimyasal bir bağ kurup, diğer taraftan hidrofobik polimer zincirini ıslatıp ikisinin birbirine karışmasını sağlar. Şekil 4’de uyumlaştırıcı ajanların çalışma şekli gösterilmiştir (Oksman ve Lindberg, 1998; Zhang v.d., 2002; Yang v.d., 2007).

OPK'ların odunun bozunma sıcaklığından daha düşük sıcaklıklarda üretilmesi durumunda birçok plastik için sıcaklık sorun olmamaktadır. Rutubetin olumsuz etkisi ise; kullanılacak olan odunu veya liflerinin kurutma işlemi uygulanması sayesinde ortadan kaldırılmaktadır.



Şekil 4. Uyumlaştırıcı ajanların çalışma şekli

Odunu ve plastik arasındaki uyumsuzluk sorunundan dolayı birçok araştırma yapılmış ve bu çalışmalarda odunu yüzeylerinin modifikasyon yoluyla hidrofobik bir yapıya dönüştürülmesinin zorunlu olduğu ortaya çıkmıştır (Pritchard, 1998; Karakuş, 2008). Bu nedenle çeşitli uyumlaştırıcı ajanlar kullanılmıştır. Bu ajanlar arasında en sık kullanılan kimyasallar maleik anhidritle muamele edilmiş sentetik

polimerlerdir. Uyumlaştırıcı kullanımı üzerine yapılan çalışmalarda sentetik polimerler ile aşlanmış maleik anhidritin lignoselülozik dolgu maddesi ile polimer matrisi arasında bir köprü görevi yaptığı kanıtlanmıştır (Sanadi v.d., 1997; Lu v.d., 2000; San v.d., 2008).

Fakat bütün uyumlaştırıcılar OPK'ların performansı üzerinde aynı etkiyi göstermemektedir. Bazı ticari uyumlaştırıcılar aynı zamanda akışkanlığı arttıracak bileşik de içermektedir. Bu bileşik OPK'nın akış özelliğini arttırabilir ve yüksek oranda kullanılması eğilme direnç özelliklerinde olumsuz etkiye yol açabilir. Bu nedenle OPK üretiminde uygun birleştirici seçimine dikkat edilmesi gerekmektedir (Felix v.d., 1993; Sanadi v.d., 1995; San v.d., 2008).

1.4. Odun Plastik Kompozitler

İki veya daha fazla materyalin bir araya getirilmesiyle oluşan ve çoğunlukla kendilerini oluşturan materyalden daha iyi özelliklere sahip malzemelere kompozit malzeme denilmektedir (Mengeloğlu ve ark., 2002). Odun kompozit ürünlerinin önemi; odun kompozitlerin kullanımının artması ve yeni kullanım alanlarının bulunması, odun kompozit ürünlerinin çeşitliliği ve artışıyla ilişkilidir (Matuana ve Heiden, 2004).

Ticari değeri düşük olan odun materyalleri ve tarımsal atıklardan üretilen odun kompozitleri kereste üretiminde önemli bir role sahiptir. Odunsu materyallerin birleştirilmesiyle oluşturulan ham materyaller homojen olduğundan yüksek kaliteli ve aynı özelliklere sahip çeşitli kompozitler üretilebilmektedir. Kompozit üretiminde değerlendirilen odun hammaddesi, üretilen malzeme içindeki dağılımına, şekline ve boyutuna bağlı olup aynı zamanda son kullanım yerine uygunluğu da kompozit üretiminde kullanılan odun türleri ve tutkallara bağlıdır (Matuana ve Heiden, 2004).

1.4.1. Odun Plastik Kompozit Türleri

Odun kompozitleri; termoset esaslı odun kompozitler ve termoplastik esaslı odun kompozitler olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmaktadır (Matuana ve Heiden, 2004).

1.4.1.1. Termoset Esaslı Odun Kompozitler

Termoset esaslı odun kompozitler; odun materyalleri ve termoset esaslı tutkallar kullanılarak preslenmesiyle oluşan malzemelerdir (Matuana ve Heiden, 2004).

Termoset odun tutkalları kullanılarak üretilen kompozitlerde, odun materyallerini birbirlerine bağlamak için üre formaldehit (UF), melamin üre formaldehit (MF), fenol formaldehit (PF), resorsinol formaldehit (RF), polivinil asetat (PVA), polimerik difenil diizosiyanat (PMDI) gibi çeşitli yapıştırıcılar kullanılmaktadır. Odun kompozit ürünlerinde kullanılan en önemli odun tutkalı oranları; % 60 ÜF ve MF, % 32 PF ve RF, geriye kalan yaklaşık % 9 ise PVA ve PMDI'dır. Bazı kompozit ürünlerinde performans ile maliyetin dengelenmesi için bu yapıştırıcılar çeşitli şekilde birleştirilerek kullanılmaktadır. Odun kompozitlerinin üretimi için kullanılan en etkin ve en baskın tutkallar amino reçineler (UF, MF) ve fenolik reçineler (PF, RF) 'dir (Matuana ve Heiden, 2004; Mengeloğlu ve Kurt, 2004).

Küçük parçacıkların üre formaldehit ve fenol formaldehit gibi termoset tutkallarla birleştirilmesiyle oluşturulan ve mobilyacılıkta kullanılan yonga levha, MDF ve inşaat sektöründe kullanılan tabakalı ağaç malzeme, yönlendirilmiş yonga levha (OSB), tabakalanmış kaplama kereste (TAK), tabakalanmış ağaç malzeme (Glulam) gibi ürünler termoset esaslı odun kompozitlere örnek verilebilir (Mengeloğlu ve Kurt, 2004).

1.4.1.2. Termoplastik Esaslı Odun Kompozitler

Termoplastikler; doğrusal veya dallanmış yapıya sahip olup, ısıtılarak yumuşatılıp soğutulduğunda katılaştırılabilen polimerlerdir. Bu özelliklerinden dolayı yeniden kullanılabilir (geri dönüşüm) özelliğine sahiptirler. Bu tür polimerlere örnek olarak PE, PP, PVC, PS, akrilik ile naylon verilebilir (Korucu ve Mengeloğlu, 2007).

Termoplastiklerin içerisine malzemeyi güçlendirmek ya da maliyeti azaltmak amacıyla lignoselülozik yapıya sahip odun ve diğer organik maddeler kullanılmaya başlanmıştır. Ancak ülkemizde faaliyet gösteren plastik endüstrisinde organik dolgu maddelerinin (odun unu, tarımsal artık unu vb.) henüz kullanılmadığı görülmektedir (Korucu ve Mengeloğlu, 2007). Organik dolgu maddelerinin; yüksek oranlarda kullanılabilmesi, düşük enerjiye ihtiyaç duyması, biyolojik olarak bozunabilmesi ve

dünyanın her tarafında bulunabilmesi organik dolgu maddelerinin önemini her geçen gün artırmaktadır (Clemons, 2002; Karakuş, 2008).

Odun unlarının termoplastik esaslı polimerler ile karıştırılmasıyla oluşan kompozit levhalara termoplastik esaslı kompozit malzemeler denilmektedir. Termoplastik esaslı kompozit üretiminde farklı cinsten odunlardan elde edilen unlar veya lifler ile PE, PP, PVC ve PS gibi plastikler kullanılabilir. Bu termoplastikler lignoselülozik yapıya sahip olan materyallerin bozunmasını önlemek için daha düşük sıcaklıklarda (150- 220 °C) üretilenlerinden seçilmektedirler (Matuana ve Heiden, 2004).

1.4.2. Odun Plastik Kompozitlerin Avantaj ve Dezavantajları

Kompozit malzemelerin üretiminde dolgu maddesi olarak kullanılan alternatif malzemeler; hammadde kıtlığı çeken ve fiyatları artan odun ve plastik endüstrisinde büyük faydalar sağlamaktadır (Mengeloğlu ve ark., 2002).

Bundan dolayı odun plastik kompozitlerin üretiminin önemli ve gerekli olduğu görülmektedir.

Kompozit malzemelerin odun esaslı ürünlere göre bazı avantaj ve dezavantajları vardır. Bunlar:

Avantajları;

- Yüksek boyutsal stabiliteye sahiptirler ve çabaları çok azdır,
- İstenilen boyut ve şekillerde üretilirler,
- Çeşitli doku ve renkte üretilirler,
- Çatlama ya da lif kalkması görülmez,
- Böcek ve mantarlara karşı dayanıklılıkları yüksektir,
- Bakım gereksinimleri azdır,
- Geri dönüştürülebilir atık malzemelerden üretilirler (Karakuş, 2008).

Dezavantajları;

- Plastik hammaddenin özellikle de termoplastik matrislerin pahalı olması,

- Kompozitler gevrek yapılı malzeme olduklarından kolaylıkla zarar görürler ve onarımlarında yeni problemler oluşmaktadır,
- Kurutmada kullanılan teknikler uzun zaman almaktadır,
- Plastikten daha düşük çarpma direncine sahiptirler (Mengeloğlu ve ark., 2002)

1.4.3. Odun Plastik Kompozitlerin Kullanım Alanları

Odun plastik kompozitler bazı dezavantajlarına rağmen kompozit endüstrisinde hızla büyüyen alanlardan biri haline gelmiş ve birçok kullanım alanına sahiptir. Odun plastik kompozitlerin genel kullanım alanları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1.OPK’ların kullanım alanları (Karakuş, 2008)

Kullanılan Endüstri	Kullanım Alanları
İnşaat	Kapı, pencere ve çerçeve, çatı, kereste, merdiven
Bina İçi	Dekoratif profiller, raf, tabla, tırabzan, yer kaplama
Otomotiv	Kapı, iç panel, karoseri, arka raflar, bardak tutucuları
Bahçe/Park	Kamelya, yürüyüş parkurları, park-bahçe mobilyası
Endüstriyel	Ambalaj, iskele, palet, sandık, uyarı levhaları

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışmada dolgu maddesi olarak Doğan Printing Center'dan (Trabzon, Türkiye) 31.03.2007 yılında temin edilen gazeteler kullanılmıştır. Gazeteler temin edildikleri günden itibaren 10 yıl süre ile kapalı karanlık bir depoda oda sıcaklığında saklanmıştır. Gazete kâğıdı lifleri %77,32 mekanik hamur, %22,68 kimyasal hamur ve %1,40 kül içermektedir. Çalışmada plastik olarak Petrokimya Holding'den (Aliağa, Türkiye) elde edilen yüksek yoğunluklu polietilenler (YYPE) kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Öncelikle araştırmada dolgu maddesi olarak kullanılacak lifler hazırlanmıştır. Bunun için atık gazete kâğıtları 2×3 cm olacak şekilde elle yırtılarak poşetlenmiş ve hamurlaşma işlemine geçilmiştir.

Hamurlaştırma işlemi 3 farklı şartta %0,%5,%10 NaOH ilavesiyle üretilmiş ve her 3 işlem için her biri 100 gr olan atık gazete kâğıtlarından 10'ar örnek hazırlanmıştır.

2.2.1. Hamurlaştırma İşlemi

Hamurlaştırma 2 litre kapasiteli Şekil 5'te görülen hobart tipi pulper içerisinde gerçekleştirilmiştir. Her bir hamurlaştırma işlemi için tam kuru ağırlığı 100gr olan atık gazete kâğıtları sıcaklığı 50 °C olan su ile bir süre ıslanması beklenmiştir. Bundan sonra orta devirde (450 rpm) çalışır durumda olan pulper içerisine aktarılmış ve hamurlaştırıcının devri 1000 rpm'ye çıkarılarak hamurlaştırıcı içerisine %0,%5,%10 NaOH ilave edilmiş, 10 dk süre ile liflendirme işlemine tabii tutulmuştur. Her alkali muamelesinde de hazırlanan örnekler 30 dk boyunca alkali çözelti içerisinde bekletilip demlenmesi sağlanmış ve ardından lifler elek üzerinde bol su ile yıkanarak %30 konsantrasyona getirilmiştir. Bu işlemlerin ardından hamurlar hava kurusu ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur.



Şekil 5.Laboratuar tipi heliko pulper

2.2.2 OPK Üretimi ve Uygulanan Test Yöntemleri

2.2.2.1. OPK Üretimi

Atık gazete kâğıtlarından %0,%5,%10 NaOH ile muamele edilerek hazırlanıp kurutulmuş olan hamurlar Şekil 6'da görülen Wiley Değirmeninde öğütülerek un haline getirilmiştir.



Şekil 6.Wiley değirmeni

Dolgu maddesi olarak kullanılan maddelerin boyutlarının üretilen malzemelerin performansında etkili olduğundan un haline getirilen dolgu maddeleri boyutlandırılmıştır. Şekil 7'de gösterilen sarsak elekte 20-40-60-80 ve 100 mesh

gruplara ayrılmıştır. Çalışmada 60 mesh üzerinde kalan atık gazete kâğıdı lifleri kullanılmıştır.



Şekil 7. Sarsak elek

Sınıflandırılan atık gazete kâğıdı lifleri 24 saat süreyle kurutulmuştur. Kurutma için Şekil 8'deki etüv kullanılmış ve sıcaklık 103 ± 2 °C olacak şekilde ayarlanmıştır. Plastik kompozit üretiminde dolgu maddelerinin kurutulması önemlidir. Dolgu maddesi içindeki fazla su kurutmaya çıkarılmazsa üretim aşamasında kabarcık oluşmasına ve performans kayıplarına sebep olmaktadır.



Şekil 8. Kurutma fırını (Etüv)

Kurutulan dolgu maddeleri ve plastik hammadde üretilecek levha türüne göre karıştırılıp homojen bir karışım elde edilmiştir. Levha üretiminde kullanılan plastikler hiçbir işleme tabii tutulmamıştır. Aşağıdaki Tablo 2'de karışım oranları yüzde olarak verilmiştir.

Tablo 2.Üretim reçetesi

	Polimer	Dolgu Maddesi	Alkali ön işleminde
	%	(AGK Unu %)	kullanılan NaOH
			Miktarı
			%
Grup İsmi	YYPE	AGK	
A	70	30	0
B	70	30	5
C	70	30	10

Dört farklı ısıtma bölgesi olan ekstruderin ısıtma bölge sıcaklıkları 160-165-170-175 °C ve çalışma hızı 60 rpm (devir/dakika) olarak ayarlanmıştır. Şekil 9’da gösterilen ekstrüder (Rondol 32 12) içine koyulan karışım kovanın içindeki sürtünme ve ısının etkisiyle erimeye başlar. Vidanın dönme hareketi sayesinde daha homojen bir karışım oluşurken vidanın itme kuvveti ile karışım kafaya doğru ilerlemeye başlamıştır. Kafadan çıkan pelet halindeki karışım sertleşmesi için soğuk su banyosuna koyulmuştur.



Şekil 9.Ekstruder

Soğutulan peletler Şekil 10’da gösterilen kırıcıda küçük parçalar haline getirilmiştir. Elde edilen parçacıklar tam kuru halde olmadıkları için 12 saat süreyle 103±2 °C etüvde bekletilmiştir.

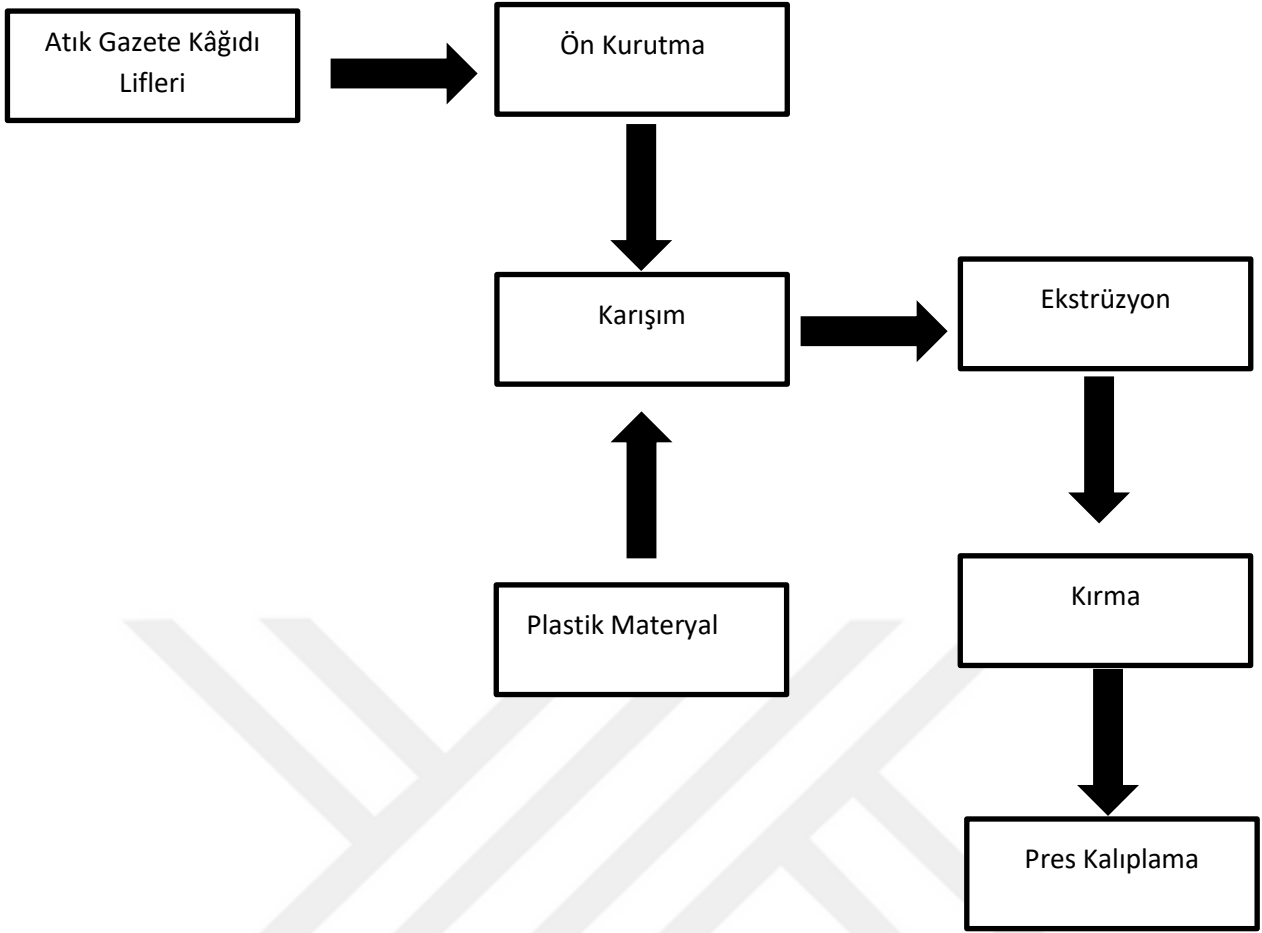


Şekil 10.Kırıcı

Kurutulan küçük parçalar Şekil 11’de gösterilen $170\pm 5^{\circ}\text{C}$ ’ye kadar ısıtılan sıcak preste 150×200 mm boyutlarında 5 mm kalınlığında her örnek grubundan 3’er adet olarak levhalar üretilmiştir.



Şekil 11.Sıcak pres makinesi



Şekil 12. Polimer-kompozit üretimi iş akış şeması

2.2.2.2. Araştırma Yöntemi

Bu araştırmada 3 örnek grubu olarak hazırlanan levhaların fiziksel özelliklerinden su alma ve kalınlık artış oranı belirlenmiştir. Mekanik özelliklerinden çekme direnci ve çekmede elastikiyet modülü, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü belirlenmiştir. Termal özelliklerini belirlemek için Termogravimetrik Analiz(TGA) ve Diferansiyel Taramalı Kalorimetre Analizi(DSC) yapılmıştır.

Morfolojik özelliklerini belirlemek amacıyla SEM analizleri yapılmıştır. Malzemenin karakterizasyonu için FTIR-ATR ölçümleri yapılmıştır.

2.2.2.2.1. Malzemenin Karakterizasyonuna Ait Yapılan Çalışmalar

Lif ve plastiklerin kompozit FTIR-ATR (Fourier Transform infrared-Attenuated Total Reflectance) spektrumları, Shimadzu IR Prestige-21 FTIR cihazı ve Pike Miracle ATR ataçmanıyla ölçülmüştür. Ölçüm aralığı $600-4000\text{ cm}^{-1}$, çözünürlük 16 cm^{-1} ve tekrar sayısı 16 olacak şekilde absorban değerleri kaydedilmiştir.

Taramalı elektron mikroskop görüntüleri (SEM) Carls Zeiss Evo LS-10 taramalı elektron mikroskobu ile ölçülmüştür. Örnekler ölçülmeden önce altın ile kaplanmıştır.

2.2.2.2.2. Fiziksel Özellikler

Bu çalışmada üretilen levhaların fiziksel özellikleri; su alma oranı ve kalınlık artış oranı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu ölçümler Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde yapılmıştır.

2.2.2.2.2.1. Su Alma Oranı

Su alma oranı ASTM D 1037 standardına uygun olarak yapılmış olup örnekler 50×50×50 mm boyutlarında hazırlanmış her örneklerin ağırlığı+0.01 g duyarlıklı analitik terazide tartılmıştır. Daha sonra örnekler su yüzeyinden 25 mm aşağıda tutularak 20±2 °C'lik suda deney süresi boyunca bekletilmişlerdir. Örneklerin ölçümleri 1,2,3,4,5,6 gün, 1,2,3,4,5,6,7,8 hafta sürelerde periyodik olarak yapılmıştır. Bu süreler sonunda sudan alınan örneklerin yüzeyleri bir bezle silinerek ağırlıkları aynı hassasiyetle tartılmıştır. Su alma oranı tüm levha türleri için aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak gerçekleştirilmiştir.

$$SA = \frac{m_y - m_k}{m_k} \times 100 \quad (1)$$

SA = Su alma oranı(%)

m_k = Örneğin ilk ağırlığı(g)

m_y = Örneğin suda bekletildikten sonraki ağırlığı(g)

2.2.2.2.2.2. Kalınlık Artış Oranı

Kalınlık artış oranı ASTM D 1037 standardında belirtilen esaslara uygun olarak yapılmış olup örnekler 50×50×50 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerin 3 noktasından 0.01 mm duyarlıklı mikrometreyle ölçülerek su yüzeyinden 25 mm aşağıda tutularak 19-21°C derece sıcaklıktaki suda deney süresi boyunca bekletilmişlerdir. Örneklerin ölçümleri 1,2,3,4,5,6 gün, 1,2,3,4,5,6,7,8 hafta sürelerde periyodik olarak yapılmıştır. Bu süreler sonunda sudan alınan örneklerin yüzeyleri

bir bezle silinerek kalınlıkları ilk ölçüldükleri noktalardan ölçülmüştür. Kalınlık artışları(KA) aşağıdaki eşitlikten faydalanılarak belirlenmiştir.

$$KA = \frac{e_y - e_k}{e_k} \times 100 \quad (2)$$

KA = Kalınlık artış oranı(%)

e_y = Suda bekletilen örneklerin kalınlığı(mm)

e_k = İklimlendirilmiş örnek kalınlığı(mm)

2.2.2.2.3. Mekanik Özellikler

Bu çalışmada üretilen levhaların mekanik özelliklerinden; eğilme ve çekme özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ölçümler Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır. Mekanik testler Amerikan Standartlarına (ASTM) uygun olarak yapılmıştır.

2.2.2.2.3.1. Eğilme Özellikleri

Eğilme özellikleri (eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü) Şekil 13'te gösterilen AÇÜ Orman Fakültesinde bulunan Zwick/Roell Z010 Universal test makinesi kullanılarak ASTM D 790 standardına uygun olarak belirlenmiştir. İklimlendirilen test örnekleri 5×13×150 mm olacak şekilde ebatlandırılmıştır. Deney sırasında levha örneklerinin yerleştirildiği dayanaklar arası açıklık 80 mm ve test hızı 2 mm/dak. olacak şekilde ayarlanmıştır. Deneme 3 nokta eğilme testi olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 13.Zwick/Roell Z010 Universal test makinesi

$$\sigma_e = \frac{3 \times F \times L}{2 \times b \times d^2} (\text{N/mm}^2) \quad (3)$$

F = Kırılma anındaki max. kuvvet (N)

L = Dayanak noktaları arasındaki mesafe

d = Örnek kalınlığı(mm)

b = Örnek genişliği(mm)

Eğilmede elastikiyet modülü:

$$E = \frac{F \times l^3}{4 \times b \times \Delta \times d^3} \quad (4)$$

F = Deformasyonu sağlayan kuvvet(N)

l = Dayanak noktaları arasındaki açıklık(mm)

d = Örnek kalınlığı(mm)

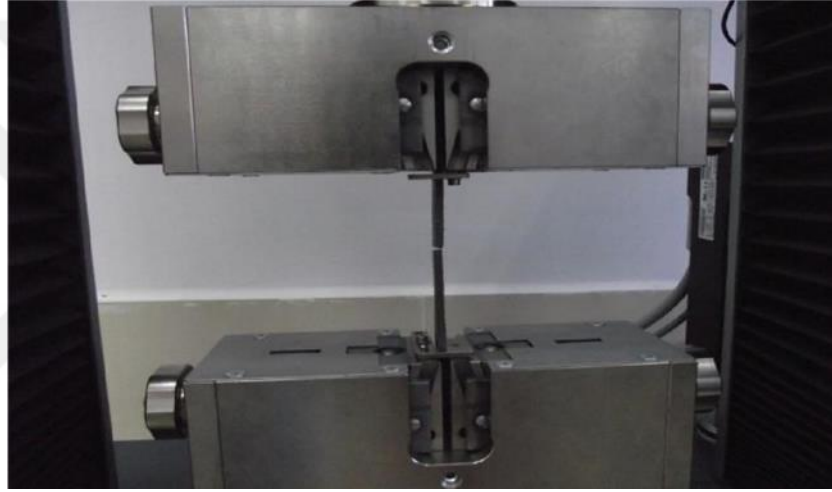
b = Örnek genişliği(mm)

Δ = Eğilme miktarı(sehim(mm))

Eşitliklerden yararlanılarak deney esnasında universal test makinesine ait bilgisayar programında otomatik olarak hesaplanmıştır.

2.2.2.2.3.2. Çekme Özellikleri

Çekme testi(çekme direnci ve çekmede elastikiyet modülü) Şekil 14’te gösterilen AÇÜ Orman Fakültesinde bulunan Zwick/Roell Z050 Universal test makinesi deney düzeneğinde ASTM D 638 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. İklimlendirilen test örnekleri 5×13×165 mm olacak şekilde ebatlandırılmıştır. Test hızı 5 mm/dak. olarak ayarlanmıştır.



Şekil 14.Çekme test düzeneği

Çekme direnci:

$$\delta_{\zeta d} = \frac{F_{max}}{A} \quad (5)$$

$\delta_{\zeta d}$ = Çekme direnci(N/mm²)

F_{max} = Kırılma anındaki max. kuvvet(N)

A = Örnek enine kesit alanı(mm²)

Çekmede elastikiyet modülü:

$$E = \frac{\delta_{\zeta d}}{\varepsilon} \quad (6)$$

ε = Çekme deneyi kopma sırasında oluşan birim uzama

E=Çekmede elastikiyet modülü(N/mm²)

$\delta_{\text{çd}}$ = Çekme direnci(N/mm²)

2.2.2.2.4. Isıl Özellikler

Üretilen levhaların termal özellikleri Artvin Çoruh Üniversitesi Bilim-Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

2.2.2.2.4.1. Termogravimetrik Analiz (TGA)

TGA örnek ağırlığının ölçüm sırasında sıcaklık veya zamana bağlı olarak ölçülmesidir. TGA analizi Şekil 15'te gösterilen ve Artvin Çoruh Üniversitesi Bilim-Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarında bulunan Pelkin Elmer (Model STA 6000) marka test cihazında yapılmıştır. Test örnekleri 3-5 mg tartıldıktan sonra porselen kroze içerisine yerleştirilerek cihaza konulmuştur. Test esnasında sıcaklık oda sıcaklığından 600°C'ye kadar 10 °C/dakika oranında artırılmıştır. Azot gazı akışı 20 mL/dakika olarak ayarlanmıştır.



Şekil 15. Termogravimetrik analiz(TGA) cihazı

2.2.2.2.4.2. Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC)

DSC analizi için PerkinElmer (Model DSC 8000) marka cihaz kullanılmıştır. Numuneler alüminyum pan ile kaplandıktan sonra cihaz içerisine yerleştirilmiştir. Test sırasında sıcaklık 250°C'ye kadar 10°C/dakika oranında arttırılmıştır. Test sırasında azot gazı akış hızı 20 ml/ dakika olarak ayarlanmıştır.

2.2.3. İstatistiksel Analiz

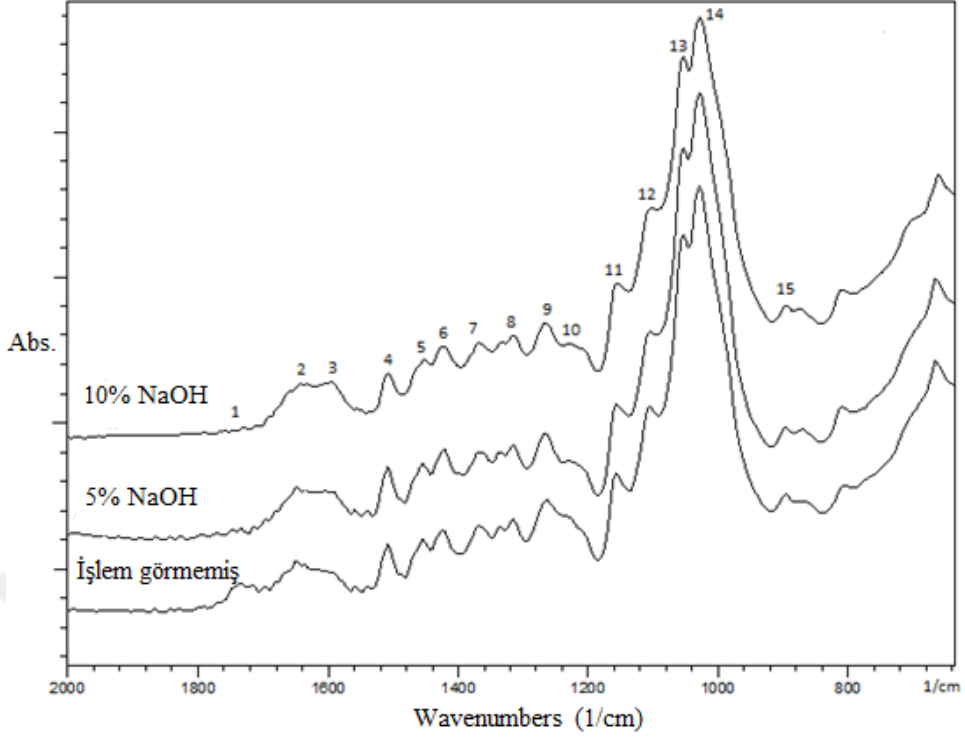
İstatistiksel analizlerde SPSS paket programı kullanılmıştır. ANOVA testi ile değişkenlerin anlamlı olup olmadığı belirlenmiştir. Duncan testi ile oluşan değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu ortamların karşılaştırılmasında kullanılmış ve bu işlem %95 güven düzeyinde yapılmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada %0,%5,%10 NaOH ile muamele edilen atık gazete kâğıdı lifleri dolgu maddesi olarak kullanılıp polimer kompozitler üretilmiştir. Kullanılan NaOH miktarının OPK'ların fiziksel, mekanik, termal ve morfolojik özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir.

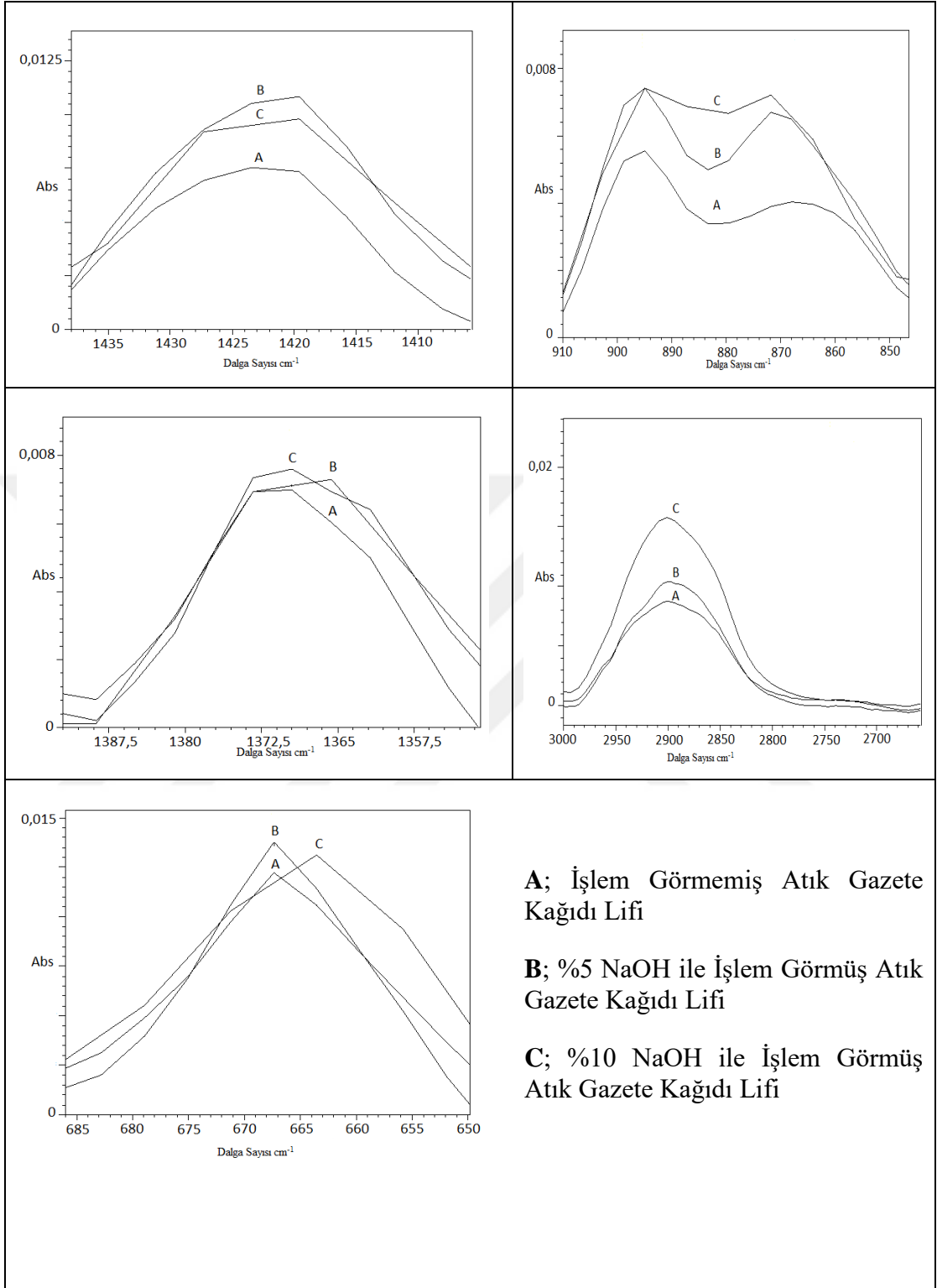
3.1. Dolgu Maddesi ve Plastik Kompozitlere ait FTIR-ATR Spektrumları

Şekil 16'da dolgu maddesi olarak kullanılan, alkali işlem görmemiş lifler (A) ile %5 (B) ve %10 NaOH (C) ile ön işleme uğratılmış liflere ait FTIR-ATR spektrumları görülmektedir. Spektrumlar incelendiğinde $1730-1740\text{ cm}^{-1}$ dalga boyu aralığındaki pikin (1) alkali ön işlemi ile birlikte azalış gösterdiği görülmektedir. Bilindiği gibi bu dalga boyu aralığındaki pik Tablo 3'te de belirtildiği gibi konjuge ketonların, karbonillerin ve ester gruplarının C=O bağlarındaki gerilimini göstermektedir. Spektrumlardan görüldüğü gibi çoğunlukla karbonhidrat kaynaklı olan bu pik %5 ve 10 alkali işlem ile birlikte kaybolmuştur. Bu durumu atık gazete kâğıdı liflerinin içerdiği hemiselülozların yapısının bozulması ile açıklayabiliriz. Suardana ve arkadaşları (2011) kenevir lifleri ile benzer bir çalışmayı gerçekleştirmişler ve onlarda alkali işlem ile birlikte lif yüzeyindeki indirgenabilir hemiselülozların uzaklaşmasından dolayı 1740 cm^{-1} dalga boyundaki pikin azaldığını tespit etmişlerdir. Zhao ve arkadaşları (2010) şeker kamışı bagasının alkali ve perasetik asit ile delignifikasyonunu çalışmışlar ve onlarda $1730-1740\text{ cm}^{-1}$ dalga boyunda azalış tespit etmişler ve bu azalışı alkali ön işlem ve hamurlaştırmadan kaynaklanan hemiselülozların deasetilasyonu ile açıklamışlardır. $1640-1649\text{ cm}^{-1}$ (2) bandı absorbe edilen su ile ilişkili O-H esnemesini belirtmektedir (Yang ve ark., 2008). Ayrıca bu aralıktaki var olan pik ligninin gerilen konjuge C=O bağlarını belirtmektedir (Zhao ve ark., 2008b).



Şekil 16. Alkali işlem görmüş ve görmemiş atık gazete liflerine ait spektrumlar

Spektrumlardan görüldüğü gibi %10 NaOH oranına kadar 1649 cm^{-1} (2) deki pikte herhangi bir değişim gözlenmemiş bununla birlikte %10 NaOH oranında pikte azalış gözlenmiştir. Bu durum fazla alkalinin mevcut ligninin yapısını değiştirmesi ile açıklanabilir. Spektrumlar incelendiğine 1593 cm^{-1} (3) dalga boyunda bulunan pikin alkali muamele ile kontrol örneğine göre arttığı görülmektedir. 1593 cm^{-1} (3) ve 1505 cm^{-1} (4) aromatik yapının titreşimi ve buna ilaveten C=O gerilimini göstermektedir. Bu durum artan alkali şartlar nedeni ile lignin yapısında oluşan bozulmalardan kaynaklanmaktadır.



Şekil 17. İşlem görmüş ve görmemiş atık gazete liflerinin kristallenlikle ilişkili dalga boylarındaki absorbans pikleri ve alanları.

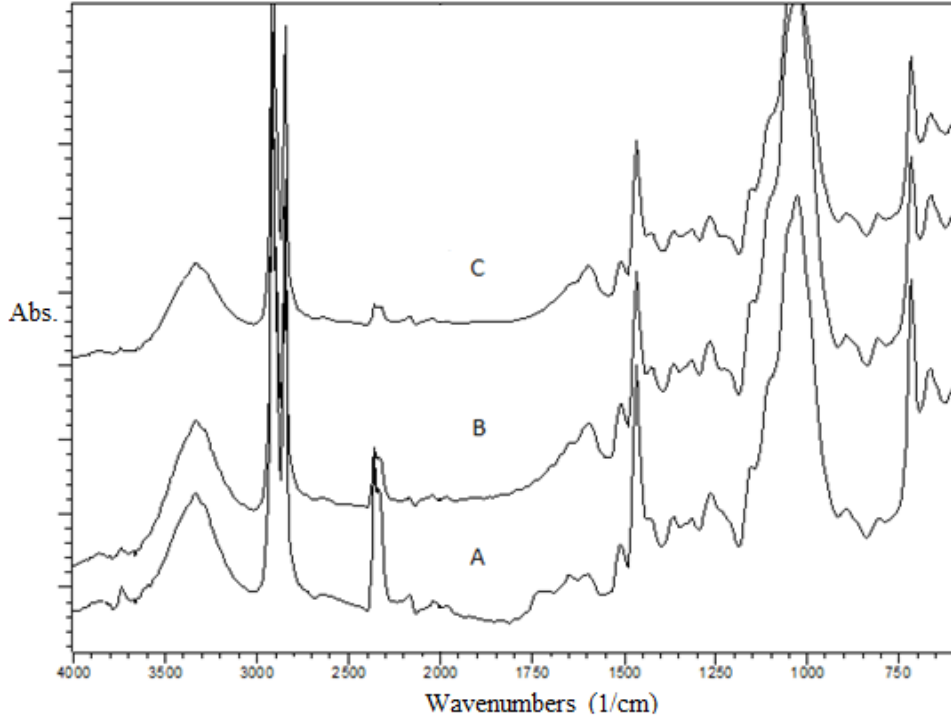
Tablo 3. Dalga boyu karakterizasyonu (Usmanov ve ark., 1972; Parker, 1983; Faix, 1991; Faix 1992; Fengel ve Wegener, 2003; Pandey ve Pitman, 2003). Band numaralandırması Şekil 17’yi refere etmektedir.

Dalga Boyu (nm, 1/cm, cm ⁻¹)	Bileşen	Band Numaralandırması
3336	O-H gerilimi	-
2938	Metil ve metilen gruplarında CH- gerilimi	-
2882	Metil ve metilen gruplarında CH- gerilimi	-
2103	ATR kristal absorpsiyonu	-
1990	ATR kristal absorpsiyonu	-
1738	Konjuge olmayan ketonlar, karboniller ve ester gruplarının (genellikle karbonhidrat bazlı) C=O gerilimi	1
1649	Absorbe O-H ve Konjuge C-O	2
1593	Aromatik yapı titreşimi ilaveten C=O gerilimi	3
1505	Aromatik yapı titreşimi ilaveten C=O gerilimi	4
1460	CH- deformasyonu; -CH ₃ ve -CH ₂ de asimetri	5
1424	Düzlemdeki CH deformasyonu ile combine aromatik yapı titreşimi	6
1372	Selüloz ve hemiselülozda CH deformasyonu	7
1318	Selülozda C-H titreşimi ve siringil türevlerinde C-O titreşimi	8
1267	Guayasil halka açılması, ligninde C-O gerilimi, guayasil halka yapış imetoksi grupları C-O bağı	9
1235	Lignin ve ksilandaki siringil halkası ve C= gerilimi	10
1157	Selüloz ve hemiselülozdaki C-O-C gerilimi	11
1111	Halka asimetric gerilimi	12
1055	C-O gerilimi	13
1032	Guayasil ve C-O deformasyonu; primer alkol	14
897	B-glikozidik bağlar, selülozun C-H deformasyonu	15

1460 cm⁻¹ (5) dalga boyu Tablo 3’te tanımlandığı gibi CH deformasyonunu, -CH₃ ve -CH₂- bağlarında asimetric yapıyı belirtmektedir. Spektrum incelendiğinde %10 NaOH ile pikte azalış gözlenmiştir. Benzer durum 1372 cm⁻¹ (7) dalga boyunda da gözlenmiştir. Bu dalga boyunda yer alan pik de benzer şekilde selüloz ve hemiselülozlardaki -CH deformasyonunu belirtmektedir.

850-1500 cm⁻¹ dalga boyu bölgesi yüksek kristalin selülozun polimorfunu karakterize etmektedir. 1430 cm⁻¹ deki absorpsiyon bandı CH₂ makaslama hareketini belirtmekte ve selüloz I yani tip I kristalde kuvvetli, tip II kristal yani selüloz II ve

amorf selülozda zayıf sinyal verir. 897 cm^{-1} absorpsiyon bandı β -(1 \rightarrow 4)- glikozidik bağların C-O-C gerilimini belirtmektedir. Bu bantta selüloz I zayıf, selüloz II ve amorf selüloz kuvvetli sinyal verir (He ve ark., 2008). Bu bilgilerden yola çıkarak 1430 cm^{-1} ve 897 cm^{-1} dalga boylarındaki sinyal şiddetinden selüloz I yani kristal selüloz oranını belirten Lateral Order Index (LOI) hesaplanmaktadır (O'Connor ve ark., 1958). Yapılan bu çalışmada da işlem gören ve görmeyen hamurların LOI değerleri hesaplanmış ve sırasıyla kontrol, %5NaOH ve %10 NaOH için 1,30, 1,38 ve 0,56 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre %5 NaOH muamelesi ile en yüksek kristallenliğin tespit edildiğini %10 NaOH oranından sonra şartların atık gazete kâğıdı lifleri için aşırılaştığı ve hemiselülozların uzaklaşmasının yanında selülozunda kristallenliğin azaldığı bir diğer ifade ile amorf bölgelerin arttığı söylenebilir. Amorf bölgelerdeki artış Şekil 18'de yer alan $910\text{-}850\text{ cm}^{-1}$ band aralığındaki pik alanı ve $685\text{-}650\text{ cm}^{-1}$ band aralığındaki pik alanının %10 NaOH ile artışından da görülmektedir. Aynı şekilde %5 NaOH ile $1435\text{-}1400\text{ cm}^{-1}$ band aralığındaki pik alanı en yüksek tespit edilmiştir. Nelson ve O'Connor (1964) ayrıca $1372\text{-}2900\text{ cm}^{-1}$ bandlarındaki orandan Totally Crystallinity Index (TCI) yani toplam kristalinite indeksi değerini tanımlamışlardır. Bu hesaplamalara göre %0, %5 ve %10 NaOH işlem görmüş liflerin TCI değerleri sırasıyla 0,13, 0,14 ve 0,08 olarak hesaplanmıştır. Bu parametreler X-Işını kırınımı yöntemleri kadar geçerli sonuçlar sunmasa da kristallenlik hakkında fikir vermektedir.



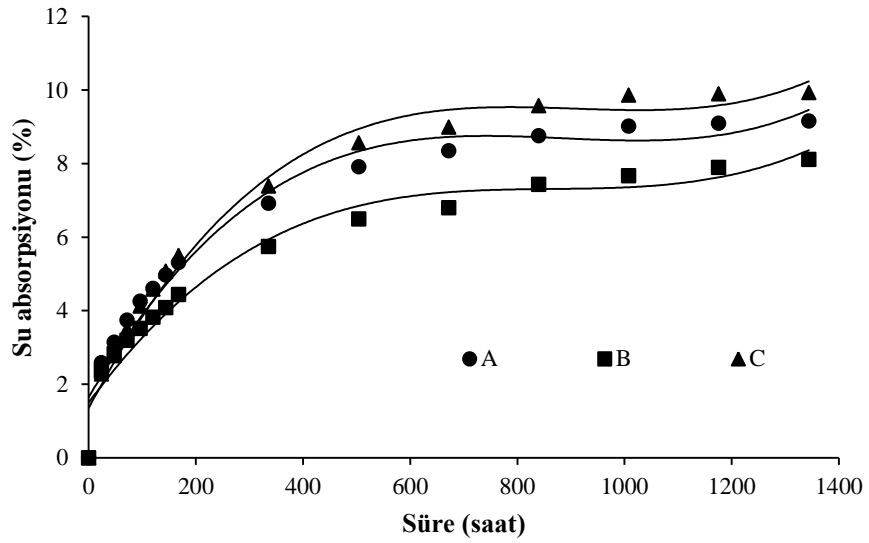
Şekil 18. Lif-Plastik kompozitlerine ait FTIR-ATR spektrumları

Şekil 18’de plastik kompozitlere ait FTIR-ATR spektrumları görülmektedir. Spektrumlardan görüldüğü gibi selüloz, lignin ve YYPE ait karakteristik pikler görülmektedir. Spektrumlardan alkali muamelesi ile birlikte hemiselülozların ortamdaki uzaklaşması nedeniyle 1740 cm^{-1} bandındaki pikin azalış gösterdiği gözlemlenmiştir.

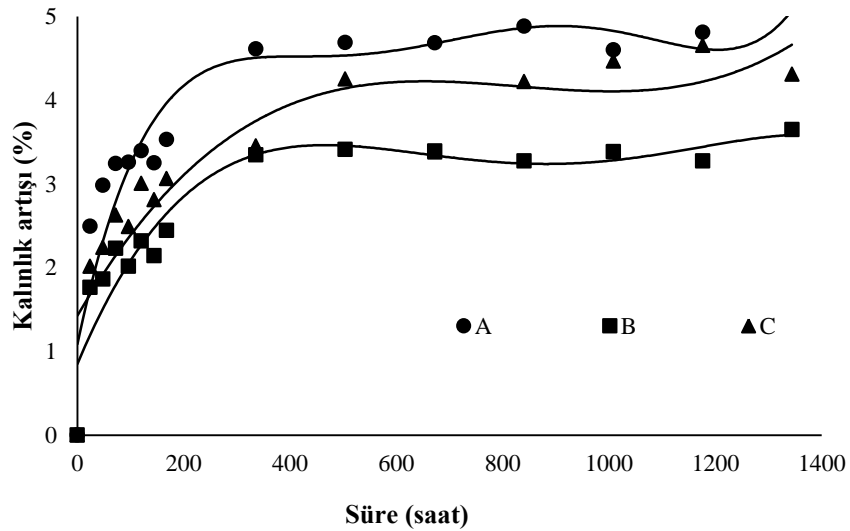
3.2. Fiziksel Özellikler

3.2.1. Su Alma Oranı ve Kalınlık Artış Oranı

Şekil 19, lif-plastik kompozitlerin su alma oranını, Şekil 20 ise lif-plastik kompozitlerin kalınlık artış oranını göstermektedir. Grafiklerden görüldüğü gibi en iyi sonuçlar %5 NaOH ön işleme ile elde edilmiştir. Bunun nedeni çok fazla hidrofilik olan hemiselülozun uzaklaşması ve su absorpsiyonunun azalmasıdır. Bununla birlikte %10 NaOH ön işleme ile levhaların su almaları yeniden artmaya başlamıştır. Bu durum hemiselüloz uzaklaşması ile iyileşen nem direncinin, ligninin de hemiselüloz ile birlikte ortamdaki uzaklaşmaya başlaması ile açıklanabilir. Bilindiği gibi lignin odun bileşeninin en hidrofobik bileşenidir ve ortamdaki delignifiye olması sağlamlığı artırırken su iticiliğini azaltmaktadır (Ou vd., 2014).



Şekil 19. Lif-plastik kompozitlerin su alma oranları



Şekil 20. Lif-plastik kompozitlerin kalınlık artış oranları

Yapılan fiziksel testler sonucunda su alma ve kalınlık artışı değerlerinin 400- 800 saat sonunda en yüksek seviyeye ulaştığı görülmektedir. 1344 saat sonunda %0, %5 ve %10 konsantrasyonda NaOH ile muamele edilmiş atık gazete kâğıdı liflerinden üretilen kompozitler için en yüksek su alma değerleri sırası ile 9.15, 8.10, 9.92 olarak belirlenmiştir. En yüksek kalınlık artışı oranları ise sırası ile 4.30, 3.64, 5.02 olarak belirlenmiştir. %5 NaOH ile muamele edilmiş atık gazete kâğıdı liflerinden üretilen kompozitlerin fiziksel özelliklerinde kontrol örneklerine göre iyileşmeler olduğu görülmektedir.

Farklı oranlarda NaOH ile muamele edilmiş atık gazete kâğıdı lifleri kullanılarak üretilen OPK'ların su alma oranı ve kalınlık artışı değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

En yüksek su alma oranı değerleri 6,27 olarak Grup kodu C olan örneklerden elde edilmiştir. En düşük su alma oranı değerleri ise 5,30 olarak Grup kodu B olan örneklerden elde edilmiştir. En yüksek kalınlık artışı değerleri 3,95 olarak Grup kodu A olan örneklerden elde edilmiştir. En düşük kalınlık artışı değerleri ise 2,75 olarak Grup kodu B olan örneklerden elde edilmiştir.

Tablo 4. NaOH ile muamele edilmiş atık gazete kâğıdı lifleri kullanılarak üretilen OPK'ların su alma oranı ile kalınlık artışı değerleri.

Grup İsmi	AGK Unu %	Alkali ön işleminde kullanılan NaOH Miktarı%	Su Alma Oranı	Kalınlık Artışı
A	30	0	6,26 (1,000) ^b	3,95 (1,000) ^c
B	30	5	5,30 (1,000) ^a	2,75 (1,000) ^a
C	30	10	6,57 (1,000) ^c	3,28 (1,000) ^b

Parantez içindeki değerler standart sapma değerlerini göstermektedir. Aynı sütundaki harfler Duncan testine göre ($P < 0.05$) farklılıklar olduğunu belirtmektedir. Fiziksel test değerleri 10 numune üzerinden elde edilmiştir.

3.3. Mekanik Test Sonuçları

3.3.1. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü

Üretilen lif-plastik kompozitlerin eğilme direnci değerlerine ait analiz sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Lif-plastik kompozitlerin eğilme direnci analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
A	25,49	3,73	19,00	30,90
B	27,47	1,99	23,50	30,10
C	23,35	2,66	18,90	26,60
Toplam	25,43	3,27	18,90	30,90

Tablo 5'deki eğilme direnci analiz sonuçlarına göre en yüksek ortalama 27,47 ile Grup kodu B olan örneklerden elde edilmiştir. En düşük ortalama ise 23,35 ile Grup kodu C olan örneklerden elde edilmiştir.

Üretilen Lif-plastik kompozitlerin eğilme direnci değerlerine ait ÇVA sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Lif-plastik kompozitlerin eğilme direnci ÇVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F- Hesap	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	84,91	2	42,45	5,09	0,01
Grup İçi	225,19	27	8,34		
Toplam	310,11	29			

P<0,05.

Tek yönlü ANOVA testi sonucuna göre anlamlılık düzeyi 0.05'ten küçük olduğu için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Benzer bir çalışma *Oftypha angustifolia* lifleri üzerine yapılmış ve %5 NaOH ön ekstraksiyonuna uğratılan lifler polyester ile karıştırılarak kompozit levhalar üretilmiştir. Bu çalışmada eğilme direnci %30 dolgu maddesi için alkali muamelesi ile 56,72 den 59,26 Mpa ya kadar çıkmıştır (Dedeepya ve ark., 2012).

Farklı bir çalışmada ise % 5 NaOH ile işlem gören ve görmeyen tropik odunların metil metakrilat ve sitiren vinil monomerleri ile hazırlanan kompozit levhaları üretilmiş ve alkali işleme uğratılan liflerin kullanıldığı kompozit levhaların eğilme dirençlerinin diğerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Saiful Islam ve ark., 2012).

Alkali işlem ile sağlamlık özelliklerinin artışı büyük ölçüde ortamdaki uzaklaşan hemiselüloz ve lignin kaynaklı olarak selülozun kristalinitesinin artışından kaynaklanmaktadır. Bir önceki konu başlığında da belirtildiği gibi %5 NaOH ile liflerin kristallenliği artmakta fakat %10 dan sonra ekstrem alkali ortam sebebiyle daha önceden bir çok işlem görmüş atık kağıt liflerinin kristal yapısı zarar görmektedir. Bu sebeplerden dolayı %5 NaOH ile işlem gören liflerin kullanıldığı lif YYPE kompozitlerinin sağlamlık özellikleri yüksek çıkmaktadır.

Liu ve arkadaşları (2014) yaptıkları çalışmada sadece selüloz içeren polipropilen kompozitlerinin sadece lignin ve odun içeren plastik kompozitlerden çok daha yüksek eğilme ve çekme direnci verdiğini belirtmişlerdir.

Üretilen lif-plastik kompozitlerin eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait analiz sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Lif-plastik kompozitlerin eğilmede elastikiyet modülü analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
A	1,50	0,36	0,1	1,98
B	1,83	0,14	1,61	2,01
C	1,59	0,22	1,25	1,93
Toplam	1,64	0,91	0,91	2,01

Üretilen lif-plastik kompozitlerin eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait ÇVA sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 7’deki eğilmede elastikiyet modülü analiz sonuçlarına göre analiz sonuçlarına göre en yüksek ortalama 1,83 ile Grup kodu B olan örneklerden elde edilmiştir. En düşük ortalama ise 1,50 ile Grup kodu A olan örneklerden elde edilmiştir.

Tablo 8. Lif-plastik kompozitlerin eğilmede elastikiyet modülü ÇVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F- Hesap	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	0,52	2	0,28	4,25	0,02
Grup İçi	1,83	27	0,06		
Toplam	2,41	29			

$P < 0,05$.

Tek yönlü ANOVA testi sonucuna göre anlamlılık düzeyi 0.05’ten küçük olduğu için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Farklı oranlarda NaOH ile muamele edilmiş atık gazete kâğıdı lifleri kullanılarak üretilen lif-plastik kompozitlerin eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. NaOH ile muamele edilmiş atık gazete kâğıdı lifleri kullanılarak üretilen lif-plastik kompozitlerin eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri.

Grup İsmi	AGK Unu %	Alkali ön işleminde kullanılan NaOH Miktarı%	Eğilme Direnci (MPa)	Eğilme Elastikiyet Modülü (GPa)
A	30	0	25,49 (3,73) ba	1,50 (0,36) b
B	30	5	27,47 (1,99) a	1,83 (0,14) a
C	30	10	23,35 (2,66) b	1,59 (0,22) b

*Parantez içindeki değerler standart sapma değerlerini göstermektedir. Aynı sütundaki harfler Duncan testine göre ($P<0.05$) farklılıklar olduğunu belirtmektedir. Mekanik test değerleri 10 numune üzerinden elde edilmiştir.

En yüksek eğilme direnci değerleri 27,47 MPa olarak Grup kodu B olan örneklerden elde edilmiştir. En düşük eğilme direnci değerleri ise 23,35 MPa olarak Grup kodu C olan örneklerden elde edilmiştir. En yüksek eğilmede elastikiyet modülü değerleri 1,83 GPa olarak Grup kodu B olan örneklerden elde edilmiştir. En düşük eğilmede elastikiyet modülü değerleri ise 1,50 GPa olarak Grup kodu A olan örneklerden elde edilmiştir.

3.3.2. Çekme Direnci ve Çekmede Elastikiyet Modülü

Üretilen lif-plastik kompozitlerin çekme direnci değerlerine ait analiz sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Lif-plastik kompozitlerin çekme direnci analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
A	13,48	1,21	10,80	15,20
B	13,96	0,85	13,10	15,80
C	12,83	0,82	11,30	14,00
Toplam	13,42	1,05	10,80	15,80

Tablo 10'daki çekme direnci analiz sonuçlarına göre en yüksek ortalama 13,96 ile Grup kodu B olan örneklerden elde edilmiştir. En düşük ortalama ise 12,83 ile Grup kodu C olan örneklerden elde edilmiştir.

Üretilen lif-plastik kompozitlerin çekme direnci değerlerine ait ÇVA sonuçları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Lif-plastik kompozitlerin çekme direnci ÇVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F- Hesap	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	6,43	2	3,21	3,33	0,51
Grup İçi	26,04	27	0,96		
Toplam	32,47	29			

Tek yönlü ANOVA testi sonucuna göre anlamlılık düzeyi 0.05’ten büyük olduğu için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır

Üretilen lif-plastik kompozitlerin çekmede elastikiyet modülü değerlerine ait analiz sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Lif-plastik kompozitlerin çekme elastikiyet modülü analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
A	0,88	0,33	0,47	1,33
B	0,74	0,20	0,42	0,98
C	0,97	0,08	0,85	1,13
Toplam	0,86	0,24	0,42	1,33

Tablo 12’deki çekmede elastikiyet modülü analiz sonuçlarına göre en yüksek ortalama 0,97 ile Grup kodu C olan örneklerden elde edilmiştir. En düşük ortalama ise 0,74 ile Grup kodu B olan örneklerden elde edilmiştir.

Üretilen Lif-plastik kompozitlerin çekmede elastikiyet modülü değerlerine ait ÇVA sonuçları Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13. Lif-plastik kompozitlerin çekme elastikiyet modülü ÇVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F- Hesap	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	0,24	2	0,12	2,25	0,12
Grup İçi	1,48	27	0,05		
Toplam	1,73	29			

P>0,05.

Tek yönlü ANOVA testi sonucuna göre anlamlılık düzeyi 0.05'ten büyük olduğu için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamasına rağmen %5'lik alkali (NaOH) ile muamele edilmiş odun plastik kompozitlerin çekme direnci sonuçları hem %0'luk grubuna hem de %10'luk alkali ile muamele edilmiş odun plastik kompozitlerin çekme direnci sonuçlarına göre yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi eğilme direncinde olduğu gibi alkali işlem gören liflerin hemiselüloz ve ligninden arınması ve dolayısı ile yüksek sağlamlık özellikleri göstermesidir.

Farklı oranlarda NaOH ile muamele edilmiş atık gazete kâğıdı lifleri kullanılarak üretilen OPK'ların çekme direnci ve çekmede elastikiyet modülü değerleri Tablo 14'te verilmiştir.

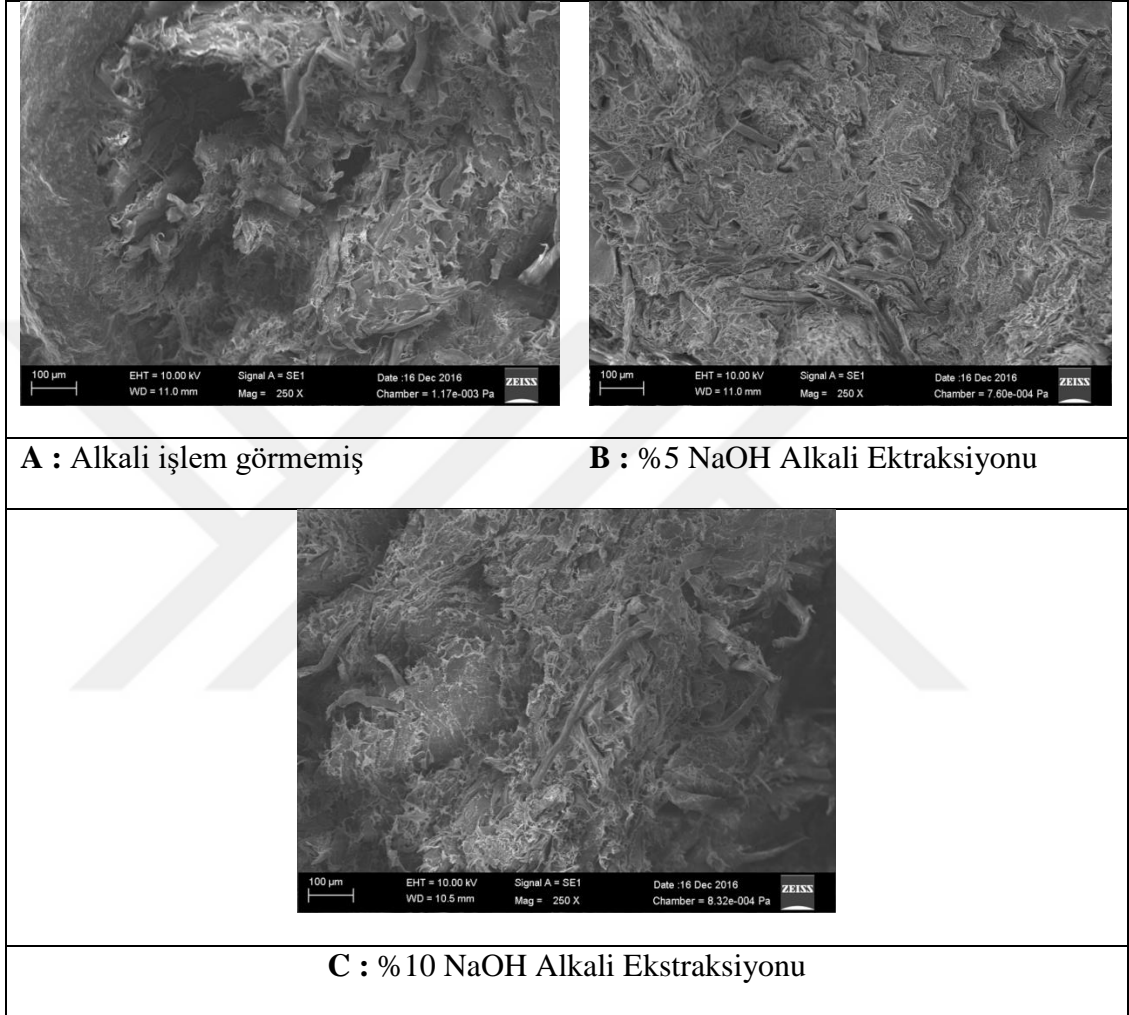
Tablo 14. NaOH ile muamele edilmiş atık gazete kâğıdı lifleri kullanılarak üretilen lif-plastik kompozitlerin çekme direnci ve çekmede elastikiyet modülü değerleri

Grup İsmi	AGK Unu %	Alkali ön işleminde kullanılan NaOH Miktarı%	Çekme Direnci (MPa)	Çekme Elastikiyet Modülü (GPa)
A	30	0	13,48 (1,21) ab	0,88 (0,33) a
B	30	5	13,96 (0,85) a	0,74 (0,20) a
C	30	10	12,83 (0,82) b	0,97 (0,08) a

*Parantez içindeki değerler standart sapma değerlerini göstermektedir. Aynı sütundaki harfler Duncan testine göre ($P < 0.05$) farklılıklar olduğunu belirtmektedir. Mekanik test değerleri 10 numune üzerinden elde edilmiştir.

En yüksek çekme direnci değerleri 13,96 MPa olarak Grup kodu B olan örneklerden elde edilmiştir. En düşük çekme direnci değerleri ise 12,83 MPa olarak Grup kodu C olan örneklerden elde edilmiştir. En yüksek çekmede elastikiyet modülü değerleri 0,97 GPa olarak Grup kodu C olan örneklerden elde edilmiştir. En düşük çekmede elastikiyet modülü değerleri ise 0,74 GPa olarak Grup kodu B olan örneklerden elde edilmiştir.

Şekil 21’de lif-plastik kompozitlerin SEM görüntüleri yer almaktadır. SEM görüntülerinden de görüldüğü gibi %5 NaOH ile ekstrakte edilen atık kâğıt lifleri YYPE ile çok daha uyumlu bir görünüm sergilemektedir.

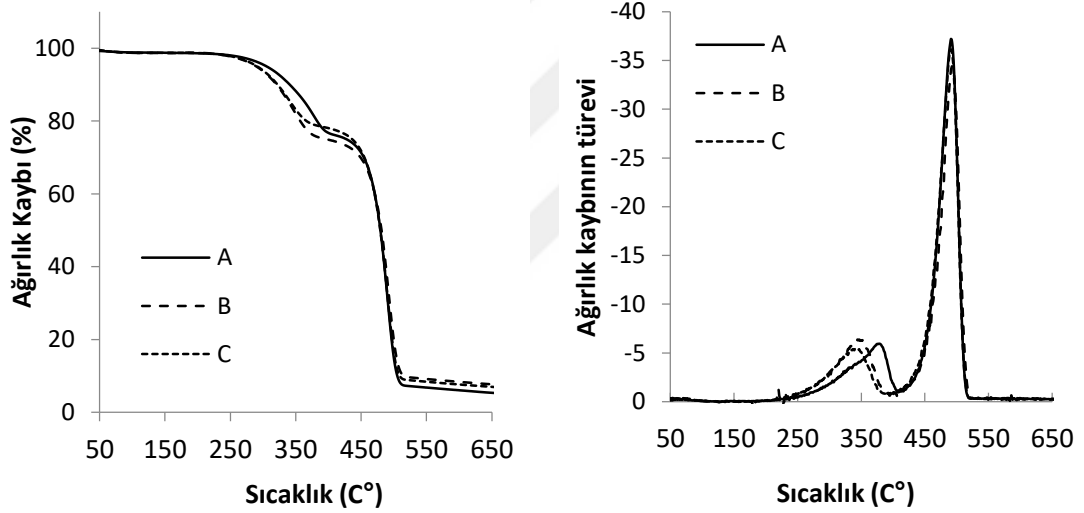


Şekil 21. Lif-plastik kompozitlerinin SEM görüntüleri

3.4. Termal Analizler

Şekil 22’de lif-plastik kompozitlerinin TGA ve DTGA grafikleri görülmektedir. Alkali işlem görmemiş gazete kâğıdı lifi içeren plastik kompozitlerin (A) birinci bozunma basamağında parlama noktası 377,97°C, ikinci basamakta ise 491,83°C olarak belirlenmiştir. Bilindiği gibi ilk basamak liflerin, ikinci basamak YYPE’nin bozunmasını göstermektedir. Alkali ön işlemi ile birlikte birinci basamaktaki parlama noktası sıcaklığı DTGA grafiğindeki ilk pikten de görüldüğü gibi %5 NaOH için (B) 365,85°C’a %10 NaOH için (C) 337,64°C’a kadar düşmüştür. İkinci

bozunma basamağında parlama sıcaklığı alkali işlem ile %5 ve %10 NaOH için sırasıyla 491,87°C ve 490,45°C olarak ölçülmüştür. Grafikten görüldüğü gibi alkali işlem ile birlikte özellikle ilk basamaktaki bozunma sıcaklıkları yaklaşık 12°C ve 40°C kadar düşmüştür. Bunun nedeni büyük olasılıkla daha yüksek sıcaklıkta bozunan ligninin (Yang ve ark., 2007) alkali işlem ile ortamdan uzaklaşmış olmasıdır. Setswalo ve arkadaşları (2017) yaptıkları benzer bir çalışmada *Pterocarpus angolensis* odun tozlarını alkali işleme uğratmışlar ve benzer şekilde alkali işlem gören odunların bozunma sıcaklıklarının lignin ekstraksiyonu nedeniyle azaldığını gözlemlemişlerdir. Benzer sonuçlar odun tozu, selüloz ve ligninin dolgu maddesi olarak polipropilen kompozitlerinde kullanımını araştıran Liu ve ark., (2014) tarafından da tespit edilmiştir.



Şekil 22. Lif-plastik kompozitlerinin TGA (Ağırlık kaybı) ve DTGA (Ağırlık kaybının türevi) grafikleri.

Tablo 15'te lif-plastik kompozitlerinin DSC sonuçları yer almaktadır. Tablodan görüldüğü gibi atık gazete kâğıdı lifleri YYPE plastik kompozitlerinin erime sıcaklığını arttırmakta soğuma sıcaklığını düşürmektedir. %5 NaOH ile işlem görmüş liflerin kullanıldığı plastik kompozitlerin kristallenliği oldukça artmıştır. Bununla birlikte %10 NaOH ile işlem gören liflerin kullanıldığı YYPE plastik kompozitlerinin kristallenliği düşmüştür.

Tablo 15. Lif-plastik kompozitlerinin termal ve kristallenlik özellikleri

Örnek Kodu	T soğuma, °C	Pik yüksekliği soğuma, mW	ΔH soğuma, J/g	T erime, °C	Pik yüksekliği erime, mW	ΔH erime, J/g	X corr., %
YYPE	117,69	-49,97	-171,93	133,95	31,69	-171,95	58,69
A	116,33	-54,88	-465,97	135,83	31,44	-108,42	52,86
B	116,81	-45,25	-436,30	135,16	23,17	-146,12	71,24
C	113,51	-55,13	-388,39	135,71	30,76	-86,05	41,96

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, yüksek yoğunluklu polietilen ve dolgu maddesi olarak eski gazete kâğıtlarının lifleri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında eski gazete lifleri %5 ve %10 oranında sodyum hidroksit ile ön işleme tabi tutulmuş ve kontrole göre mekanik özellikler, fiziksel özellikler ve termal özellikler üzerine etkisi araştırılmıştır.

Öncelikle alkali ön işleminin eski gazete lifleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacı ile liflerin FTIR-ATR ile karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. FTIR-ATR spektrumlarına göre alkali ön işlemleri ile her iki dozda da hemiselülozların ortamdaki uzaklaştığı tespit edilmiştir. Artırılan yüksek alkali şartlarda (%10) lignin ile ilgili bantta da değişiklikler gözlenmiş ve alkalinin lignin üzerine de etki ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma ile LOI değerleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlara göre yapılan ön işlemlerin lif kristalliğine bir diğer ifade ile selüloz I oranına etkileri yorumlanmıştır. Bu sonuçlara göre ılımlı alkali şartların (%5), ortamdaki uzaklaşan amorf hemiselülozdan dolayı kristalliği artırdığını bununla birlikte daha aşırı alkali şartların hemiselüloz yanında lifin diğer bileşenleri olan lignin ve özellikle de selüloza zarar vermesi nedeniyle kristalliğin azaldığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar alkali ön işleminin üretilen plastik kompozit levhaların mekanik, fiziksel ve termal özelliklerindeki değişimlerin yorumlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

Yapılan mekanik testler sonucunda %5 NaOH ön işlemine uğratılmış liflerin kullanıldığı YYPE kompozitlerinin çekme ve eğilme dirençlerinin kontrole göre arttığı tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak ılımlı alkali şartların hemiselülozları uzaklaştırması ve kristalitenin artışı gösterilmiştir. Bununla birlikte %10 NaOH ile mekanik özelliklerde düşüş gözlenmiştir. Bu durum, yüksek alkali şartların geri dönüştürülmüş ve birçok işlemde geçirilmiş dolayısıyla zayıf olan eski gazete liflerine zarar vermesi sonucu selüloz dâhil lifin tüm bileşenlerinde degradasyona sebep olması ve kristalitenin düşüşü ile açıklanmıştır. Atık gazete lifleri ile üretilen plastik kompozitlerin eğilme dirençlerinin, ASTM D 6662 tarafından belirtilen plastik en düşük limit olan 6,9 MPa'nın üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Fiziksel testler için işlem görmüş ve görmemiş liflerin kullanıldığı YYPE kompozitlerinin su alma ve kalınlığına şişme değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre %5 NaOH ön işleminin su alma ve kalınlığına şişme değerlerini azalttığı bununla birlikte %10 NaOH'ın önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir. Bu artışın nedeni büyük olasılıkla liflerin en hidrofob bileşeni olan ligninin alkali ile uzaklaşması ya da yapısının değişmesidir.

Tez çalışması kapsamında alkali ön işleme uğratılmış liflerinin kullanıldığı YYPE kompozit levhalarının termal özellikleri de tespit edilmiştir. Termogravimetrik analiz sonuçlarına göre alkali ön işlem görmüş liflerin kullanıldığı levhaların ilk parlama noktası işlem görmemiş lif kullanılan levhalara göre daha düşük ölçülmüştür. Parlama sıcaklığının düşüşü alkali işlem ile ligninin ortamdan uzaklaşmaya başlaması ile açıklanmıştır. DSC analizi ile dolgu maddesi olarak kullanılan liflerin YYPE'nin kristalinitesini nasıl etkilediği araştırılmış ve %5 NaOH ön işleminin kristaliniteyi artırdığı bununla birlikte %10 NaOH'ın dikkate değer ölçüde düşürdüğü tespit edilmiştir.

Yukarıda belirtilen sonuçlar ışığında şu öneriler sıralanabilir;

Bilindiği gibi atık kâğıtlar en kolay ve en fazla geri dönüştürülen materyaldir. Bu açıdan bakıldığında atık kâğıtların sadece kâğıt üretiminde değerlendirilmesinin akla çok daha yatkın olduğu düşünülebilir. Gerçekleşme durumuna bakıldığında ise durum bu şekilde olmamaktadır. Bir diğer ifade ile tüketilen tüm atık kâğıtlar geri dönüştürülememektedir. Atık kâğıtlar en fazla 5-6 kez geri dönüştürülebilir ve %100 geri dönüşüm oranı yakalandığı varsayılırsa üretimde bakır hamurların olmaması nedeniyle geriye dönüştürülecek atık kâğıt kalmayacaktır. Dünya genelinde günümüzde üretilen kâğıtların %50'si atık kâğıt esaslıdır. Bu durum ciddi bir atık kâğıt kaynağının değerlendirilemediğini göstermektedir. Bu çalışma ile bu kaynakların farklı endüstrilerde değerlendirilebilme olanakları araştırılmış ve alternatifler sunulmuştur.

Eski gazete lifleri oduna benzer yapısı nedeniyle odun plastik kompozitlerinde olduğu gibi dolgu maddesi olarak bu kompozitlerde kullanılabilir. Alkali ön işlemi ile bu liflerin özelliklerinin geliştirilebileceği bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda alkali ön işlemin yanında diğer ön işlemlerin eski gazete lifleri üzerine etkisi araştırılabilir.



KAYNAKLAR

- Altuntaş, E. 2012 Pulperden Ayrılan Doğal ve Sentetik Atıklardan Yeni Nesil Kompozit Malzemelerin Karakterizasyonu, Doktora Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- ASTM D 1037, 1996. Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM D 790, 2004. Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials, ASTM International, West Conshohocken, Philadelphia, PA.
- ASTM D 638, 2004. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Ay, İ. 1992. Plastik Malzemeler. Balıkesir Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Balıkesir.
- Backiel, A. 1995. The Fiber Side of Eguation, Woodfiber-Plastic Composites Virgin and Recyled Wood Fiber and Polymer for Composites, May 1-3 1995, Madison USA, 3-7.
- Clemons, C. 2002. Wood-Plastic Composites in The United States: The Interfacing of Two Industries, Forest Products Journal, 52-6, 10-18.
- Crawford, R.J., 2001. Plastic Engineering, Encyclopedia of Physical Science and Technology (Third Edition), Polymers, Ed. Meyers, R. A., Academic Press, 457474.
- Dedeepya, M., Raju, T.D., ve Kumar, T.J., 2012. Effect of Alkaline Treatment on Mechanical and Thermal Properties Oftypha Angustifolia Fiber Reinforced Composites. International Journal of Mechanical and Industrial Engineering, 1(4), 12-14.
- DİE, 2003. Çevre İstatistikleri, Belediye Çevre Envanteri Anket Sonuçları, Ankara.
- DPT, 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Plastik Ürünleri Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu; DPT:2547-ÖİK:563, Ankara.
- Ezdeşir, A., Erbay, E., Taşkiran, İ., Yağcı, M.A., Cöbek, M., Bilgiç, T. 1999. PAGEV. Polimerler I. İstanbul, s.185.

- Faix, O., 1991. Classification of Lignins from Different Botanical Origins by FT-IR Spectroscopy. *Holzforschung*, 45(Juppl.), 21-27.
- Faix, O., 1992. Methods in Lignin Chemistry. Edidör S. Y. Lin, C. W. Dence, *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (pp 177-199). Berlin, Springer.
- Felix, G., Regenass, M., Baller, T. 1993. Spesific Perception of Subnanomolar Concentration of Chitin Fragments by Tomato Cells; Induction of Extracelluluar Alkanization, Changes in Protein Phosphorlation and Establishment of A Refractory State. *J.*, 4, 307-316.
- Fengel, D. and Wegener, G. 2000. Wood-Chemistry, Ultrastructure Reactions , Kessel Verlag, Remagen.
- Fried, J.R.1995. Introduction to Polymer Science in Polymer Science and Technology Prentice Hall PTR, Englewood Cliffs, New Jersey. s. 1-18.
- Hüner, Ü., 2008. Plastik Esaslı Kompozit Malzemelerin Sıcak Birleştirme İşlemlerinin İncelenmesi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Edirne.
- Islam, Md. S., Hamdan, S., Jusoh, I., Rahman, Md., R., ve Ahmed, A. S. (2012). The Effect of Alkali Pretreatment on Mechanical and Morphological Properties of Tropical Wood Polymer Composites. *Materials and Desing*, 33, 419-424.
- Kamdem, D.P., Jiang, H., Cui, W., Freed, J., Matuana, M.L., 2004. Propeties of Wood Plastic Composites Made of Recycled HDPE and Wood Flour from CCA-Treated Wood Removed from Service. *Composites Part A* 35, s:347-355.
- Karakuş, K. 2008. Üniversitemizdeki Polietilen ve Polipropilen Atıkların PolimerKompozit Üretiminde Değerlendirilmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Kleinau, J.H. 1990a. Secondary Fibers and Recycling. In: *Secondary Fibers and Non Wood Pulping*, Kocurek, M.J. (Series Editor), 266p, Tappi Press, Atlanta, G.A.
- Kleinau, J.H. 1990b. Contaminants, In:*Secondary Fibers and Non Wood Pulping*, Kocurek, M.J. (Series Editor), 266p, Tappi Pres, Atlanta, GA.

- Korucu, T., Mengeloğlu, F. 2007. Potentials of Agricultural Residues as Raw Materials and Their Alternative Usage Possibilities in Turkey. 24th National Agricultural Mechanization Congress, Kahramanmaraş, s.297-307.
- Kylosov, A.A. 2007. Wood Plastic Composites. John Wiley & Sons, Inc. NJ USA, 698.
- Liu, R., Peng, Y., Cao, J., ve Chen, Y. (2014). Comparison on Properties of Lignocellulosic Flour/Polymer Composites by using wood, cellulose, and lignin flours as fillers. *Composites Science and Technology*, 130, 1-7.
- Lu, J.Z., Wu, Q. ve McNabb, H.S. 2000. Chemical Coupling in Wood Fiber and Polymer Composites: A Review of Coupling Agents and Treatments, Wood Fiber Science, 32, 1, 88-104.
- Matuana, L.M., Heiden, P.A. 2004. Wood Composites, *Encyclopedia of Polymer Science and Technology*, 12:521-546.
- Mead, L.J. ve Baker, A.M. 2006. Handbook of Plastics Technologies: The Complete Guide to Properties and Performance, Chapter 2: Thermoplastics, Ed. Harper, C.A., The McGraw Hill Companies, USA, 600.
- Mengeođlu, F., Alma, M.H., Çetin, N.S. 2002. Plastik Endüstrisinde Buğday Sapı Ununun Kullanılabilirliği. Gazi Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 2 (2): s.57-65.
- Mengeloğlu, F., Kurt, R. 2004. Mühendislik Ürünü Ağaç Malzemeler Tabakalanmış Kaplama Kereste (TAK) ve Tabakalanmış Ağaç Malzeme (TAM). KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 7 (1). 39-44.
- Mengeloğlu, F. 2006. Wood/Thermoplastic Composites. I. Polimerik Kompozitler Sempozyumu ve Sergisi. TBMOB Kimya Mühendisleri Odası, İzmir. s. 471-480
- Mulligan, D.B. 1993. Sourcing and Grading of Secondary Fiber, In: Secondary Fiber Recycling, Spangenberg, R.J. (Ed). Tappi Press. 95-121p, Atlanta, G.A.
- O'Connor, R.T., DuPre, E.F., ve Mitcham, D., 1958. Application of infrared absorption spectroscopy to investigations of cotton and modified cottons. Part I. physical and crystalline modifications and oxidation. *Textile Res. J.*, 28, 382-392.

- Oksman, K. ve Lindberg, H. 1998. Influence of Thermoplastic Elastomers on Adhesion in Polyethylene-Wood Flour Composites, *Journal of Applied Polymer Science*, 68, 1845-1855.
- Ou, R., Xie, Y., Wolcott, M.P., Yuan, F., ve Wang, Q. (2014). Morphology, mechanical properties, and dimensional stability of wood particle/high density polyethylene composites: effects of removal wood cell Wall composition. *Mater. Des.*, 58, 339-345.
- Pandey, K.K., ve Pitman, A.J., 2003. FTIR-ATR studies of the changes in wood chemistry following decay by brown-rot and white rot fungi. *Intern. Biodeterior. Biodegr.*, 52(3),151-160.
- Parker, F.S. 1983. Application of Infrared, Roman and Resonance Roman Spectroscopy in Biochemistry. Plenum Press, New York.
- Peacock, A.J.2000. Handbook of Polyethylene: Structures, Properties and Applications Marcel Dekker, Inc., New York, 537.
- Pişkin, E. 2000. Polimerler II. Mühendislik Polimerleri. Hacettepe Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul, s. 145.
- Pritchard, M. 1998. Professional Responsibility: Focusing on The Exemplary, *Science and Engineering Ethics*, 4, 215-233.
- San, P.K., Nee, L.A.ve Meng. H.C. 2008. Physical and Bending Properties of Injection Moulded Wood Plastic Composites Boards, *APPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3, 5, 13-19.
- Sanadi, A.R., Caulfield, D.F., Jacobson, R.E. ve Rowell, R.M. 1995. Renewable Agricultural Fibers as Reinforcing Fillers in Plastics: Mechanical Properties of Kenaf Fiber-Polypropylene Composites, *Industrial Engineering Chemistry Research*, 34, 5, 1889-1896.
- Setswalo, K., Namoshe, M., Kutua, S., Oladijo, O.P., ve Samson, B., 2017. Effect of Thermal and Alkali Treatment on Pterocarpus Angolensis (Mukwa) Wood Flour. *Procedia Manufacturing*, 7, 205-210
- Suardana, N.P.G., Piao, Y., Lim, J.K. 2011. Mechanical Properties of Hemp Fibers and Hemp/Pp Composites: Effects of Chemical Surface Treatment. *Materials Physics and Mechanics* 11(2011), 1-8.

- Şahin, H.T. 2009. Atık Kağıt Özelliklerinin Geri Dönüşüme Etkisi. Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 10(2): 119-125.
- Şahin, H.T.2013. Kağıt Geri Dönüşüm İşlemlerinin Selülozun Yapısında Meydana Getirdiği Değişimler Üzerine Bir İnceleme. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi , SDU Faculty of Forestry Journal, 14: 74-80
- Thomson, C.G. 1992. Recyled Papers, The Essential Quide, MIT Press, 162p, Cambridge, London, UK.
- URL-1. <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-75.pdf>.25.03.2017
- URL-2. <http://www.guncanplastik.com.tr/files/PlastikMalzemelerveÖzellikleri.pdf>. 25.03.2017
- URL-3. <http://www.scribd.com/doc/2670117/POLETLEN>.25.3.2017
- Usmanov, K.U., Yulchibaev, A.A., Dordzhin, G.S., ve Valiev, A., 1972. IR spectroscopic analysis of graft co-polymers of cellulose and its derivatives with vinly fluoride. *Fibre Chemistry*, 3(3), 292-295.
- Yang, H., Yan, R., Chen, H., Lee, D.H., ve Zheng, C., 2007. Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. *Fuel*, 86(12), 1781-1788.
- Zhao, X., Van der Heide, E., Zhang, T., ve Liu, D., 2010. Delignification of Sugarcane Baggase with Alkali and Peracetic acid and Characterization of the pulp. *BioResources*, 5(3), 1565-1580
- Zhang, F.,Endo, T., Qui, W., Yang, L. ve Hirotsu, T. 2002. Preparation and Mechanical Properties of Composite of Fibrous Cellulose and Maleated Polyethylene, *Journal of Applied Polymer Science*, 84, 1971-1980.

ÖZGEÇMİŞ

Fotoğraf

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ŞAHİNBAŞ Seda
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi ve yeri : 02.02.1993, Artvin
Medeni hali : Bekâr
Yabancı dili : İngilizce
Telefon : 0539 257 29 76
e-posta : sedashnbs@gmail.com

Eğitim

Derece

Eğitim Birimi

Mezuniyet Tarihi

Lisans

Artvin Çoruh Üniv. O.E.M Bölümü

16.06.2014