



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MOBİLYA SEKTÖRÜNDE KULLANILABİLECEK
POLİÜRETAN ESASLI LEVHALARIN ÜRETİMİ**

AYŞE İĞCİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2015

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MOBİLYA SEKTÖRÜNDE KULLANILABİLECEK
POLİÜRETAN ESASLI LEVHALARIN ÜRETİMİ

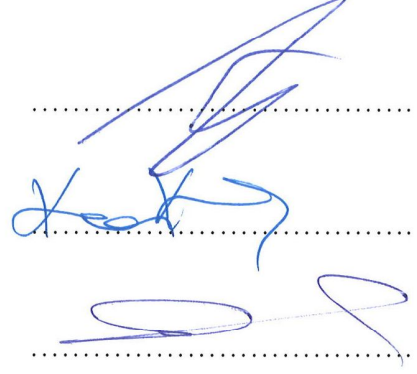
AYŞE İĞCİ

Bu tez,
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalına
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2015

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Ayşe İĞCİ tarafından hazırlanan “Mobilya Sektöründe Kullanılabilecek Poliüretan Esaslı Levhaların Üretimi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 11/06/2015 tarihinde oy birliği / oy çokluğu ile Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU (DANIŞMAN)
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı - KSÜ
Yrd. Doç. Dr. Kadir KARAKUŞ (ÜYE)
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı - KSÜ
Yrd. Doç. Dr. Turgay ÖZDEMİR - (ÜYE)
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı - KTÜ



.....
.....
.....

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Mustafa ŞEKKELİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

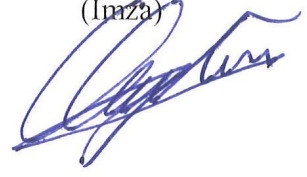
.....

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, alıntı yapılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Ayşe İGCI

(İmza)



Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**MOBİLYA SEKTÖRÜNDE KULLANILABİLECEK POLİÜRETAN
ESASLI LEVHALARIN ÜRETİMİ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

AYŞE İĞCİ

ÖZET

Termoplastik esaslı ve termoset esaslı kompozit malzemeler üzerinde talep gün geçtikçe artmıştır. Günümüz uygulamalarında, inorganik bir dolgu maddesi yerine kısmen organik bir dolgu malzemesinin kullanılması kabul kazanmaya başlamıştır. Jüt, kenevir, sisal, buğday samanı, pirinç samanı ve ahşap ligno-selülozik dolgu maddeleri imalatta kullanılmaktadır. Poliüretan poliöl, izosiyanat ve aerosilin belirli şartlar altında belirli oranlarda karışmasıyla oluşmaktadır. Bu çalışmada takviye elemanı olarak mobilya fabrikası atığı olan Medium Density Fiberboard (MDF) tozu kullanılarak poliüretan esaslı levhalar üretilmiştir. Farklı oranlarda (0br, 7.5br, 15br, 22.5br) mobilya fabrikası atıkları(MDF) ekleyerek, mobilya sektöründe aranan özelliklere sahip, yoğunluğu düşük, dekoratif vb amaçlı kullanılabilir ürün üretilmiştir. Tez kapsamında poliüretan esaslı levhaların üretimi gerçekleştirilmiş olup, konuyla ilgili yeni bilgiler üretilmiştir. Üretilen farklı poliüretan levhaların mekanik özellikleri (çekme direnci, eğilme direnci ve darbe direnci) belirlenmiştir. Yapılan testler sonucunda, takviye elemanı oranındaki artış ile çekme direncinin ortalama değerlerinin çok küçük sapmalarla değiştiği, eğilme direncini ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerini ise önemli ölçüde etkilemediği gözlemlenmiştir. Bu tip çalışmaların bu konularda yapılacak yeni çalışmaları tetikleyebileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Poliöl, İzosiyanat, Aerosil, MDF, Mekanik Özellikler.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Haziran/ 2015

Danışman: Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU

Sayfa sayısı: 52

**POLYURETHANE PANELS BASED DETERMINATION OF PRODUCTION
THAT CAN BE USED IN THE
FURNITURE INDUSTRY
(M.Sc. THESIS)**

AYŞE İĞCİ

ABSTRACT

There is a growing interest and demand on both thermoplastic based and thermoset based composite materials. Nowadays the use of organic filler as a partial replacement of inorganic filler in certain applications has started to gain acceptance. Ligno-cellulosic filler from jute, hemp, sisal, wheat straw, rice straw and wood are utilized in composite manufacturing. Polyurethane is formed by mixing in certain proportions polyols, isocyanates and aerosil under certain conditions. In this study, furniture factory waste, which is obtained from Medium Density Fiberboard, was used as filler. The different rates of furniture factory waste (MDF) were used. Polyurethane which has desirable properties like low density, decorative, etc. in the furniture industry was used as polymer matrix. In this study, polyurethane-based panels were produced and new information has been found out on the subject. The mechanical properties (tensile, flexural and impact resistance) of the produced composites were determined in accordance with ASTM standards. The results of the tests show that the average value of tensile strength changed slightly with increase of the ratio of filler. The increase of filler did not have significant effect on the flexural strength and flexural modulus. This type of study is expected to trigger new studies to be done on these issues.

Key words: Polyol, Isocyanate, Aerosil, MDF (Medium Density Fiberboard) Mechanical Properties.

Kahramanmaraş Sütçü Imam University
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Forest Industry Engineering, June / 2015

Supervisor: Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU

Page number: 52

TEŞEKKÜR

“Mobilya Sektöründe Kullanılabilecek Poliüretan Esaslı Levhaların Üretimi” adlı bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği bölümünde yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans eğitimim süresince ilgi ve desteğini esirgemeyen, tez çalışmam boyunca öneri ve yardımlarını esirgemeyerek bilgi ve tecrübeleri ile her zaman yanımda olan engin fikirleriyle kendimi geliştirip yetiştirmemde katkısı bulunan saygı değer hocam Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU'na teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışmalarında kullanılan malzemelerin alınmasında 2014/1-23YLS no'lu Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) sayesinde katkıda bulunan Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birim Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tezin eksikliklerinin ortaya çıkarılması ve düzeltilmesi konusunda çok büyük katkıları olan Sayın Doç. Dr. Turgay ÖZDEMİR'e, Yrd. Doç. Dr. Kadir KARAKUŞ'a ve Araştırma Görevlisi olan İbrahim Halil BAŞBOĞA'ya şükranlarımı sunarım.

Yüksek lisans tezi hazırlamam süresince laboratuvar çalışmalarımdayardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşım Orman Endüstri Yüksek Mühendisi H.Gökçe AKSOY, Emine Şule YAZICI ve laboratuvar arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Son olarak öğrenim süresince her türlü yardımlarını esirgemeyen anneme, babama ve sevgili eşim Sefa İĞCİ'ye çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1 GİRİŞ	1
1.1 Dünyada Mobilya Endüstrisinin Durumu	2
1.2 Türkiye’de Mobilya Endüstrisinin Durumu	3
1.3 Ligno-selülozik Endüstriyel Atıklar	4
1.4 Orta Yoğunlukta Lif Levha (MDF) Üretimi	7
1.4.1 Orta Yoğunlukta Lif Levhanın (MDF) Kullanım Alanları	9
1.4.2 Orta Yoğunlukta Lif Levha (MDF) Atıklar	9
1.5 Poliüretan	11
1.5.1 Poliüretanın Uygulama Alanları	12
1.5.2 Poliüretan Köpük Çeşitleri	15
1.6 Polioller	16
1.7 İzosiyanatlar	17
1.8 Aerosil	18
1.9 Katkılar	19
1.10 Silikonun Yapısı	19
2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	22
3 MATERYAL ve METOT	25
3.1 Materyal	25
3.2 Metot	25
3.2.1 Silikon Kalıbın Hazırlanması	25
3.2.2 Poliüretan Levha Üretimi İçin Hammadde Hazırlanması	26
3.2.3 Poliüretan Levhaların Üretimi	27
3.2.4 Üretilen Kompozitlerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi	30
3.2.4.1 Eğilme Direnci Testi	30
3.2.4.2 Çekme Direnci Testi	31
3.2.4.3 Darbe Direnci (şok) Test Metodu	32
3.2.5 PU Esaslı Levhalara Ahşap Levhalara Yapılan İşlemlerin Uygulanması	34
4 BULGULAR VE TARTIŞMA	36
5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER	46
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	52

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Dünyada Mobilya Endüstrisinin Durumu.....	2
Şekil 1.2 MDF Üretim Basamakları	8
Şekil 1.3 Mobilya Fabrikası Atığı.....	11
Şekil 1.4 Türkiye Plastik Malzeme Kullanım Oranları.....	13
Şekil 1.5 Dünyada Poliüretan Malzeme Kullanımı	13
Şekil 1.6 Ahşap Taklidi Poliüretan	15
Şekil 1.7 Poliüretan Fiziksel Görünümü.....	17
Şekil 1.8 İzosiyanat Zincir Yapısı.....	18
Şekil 1.9 Aerosil Fiziksel Görünümü.....	19
Şekil 1.10 Silikon Kalıba Poliüretan Döküm İşlemi.....	20
Şekil 1.11 Silikonun Kalıbı	21
Şekil 3.1 Silikon Kalıbın Üretimi	26
Şekil 3.2 Poliüretan Oluşumu.....	27
Şekil 3.3 Çalışma Planı	28
Şekil 3.4 Poliüretan Yapımında Kullanılan MDF	29
Şekil 3.5 Poliüretan Levha Üretimi	29
Şekil 3.6 Zwick/Roell Z010 Universal Test Makinesi.....	30
Şekil 3.7 Zwick/Roell Z010 Universal Test Makinesi Eğilme Testi.....	31
Şekil 3.8 Zwick/Roell Z010 Universal Test Makinesi Çekme Testi.....	32
Şekil 3.9 Şok Testi İçin Örneklerin Boyutlandırılması.....	32
Şekil 3.10 Polytest RayRan Çentik Açma Makinesi	33
Şekil 3.11 Zwick Roell. HIT5.5P Şok Direnci Makinesi.....	33
Şekil 3.12 Kodlanmış, test edilmeye hazır şok numuneleri	33
Şekil 3.13 Üretilen Poliüretan Apliklerin Boyanması	34
Şekil 3.14 Poliüretana Desen Uygulama.....	34
Şekil 3.15 Poliüretan Levhanın Zımparalanması	35
Şekil 3.16 Poliüretan Yüzeyine Tutkal Uygulanması.....	35
Şekil 3.17 Poliüretan Yüzeyine PVC Kaplanması.....	35
Şekil 4.1 Çekme Direnci Test Örneklerine Ait Yoğunluk Grafiği	37
Şekil 4.2 Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Yoğunluk Değerleri ile Çekme Özellikleri Arasındaki İlişki (a) Yoğunluk – Çekme Direnci (b) Yoğunluk -Çekmede Elastikiyet Modülü (c) Yoğunluk - Kopmada Uzama Değerleri.....	38
Şekil 4.3 Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Çekme Direnci Değerleri.....	39
Şekil 4.4 Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Çekmede Elastikiyet Modülü Değerleri.....	39

Şekil 4.5 Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Kopmada Uzama Değerleri	40
Şekil 4.6 Eğilme Direnci Test Örneklerine Ait Yoğunluk Grafiği.....	40
Şekil 4.7 PU Esaslı Levhalara Ait (a) Yoğunluk – Eğilme Direnci Arasındaki İlişki (b) Yoğunluk - Eğilmede Elastikiyet Modülü Arasındaki İlişki.....	41
Şekil 4.8 Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Eğilme Direnci Değerleri	42
Şekil 4.9 Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Eğilmede Elastikiyet Modülü Değerleri.....	42
Şekil 4.10 Darbe Direnci Test Örneklerine Ait Yoğunluk Grafiği.....	43
Şekil 4.11 Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Yoğunluk Değerleri ve Darbe Direnci Değerleri Arasındaki İlişki.....	43
Şekil 4.12 Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Şok Direnci Değerleri.....	44
Şekil 4.13 Darbe Testi Sonrası Kırık Yüzey Görüntüsü (640x480 piksel).....	44
Şekil 4.14 SEM A Grubu (%0) ve D Grubu (%22.5) MDF Katkılı Kompozitlerin SEM'deki Görüntüleri.....	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 1.1 Türkiye'nin Yıllık Biokütle Potansiyeli (Saraçoğlu, 2008).....	5
Çizelge 1.2 Ülkemizde Bulunan Tarımsal Atık Potansiyeli (Saraçoğlu, 2008).....	6
Çizelge 1.3 Poliüretanın Kullanım Alanları	14
Çizelge 3.1 Üretim Reçetesi Poliüretan Grupları (PU).....	27
Çizelge 3.2 Mekanik Özelliklerin Belirlenmesinde Kullanılan Standartlar.....	30
Çizelge 4.1 Poliüretan Esaslı Levhaların Mekanik Özellikleri	36

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ASTM	: American Society For Testing and Materials
cm	: Santimetre
HDF	: High Density Fiberboard (yüksek yoğunluklu lif levha)
MDF	: Medium Density Fiberboard (orta yoğunluklu lif levha)
mm	: Milimetre
ort	: Ortalama
PU	: Poliüretan
PP	: Polipropilen
PS	: Polistren
PE	: Polietilen
st	: Standart Sapma
EM	: Elastikiyet Modülü ((N/mm ²))
L	: Dayanak Noktaları Arasındaki Açıklık (mm)
b	: Deneş Parçasının En Kesit Genişliği (mm)
h	: Deneş Parçasının En Kesit Kalınlığı (mm)
ÇD	: Çekme Direnci (N/mm ²)
Pmax	: Maksimum Yük (N)
DE	: Dinamik Eğilme Direnci (J/m)

1 GİRİŞ

Mobilya kelime anlamı olarak İtalyancadan(möble) dilimize girmiş olup Türk Dil Kurumu'nun güncel Türkçe sözlüğüne göre, "Oturulan, yemek yenilen, çalışılan, yatılan yerlerin döşenmesine yarayan taşınabilir eşyaya verilen genel addır (TDK, 2014). Tarihsel anlamda Türkçede en erken kullanıldığı tarih 1892 yılıdır (URL 1). Mobilya insanların, günlük yaşama yönelik sosyal ve kültürel temel gereksinimlerini güvenli ve konforlu bir şekilde karşılamak amacıyla genelde ağaç malzemeden oluşturulmuş işlevsel, estetik görünümlü, ergonomik kullanım eşyalarının tümüdür (T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2013).

Mobilyacılık sektörü tasarım, orman ürünleri, metal ve maden, kimya, reklamcılık, ambalaj, basın yayın, lojistik gibi birçok sektörle doğrudan ilişkisi olan mal ve hizmet grubunun bir araya geldiği sektörler birliğidir.

Mobilya denilince ilk akla gelen ahşap mobilyadır. Özellikle, konutlarda masa, dolap, şifonyer, kitaplık gibi, çeşitli bürolarda, okul sıra ve masalarında çoğunlukla ahşap malzeme kullanılmaktadır. Mobilyalar, iç ya da dış mekânlarda yonga levha, lif levha, MDF, suntalam, kontrplak ürünlerden herhangi birinin ya da bir kaçının bir arada kullanılmasıyla üretilmektedir. Ağaç malzeme kökenli yan ürünlerin yanında metal, plastik, mermer ve cam gibi ağaç malzeme dışındaki diğer doğal ya da yapay malzemelerden de oluşabilirler.

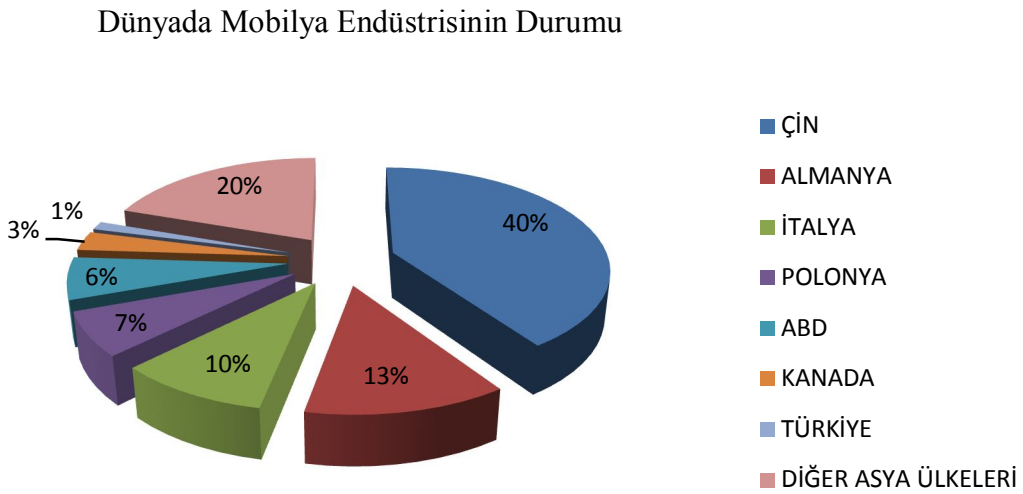
İnsanların mobilyalardan beklentisi, fonksiyonellik, kullanım rahatlığı, dayanım, estetik ve sağlık gibi temel etmenlerin birleşimidir. Kişiye uygun bir mobilyada aranan bu unsurları sağlamak için, üretilmesi düşünülen mobilyanın son ürüne dönüştürme öncesinde, kullanım gereksinimlerine yeterli ölçüde karşılık verebilecek ve beklenen bütün işlevleri eksiksiz yerine getirebilecek nitelikte iyi bir şekilde tasarlanmış olması gerekmektedir. Tüm bunlar göz önüne alındığında; mobilyaların sınıflandırılmasında, kullanım alanları ve kullanıcı birey yapısı büyük önem taşımaktadır. Örneğin, yüksek gelir grubu bireyler güncel hayatlarında daha lüks şekle dönüştürmek için kişisel zevkleri doğrultusunda mobilya seçiminde bulunarak optimum kullanımlı alanlar oluşturmaya çalışmaktadırlar, oysa orta gelir grubu bireyler daha uzun süreli kullanıma yönelik ve aynı anda birkaç farklı işlevi yerine getirebilecek kapsamda ve yüksek dayanımlı mobilyaları tercih etmektedirler (OAİB, 2014).

1.1 Dünyada Mobilya Endüstrisinin Durumu

Dünya mobilya piyasaları gün gittikçe genişlemektedir. Bunun nedeni; rekabet eden firmaların durgunluk döneminde bile cirolarını artırmalarını sağlayan yeni piyasaların açılması ve gelişmiş ülkelerdeki gibi, harcama seviyesine sahip gelişmekte olan ülkeleri etkileyen dünya tüketimindeki artış olup, gelişmekte olan ülkeler, gelişmiş ülkelerinde üretilen orta ve yüksek kalitedeki mobilyalar için potansiyel müşteri konumundadır.

Mobilya üretimi dünyada belli başlı ekonomik sektörlerden biridir ve sektör hem ana unsurları hem de yardımcı ve yan unsurları ile birlikte yıllık ortalama 376 milyar dolarlık bir değer üretmektedir. Her ne kadar üretilen bu mobilyanın yarısından biraz fazlası kendi üretim bölgesinde satışa sunulup tüketilse dahi, azımsanmayacak oranda üretildiği bölgenin dışına satılmakta ve dış ticarete konu olmaktadır. Mobilya gibi lojistik maliyeti yüksek bir ürünü göz önünde bulundurduğumuzda, bu dış ticaret oranının bile dikkate değer bir miktarı ifade ettiği rahatlıkla görülebilmektedir. Dünya mobilya sektörü istihdam anlamında da dikkate değer bir sayıya sahiptir. Bütün dünyada üretilen mobilya ile birlikte 260.000 kişilik istihdamla sektör her geçen gün alanını genişletmektedir (Ulay, 2011).

Şekil 1.1'de dünyada mobilya endüstrisinin ihracat yüzdelerini incelediğimizde Çin %30,9'luk bir yüzdeyle ilk sıradadır. Sırasıyla Almanya %13, İtalya %10, Polonya %7, ABD %6 ve Kanada'nın %2,3 oran ile takip ettiğini söyleyebiliriz. Türkiye ihracat yüzdesi %1'lik oranla ihracat yapan ülkeler arasında 21. sırada yer almaktadır (CSIL, 2011).



Şekil 1.1 Dünyada Mobilya Endüstrisinin Durumu (CSIL, 2011)

Mobilya sektörünü kendi içinde faaliyet alanları bağlamında incelemek de mümkündür. Sektörün % 35'lik kısmı ev içi mobilya ve döşeme, ofis ve dış mekânlar için mobilya üreten üretici firmalardan oluşmaktadır. Bu alanda etkinlik gösteren dernek ve birlikler, fuarlar, ofisler, sergiler % 30'luk bir dilimi meydana getirmektedir. Aydınlatma ve aydınlatma malzemesi üreticileri ile birlikte ev eşyası üreticileri sektörde %27 oranında yer alırken, yardımcı malzeme, yarı mamul ve aksesuar üreticileri sektörde % 6 oranında temsil edilmektedirler (T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Mobilya Sektörü Raporu, 2013; DOĞAKA, 2014).

Mobilya sektörü gelişmeye açık bir sektördür. Üretici firma sayısı, mevcut istihdam gücüyle ve doğal kaynaklarıyla Türkiye, Avrupa'nın güçlü mobilya üreticileri olarak düşünülen Almanya, İtalya, Polonya gibi ülkelerle rekabet edebilir nitelikte görülmektedir (MUSİAD, 2013)

1.2 Türkiye'de Mobilya Endüstrisinin Durumu

Türkiye'de mobilya sektörü diğer sektörlerle kıyasla en eski ve devamlı sektörlerden biridir. Türkiye'de son yıllarda hızla artan nüfus, kentleşme ve refah seviyesinin artmasıyla konut mekân ihtiyacı hızla artmıştır. Konut ihtiyacına paralel olarak mobilya talebi de artmıştır. Türkiye'de mobilya küçük ölçekli, orta ve büyük ölçekli(fabrikasyon) işletmeler tarafından üretilmektedir. Talebin büyük çoğunluğu küçük işletmeler tarafından karşılanmakta birlikte, fabrikasyon üretim yapan işletmelerin sayısında da her geçen gün önemli artışlar olmaktadır (Demirci, 2005).

TÜİK verilerine incelendiğinde kayıtlı iş yeri sayısı 33.924, ücretli çalışanların sayısı 121.080 olarak görünürken, Sosyal Güvenlik Kurumu kayıtlarına göre ise 16.915 kayıtlı işyeri, 116.860 kişi ise sigortalı çalışan olarak gözükmektedir. Mobilya sektöründe şirket başına düşen kişi sayısı 6,9 ortalama ile 7,68 olan ülke genelinde imalat ortalamasının altındadır (TÜİK, 2012; SGK, 2012).

Türkiye'de mobilya sektöründe geçtiğimiz 20-25 yıl içerisinde pek çok gelişme olmuştur. Mobilya ihtiyacına yönelik üretime, elemeği yoğun çalışmadan teknoloji destekli çalışmaya ve lokal atölye üretimlerinde büyük çaplı seri üretime geçilmeye başlanmıştır. Ayrıca üretilen her bir mobilya sınıflandırılmış, karakterize edilerek tek tip ve standart hale getirilmeye çalışılmıştır. Yapılan bu üretimi daha nitelikli ve verimli hale getirebilmek için yeni üretim yerleri açılmış olup büyük fabrikalarda daha çok sayıda ve çeşitte mobilya üretilmeye çalışılmıştır. Gün geçtikçe daha iyi mobilya

yapmanın çeşitli yol ve yöntemleri üzerinde çalışmalar söz konusu olmuştur. Bu sebeple tasarım, markalaşma, teknolojik imkânlar ve Ar-Ge gibi konular masaya yatırılarak daha işlevli ürünler ortaya çıkmaya başlamıştır. Sektörün ülkemizde yoğun olduğu iller ise başta İstanbul, Kayseri ve Bursa olmak üzere diğer yoğun olduğu iller İzmir, Ankara, Adana'dır (T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Mobilya Sektörü Raporu, 2013).

Kahramanmaraş'ta ve Anadolu'nun tüm illerinde takdir kazanmış, el sanatları 1980'li yıllara kadar önemli ekonomik geçim kaynağı olmuştur. Ancak günümüz teknolojisi ile zamanla gelişen el sanatlarının yerini büyük tona tezgahları almaya başlamıştır. Günümüzde halen geçim kaynağı olan ceviz işi sandalye, kanepeler, koltuk, masa gibi ürünlerin üretimi gerçekleştirilmektedir. Yılda ortalama 15-20 bin parça mobilya üretimi olan sektörde, lüks eşya sayılabilecek tavla, tepsi, şık mücevher kutuları da üretimi gerçekleşen ürünler arasında yer almıştır. Kahramanmaraş'ta el işçiliğinde çoğunlukla ceviz ağacı kullanılmaktadır. Bölgede ceviz ağaçlarının hammadde ihtiyacını tamamen karşılaması, düşük maliyetli olması sektörün gelişiminde etkin rol oynamıştır (T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Başkanlığı, 2003).

1.3 Ligno-selülozik Endüstriyel Atıklar

İnsanların ligno-selülozik materyalleri kullanımı eski Mısır uygarlığına kadar uzanmaktadır. Eski Mısır uygarlığında çamur ile saman karıştırıp tuğla yapımında kullanılmış ve bu sayede sağlamlık arttırılmıştır (Ndazi et al., 2006). Bitkisel esaslı ligno-selülozik materyallerin ağaç malzemeye alternatif olarak kullanılması üzerine yapılan bilimsel araştırmaların tarihi ise yaklaşık olarak yüzyıl önceye dayanmaktadır. 1913'te Bond köprü yapımında bambunun kullanımına ilişkin bazı deneyler yapılmıştır. 1929'da Emley ve 1930'da Arnold mısır saplarından izolasyon levhası üretimi üzerine çalışmalar yapılmıştır (Youngquist et al., 1994).

Ligno selülozik malzemelerin kimyasal bileşimi yaklaşık olarak % 90-99 oranında selüloz, lignin ve hemiselülozlerden oluşmaktadır. Ayrıca, daha az oranda olmak üzere (%1-10) inorganik (kül) ve organik bazı renk, koku vb. ekstraktif maddeler de bulunmaktadır. Devlet İstatistik Enstitüsü verilerine göre ülkemiz tarım ve orman alanlarının %34,9'unu orman, %27,9'unu ekili tarım alanları, %7'lik kısmını nadas alanları ve geriye kalanını ise çayır ve mera arazileri, sebze ve meyve bahçeleri oluşturmaktadır (Die, 2007). Bu arazilerden önemli miktarda biokütle üretimi elde edilmektedir. Elde edilen ürünlerin kullanım alanlarında değerlendirilirken önemli

miktarlarda atıklar oluşmaktadır. Türkiye'nin yıllık biokütle potansiyeli Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Çizelge 1.1 Türkiye'nin Yıllık Biokütle Potansiyeli (Saraçoğlu, 2008)

Biokütle	Yıllık biokütle (milyon ton)
Yıllık Bitkiler (buğday sapı, pirinç sapı, ayçiçeği)	55
Orman Atıkları	18
Çok Yıllık Bitkiler	16
Tarım Endüstrisi Atıkları	10
Odun Endüstrisi Atıkları	6
Diğer	7
Toplam	112

Dünyada ligno-selülozik kompozit üretiminde kullanılan en önemli hammadde kaynağından biride ağaçlardır. Ağaçlar dünyadaki lif kaynaklarının %68,5'ini oluşturmaktadır. Geri kalan %31,5'lik kısmı tarımsal esaslı lifler teşkil etmektedir ve bu oran azımsanmayacak niteliktedir (Acar, 2014)

Türkiye'de orman endüstri alanında çalışan işletmelerin büyük miktarlarda atıkları vardır ve bu atıklar rasyonel bir şekilde değerlendirilmemektedir. Ligno-selülozik dolgu maddeleri Türkiye'de tarımsal atık potansiyeli miktarlarına bakılarak iyi ve mükemmel bir yüksek değerde hammadde olduğu görülebilir. Bu ligno-selülozik hammaddelerin geri dönüşümü sağlanarak polimer kompozit üretiminde değerlendirilmesi mümkün olabilmektedir. (Mengeloğlu ve ark., 2006).

Türkiye'nin tarımsal atık potansiyeli Çizelge 1.2'de verilmiştir. Günümüzde ligno-selülozik kaynakların enerji ve diğer kullanım yerleri için gerekli olan hammaddeyi temin için hızlı yetişen ağaç türlerinin yetiştirilmesi, tüm ağaçtan yararlanma, odun ve odun kökenli atıkların kullanılması gerekir. Tarımsal esaslı lifler içerisinde pirinç sapı, pirinç kabuğu, bambu, jüt, kenaf, keten, sisal, kenevir, rami gibi ürünler sayılabilir (Ndazi et al., 2006). Türkiye dünyanın sayılı yıllık bitkileri üreticisi arasında bulunmaktadır. Diğer yandan, orman kaynaklarından yıllık odun hammaddesi artımı 20 milyon m³ gibi çok sınırlı olup, kâğıt endüstrisi, ağaç malzeme kaplama endüstrileri, lif levha ve kereste endüstrileri gibi diğer odun işleyen endüstri dallarının rekabeti ile karşı karşıyadır. Yıllık bitki ve tarımsal atıkların asıl yetiştirilme amaçları besin temini ya da

diğer endüstride kullanımı olduğundan ve maddelerin sürekliliği daima mümkün görülmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 2001).

Çizelge 1.2 Ülkemizde Bulunan Tarımsal Atık Potansiyeli (Saraçoğlu, 2008)

Türkiye'nin Lif Kaynakları	Türkiye Yıllık Bitki Sapı (milyon ton)
Buğday Samanı	26.4
Arpa Samanı	13.5
Mısır Sapı	4.2
Ayçiçeği Kabuğu	2.9
Şeker Kamışı Atığı	2.7
Fındık Kabuğu	2.3
Asma Çubuğu	0.8
Yulaf Samanı	0.6
Çavdar Samanı	0.5
Pirinç Kabuğu	0.4
Meyve Kabukları	0.4
Toplam	55

Yukarıda miktarları verilen tarımsal atıklardan termoset esaslı kompozit dünyanın birçok yerinde üretilmektedir. Başta Amerika, olmak üzere tüm dünyada çok hızlı endüstriyel üretim artışı görülmektedir. Termoplastik kompozitler diğer levha ürünlerine göre mekanik özelliklerinin iyi olması, ses ve gürültüyü azaltıcı özellikte olmaları, doğal ve geri dönüşüme uygun olmaları sebebiyle araştırmacıların dikkatini çekmiştir. Tüm bu üstün yönleri ve ülkemizde bulunan potansiyel göz önüne alınırsa bu konuda çalışma yapmanın zorunluluğu daha açık bir şekilde görülecektir (Korucu ve Mengeloğlu, 2007).

Şeker kamışı, bambu, jüt, kenaf, pamuk, pirinç sapı, pirinç kabuğu, muz, buğday, tütün, ananas, ay çiçeği sapı, mısır sapı, kenevir, yulaf sapı, pamuk sapı, saman, çavdar, arpa, keten vb. ellinin üzerinde bitkisel esaslı ligno-selülozik materyalden kompozit materyal üretilmesi üzerine laboratuvar ortamında yüzlerce araştırma yapılmıştır (Youngquist et al., 1994). Günümüz orman ürünleri endüstrisinde jüt, kenaf, kenevir, keten, kapok, rami gibi bitkisel esaslı ligno-selülozik materyaller ticari lif kaynakları olarak kullanılmaktadır (Ndazi et al., 2006). Kompozit malzeme endüstrisinde odun lifi en avantajlı hammaddedir. Doğal orman kaynaklarının azalması, insan yapımı ormanların

sınırlı olması odun dışı liflerin büyük önem kazanmasına neden olmuştur (Ganapathy, 1997).

1.4 Orta Yoğunlukta Lif Levha (MDF) Üretimi

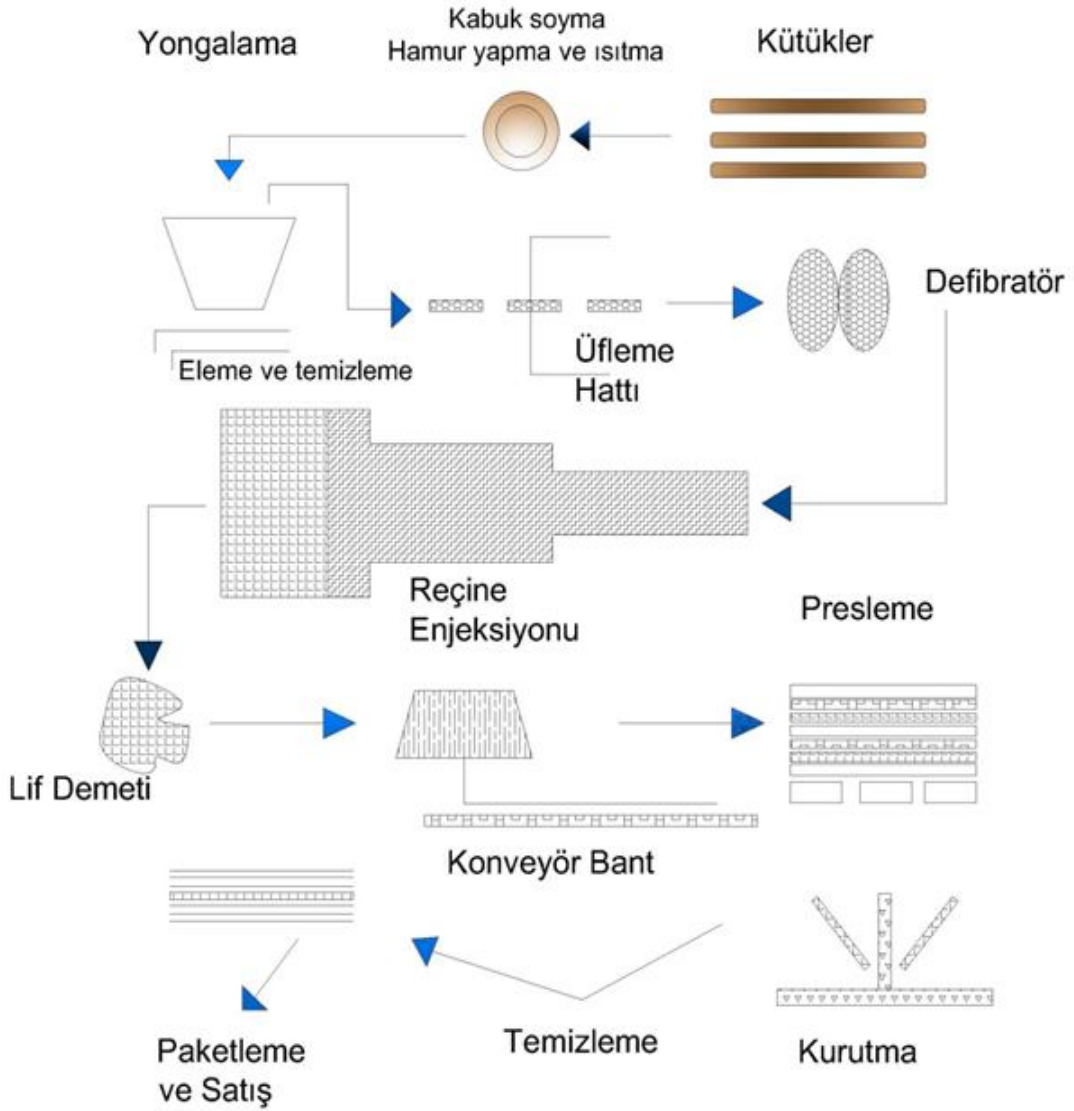
MDF orta sertlikte bir lif levha olup, termo mekanik olarak veya diğer ligno-selülozik hammaddelerden elde edilen liflerin belirli bir rutubet derecesine kadar kurutulduktan sonra yaklaşık %9-11 oranında sıcaklıkta sertleşen bir tutkal ile karıştırılarak sıcaklık ve basınç altında preslenmesiyle oluşturulmaktadır (Akbulut, 1999).

MDF üretiminde yaş ve kuru yöntem olmak üzere iki üretim teknolojisi söz konusudur. Yaş yöntemde levha taslağı sulu ortamda oluşturulmakta, kuru yöntemde ise elde edilen lifler kurutulmakta ve levha taslağı kuru ortamda oluşturulmaktadır. Günümüzde lif levhalar büyük oranda kuru yöntemle üretilmektedir. Kuru yöntemle lif levha üretimi yonga levha üretiminin benzeridir. Lif levha üretiminde çürüksüz ve orta yoğunlukta, fazla budak içermeyen, ekstraktif madde içeriği düşük ve Ph değeri 4-5 civarında olan her türlü ligno-selülozik odunsu materyal kullanılabilir. Kuru yöntemde de iğne yapraklı ağaçlar tercih edilmesine rağmen termoset tutkallar kullanıldığından kısa lifli yapraklı ağaçlarda üretimde büyük oranda değerlendirilebilmektedir.

MDF üretiminde lif-yonga odunu, aralama kesimlerinden elde edilen odunlar, kereste endüstrisi artıkları, soyma kaplama artık silindiri, kesme kaplama artık tahtası, soyma ve kesme artık kaplamaları, testere ve planya talaşı, çeşitli odun işleyen fabrika artıkları ve levha üretimi için gerekli lif uzunluğuna sahip bitkisel artıklar kullanılabilir. MDF üretiminde kullanılacak olan yuvarlak odunların istenilen özellikleri çaplarının 6 cm ile 40 cm arasında olması, boylarının ise 2 metreden daha kısa olmasıdır. Orman kaynaklarının yetersiz olduğu bölgelerde şeker kamışı, keten sapsarı, tahıl sapsarı, ayçiçeği sapsarı vb. yıllık bitkiler de hammadde olarak tercih edilmektedir. MDF levhaların yoğunluğu 0.50-0.80 gr/cm³ arasında değişmektedir (Maloney, 1986; Haygreen and Bowyer, 1996; Ayrılmış, 1999).

Şekil 1.2'de MDF üretimi akışını incelediğimizde uygun ağaç malzeme sağlandıktan sonraki ilk işlem kabuk soymadır. Kütükler kabukları ile birlikte de kullanılabilirler. Ancak nihai ürün özelliklerini standartlaştırmak için kabuğun uzaklaştırılması gerekmektedir (Karakaya ve ark, 2003; Maloney, 1992; Falker, 2001).

MDF üretimi için, sert ve yumuşak ağaçlardan elde edilen yongalar buhara tabi tutulup defibratörden geçirilerek ağaç liflerine dönüştürülür. Sonra bu lifler kurutularak tutkal, parafin ve sertleştirici gibi birleştirici maddeler eklenir. Birleştirici maddeleri karıştırılan lifler, daha sonra serme işlemine tabi tutulur. Bundan sonra yapılan ön presleme işlemi sırasında lif tabakaları yaklaşık yarı kalınlığa incek biçimde sıkıştırılır, kenarları tıraş edilip düzeltilir ve ebatlanır. Bunu izleyen sıcak presleme aşamasında ise yüksek sıcaklık ve büyük basınç altındaki lifler ve birleştirici maddeler tam kaynaşıp sertleşerek istenilen kalınlıkta levhalar haline gelirler. Üretimin son aşaması sıcak presten çıkan levhaların soğutulması ve zımparalanarak düzgün bir yüzey kazandırılması işlemidir. Üstün nitelikli lif levha MDF artık her çeşit üretimde kullanılmaya hazırdır (Kurtoğlu, 2000).



Şekil 1.2 MDF Üretim Basamakları (Kurtoğlu, 2000)

1.4.1 Orta Yoğunlukta Lif Levhanın (MDF) Kullanım Alanları

MDF mobilya endüstrisinde mutfak, banyo, oturma gurupları, profil vb. alanlarda çok yoğun olarak kullanılmaktadır. Ayrıca MDF bugün Türkiye ve dünyada ahşap kullanımının söz konusu olduğu pek çok yerde masife ikame olarak kullanılmaktadır. MDF düzgün yüzeyli olduğundan üzeri kaplanabilen, baskı yapılabilen, boyanabilen ve ağaç işleyen makinelerle masif odun gibi işlenebilen bir malzeme olduğundan dolayı uygun kalınlıkta üretilebilmesi, makine ile işlenmeye elverişli olduğu için masif ahşaba alternatif olarak görülmektedir.

Her noktasında liflerin eşit dağılması ve yoğun bulunuşu levhanın her iki yüzünün olduğu kadar, kenarlarının da makineyle herhangi bir kırılma olmaksızın ya da malzeme parçacıkları arasında boşluklar ortaya çıkmaksızın işlenmesine imkân sağlamaktadır. MDF bu sayede masa tablaları, kapı panelleri, kenarları pahalı veya profil yüzeyli çekmece alınları gibi parçaların üretilmesinde başarıyla kullanılabilir. Son derece düzgün ve homojen bir yüzeye sahip olan MDF gerek boyamada, gerekse dekoratif folyo, pvc veya ahşap kaplamada çok iyi bir taban oluşturmaktadır.

Yapı sektöründe taban döşemeleri, tavanlar, bina iç bölmeleri, kapı kasaları, kapılar ve küpeşterler, gömme dolap, kapak, gövde ve arkalıkları, büro masaları, sehpa, bilardo masaları, süpürgelikler, mutfak ve banyo dolapları, inşaat sektöründe prefabrik yapılarda, parke olarak, kalıp olarak, makine gibi alanlarda kullanılmaktadır (Maloney, 1993; Haygreen and Bowyer, 1996; URL 7).

Makinede, işlenmesinin kolay, stabilitesinin iyi oluşu, büyük boyutlarda üretilebilmesi, her iki yüzeyinin de zımparalanabilir ve astarlanabilir oluşu, masif malzemenin aksine herhangi bir yerinde budak, çatlak, kıymık gibi özürler görülmemesi, her noktasının aynı yoğunlukta bulunması, kullanıma hazır oluşu, herhangi bir hazırlık işlemi gerektirmeyişi, hemen her çeşit lake, boya, vernik vs. kabul etmesi, ahşap kaplama, PVC, kağıt, melamin gibi malzemelerle kaplanabilmesi MDF'nin mobilya sektöründe en çok tercih edilen malzeme olmasının nedenini oluşturmaktadır (URL 7; Ayrılmış, 1999).

1.4.2 Orta Yoğunlukta Lif Levha (MDF) Atıklar

MDF'nin yaklaşık %90'dan fazlasını odun oluşturmaktadır. Bu yüzden ağaç türü, levha özellikleri üzerinde büyük etkiye sahiptir. Lif levha endüstrisinde uzun lifli ve nispeten hafif olmaları, ph değerinin levha üretimi için uygun bulunmaları ve kolay

sıkıştırılabilmelerinden dolayı iğne yapraklı ağaçlar daha fazla tercih edilir. Kuru yöntemle lif levha üretiminde yapraklı ağaçlar da büyük oranda değerlendirilmektedir. Yapraklı ağaçlar ekonomik olmaları ve fazla miktarda bulmaları dolayısıyla levha üretiminde tercih edilmektedir. Reçine ve tanen, boyar maddeler gibi ekstraktif madde oranı yüksek ağaç türleri lif levha üretiminde tercih edilmektedir (Ayrılmış, 2000).

Odun hammaddesi gün geçtikçe çok farklı alanlarda kullanılmaya başlamıştır. Dolayısıyla odun hammaddesine olan talep ve mevcut arz her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle, odun lifi yerine zirai ve diğer kaynaklı alternatif liflerin kullanılması, kullanılan hammaddenin geri dönüşümü, daha etkin teknolojiler ve daha kaliteli ürünlerin geliştirilmesi gelecekteki odun arz ve talep tablosunda önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir (Cooper et al., 1999).

Yonga ve lif levhalar 1830 x 3660 mm veya 2100 x 2800 mm standart ebatta 2,5 mm ile 30 mm arasında değişen ölçülerde üretilmektedir. Lif levhalar mobilya üretiminde, dekorasyon işlerinde ve otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır.

Yonga ve Lif Levha Sanayicileri Derneği verilerine göre ülkemizde 28 adet yonga levha ve 18 adet lif levha tesisi bulunmaktadır. Ülkemizde panel kompozit ürünlerin yıllık toplam üretim miktarı 10,99 milyon m³ olup, bunun 6,07 milyon m³'ünü yonga levha ve 4,92 milyon m³'ünü lif levha ürünleri oluşturmaktadır (Dayanıklıoğlu, 2013).

Orman ürünleri endüstrisindeki atölye ve fabrikalarında ana işleme atıkları; kereste, odun unları, uç kısımlar, kapak tahtaları, kare kesitli kereste üretiminde kenarlardan çıkan parçalar, yongalar, bıçkı tozu, talaş ve kaplama atıklarıdır. Mobilya fabrikası kapı üretiminde kullanılan kilit kısmını tıraşlayan makinadan çıkan talaş ve MDF tozu Şekil 1.3'de görülmektedir. Bu atıklar farklı boyutlarda olmakla birlikte yonga levha, lif levha, selüloz ve kâğıt sektörleri için en önemli hammaddelerdir. Avrupa ülkelerinde bu hammadde kaynakları geniş oranda kullanılmaktadır.



Şekil 1.3 Mobilya Fabrikası Atığı

Mobilya üretiminde ortaya çıkan atık madde miktarı ebatlama sırasında kullanılan testerenin kalınlığı ile ilgilidir. Genellikle bu sektördeki testere kalınlığı testerenin en çok keseceği yüksekliğe göre karşılaşıcağı direnç dikkate alınarak 0,8 mm'den 3,5 mm'ye kadardır. Kiriş, lamba, oluk açmak gibi özel işlemler için yapılmış testerelele, metal testerelele bu standardın dışında kalmaktadır (İlhan ve ark, 1990). Genel olarak yonga levha, lif levha üretimi ve kullanımı esnasında yaklaşık olarak ortaya çıkan atık yüzdesinin %5 ile %25 arasındadır (Bromhead, 2003).

1.5 Poliüretan

Üretan kimyası 1849 yılında başlamıştır. O yıllarda Wurtz ve Hoffman izosiyanat ve hidroksil bileşliğini kapsayan bir reaksiyonu kayda geçmişlerdir. Dr. Otto Bayer 1937 yılında reaksiyon için ticari bir kullanım alanı bulmuştur ve endüstri naylon ile rekabet etmek için polyester esaslı üretan polimerlere yönelmeye başlamıştır. İkinci dünya savaşının başlamasıyla kullanılan ana malzemelerin azalması, fiberler, köpükler ve kaplamalar için üretan malzemelerin geliştirilmesi zorunlu kılınmıştır. Başlangıç olarak polyester, poliöl bileşikleri ve dizosiyanatlar tercih edilmiştir. Fakat proses oldukça zor olduğu için maliyetleri oldukça artmış olup poliüretan endüstrisi hidroksil malzemeler yerine başka malzemeler aranmaya başlamıştır. 1957 yılında çok geniş kullanım alanı

olan köpük malzemeler oldukça düşük maliyete sahip polyesterler olarak ortaya çıkmıştır (Aydın, 2002)

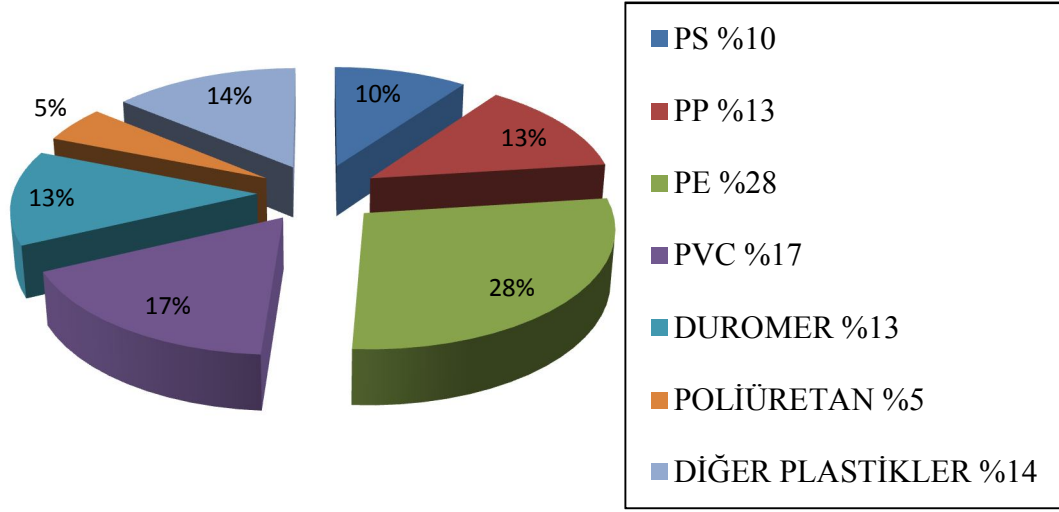
Günümüzde ticari olarak kullanılan en önemli polimer sınıflarından birini oluşturan poliüretanlar yapılarında diizosiyanat ve diol gruplarını çeşitli oranlarda ve kombinasyonlarda içeren polimer grubunu oluşturmaktadır. Poliüretanların, polimer grupları arasında en çok kullanılanlarından biri olmasının sebebi, sıvı monomerlerden, kolay, düşük enerji gereksinimi olan bir proses ile elde edilmesidir. Ayrıca yumuşak, doğrusal elastomerlerden sert termoset köpüklere kadar yaygın bir ürün grubunu oluşturmaktadır (Zlatanic et al., 2004).

1.5.1 Poliüretanın Uygulama Alanları

Teknoloji ile her gün çoğalan hammadde poliüretan reçineler, hayatımızda giydiğimiz elbiseden, yemek kaplarımıza, boya inşaat ve mobilya sektörümüze, tıp bilimine, çocuklarımızın oyuncaklarına ve hatta bebeklerimizin emziklerine kadar birçok çeşit bulunan ürün imalatında kullanılmaktadır. Günümüzde kimya sanayisinin birçok alanında petrokimya ürünleri ana girdi maddesi olarak kullanılmaktadır. Kimyasal madde ve enerji ihtiyacını karşılama bakımından petrol çok önemli bir unsurdur. Bu durum ileride petrol kaynaklarının tükenmesi durumunda kimyasal madde ve enerji ihtiyacını nereden ve nasıl karşılanacağı sorununu ortaya çıkarmaktadır. Bundan dolayı araştırmacılar petrole alternatif oluşturacak kaynak arayışına yönelmişlerdir.

Türkiye’de günlük hayatta çok sık kullanılan plastik malzemeler polietilen (PE), polipropilen (PP), polivinilklorür (PVC) , polistiren (PS) oluşturmaktadır. PE; ambalaj filmlerinde, sera örtülerinde, sulama borularında, varil, bidon, şişe ve ev eşyaları vb. üretiminde, PP; çuval, sentetik elyaf, sıhhi tesisat boruları, ev eşyaları vb. üretiminde, PVC; pencere profili, lambri, boru, ambalaj filmleri, suni deri vb. üretiminde, PS ise ambalaj kapları ve ev gereçleri vb. üretiminde kullanılmaktadır (Bektaşoğlu, 2005). Şekil 1.4’te Türkiye’de plastik malzeme kullanım yüzdelerinin grafiğini görebiliriz.

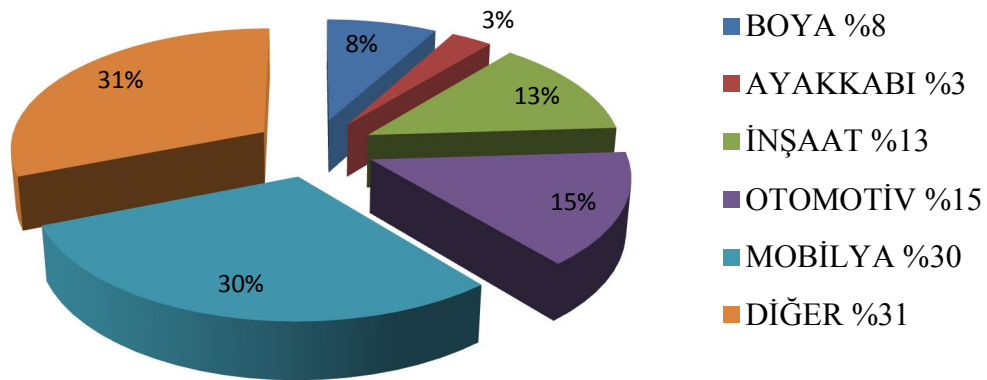
Türkiye Plastik Malzeme Kullanım Oranı



Şekil 1.4 Türkiye Plastik Malzeme Kullanım Oranları(URL 4)

Poliüretan, kapı pencere çerçevelerinde, pervazlarda, ısı yalıtımında olduğu gibi, ses yalıtımı için, endüstriyel mantolama, ambalaj malzemelerinde, mobilya ve dekorasyonda sıklıkla kullanılmaktadır. Şekil 1.5’de dünyada poliüretan malzeme olarak uygulama alanları ve yüzde değerleri incelendiğinde mobilya %30 oranla en çok kullanılan alandır.

Dünyada Poliüretan Uygulama Alanları



Şekil 1.5 Dünyada Poliüretan Malzeme Kullanımı (URL 4)

Poliüretan elastomerler çok geniş uygulama alanına sahiptir. Mühendislik alanında, dayanıklılık, aşınma, kimyasal ve organik çözücülere karşı direnç sağladığından birçok sektörde kullanılmaktadır.

Poliüretan reçinelerinin geçmişten günümüze özellikle kullanım alanlarına göre kronolojik gelişimi Çizelge 1.3’de verilmiştir.

Çizelge 1.3 Poliüretanın Kullanım Alanları

1937 Prof. Otto Bayer temel poliüretan formülünü elde etmeyi başarmıştır.
1940 Sert köpük, ilk kez uçak endüstrisinde kullanılmaya başlanmıştır.
1941 Metal, cam ve kauçuk malzemelerini birbirine bağlayıcı malzeme olarak endüstride aranılan malzeme olmuştur.
1948 Yalıtım malzemesi olarak bira fiçilerinde uygulamalar yapılmıştır.
1953 Sünger Sanayinde kullanılmaya başlanmasıyla hızlı tüketim oluşmuştur.
1966 Ayakkabı endüstrisi poliüretan kullanmaya başlanmıştır.
1970 PU ortopedik ve tıbbi parçalarda uygulanacak malzeme geliştirilmiştir.
1979 Binaların yalıtımında büyük çapta poliüretan kullanılmaya başlanmıştır.
1985 Taşıt yolcu güvenliği için PU köpük malzeme geliştirilmiştir.
1995 PU bisiklet tekerleği elastik malzemesi geliştirilmiştir.
2001 PU otomotiv tekerleği elastik malzemesi geliştirilmiştir.

Ağaç malzemede yüzey özelliklerinden biri olan yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesinde birçok yöntem ortaya konulmuştur. Ağaç malzemelerde düzgün yüzey,

macunlama, vernikleme veya boyama yanında tutkallama gibi uygulamalarda da başarı şansını artırmaktadır. Böylece daha az malzeme kullanımı sonucu ekonomik yarar sağlanması yanında vernik, boya ve yapıştırma uygulamalarında da daha olumlu sonuçlar vermektedir (Sadoh and Nakato, 1987).

Poliüretanın en büyük avantajı, kullanılan hammaddelerinde ve oranlarında değişiklik yapılarak birbirinden çok farklı özelliklere sahip ürünler elde edilebilmesidir. Poliüretanla farklı formlarda ve boyutlarda ürün üretilebilir. Poliüretan ürünlerin dekorasyon amaçlı kullanım alanları ahşap ve taş taklidi ürünler, aplikler, göbekler, kapı taçları, kartonpiyerler, kilit taşları, kubbeler, nişler, panolar ve çerçeve, payandalar, poliüretan süslemeler, sehpa, şömineler, sütunlar, yeni ürünler, çita ve köşe pervaz, süpürgelikler, söveler, özellikle son birkaç yıldır mobilya sektöründe kullanılan ahşap taklidi poliüretan ürünlerdir. Türkiye pazarında boy göstermeye başlamış bu ahşap taklidi dekoratif ürünlerin pazarı her geçen gün artmaktadır (URL 6).

Kalıbı bulunan hemen hemen her katı malzemenin poliüretandan döküm işlemi yapılabilir. Poliüretanın dekoratif olarak mobilya sektöründe ahşap malzeme muadili olarak kullanıldığı Şekil 1.6 da görülmektedir.



Şekil 1.6 Ahşap Taklidi Poliüretan

1.5.2 Poliüretan Köpük Çeşitleri

Poliüretan köpük sertlik, esneklik, yüzey dokusu gibi özellikleriyle birbirinden çok farklı yüzlerce çeşidi bulunmaktadır. İstenilen form ve boyutlarda üretilebilmesi çok

geniş bir uygulama alanı olmasını sağlamıştır. Poliüretan köpükler yapısal olarak sert köpük poliüretanlar, sünger köpük poliüretanlar, yarı sert poliüretanlar, elastomer poliüretanlar, tam elastomer poliüretanlar vb. olarak ayrılmaktadır. Rijit köpükler, izosiyanat bazlı olup içerisine izosiyanat ihtiva eder. Sünger köpük poliüretan ise poliüretanın en yaygın kullanılan türüdür ve bükülebilir köpüklerdir (Bilir, 2009).

Poliüretan elastomerler 3 temel yapı taşından oluşmaktadır. Bu elastomer; polioliol, zincir uzatıcının ve izosiyanatın doğru oran ve koşullarda reaksiyona girmesi ile oluşmaktadır. Oluşan polimer zincirlerinin kimyasal yapısına baktığımızda diğer poliüretanlardan farkını görebiliriz. Elastomerlere yüksek yırtılma, kopma dayanımı ve esnekliğini veren lineer moleküler zincir yapısıdır. Polioliol ve zincir uzatıcının izosiyanat ile reaksiyonu sonucu ortaya çıkan üretan bağları sert bölümü oluştururken, uzun polioliol zinciri yumuşak segmenti oluşturmaktadır. Sert segment ve yumuşak segmentin oranı birbirinden ayrışma biçimi elastomerin nihai özelliklerini büyük oranda belirlemektedir.

Poliüretan üretimi bir kimyasal reaksiyondur, tüm kimyasal reaksiyonlarda olduğu gibi bu reaksiyonu da geriye çevirmek olanaksızdır. Reaksiyon üç boyutta da ilerleme gösterdiğinden, içinde bulunduğu kabın veya kalıbın tüm boşluklarını doldurarak onun şeklini almaktadır. Poliüretan köpüklerin yayılma özelliği vardır. Yayılarak Dökülen kabın veya temas ettiği yerin şeklini alır. Bileşenlerin OH ve NCO yüzdeleri oluşan köpüğün sert (rigid), yarı-sert veya yumuşak olmasını sağlamıştır (URL 3).

1.6 Polioller

Polioller yüksek molekül ağırlıklı organik bileşiklerdir. Poliüretan endüstrisinde polieter tip ve poliester tip polioliol kullanılmaktadır. Günümüzde kullanılan poliollerin %80-90'ı polieter poliollerdir. Polieter dioller genellikle düşük molekül ağırlıklıdır ve propilen oksit ve etilen oksitten elde edilir (Beşergil, 2008).

Polioller, ester, akrilik, eter, amid ve hidroksil ile birlikte farklı fonksiyonel gruplar içerirler. Poliüretanın özellikleri ayrıca başlatıcı polioliolünün molekül ağırlığı kadar, çapraz bağlanma derecesine de bağlıdır. Yüksek oranda dallanmış polioller, dayanıklı mükemmel termal mukavemete sahip ve poliüretan oluşumuna sebep olurken, daha az dallanmış polioller poliüretana daha iyi bir esneklik ve kimyasal stabilite kazandırmaktadır (URL 4).

Polioller, serbest OH sayısı ya da molekül ağırlıklarına göre tanımlanırlar. Poliollerde hidroksil (OH) sayısı molekül ağırlığı ile ters orantılıdır. Diğer malzemeler

polimer işleme yardımcı olmak için ya da polimerin özelliklerini değiştirmek için ilave edilmektedir. Şekil 1.7 de görseli verilen poliollerin ortalama olarak bir molekül başına iki ve ya daha fazla hidroksil grubu içermektedir.



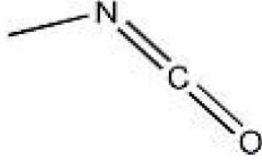
Şekil 1.7 Poliöl Fiziksel Görünümü

1.7 İzosiyanatlar

İzosiyanatlar, 1849 yılında Wurtz tarafından sentezlenmişlerdir. İzosiyanatlar çok reaktif ve düşük molekül ağırlıklı malzemeler olduğu için bu özelliği sayesinde polimer yapımında kullanılmaktadır. İzosiyanatların çoğu iki fonksiyona sahiptir, bunlarda bir molekül başına iki izosiyanat bulunmaktadır (URL 4).

İzosiyanatlar poliüretan sentezinin temel yapı taşlarından biridir. Bu sınıf kimyasallar her bir molekülünde iki veya ikiden fazla $-NCO$ molekülü taşıyan izosiyanatlardır. İzosiyanatlar, NCO yüzde içeriğine ve fonksiyonuna ya da bir moleküldeki NCO sayısına bakılarak adlandırılmaktadır. İzosiyanatların ayırt edici özelliği NCO sayılarıdır (URL 2,6).

Ticari amaçlı poliüretanların üretiminde kullanılan izosiyanatlar genellikle aromatik yapılıdır. Elde edilen ürünün özellikleri üretiminde kullanılan izosiyanatın türüne göre, kürlenme sistemini ve işleme sistemini doğrudan etkilemektedir. İzosiyanatın en önemli özelliği fonksiyonelliğidir. İzosiyanatın molekül zincir yapısı Şekil 1.8'de görülmektedir. Önemli olan bu molekülde bulunan izosiyanat ($-NCO$) gruplarının sayısıdır.



Şekil 1.8 İzosiyanat Zincir Yapısı (URL 5)

Poliüretanın oluşumunda en önemli 2 önemli bileşenden biridir. Poliöl sistemlerle ile polimerizasyon reaksiyonunun gerçekleşebilmesi için izosiyanatdaki reaktif NCO grubuna ihtiyaç vardır. NCO yapısının yüzde değeri baz alınarak izosiyanatlar sınıflandırılmıştır (URL 6).

1.8 Aerosil

Kimyasal formülü SiO_2 olan aerosil maddesi ilk olarak 1942 yılında AEROSIL adı altında üretilmiştir. SiO_2 hammaddesi, camın, kumun, kuvarsın da özünü teşkil etmektedir. Amorf bir yapıya sahip olan bu madde $200 \text{ m}^2/\text{g}$ spesifik bir yüzeye sahip hidrofilik dumanlı kristalin ince toz olan silikon dioksit halidir. Farklı kombinasyon ve saflıktaki değerler, filtre yardımcı maddesi olarak kullanımında istenilen sonuçlara ulaşılabilmektedir. Aerosil çok zayıf bir ısı iletkenidir. Hiçbir malzemenin ısı iletkenliği Aerosil kadar düşük olmadığı için California Üniversitesinden Prof. Dr. C.L. Tien tarafından ısı iletkenliği teorik olarak sıfır kabul edilmiştir. Yaklaşık olarak kendi ağırlığının %120-125 ine kadar nem çekme özelliğine sahiptir ve dıştan bakıldığında, ince yapıda yumuşak yağan kar görünümündedir (URL 3).

Depolama alanlarında nem kontrolünün sağlanması gereken ya da belirli değerler arasında tutulması istenen yerlerde saf olarak silikon dioksit kullanılabileceği gibi, maliyet avantajı bakımından ve verim göz önünde bulundurularak silikon dioksit yapımında, temel hammadde girdisi olan silikajel tercih edilmektedir. Özellikle nem oranı yüksek alanlar ve su kenarlarında yapılan depolamalarda silikon dioksit ya da silikajel kullanımı oldukça yaygındır (URL 3).

Şekil 1.9'da görseli verilen aerosil ilaç sanayinde ilaç tablet üretiminde de kullanılmaktadır. Ayrıca antibiyotik bakteri temizliği ve enfeksiyon giderici ilaçlarda yardımcı etken olarak rol almaktadır. Birçok sektörde topaklanmayı önleme amaçlı kullanılmaktadır. Uygulanacak ürünün partikül büyüklüğüne, elde edilmek istenen serbest akışkanlığa göre seçimi yapılır. Genel olarak uygun silikon dioksit tipi belirlenirken

uygulanacak ürünün partikül büyüklüğünün 1/7 si oranında partikül büyüklüğüne sahip olan silikon dioksit kullanımı önerilir. Bu sayede istenen serbest akışkanlık elde edilir, ürün topaklaşmaz (URL 3).



Şekil 1.9 Aerosil Fiziksel Görünümü

1.9 Katkılar

Poliüretan sentezinde özellikle reaksiyonu kontrol etmek, bitirmek veya son ürünü değiştirmek için bazı katkı maddeleri gereklidir. Bunlar; katalizörler, zincir uzatıcıları, çapraz bağlayıcılar, dolgular, nem tutucuları, renklendiricilerdir. Katalizörler reaksiyonun hızını artırmış ve bloklamış izosiyanat daha düşük sıcaklıklarda olmasını sağlamakla beraber, poliüretan üretiminde kürlenme sıcaklığına istendiği takdirde düşürülebilmektedir. Poliöl ve izosiyanatın reaksiyonunun gerçekleşebilmesi için farklı türlerde katalizörler kullanılır. Ayrıca, poliüretan sert köpüğe istenilen ölçüde alev geciktirici özellik kazandırılması amacıyla poliöl karışımına özel alev geciktirici ajanlar ve yardımcı maddeler ilave edilmektedir (URL 5).

1.10 Silikonun Yapısı

Silikon yeryüzünde en çok bulunan ikinci elementtir ve kumda, kilde, granitte ve birçok mineralde bulunmaktadır. Uçucu gaza dönüşebilen gaz veya sıvı halde köpük yapıcıların genişmesiyle üretilen, yoğun polimer matris ile çevrilmiş, gaz boşlukları içeren malzemelere silikon köpük denir. Silikon köpükler genellikle, en az iki fazdan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi katı polimerik matris, diğeri ise köpük yapıcı ile elde edilen gaz fazıdır. Silikon köpük içindeki boşluklar malzemenin yoğunluğunu azaltırken

daha az hammadde kullanımı sağlarlar. Bu durum ise ürünün fiyatını da önemli oranda düşürmektedir. Ayrıca malzeme içindeki boşluk oranı kontrol edilirse silikon köpüğün yoğunluğu ayarlanabilir ve değişik özelliklerde ve farklı yerlerde kullanılacak silikon köpükler üretilir. Bu avantajlarından dolayı, silikon köpüklerinin kullanım yerleri ve tüketim miktarları ilk ticari üretimlerinin başladığı 1940 yılından günümüze hızla artmıştır (Saçaklı, 2005).

Şekil 1.10'da silikon kalıp üzerine poliüretan malzemenin döküm işlemi görülmektedir.



Şekil 1.10 Silikon Kalıba Poliüretan Döküm İşlemi (URL 8)

Yüksek dayanımlı olması ve detaylı parçaların kalıplarını almakta kullanılan kalıp silikonun akışkanlığı yüksek, opsiyonel çalışma süresi ile detay objelerin kolaylıkla kalıplanmasını ve oda sıcaklığında kürleşmesini sağlamaktadır. Silikonda esnek özellikte kalıp alma tekniği kalıp silikonlarında mevcuttur. Ürünü yapışmadan basitçe çıkartma, yırtılmaya yüksek direnç, en ince detaylara kadar benzerlik, oda sıcaklığında ısınmadan kürleşme, kullanım için özel ekipmana gerek kalmadan kolay kullanım sağlamaktadır ve yüksek ısıya dayanmaktadır. Yüksek sıcaklığa, deformasyona, asit ve alkaliye, kabarmaya dayanımlı esnek silikon kalıplar, kalıp kopyalama ve hassas alçı, reçine ve mum işlerinde kalıp yapmada kullanılmaktadır. Yumuşak silikonlar ise detaylı ve hassas motiflerin olduğu kalıpları üretimine daha uygundur. Yüksek oranda katılan sertleştirici ajan nedeniyle hızlı kuruma ve ayrışma gerçekleşmektedir (URL 9).

Silikonların kullanım alanları; inşaat sektörü, seramik sanayi, metal işleciliği, korozyon korunması, boya ve vernik sanayi, tekstil sanayi, deterjanlar, kağıt ve ambalaj sanayi, yapıştırıcı üretimi deri ve mobilya sanayi, elektronik ve elektroteknik sanayi, plastik ve kauçuk işleciliği, yağlayıcı, kaydırıcı madde üretimi, sporda kullanılan her

türlü araç ve gereç yapımı, dış cephe kaplamacılığı, kozmetik ve ilaç sanayi, medikal malzeme üretimi hava ve uzay taşımacılığıdır (Jacops et al., 2004).

Silikon kalıp içerisine dökülen poliüretanın kalıptan sökülmesi Şekil 1.11’de görülmektedir.



Şekil 1.11 Silikonun Kalıbı (URL 9)

2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Fouk ve ark (2006), keten ve pamuk lifi içeren ticari bezler ile geri kazanılmış YYPE ile oluşturulan kompozitlerin mekanik ve fiziksel özellikleri ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Keten lifi/geri kazanılmış YYPE kompozitleri, tekstil ön işlemleri kullanılarak basınçla kalıplama yöntemiyle hazırlanmıştır. Polimer ve lifler arasındaki ilişkiyi güçlendirmek için maleik anhidritle muamele edilmiş polietilen (MAPE) eklenerek ya da silan, enzim ile muamele edilmiştir. Geri dönüşümlü YYPE'ye nazaran, kompozit materyallerin mekanik özelliklerinden çekme direnci (1,4–3,2 kez daha güçlü) ve elastikiyet modülü (1,4–2,3 kez daha uzun) önemli oranda arttığı rapor edilmiştir.

Mengeloğlu ve ark.(2006), tarımsal atıkların tarlada yakılarak ya da sürülerek yok edilmesi yerine un veya lif haline getirilerek odun plastik kompozit üretiminde değerlendirilmesini önermiştir.

Panthapulakkal ve Sain (2006), yapmış olduğu çalışmada tarımsal atıklardan olan buğday ve mısır sapı ile doldurulan polipropilen kompozitleri üretmiştir. Odun ile doldurulan plastiklere alternatif olması ve termoplastiklerde güçlendirici dolgu maddesi olarak uygunluğu araştırılmıştır. Tarımsal atıkların mantar muamelesi, uyum sağlayıcı ve birleştirme tekniklerinin kompozitlerin mekanik özelliklerine etkisi değerlendirilmiştir. Buğday sapı liflerinin yüksek makaslama bileşimi, işlenmiş buğday sapı ile üretilene benzer özellikler gösterdiği bulunmuştur. İşlenmiş sapların benzer oranlarındaki sonuçların, yüksek makaslama bileşimi sırasında meydana gelen lif kırılmasından dolayı olduğu tespit edilmiştir. Eski gazete kâğıdı, odun unu ve tarımsal atıklar ile doldurulan polipropilen kompozitlerin mekanik özellikleri karşılaştırıldığında, termoplastikler için alternatif dolgu maddesi olarak tarımsal atıkların uygun olduğu rapor edilmiştir.

Mengeloğlu ve Kabakçı (2008), yapmış olduğu çalışmada, kereste fabrikası atığı okaliptüs unları ile geri dönüşüm yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) birleştirilerek kompozit levhalar üretmişlerdir. Bunların mekanik ve morfolojik özelliklerini incelemişlerdir. Kompozit materyal içerisindeki okaliptüs unu miktarı arttıkça eğilme, çekme ve darbe direncinin azaldığı, elastikiyet modüllerinde artma olduğu rapor edilmiştir. Taramalı elektron mikroskopu ile yapılan çalışmada okaliptüs unları ile polimer arasındaki uyumsuzluk tespit edilmiş ve bu durumu gidermek amacıyla birleştirici ajanlar kullanılmıştır. Uyumsuzluk giderici olarak MAPE kullanımı çekme ve eğilme dirençlerini iyileştirdiğini tespit etmişlerdir.

Mengelođlu ve Karakuş (2008), yapmış olduğu çalışmada, selülozik materyal olarak marangozhane atığı ya da buğday sapı unu kullanılırken, polimer matris olarak geri kazanılmış yüksek yoğunluklu polietilen su boruları kullanılmıştır. Plastik ve selülozik materyal arasındaki yapışmayı iyileştirmek için formulasyona maleik anhidritle muamele edilmiş polietilen (MAPE) eklenmiştir. Kompozit materyallerin mekanik özellikleri (ekme, eğilme ve darbe direnci) belirlenmiştir. Termogravimetrik Analiz (TGA), Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) ve Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) kullanılarak malzemelerin termal davranışları, mekanik ve morfolojik özellikleri incelenmiştir. MAPE uyum sağlayıcı ajanın eklenmesi daha dūřuk darbe direnci ve kopmada uzama değerleri verirken, çekme direnci ve çekmede elastikiyet modülünün daha yüksek sonuçlar verdiği bulunmuştur. Üretilen polimer kompozitlerin poliolefin esaslı kompozitlerde istenen mekanik özellikleri sağladığı tespit edilmiştir.

Alma ve arkadaşları (2003), öğütölmüş pamuk sapı ve buğday kamışını sıvılaştırarak poliüretan tipi köpük üretmişlerdir. ğütölen pamuk ve buğday saplarına polietilen glikol 400, gliserin ve sülfürik asit ekleyerek 160°C 'de 2 saat ısıtmışlardır. Pamuk sapının buğday sapından daha fazla sıvılaştığını görmüşlerdir. Artan reaksiyon zamanı ve asit miktarıyla hidroksil değerlerinin ve sıvılaşan biyomasın miktarının azaldığını görmüşlerdir. Her iki sıvılaşan biyomasdan yapılan köpüğün sıkıştırma gücü 93-112 KPa, esneklik birimi 3-3,9 MPa ve yoğunluğu 0,029-0,03 g/cm³ olarak bulmuşlar ve bu değerlerin ticari poliolden yapılan köpükle hemen hemen aynı olduğunu görmüşlerdir. Pamuk ve buğday sapından üretilen poliüretan tipi köpüğün biyolojik bozunmasının ticari olandan daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Werbowsky ve Chow (1996), 12 adet mono azo boyanın polieter ve poliester tipi köpük tarafından ekstraksiyonunu incelemişlerdir. Ekstraksiyonun özelti Ph'ı, boya konsantrasyonuna ve tuz konsantrasyonuna etkilerini araştırmışlardır. Boya ekstraksiyonunun nötr zwitter iyon türleri içerdiğini bulmuşlardır. Bu çalışmada asidik özellilerde ekstraksiyonda belirgin azalmalar olduğu görölmüş ve bu azalmanın nedeninin sülfö gruplarının protonlanmasından dolayı meydana geldiği düşünölmüştür. Sonuçlara göre, boyaların halkalı yapılarının fonksiyonel gruplarının görünüş ve konumlarından dolayı ekstraksiyonda büyük farklılıklar görölmüştür. Yayılma oranının ise sıvı-sıvı ekstraksiyonun sonuçlarını tanımlarken faydalı olduğunu, fakat poliüretan köpük kullanılarak yapılan ekstraksiyonlarda özellikle dūřuk konsantrasyonla ilgili olduğunda yeterli olmadığını görmüşlerdir.

Nigam ve arkadaşları (2000), buğday sapı, mısır midili, odun, gibi çeşitli zirai atıkları birer adsorbent olarak kullanarak, Cibacron red, Remazol navy blue, Remazol red, Cibacron orange, Remazol Golden yellow, Remazol blue, Remazol Turquoise ve Remazol Blac B boyalarının uzaklaştırılmasını incelemişlerdir. Giderim üzerine başlangıç boya konsantrasyonunun etkisini belirlemek amacıyla 200–500 ppm’de deneyler yapmışlardır. Bu çalışmada, boya konsantrasyonunun artmasıyla yüzde boya gideriminin azaldığını ve en fazla giderimin düşük konsantrasyon olan 200 mg/l boya konsantrasyonunda elde edildiğini görmüşlerdir.

Chow ve arkadaşları (1990), 59 tane organik boyanın poliester ve polieter tipi poliüretan köpük üzerine adsorpsiyonunu araştırmışlardır. Poliester ve polieter tipi poliüretan köpük üzerine adsorpsiyonun karşılaştırılmasını, bazı boyalar için % 50 metanollü çözeltilerde, bazı boyalarda ise dietiler veya etil asetatlı solvent ekstraksiyonu ile yapmışlardır. Katyonik boyalarda poliester tip köpüğün polieter tip köpükten daha iyi adsorpladığını, anyonik boyalarda ise polieter tip köpüğün daha iyi adsorpladığını görmüşlerdir. Denemeleri 10, 30 ve 60 dakikada ve 3, 6, 12 ve 24 saate kadar yapmışlardır. Adsorpsiyonun bazı boyalar için 24 saate kadar arttığını görmelerine rağmen çoğu durumda 3 saatten sonra önemli bir değişim meydana gelmediğini görmüşlerdir. Boya çözeltilerinin adsorpsiyon sırasında Ph ’larında da kaydadeğer bir değişim gözlememişlerdir.

Fong ve Chow (1992), salisilik asit, 8-hidroksiquinoline, 1-amino-2 naptol-4-sülfonik asit ve sinamik asit içeren bazı aromatik asitlerin ve fenollerin çeşitli protonlanmış alkali aminlerin ve alkali metal katyonlarının sulu çözeltilerden poliüretan köpük tarafından ekstraksiyonunu araştırmışlardır. Bu bileşiklerin sadece doğal halde solvent ekstraksiyonu mekanizması tarafından ekstrakte edildiğini görmüşlerdir.

3 MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

Yapılan çalışmada endüstriyel ligno-selülozik atık olarak MDF tozu kullanılmıştır. Poliüretan levha üretimi esnasında dolgu maddesi olarak kullanılan MDF tozları Kahramanmaraş Şahanlar Ahşap firmasından temin edilmiştir. Polimerik malzemelerimiz olan poliöl, izosiyanat ve aerosil Simge Poliüretan (İstanbul) firmasından satın alınmıştır. Silikon kalıp üretimi için gerekli olan kimyasallar (RTV2 ve sertleştirici) ise Duman Ticaret (İstanbul) İstanbul firmasından temin edilmiştir.

3.2 Metot

3.2.1 Silikon Kalıbın Hazırlanması

Test örneklerinin üretiminde kullanılan Silikon Kalıbın hazırlanması için gerekli malzemeler aşağıda verilmiştir;

- 1) Kopyalanmak istenilen malzeme (Model)
- 2) Çerçeve
- 3) Dökülecek kimyasal (RTV2 ve sertleştirici)
- 4) Tartı (Ölçüm hassasiyeti 0,1 gr) veya ölçek veya pipet veya tek kullanımlık enjektör
- 5) Metal veya plastikten (en iyisi polietilen) temiz ölçek
- 6) Metal, ahşap veya plastikten spatula
- 7) Sert, kısa uçlu fırçadır.

Şekil 3.1'de görüldüğü gibi ahşap çerçevelerin içerisine 180 x 100 x 4 mm kalınlıkta 2 adet MDF parça yerleştirilmiştir. Silikon kalıpta meydana gelebilecek kabarmaları önlenmek amacıyla MDF parça yüzeylerine vazelin sürülmüştür. Daha sonra 100 birim silikon içerisine 3 birim sertleştirici (katalizör) katılarak yaklaşık 2 dakika karıştırılmış ve kalıba dökülmüştür. Yaklaşık 12 saat kuruma sonrasında silikon kalıp kullanıma hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.1 Silikon Kalıbın Üretimi

Silikon kalıbın hazırlanmasında dikkat edilmesi gereken önemli hususlardan bir tanesi yüzeylerde oluşabilecek hava boşluklarının giderilmesidir. Bu amaçla imkânların uygun olması durumunda katalizörlü karışım çerçeveye dökülmeden önce vakumlanmalıdır. Vakumlama imkânının olmadığı hallerde ise ilk katman fırça ile sürülerek yüzeyde oluşabilecek hava boşlukları engellenebilmektedir. Sonraki aşamada kalıbın en alçak noktasından başlanarak ince bir şerit halinde döküm yapılmalıdır. RTV (ticari adı) için de olduğu gibi, hava kabarcıklarını önlemek için, malzeme kalıba dökülürken en alt noktadan başlanarak ince bir şerit halinde dökülmesi tavsiye edilir. Depolama sırasında üründe bulunan maddelerin zamanla çökmesi söz konusu olabileceği için bu karıştırma işlemi homojen bir karışım elde etmek için gereklidir.

3.2.2 Poliüretan Levha Üretimi İçin Hammadde Hazırlanması

Mobilya sektöründe kullanılacak poliüretan esaslı levhaların üretilmesi amacıyla ilk olarak silikon kalıbımız üretilmiştir. Daha sonra poliüretan esaslı levha üretimi için gerekli malzemeler temin edilmiş ve levha üretimi için gerekli ortam koşulları hazırlanmıştır. Üretim aşamasına geçildiğinde mobilya fabrikası atıklarından MDF tozları toplanmıştır. MDF tozları CNC makinesinin oluşturmuş olduğu atık talaşlar elenerek ve sarsak elek yardımıyla istenilen boyutta sınıflandırılarak elde edilmiştir.

Üretim koşullarının belirlenmesi amacıyla ön çalışmalar yapılmış (deneme-yenilme) ve optimum üretim oranları, karıştırma süreleri ve karışıma hangi kimyasalın hangi sırayla katılacağı belirlenmiştir.

3.2.3 Poliüretan Levhaların Üretimi

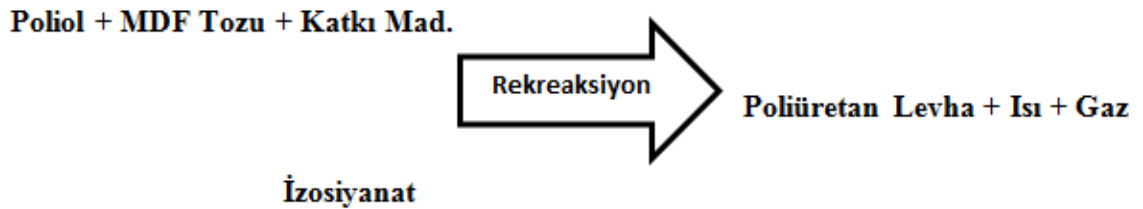
İmalat işlemi esnasında, Çizelge 3.1 'de verilen formülasyona göre, MDF tozu ve polimer karışımı olan izosiyanat, polioli ve sertleştirici önce karıştırılmıştır. Daha sonra bu karışım, dikdörtgen şeklinde, silikon kalıp içine dökülür ve son olarak 24 saat süre ile oda sıcaklığında kurutulmuştur.

Çizelge 3.1 Üretim Reçetesi Poliüretan Grupları (PU)

	Polioli	İzosiyanat	Aerosil (Sertleştirici)	MDF Tozu
A	100br (30 gr)	100br(30 gr)	20 br	0
B	100br (30 gr)	100br (30 gr)	20 br	7,5 br (2,25 gr)
C	100br (30 gr)	100br (30 gr)	20 br	15 br (4,5 gr)
D	100br (30 gr)	100br (30 gr)	20 br	22,5 br (6,75 gr)

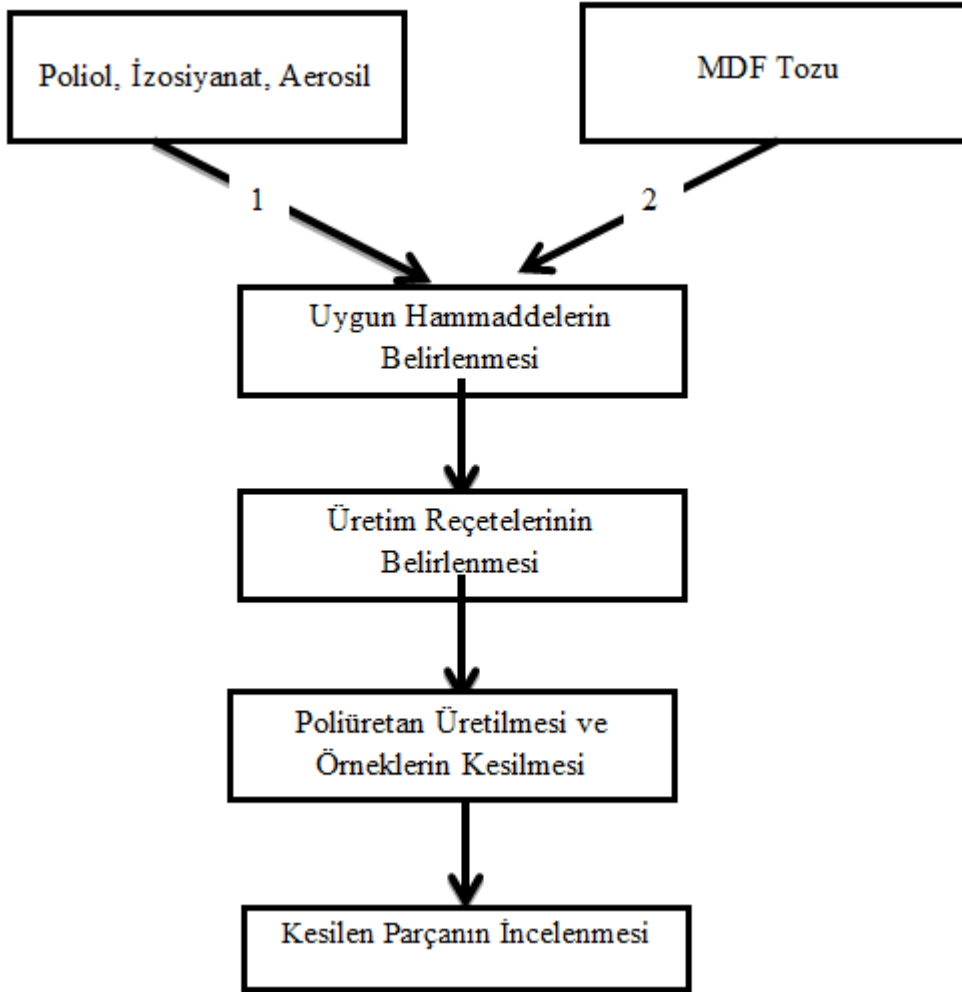
Polioli ile sertleştirici özelliği olan aerosil bir plastik kaptan oranlarına göre tartılıp karıştırılmış üzerine izosiyanat ilave edilerek tekrar karıştırılmıştır. Bu işlem en fazla 3 dakika içerisinde silikon kalıbımızın içerisine dökülmüştür. Kısa sürede döküm işlemi yapmazsak kıvamı koyulaşıp homojen ürün elde edilememektedir.

Poliüretan esaslı levhaların üretim akışı Şekil 3.2’de verilmiştir. İzosiyanat (OCN-R-NCO)’ın, polioli (HO-R-OH) ile reaksiyonu ile polioli’nün hidrojen atomu, izosiyanat ile birleşerek poliüretanı meydana getirmektedir.



Şekil 3.2 Poliüretan Oluşumu

Şekil 3.3 çalışma planında görüldüğü gibi kimyasal malzememiz ve dolgu maddesi temin edilmiştir. Daha sonra üretim reçetesinin belirlenmiş olup reçeteler doğrultusunda örneklerin kesilmesi ve kesilen parçanın incelenmesi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.3 Çalışma Planı

Mobilya fabrikasındaki CNC makinesinde MDF bir parçanın kesilmesinden sonra emici kapatılarak elde edilen MDF tozu kullanılmıştır. Şekil 3.4’de gösterilen MDF poliüretan yapımında kullanılmıştır.



Şekil 3.4 Poliüretan Yapımında Kullanılan MDF

Şekil 3.5. te C grubu deney grubu gösterilmiştir. C grubunun reçetesi: Poliöl 100br (30 gr), 100br (30 gr) izosiyanat, 20br aerosil, 15br (4,5gr) kullanılmıştır. MDF tozu örneklerinin hazırlanmasında başlangıçta poliölün üzerine aerosil dökülerek karıştırılır, üzerine MDF tozu koyularak homojen görüntü elde edilene kadar karıştırılmıştır. Hemen ardından bu kimyasal tepkimenin sertleştiricisi olan izosiyanat eklenip ve yaklaşık olarak bir dakikada öyle karıştırılır bir önceki aşamada ürettiğimiz silikon kalıp üzerine dökülür kuruma işlemi 15 dakikada gerçekleşmektedir. Tam olarak kuruyup sertleşmesi 1 günü bulmaktadır. Bu süre dolduğunda kalıp içerisinden levha çıkarılır. Tüm kimyasal reaksiyonlar gibi bu reaksiyonu da geriye çevirmek olanaksızdır. Yani üretilen yeni ürün ayrıştırılarak eski iki ürün elde edilememektedir.



Şekil 3.5 Poliüretan Levha Üretimi

3.2.4 Üretilen Kompozitlerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada kompozit levhalar üretimden sonra ASTM standartlarında belirtilen örnek uzunluğu ve genişliğine uygun olarak daire testere makinesinde kesilerek hazırlanmıştır. Çizelge 3.2’de verilen standartlarda ve ebatlarda her bir gruptan çekme ve şok testi için en az 10 örnek hazırlanmıştır. Hazırlanan örnek gruplarında bulunan deney örneklerinin kalınlık ve genişlikleri kaydedilmiştir. Polimer kompozitlerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi için yapılan testler ve kullanılan standartlar aşağıdaki gibidir;

Çizelge 3.2 Mekanik Özelliklerin Belirlenmesinde Kullanılan Standartlar

Test türü	Standart	Test Örneklerinin Ebatları (mm)	Örnek Sayısı
Eğilme Direnci Testi	ASTM D 790	180 x 10 x 4 mm	10
Çekme Direnci Testi	ASTM D 638	180 x 10 x 4 mm	10
Darbe Direnci Testi	ASTM D 256	64 x 10 x 4mm	10

3.2.4.1 Eğilme Direnci Testi

Eğilme direnci ve çekme direnci testleri Şekil 3.6’da gösterilen Zwick/Roell Z010 Universal Test Makinesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.6 Zwick/Roell Z010 Universal Test Makinesi

Şekil 3.7’de gösterilen eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin belirlenmesi, üretilen poliüretan levhaların mekanik test 180 x 10 x 4 mm boyutlarına sahip örnekler üzerinde 5 tonluk Zwick marka universal test makinesi kullanılarak 10 örnek test üzerinden edilmiştir.



Şekil 3.7 Zwick/Roell Z010 Universal Test Makinesi Eğilme Testi

3.2.4.2 Çekme Direnci Testi

Çekme deneyi, malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi, mekanik davranışlarına göre sınıflandırılması ve malzeme seçimi amacıyla yapılmıştır. Bu deneyde standart çekme numunelerinin mukavemet değerleri ölçülüp, elde edilen değerler karşılaştırılarak, malzemelerin mekanik özellikleri değerlendirilmiştir.

Çekme direncinin tayini ASTM D638 (ANONİM, 2001)’e göre 180 x 10 x 4 mm boyutlarında her bir formülasyon için 10 adet numune kullanılarak, Zwick Roel universal test makinesinde 5 mm/dak. test hızında gerçekleştirilmiştir.

Şekil 3.8’de gösterilen Zwick/Roell Z010 Universal test makinesi çekme testi çekme direnci ve çekmede elastikiyet modülü ve kopmada uzama değerleri belirlenmiştir.



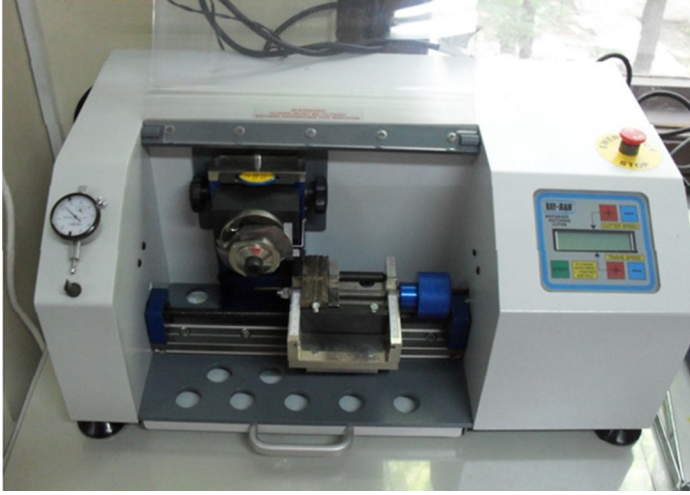
Şekil 3.8 Zwick/Roell Z010 Universal Test Makinesi Çekme Testi

3.2.4.3 Darbe Direnci (şok) Test Metodu

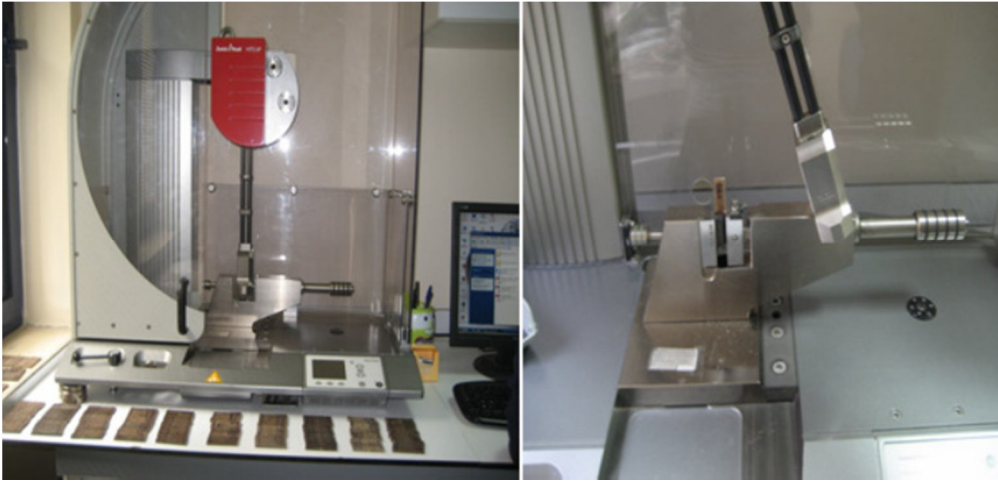
Üretilen poliüretan levhalar darbe direnci testi için daire testere (Şekil 3.9) yardımıyla 64 x 10 x 4 mm boyutlarında kesildi. Boyutlandırılan örnekler üzerine Polytest Ray-ran çentik açma cihazı (Şekil 3.10) yardımıyla çentik (yarıçap: 0.25 mm) açılarak izod şok dayanımı testi Zwick Roell. HIT5.5P (Şekil 3.11) darbe test cihazı ile yapılmıştır. Her bir grubu için en az 10 örnek test edilmiştir(Şekil 3.12).



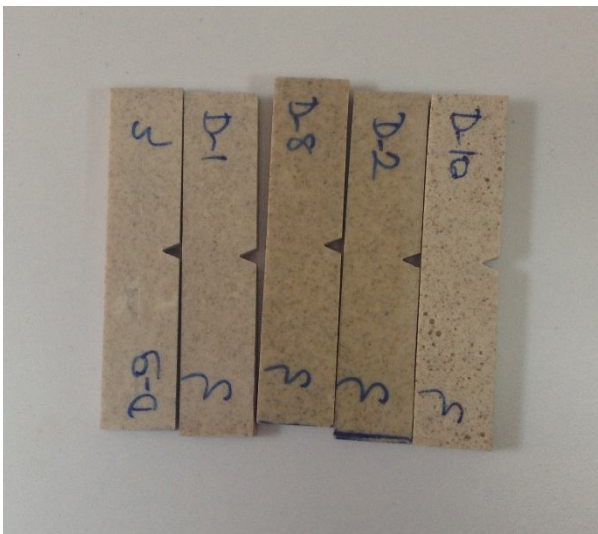
Şekil 3.9 Şok Testi İçin Örneklerin Boyutlandırılması



Şekil 3.10 Polytest RayRan Çentik Açma Makinesi



Şekil 3.11 Zwick Roell. HIT5.5P Şok Direnci Makinesi



Şekil 3.12 Kodlanmış, test edilmeye hazır şok numuneleri

3.2.5 PU Esaslı Levhalara Ahşap Levhalara Yapılan İşlemlerin Uygulanması

Üretilen poliüretan esaslı MDF katkıli levhalara (Şekil 3.13) ilk olarak ahşaba uygulandığı gibi astarlama yapılıp, daha sonra lake boyama yapılmıştır.



Şekil 3.13 Üretilen Poliüretan Apliklerin Boyanması

Farklı oranlarda(A,B,C,D grubu) poliüretanın görseli Şekil 3.14’de verilmiştir.



Şekil 3.14 Poliüretana Desen Uygulama

Uygulanan mekanik testlerin yanında zımparalama(Şekil 3.15), tutkallama(Şekil 3.16) ve kaplama(Şekil 3.17) işlemleri de uygulanmıştır. Bu testin amacı kompozitlerin boyanma ve kaplanabilirliğini incelemektir.



Şekil 3.15 Poliüretan Levhanın Zımparalanması



Şekil 3.16 Poliüretan Yüzeyine Tutkal Uygulanması

Poliüretan levhanın mebran kapak gibi kaplanabilme özelliği denetlenmiştir. İlk olarak tutkal uygulanmış mebran pres ünitesinde preslenmiştir.



Şekil 3.17 Poliüretan Yüzeyine PVC Kaplanması

4 BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında mobilya sektöründe kullanılma potansiyeli olabilecek poliüretan esaslı levhalar üretilmiş ve bazı özellikleri incelenmiştir. Bu üretim esnasında dolgu maddesi olarak mobilya fabrikası bünyesinde oluşturulan orta yoğunluklu lif levha (MDF) tozları farklı oranlarda değerlendirilmiştir. Tez çalışmasına ait üretim reçeteleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Üretilen örnekler ASTM D 618 standartlarına uygun olarak iklimlendirildikten sonra mekanik testleri gerçekleştirilmiştir. Mekanik özelliklerin belirlenmesinde çekme, eğilme ve darbe testleri sırasıyla ASTM D 638, ASTM D 790 ve ASTM D 256 standartları kullanılmıştır.

MDF tozları takviyeli poliüretan esaslı levhaların mekanik test sonuçları Çizelge 4.1’de özetlenmiştir. Çizelgede her bir grup için belirlenen aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. Tek-yönlü ANOVA (Varyans analizi) gerçekleştirilmiştir.

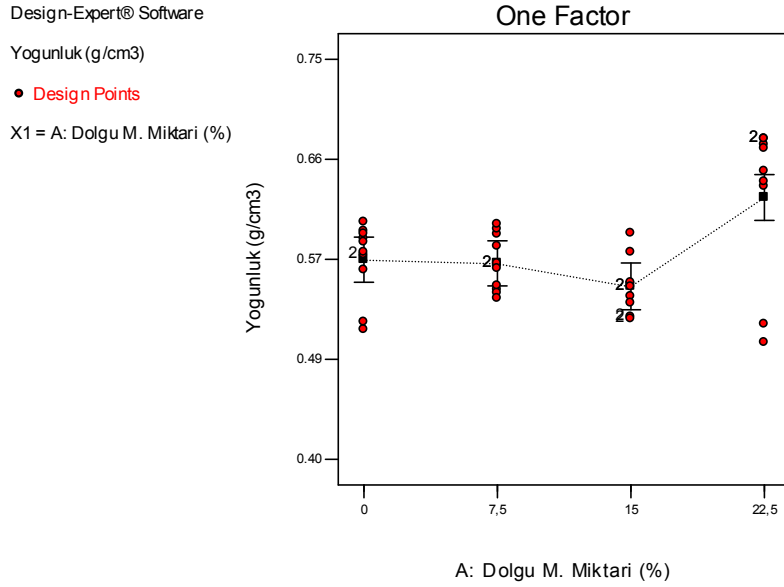
Çizelge 4.1 Poliüretan Esaslı Levhaların Mekanik Özellikleri

Gruplar	Çekme Direnci (MPa)	Ç. Elast. Mod. (MPa)	Kopmada Uzama (%)	Eğilme Direnci (MPa)	E. Elast. Mod. (MPa)	Şok Direnci (J/m)
A Grubu	4,99 (0,88)	190,41 (54,12)	5,39 (0,79)	11,95 (2,07)	499,72 (95,68)	1,01 (0,13)
B Grubu	4,71 (0,41)	216,84 (29,93)	4,45 (0,38)	10,46 (0,93)	525,23 (8,70)	1,00 (0,07)
C Grubu	4,01 (0,3)	186,76 (15,44)	3,97 (0,53)	9,69 (1,58)	529,22 (92,77)	0,86 (0,11)
D Grubu	4,64 (1,81)	164,58 (32,88)	3,86 (1,36)	10,84 (3,34)	508,72 (116,85)	0,99 (0,24)

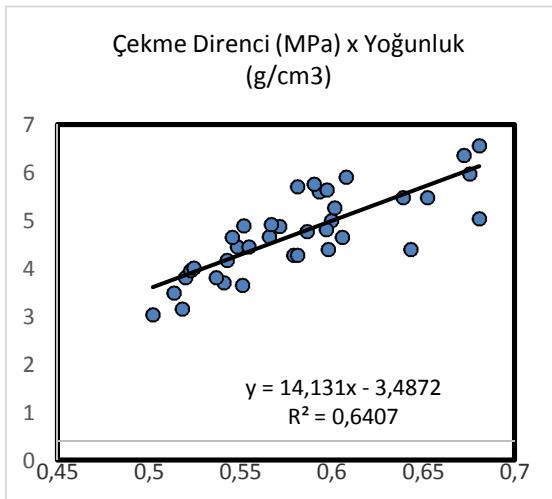
*Parantez içindeki değerler standart sapmalardır.

Çekme özelliklerinin belirlenmesi için kullanılan test gruplarına ait yoğunluk değerlerinin analiz sonuçları Şekil 4.1’de verilmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre dolgu maddesi miktarı yoğunluk üzerinde istatistiki olarak önemli düzeyde etkili bulunmuştur (P=0,0036). Yoğunluk değerlerindeki değişim %15 dolgu maddesine kadar

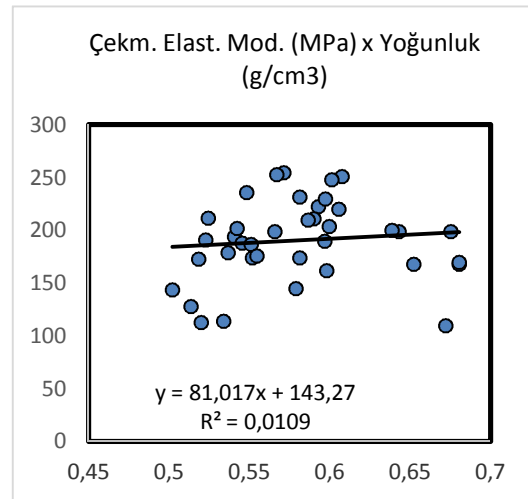
önemli değişim göstermezken %22,5 oranında önemli bir artış göstermiştir. Yoğunluk ile mekanik özellikler arasındaki ilişki incelendiğinde çekme direnci için %64 oranında bir korelasyon gözlemlenirken çekmede elastikiyet modülü (%1) ve kopmada uzama (%2) için korelasyon daha zayıf bulunmuştur (Şekil 4.2).



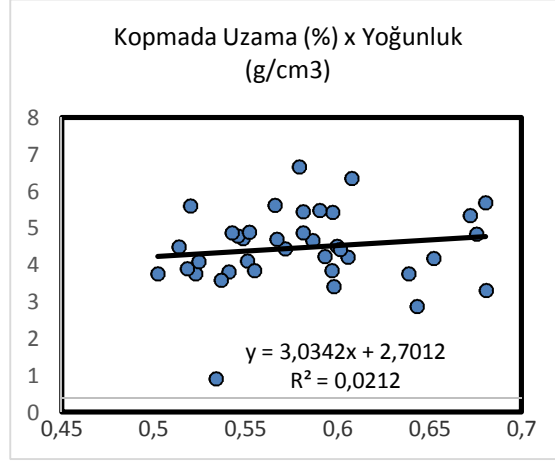
Şekil 4.1 Çekme Direnci Test Örneklerine Ait Yoğunluk Grafiği



(a)



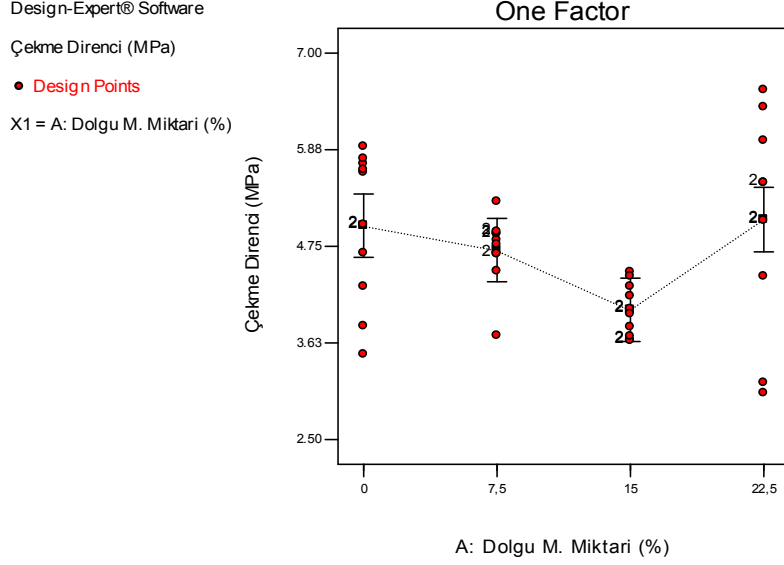
(b)



(c)

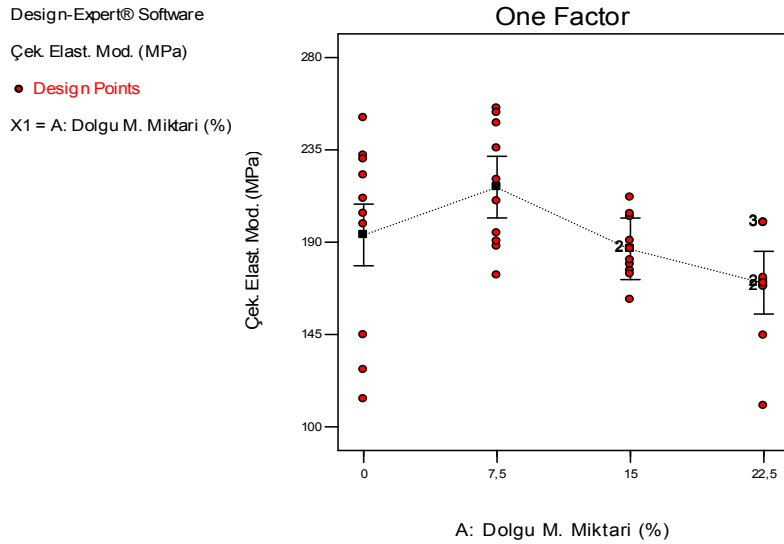
Şekil 4.2 Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Yoğunluk Değerleri ile Çekme Özellikleri Arasındaki İlişki (a) Yoğunluk – Çekme Direnci (b) Yoğunluk -Çekmede Elastikiyet Modülü (c) Yoğunluk - Kopmada Uzama Değerleri

Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Çekme Direncine ait değerler Şekil 4.3’de gösterilmiştir. Poliüretan esaslı kompozit levhaların çekme direnci üzerinde dolgu maddesi miktarının önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur ($P=0,0260$). Kompozit levha içerisindeki dolgu maddesi miktarının artması ile ortalama çekme direnci değerlerinin az miktarda değiştiği gözlemlenmiştir. Poliüretan levhanın çekme direnci değeri 4,99 MPa iken 7,5 br dolgu maddesi ilavesi ile bu değer 4,71 MPa’ya düşmüştür. MDF tozu oranı 15 br’e çıkarıldığında ise çekme direnci 4,01 MPa’ya gerilemiştir. Ancak oran 22,5 br’e çıkarıldığında çekme direnci tekrar artış göstererek 4,64MPa değerine çıkmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken husus değerler arasındaki standart sapmanın oldukça büyük olmasıdır. Bu durum karışımın istenilen homojenlikte oluşturulamadığını göstermektedir.



Şekil 4.3 Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Çekme Direnci Değerleri

Poliüretan esaslı levhaların çekmede elastikiyet modülü değerleri Şekil 4.4’de gösterilmiştir. Çekmede elastikiyet modülü değerleri üzerinde dolgu maddesi miktarının önemli oranda etkili olduğu bulunmuştur ($P=0,0306$). İlk etapta dolgu maddesi elastikiyet modülü değerlerini artırmış ancak daha yüksek oranlarda dolgu maddesi kullanımının bu değerlerin azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.4 Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Çekmede Elastikiyet Modülü Değerleri

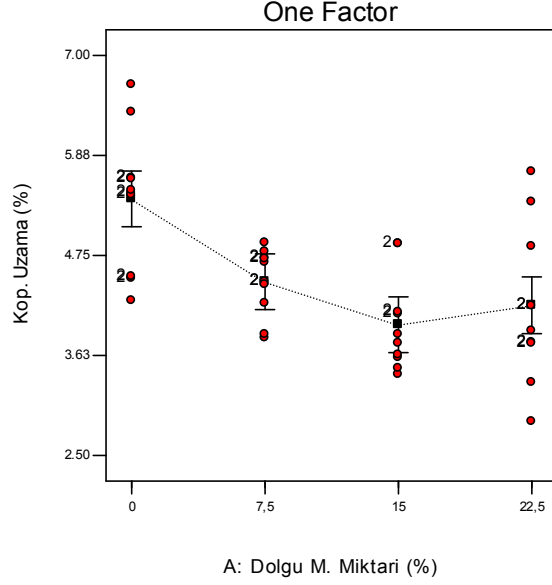
Çekme özelliklerinden bir diğeri ise kopmada uzama değerleridir. Şekil 4.5’de gösterildiği üzere kopmada uzama değerleri dolgu maddesi miktarındaki artışa paralel olarak azalma göstermiştir. Dolgu maddesi miktarına bağlı oluşan bu değişim istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur ($P=0,0003$).

Design-Expert® Software

Kop. Uzama (%)

● Design Points

X1 = A: Dolgu M. Miktarı (%)



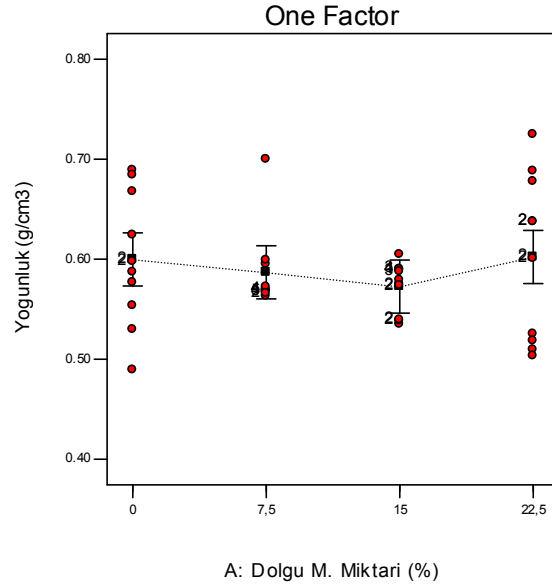
Şekil 4.5 Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Kopmada Uzama Değerleri

Design-Expert® Software

Yoğunluk (g/cm³)

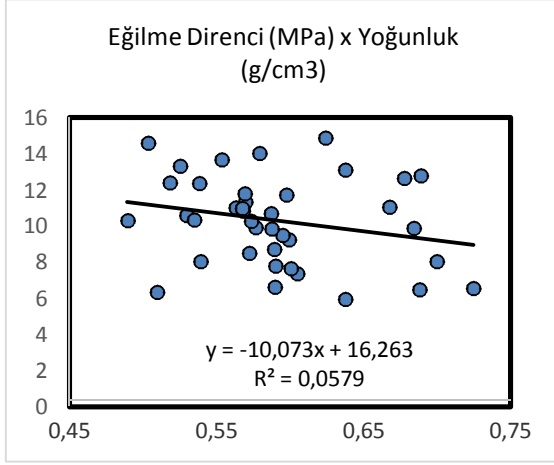
● Design Points

X1 = A: Dolgu M. Miktarı (%)

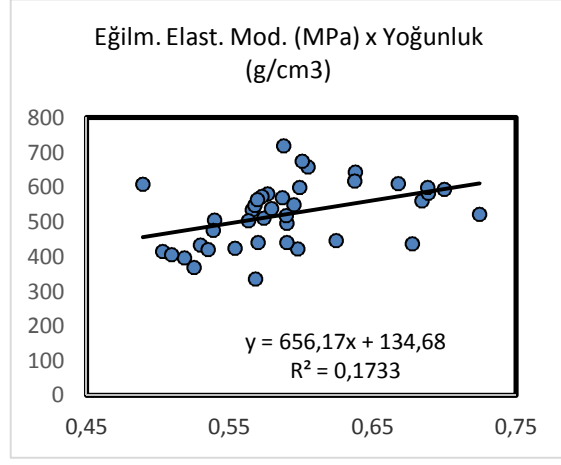


Şekil 4.6 Eğilme Direnci Test Örneklerine Ait Yoğunluk Grafiği

Eğilme özellikleri olarak eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri belirlenmiştir. Ayrıca bu örneklerin yoğunlukları belirlenmiş ve bu yoğunlukların eğilme özellikleri ile arasındaki ilişki araştırılmıştır. Şekil 4.7’de eğilme test uygulanan örnek gruplarına ait yoğunluk değerleri gösterilmektedir. Yapılan istatistik analiz sonucunda dolgu maddesi oranının eğilme örneklerinin yoğunlukları üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($P=0,6584$). Yoğunluk ile eğilme özellikleri arasındaki ilişki incelendiğinde eğilme direnci için %6 oranında bir korelasyon gözlemlenirken eğilmede elastikiyet modülü değerinde korelasyon yaklaşık %17 bulunmuştur.



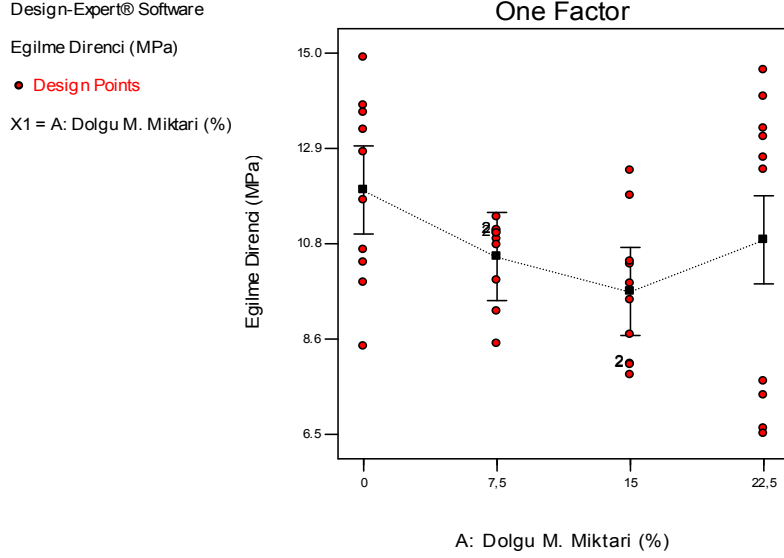
(a)



(b)

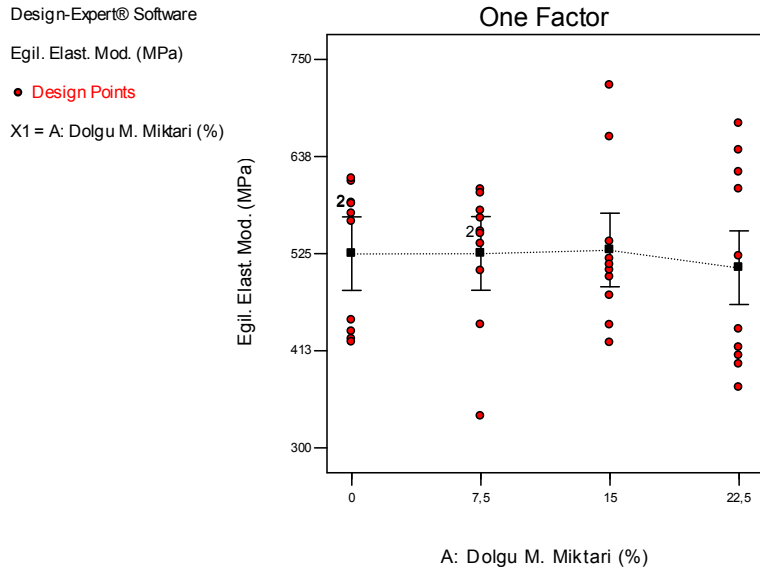
Şekil 4.7 PU Esaslı Levhalara Ait (a) Yoğunluk – Eğilme Direnci Arasındaki İlişki (b) Yoğunluk - Eğilmede Elastikiyet Modülü Arasındaki İlişki

Eğilme direnci değerlerine ait grafik Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Poliüretan esaslı kompozit levhaların çekme direnci üzerinde dolgu maddesi miktarının önemli bir etkiye sahip olmadığı bulunmuştur ($P=0,1491$). Kompozit levha içerisindeki dolgu maddesi miktarının artması ile ortalama eğilme direnci değerlerinin az miktarda değiştiği gözlemlenmiştir. Poliüretan levhanın eğilme direnci değeri 11,95 MPa iken 7,5 br dolgu maddesi ilavesi ile bu değer 10,46 MPa’a düşmüştür. MDF tozu oranı 15 br’e çıkarıldığında ise eğilme direnci değeri 9,69 MPa’a gerilemiştir. Ancak oran 22,5 br’e çıkarıldığında eğilme direnci tekrar bir miktar artış göstererek 10,84 MPa değerine çıkmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken husus çekme direncinde olduğu gibi yüksek standart sapma değerleridir. Bu durumun oluşturulan karışımın yeterince homojen olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.8 Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Eğilme Direnci Değerleri

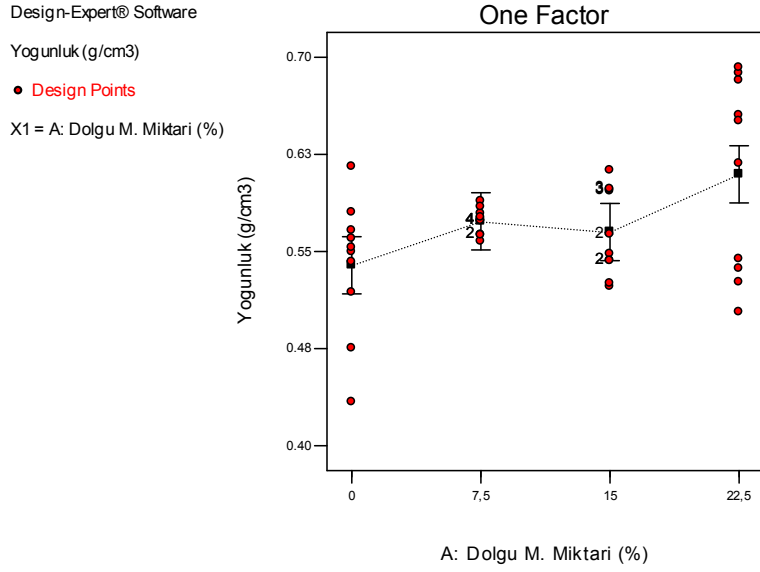
Poliüretan esaslı levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerleri Şekil 4.9’da verilmiştir. Eğilmede elastikiyet modülü değerleri üzerinde dolgu maddesi miktarının istatistiksel olarak önemli oranda etkili olmadığı bulunmuştur (P=0,9632).



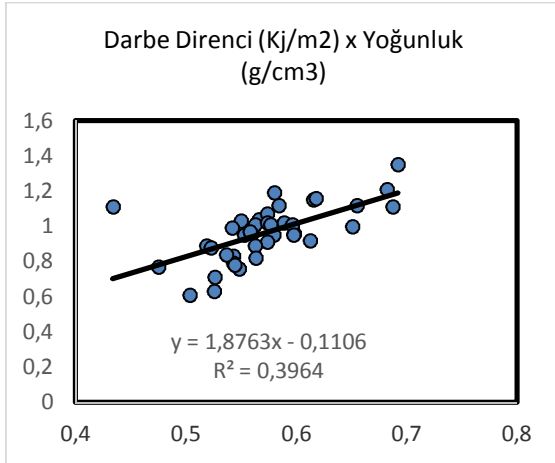
Şekil 4.9 Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Eğilmede Elastikiyet Modülü Değerleri

Darbe direnci örneklerine ait yoğunluk değerleri ise Şekil 4.10’da gösterilmiştir. Ayrıca bu örneklerin yoğunlukları ile darbe dirençleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Şekil 4.11’de darbe direnci testi uygulanan örnek gruplarına ait yoğunluk değerleri gösterilmektedir. Yapılan istatistik analiz sonucunda dolgu maddesi oranının darbe örneklerinin yoğunlukları üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu bulunmuştur

(P=0,0237). Ayrıca yoğunluk ile darbe direnci arasındaki ilişki incelendiğinde ise aralarında yaklaşık %40'lık bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

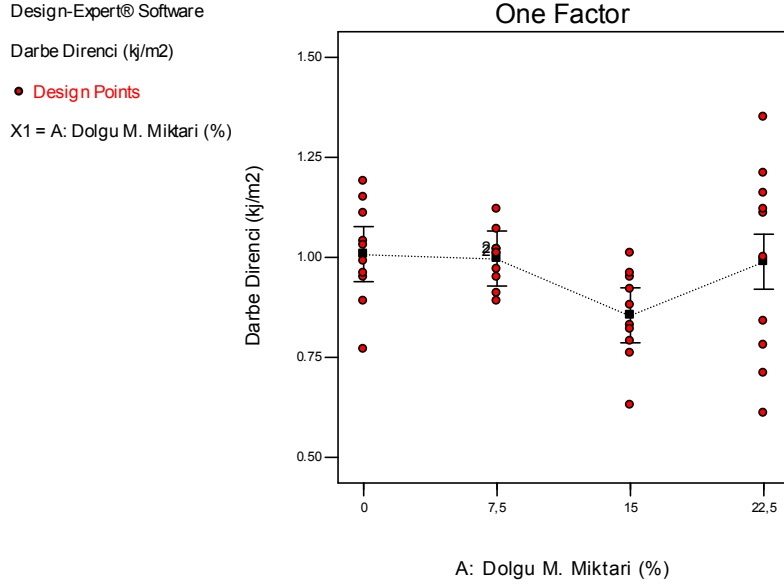


Şekil 4.10 Darbe Direnci Test Örneklerine Ait Yoğunluk Grafiği



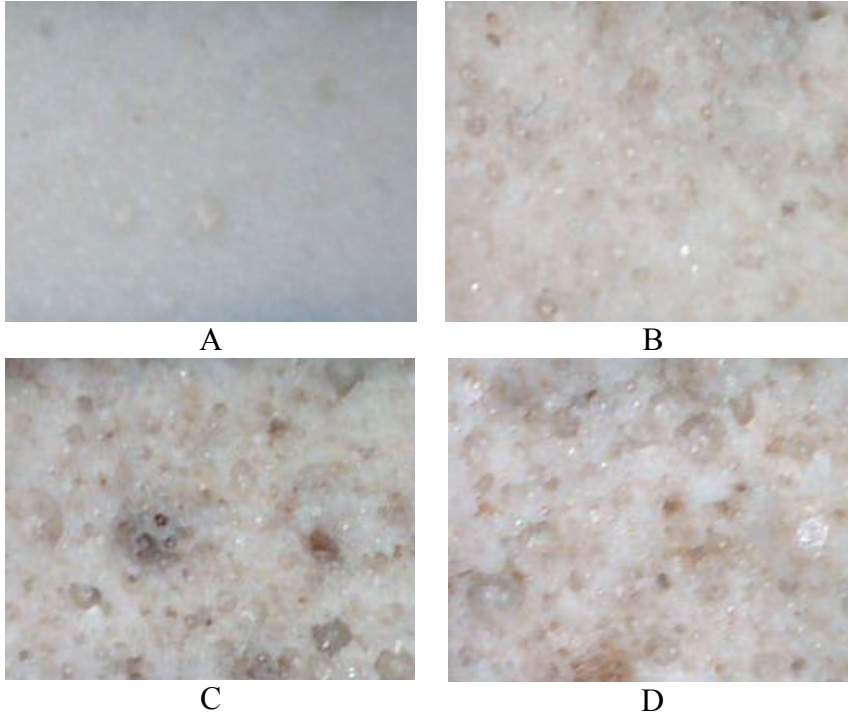
Şekil 4.11 Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Yoğunluk Değerleri ve Darbe Direnci Değerleri Arasındaki İlişki

Poliüretan esaslı levhaların darbe direnci değerleri Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Darbe direnci değerleri üzerinde dolgu maddesi miktarının istatistiksel olarak önemli oranda etkili olmadığı tespit edilmiştir (P=0,0992).



Şekil 4.12 Poliüretan Esaslı Levhalara Ait Şok Direnci Değerleri

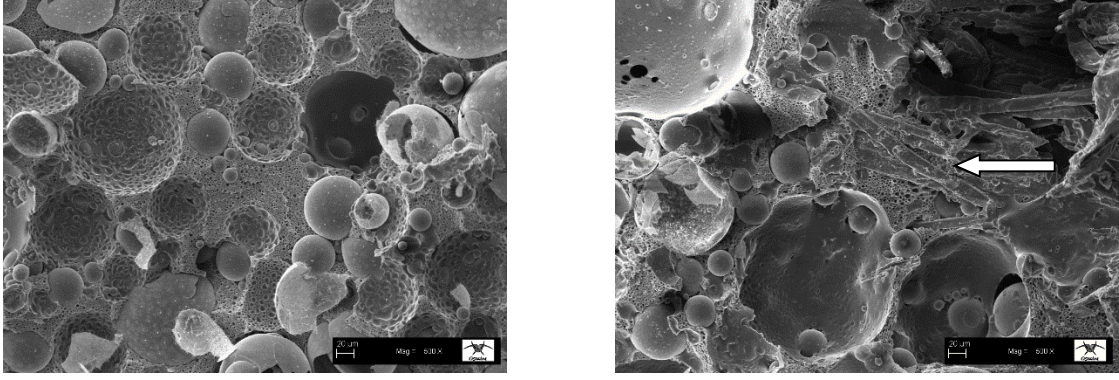
Poliüretan esaslı kompozitlerin morfolojisini incelemek amacıyla 640x480 piksel boyutunda resimleri DinoCam 2.0 kullanılarak görüntülenmiş ve Şekil 4.13’de sunulmuştur. Ayrıca taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri de Şekil 4.14’de gösterilmiştir.



Şekil 4.13 Darbe Testi Sonrası Kırık Yüzey Görüntüsü (640x480 piksel)

Yukarıdaki resme bakıldığında (Bkz. Şekil 4.13) poliüretan levha içerisindeki MDF tozu oranı arttıkça oluşturulan köpüklerin boyutunun arttığı ve sayısının azaldığı tespit

edilmiştir. Aşağıda gösterilen SEM resmi incelendiğinde de içerisinde MDF tozu olan örnekteki köpük sayısının az ve boyutunun büyük olduğu gözlemlenmektedir. SEM resminde MDF lifleri ve liflerin bulunduğu yerlerde köpük oluşumunun sınırlandırıldığı rahatlıkla gözlemlenebilmektedir.



Şekil 4.14 SEM A Grubu (%0) ve D Grubu (%22.5) MDF Katkılı Kompozitlerin SEM'deki Görüntüleri

5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada içerisine farklı oranlarda mobilya fabrikası atığı bulunan poliüretan(PU) esaslı levhalar silikon kalıp yöntemiyle üretilmiştir. Kompozitlerin mekanik özellikleri (çekme direnci, çekmede elastikiyet modülü, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, kopmada uzama ve darbe direnci) değerleri belirlenmiştir.

Bu çalışmada mobilya fabrikası atığı olan MDF takviyeli kompozitler başarılı bir şekilde üretilmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

Şimdiye kadar yakılarak bertaraf edilen veya doğaya çürümeye bırakılan endüstriyel ahşap işleme makineleri atıklarından olan MDF, poliüretan ile levha haline getirildiğinde mobilya sektöründe kullanılabilir ürünler haline dönüştürülebilecektir. Hayatımızın birçok alanında yaygın olarak kullanılan ahşap ürünlerinin ve bu ürünlerinin atıklarının tercih edilmesinde yeni bir kullanım alanının açılması ülkemiz ekonomisine olumlu katkı sağlayacaktır.

Ülkemizde her yıl tonlarca endüstriyel, doğal lifsel, talaş, MDF ve suntalam atığı ortaya çıkmaktadır. Gerek tesislerin kendi atıkları gerekse de orman atıklarının polimer matrisinde dolgu maddesi olarak kullanılabilirliği ortaya çıktığı için bu atıkların daha verimli bir şekilde değerlendirilmesi açısından bu çalışmalar önem kazanmıştır.

Kompozit malzemeler üretilirken düşük oranda bağlayıcı eklenmiştir ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Farklı oranlarda bağlayıcılar denenerek elde edilen sonuçlar geliştirilebilir, fiziksel ve mekanik performansları araştırılabilir.

Bu konuda yapılan çeşitli teknik ve bilimsel araştırmaların artması, yeni yatırımların ve yeni teknolojilerin ortaya çıkmasına öncülük yapacaktır.

Atıkların değerlendirilmesi ve orman endüstrisinde alternatif hammadde oluşturma potansiyeli ormanlar üzerindeki baskıyı azaltabilir. Atık potansiyeli yüksek olan orman ürünleri atıkları ülkemizde değerlendirilmesi konusundaki araştırma ve uygulamaya yönelik çalışmalar teşvik edilmeli, atıkları kullanmanın gerekliliği konusunda kamuoyu oluşturulmalı ve bilinçlendirme politikaları uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Acar H. 2014. MDF Tozu Ve Pirinç Sapı Atıklarının Termoplastik Kompozitlerin Üretiminde Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş, 74s.
- Akbulut, T. 1999. Dünya’da ve Türkiye’de MDF Endüstrisinin Genel Durumu. Mobilya & Dekorasyon & Sanat & Tasarım Dergisi, Ağustos-Eylül, Sayı 3, İstanbul.
- Alma, M. H., Altay, M. and Dığrak, M. 2003. New polurethane-type rigid foam from liquified wood powders. *Journal of Materials and Science Letters* 22, 1225-1228s.
- ASTM (2000). “D 256: Standard Test Methods for Impact Resistance of Plastics and Electrical Insulating Materials” Philadelphia
- ASTM (2001). “D 638: Standard Test Methods for Tensile Properties of Plastics” Philadelphia
- ASTM (2001). “D 6662: Standard Specification for Polyolefin-Based Plastic Lumber” Philadelphia
- ASTM (2003). “D 790: Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials” Philadelphia
- Aydın, H. ve Ekmekçi, İ. 2002. Isı Yalıtım Malzemesi Olarak Poliüretan Köpüğün Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri, Üretimi ve İncelenmesi. SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(1), 45-50s. ISSN:1301-4048
- Ayrılmış, N. 1999. MDF Üretim Teknolojisi, LAMİNArT, Mobilya & Dekorasyon & Sanat & Tasarım Dergisi, Ağustos-Eylül, Sayı 3, İstanbul
- Ayrılmış, N. 2000. MDF'nin Teknolojik Özellikleri Üzerine Ağaç Türünün Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Bektaşoğlu, S. 2005. Plastik İşleme Sanayi Ürünleri Raporu, T.C., Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi.
- Beşergil, B. 2008. Polimer Kimyası, Gazi Kitabevi, Ankara, 29-31s.
- Bilir, M. H. 2009. Yer Fıstığı Kabuğundan Üretilen Poliüretan Tipi Köpük İle Safranın ve Remazol Brilliant Blue R'nin Adsorpsiyonun İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kilis 7 Aralık Üniversitesi, 83s.

- Bromhead, A. 2003. Reducing Wood Waste in Furniture Manufacture. Fauna & Flora International, Cambridge. UK.
- Chow, A., Branagh, W. and Chance J. 1990. Sorption of organic dyes by polyurethane foam. *Elsevier*, 37(4), 407-412p.
- Cooper, P. A. and Balatinecz, J.J. 1999. Agricultural Waste materials fo Composites, Centre for Management Technology Global Panel Based Conference, Kuala Lumpur, ML.
- CSIL, 2011. Centre For Industrial Studies, worldfurnitureonline.com
- Dayanıklıoğlu, S. 2013. Türkiye’de Yonga ve Lif Levha Sektörü. Mobilya Dekorasyon. (ErişimTarihi:20.05.2015)
<http://www.mobilyadergisi.com.tr/default.asp?page=guncel&Gunceltur=235>
- Demirci, S. 2005. Türkiye Mobilya Endüstrisinin Sorunları ve Çözüm Önerileri, *Politeknik Dergisi*. s.369-379.
- DİE, 2007. Tarım İstatistikleri Özeti, 1988–2007. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü. ISSN 1300–1213.
- Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı (DOĞAKA), 2014. Mobilyacılık Sektörü Raporu, 1-6s.
- Falker, H. B. 2001. Rakoll Wood Working Adhesivs Tecnical Data Sheet, *Schmelzleber*, Germany, 320p.
- Fong, P. and Chow A. 1992. Extraction of aromatic acids and phenols by polyurethane foam. *Talanta*, 39.497-503s.
- Foulk, J. A., Chao, W. Y., Danny Y. A., Dodd, R. B. and Layton, P. A. 2006. Analysis Of Flax And Cotton Fiber Fabric Blends And Recycled Polyethylene Composites. *Journal Of Polymers And The Environment*. 15-25p.
- Ganapathy, P. M. 1997. Sources of Non Wood Fibre for Paper, Board and Panels Production: Status, Trends and Prospects for India, Working Paper No: APFSOS/WP/10, Asia Pacific Forestry Sector Outlook Study, Bangalore.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z. 2001. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 46.
- Haygreen, J. G. and Bowyer, J. L. 1996. Forest Products and Wood Science, Third Edition. Iowa State Üniversitesi Press, Ames, Iowa, USA.

- İlhan, R., Burdurlu, E. ve Baykan, İ., 1990. Ağaç İşlerinde Kesme Teorisi ve Mobilya Endüstrisi Makineleri. *Bizim Büro Basımevi*, Ankara.
- Jacops, M. A., Maartje, F. K. and Jos, T. F. K. 2004. Foam Processing of Poly Rubber Using Supercritical Carbon Dioxide, *Polymer*. 7539–7547s.
- Karakaya, B., Benk, A., Koç, T. ve Çoban, A. 2001. Bir Saatlik Proses ile Üretilen Üre Formaldehit Tutkalının MDF Kalitesine Etkilerinin İncelenmesi” XVII.Ulusal Kimya Kongresi, İstanbul.
- Korucu, T. and Mengeloğlu, F. 2007. Potentials Of Agricultural Residues As Raw Materials And Their Alternative Usage Possibilities İn Turkey. National Agricultural Mechanisation Congress, Kahramanmaraş. 297-307s.
- Kurtoğlu, A. 2000. Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri, İ.Ü.Orman Fakültesi Yayın No:463, İstanbul.
- Maloney, T. M. 1986. Terminology and Products Definitions A Suggested Approach to Uniformity Worldwide. In Proceedings, 18 th International Union of Forest Research Organization World Congress, Yugoslavia.
- Maloney, T. M. 1992. The Family of Wood Composite Materials, *Forest Products Journal*, Vol:46, No:2.
- Maloney, T. M. 1993. Modern Particleboard and Dry-Process Fibreboard Manufacturing, Miller Fremann Publ., Inc., California,USA.
- Mengeloğlu, F. and Kabakci, A. 2008. Determination of Thermal Properties and Morphology of Eucalyptus Wood Residue Filled High Density Polyethylene Composites. *Int. J. Mol. Sci.*, 9: 107–119.
- Mengeloğlu F. 2006. Wood/Thermoplastic Composites. I. Polimerik Kompozitler Sempozyumu Ve Sergisi. Tbmob Kimya Mühendisleri Odası, İzmir, S. 471-480.
- Mengelolu, F. and Karakus, K. 2008. Thermal degradation, mechanical properties and morphology of wheat straw flour filled recycled thermoplastic, *Sensors*, ISSN 1424-8220 8. s. 497-516.
- Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği(MÜSİAD), 2013. Dayanıklı Türketim Ve Mobilya Sektörü Raporu.

- Ndazi, B., Tesha, J. V. and Bisanda, E. T. N. 2006. Some opportunities and challenges of producing biocomposites from non-wood residues, *J Mater Sci* 41:6984–6990.
- Nigam, P.G., Armour, G., Banat, I.M., Singh, D.m and Marchanth R. 2000. Physical removal of textile dyes from effluents and solid-state fermentation of dye-adsorbed agricultural residues. *Bioresource Technology*, 72. 219–226p.
- Orta Anadolu İhracatçılar Birlikleri Genel Sekreterliği Mobilya Sektör Raporu(OAİB), 2014.
- Panthapulakkal, S. and Sain, M. 2006. Injection Molded Wheat Straw and Corn Stem Filled Polypropylene Composites. *Journal of Polymers and the Environment*, 14(3): 265-272.
- Saçaklı, M. 2005. Polimer Teknolojisi, Gazi Kitabevi, ISBN 975–8895–82–6, Ankara
- Sadoh, T. and Nakato, K. 1987. Surface Properties of Wood Physical and Sensory Aspects, *Wood Science and Technology*, 21, 111-120. USA.
- Saraçoğlu, N. 2008. Modern Enerji Ormancılığı – Ormanlardan Biyokütle Enerjisi Üretimi Ve Çözümlemeler, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- SGK, 2012. İstihdam Verileri ve İş Yeri Sayısı, Sosyal Güvenlik Kurumu.
- T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2013. Mobilya Sektörü Raporu, Ankara.
- T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Başkanlığı, 2003. İstatistiki Bilgileri.
- TDK, (2014). Güncel Türkçe Sözlük. <http://tdk.gov.tr>.
- TÜİK, 2012. İstihdam Verileri ve İş Yeri Sayısı, Türkiye İstatistik Kurumu.
- Ulay, G. 2011. Mobilya Sektörü ve Nitelikli Personel İstihdamının İncelenmesi. (Erişim Tarihi:20.05.2015)
<http://www.mobilyadergisi.com.tr/default.asp?page=altsayfalar&tur=160>
- URL 1 <http://www.nisanyansozluk.com> (erişim tarihi: 01.05.2014).
- URL 2 <http://www.polarizolasyon.com> (erişim tarihi: 11.07.2014).
- URL 3 <http://www.kimyaborsasi.com.tr> (erişim tarihi: 10.06.2014).
- URL 4 <http://www.putechmagazine.com> (erişim tarihi: 21.06.2014).
- URL 5 <http://www.antpanel.com/tr>. (erişim tarihi: 11.07.2014).

URL 6 <http://www.gupta-verlag.com>. (erişim tarihi: 12.07.2014) .

URL 7 <http://www.yildizmdf.com>. (erişim tarihi: 10.06.2014) .

URL 8 <http://www.t-2model.com.tr> (erişim tarihi: 20.02.2014).

URL 9 <http://rtv2.net/>. (erişim tarihi: 31.01.2015).

Werbowesky, R. and Chow A. 1996. Extraction of azo dyes by polyurethane foam. *Talanta*, 43, 263-274.

Youngquist, J. A., English, B. E., Scharmer, R. C., Chow, P. and Shook, S. R. 1994. Literature Review on Use of Nonwood Plant Fibers for Building Materials and Laboratory General Technical Report FPL-GTR-80.

Zlatanic, A., Cava, C., Zhang, W., Petrovic, Z.S., 2004. Effect of structure on properties of polyols and polyurethanes based on different vegetable oils, *Journal of Polymer Science; Part B: Polymer Physics*, 42, 809-819.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Ayşe İĞCİ
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri: 17.06.1989 İzmir
Medeni hali : Evli
Telefon: 0 (506) 926 25 13
e-posta : ayse.turkum@windowslive.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	KSÜ / Orman Endüstri Mühendisliği	2015
Lisans	KSÜ/ Orman Endüstri Mühendisliği	2012
Lise	Suphi Koyuncuoğlu Lisesi	2006

İş Deneyimi

Yer	Görev	Yıl
Şahanlar Ahşap	Proje Mühendisi	2013-Halen

Yayınlar

1. Mengeloğlu F.,Türküm A., Karakuş K., 2014. Utilization Of Waste Mdf Dust In The Manufacture Of Polyurethane Based Composites For Furnature Industry, Uluslararası Çevre Bilimleri Sempozyumu