

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AYÇEKİRDEĞİ KABUĞU LİFİNDEN ÜRETİLEN YAPI MALZEMESİNİN
FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

MURAT ZENCİRKIRAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mehmet Serkan KIRGIZ

EDİRNE-2018

MURAT ZENCİRKİRAN'ın hazırladığı "Ayçekirdeği Kabuğu Lifinden Üretilen Yapı Malzemesinin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Ölçülmesi" başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Mimarlık Anabilim Dalında bir Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:

İmza

Doç. Dr. Mehmet Serkan KIRGIZ

Yrd. Doç. Dr. İsmet OSMANOĞLU

Yrd. Doç. Dr. Ali MÜLAYİM

Tez Savunma Tarihi: 11/01/2018

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığımı onaylarım.

İmza

Doç. Dr. Mehmet Serkan KIRGIZ

Tez Danışmanı

(Ünvan, Ad, Soyad)

İkinci Tez Danışmanı (varsa)

.....

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığımı onaylarım.

Prof. Dr. H. Burcu ÖZGÜVEN
Mimarlık Anabilim Dalı Başkanı

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Murat YORTCAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

11 / 01 /2018

Murat ZENCİRKİRAN

İmza



Yüksek Lisans Tezi

Ayçiçeği Kabuğu Lifinden Üretilen Yapı Malzemesinin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Ölçülmesi

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Mimarlık Anabilim Dalı

ÖZET

Bu tezin amacı, ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifinden üretilen yapı malzemesinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin ölçülmesidir. Deneysel çalışmalar için, 30x30x2 ±0.1 (cm) plak, 5x10x20 ±1 (cm) prizmatik ve 15x15x15 ±1 (cm) kübik alternatif ahşap numuneler, ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifleri ve doğada çözünebilen bağlayıcının kalıplanmasıyla üretildi. Birim hacim kütle, su emme oranı, kapilarite, görünür porozite, görünür doluluk oranı gibi fiziksel deneylerin yanısıra eğilme momenti dayanımı, basınç dayanımı ve Schmidt yüzey sertliği gibi mekanik deneyler, ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifli alternatif ahşap numunelerle gerçekleştirildi. Ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifli alternatif ahşap numuneleri 0.59 (g/cm³) birim hacim kütle, % 46 su emme oranı, 10⁻⁶ (cm²/sn) kapilarite, % 3.2 görünür porozite, % 96.7 görünür doluluk, 2.92 (MPa) eğilme momenti dayanımı, 25.7 (MPa) basınç dayanımı ve 23.2 Schmidt yüzey sertlikliği bulgularına sahip olduğu gösterildi. Ayrıca, ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifli alternatif ahşap panel tarafımızca üretilerek sehpa tasarlandı ve bir numunenin polivinilklorür kaplanmasıyla onun kullanılabilirliği gösterildi. Sonuçların ışığında, üretilen bu ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifli alternatif ahşap yapı malzemesinin kullanımı önerilebilir.

Yıl : 2018

Sayfa Sayısı : 85

Anahtar Kelimeler : Ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifi, Tasarım, Doğal bağlayıcı, Fiziksel özellikler, Mekanik özellikler

Master of Science Thesis

Measuring for Physical and Mechanical Properties of Construction Material Made from Sunflower Seed Husk Fiber

Trakya University Institute of Natural Sciences

[Architecture Department]

ABSTRACT

Purpose of this thesis is to measure physical and mechanical properties of construction materials made of sunflower seed husk fiber. For test studies, 30x30x2 ± 0.1 (cm) plak, 5x10x20 ±1 (cm) prismatic, and 15x15x15 ±1 (cm) cubic alternative wood samples are manufactured with molding of the sunflower seed husk fiber and biodegradable binder. Mechanical tests, such as bending moment strength, compressive strength, and Schmidt surface hardness, are carried out with the sunflower seed husk fiber alternative wood samples as well as physical tests, such as unit weight, water absorption rate, capillarity, apparent porosity, and apparent fullness. It is shown that the sunflower seed husk fiber alternative wood samples have the findings that the unit weight is 0.59 (g/cm³); the water absorption is 46%; the capillarity is 10⁻⁶ (cm²/sn); the apparent porosity is 3.2%; the apparent fullness is 96.7%; the bending moment strength is 2.92 (MPa); the compressive strength is 25.7 (MPa); and the Schmidt surface hardness is 23.2. However, the sunflower seed husk fiber alternative wood panel is made by ourselves is designed a loots, and it is shown that a sample covered with polyvinilclorur for its usability. In the light of results, it could be concluded that is the using of this sunflower seed husk fiber alternative wood construction material made.

Year : 2018

Number of Pages : 85

Keywords : Sunflower seed husk fibre; Design; Natural binder; Physical properties; Mechanical properties

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	x
EKLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ÖNSÖZ	xiii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı	5
BÖLÜM 2	6
KAVRAMSAL AÇIKLAMALAR VE TANIMLAR	6
2.1. Doğal Ahşap Yapı Malzemeleri	6
2.1.1. Ahşap	6
2.1.2. Ağaç Türleri	7
a) İğne yapraklı ağaçlar	7
b) Geni	8
ş yapraklı ağaçlar	8
2.1.3. Ağacın Mikroskopik Yapısı	8
2.1.4. Yapı Kerestesinin Çeşitleri ve Boyutları	9
2.2.1. Liflilevhanın Tarihçesi	10
2.2.2. Liflilevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması	11
2.2.3. MDF Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	12
2.2.3.1. Çeşitli Orman Artıkları	12
2.2.3.2. Yıllık bitkiler	12
2.2.4. Hammaddeye ve Lif Üretim Yöntemine Göre Yapay Ahşap Ürünleri	14
2.2.4.1. Yatık yongalı levhalar	15
2.2.4.2. Kontrplaklar	16
2.2.5. Kullanım Amacına Göre Liflilevhalar	17
2.2.5.1. Kullanım Alanları	17
2.2.5.2. Plywood'un Özellikleri	17
2.3.1. Üre-Formaldehit Bağlayıcısı	18
2.3.2. Melamin-Formaldehit Bağlayıcısı	20

2.3.3. Fenol-Formaldehit Bağlayıcısı.....	20
2.3.4. İzosiyanat Bağlayıcısı	21
2.3.5. Sülfite Asit Suyu Bağlayıcısı	21
2.3.6. Resorsin-Formaldehit Bağlayıcısı	21
2.3.7. Termoplastik Bağlayıcılar	22
2.3.8. Doğal Bağlayıcılar	22
2.3.8.1. Bitkisel Bağlayıcılar.....	22
2.3.8.2. Hayvansal Bağlayıcılar	24
2.3.9. İnorganik Yapıştırıcılar	25
2.4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	26
2.4.1. Ayçiçeği çekirdeği Kabuğu ve Çeşitli Endüstri Lifleriyle Türkiye’de Yapılan Araştırma-Geliştirme Çalışmaları	26
2.4.2. Ayçiçeği Çekirdeği Kabuğu Lifiyle Dünyada Yapılan Araştırma-Geliştirme Çalışmaları	38
BÖLÜM 3	41
MATERYAL VE METOD	41
3.1. Materyal	41
3.1.1. Ayçiçeği Çekirdeği Kabuğu Lifi.....	41
3.1.2. Bağlayıcı Olarak Un.....	43
3.2. Deney Numuneleri Hazırlığı.....	44
3.3. Deney Metotları	46
3.3.1. Birim Hacim Kütle Deneyi	46
3.3.2. Kapilarite Deneyi	46
3.3.3. Su Emme Miktarı Deneyi	48
3.3.4. Görünen Porozite Deneyi.....	49
3.3.5. Görünür Doluluk Oranı Deneyi	50
3.3.6. Basınç Dayanımı Deneyi	51
3.3.7. Eğilme Momenti Dayanımı.....	52
3.3.8. Schmidt Test Çekiciyle Alternatif Ahşap Numunelerin Yüzey Sertliği Deneyi	53
BÖLÜM 4	55
BULGULAR VE TARTIŞMALAR	55
4.1. Birim Hacim Kütle.....	55

4.2. Kapilarite.....	56
4.3. Su Emme	59
4.4. Görünür Porozite.....	60
4.5. Görünür Doluluk Oranı.....	61
4.6. Basınç Dayanımı	61
4.7. Eğilme Momenti Dayanımı.....	64
4.8. Schmidt Yüzey Sertliği	67
BÖLÜM 5	69
SONUÇ ve ÖNERİLER.....	69
KAYNAKLAR.....	72
EKLER LİSTESİ.....	77
ÖZGEÇMİŞ.....	85

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Ayçiçeği bitkisi (www.guinnessworldrecords.com/world-records/tallest-sunflower)	1
Şekil 1.2. Ayçiçeği çekirdeğini kabuğundan ayırma işlemi.....	3
Şekil 1.3. Değirmende öğütülen ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifleri	3
Şekil 1.4. Atık ayçiçeği çekirdeği tohumu kabuğu liflerinden üretilen alternatif ahşap yapı malzemesi (www.madehow.com/Volume-5/Sunflower-Seed.html)	3
Şekil 1.5. Ayçiçeği çekirdeği kabuğu liflerinden Dakota Burl ismiyle üretilen alternatif ahşap panel ve tabure (https://www.greenbuildingcenter.net/products/panel-products/dakota-burl , 2017) ve (https://www.pinterest.com/pin/455567318530431593/ , 2017)	4
Şekil 2.1. Bir orman ağacının en kesiti, perspektifi ve katmanlarının bilgisi	9
Şekil 2.2. Ayçiçeği çekirdeği pelet değirmeni	40
Şekil 2.3. Ayçiçeği çekirdeği kabukları ve bu kabuklarla hazırlanan biokütle.....	40
Şekil 3.1. Ayçiçeği çekirdeği kabuğu liflerinin granülometri grafiği	41
Şekil 3.2. Ayçiçeği çekirdeği kabuğu liflerinin Taramalı Elektron Mikroskop görüntüsü (SEM).....	42
Şekil 3.3. Ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifleri ve doğal bağlayıcının element analizi verileri (EDX)	43
Şekil 3.4. Bağlayıcı olarak kullanılan buğday unu'nun granülometri grafiği.....	44
Şekil 3.5. Alternatif ahşap numunelerin hazırlığı	45
Şekil 3.6. Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği'nde elle kalıplanarak hazırlanan alternatif ahşap numuneler.....	45
Şekil 3.7. Kapilarite deneyine ait başlangıç ve bitiş (24. Saat) fotoğrafları.....	47
Şekil 3.8. Prizmatik ve küp numunelere ait kapiler yükseklik ölçümleri	47
Şekil 3.9. Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği'nde gerçekleştirilen su emme deneyi fotoğrafları	49
Şekil 3.10. Suya tam doymun halde alternatif ahşap numunelerin kütle ölçümü	50

Şekil 3.11. Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği'nde gerçekleştirilen basınç dayanımı deneyi ve 5 no'lu numunenin basınç dayanımı bulgusu	51
Şekil 3.12. Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği'nde basınç dayanımı deneyi, numuneler ve kırılma anındaki kuvvet	52
Şekil 3.13. Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği'nde gerçekleştirilen eğilme momenti dayanımı deneyi, numuneler ve kırılma anındaki kuvvet.....	53
Şekil 3.14. Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği'nde gerçekleştirilen Schmidt yüzey sertliği deneyi ve Schmidt çekici seti	54
Şekil 3.15. Schmidt deneyi tahribatsız basınç dayanım abağı	54
Şekil 4.1. Birim hacim kütle ortalamalarının karşılaştırılması	56
Şekil 4.2. Su emme ortalamalarının çubuk grafik ile karşılaştırılması	60
Şekil 4.3. Tabakalanmaya dik ve tabakalanma doğrultusundaki basınç dayanımlarının regresyon analizi	64
Şekil 4.4. Eğilme momenti dayanımlarının grafiklerle karşılaştırılması.....	65
Şekil 4.5. Eğilme momenti dayanımı ve birim hacim kütle arasındaki regrasyon analizi	66
Şekil 4.6. Eğilme momenti dayanımı ve görünür doluluk arasındaki regrasyon analizi	66
Şekil 5.1. Doğada çözünebilen yeni bir bağlayıcıyla ve ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifli alternatif ahşap levhadan sehpa üst tablası.....	69
Şekil 5.2. Çeşitli polivinilklorür membran kaplanan 30x30x1,8 (cm) boyutlarındaki alternatif ahşap numunelerin fotoğrafları.....	69

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1. Yapı kerestelerinin emniyet gerilmesi (Şimşek, 2000).....	10
Çizelge 2.2. Çeşitli orman ağaçlarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri (Şimşek, 2000)	10
Çizelge 2.3. Orta yoğunluklu liflilevhaların (mdf) bazı teknolojik özellikleri	15
Çizelge 4.1. Alternatif ahşap prizmatik ve küp numunelerinin birim hacim kütlelerinin bulguları	55
Çizelge 4.2. Alternatif ahşap prizmatik numunelerin kapilarite bulguları.....	57
Çizelge 4.3. Alternatif ahşap kübik numunelerin kapilarite bulguları	58
Çizelge 4.4. Alternatif ahşap numunelerin su emme miktarı bulguları	59
Çizelge 4.5. Alternatif ahşap plak numunelerle gerçekleştirilen görünür porozite deneyinin bulguları.....	60
Çizelge 4.6. Alternatif ahşap plak numunelerle gerçekleştirilen görünür doluluk oranı deneyinin bulguları.....	61
Çizelge 4.7. Eğilme momenti dayanımı deneyinde kırılan prizmatik alternatif ahşap numunelerin tabakalanmaya dik doğrultusunda basınç dayanımı bulguları	62
Çizelge 4.8. Eğilme momenti dayanımı deneyinde kırılan prizmatik alternatif ahşap numunelerin tabakalanma doğrultusunda basınç dayanımı bulguları	62
Çizelge 4.9. Kübik alternatif ahşap numunelerin tabakalanmaya dik doğrultuda basınç dayanımı.....	63
Çizelge 4.10. Kübik alternatif ahşap numunelerin tabakalanma doğrultusunda basınç dayanımı bulguları	63
Çizelge 4.11. Alternatif ahşap prizmatik numunelerinin tabakalanma doğrultusundaki eğilme momenti dayanımı bulguları	64
Çizelge 4.12. Alternatif ahşap kübik numunelerinin tabakalanma doğrultusuna dik Schmidt yüzey sertliği bulguları	67
Çizelge 4.13. Alternatif ahşap kübik numunelerinin tabakalanma doğrultusunda Schmidt yüzey sertliği bulguları	68

EKLER LİSTESİ

EK 1. Ayçekirdeği Kabuğu Lifinden Yapılmış Plaka ile Oluşturulan Sehpa	77
EK 2. Sehpada Kullanılan Alternatif Ahşap Liflilevha.	77
EK 3. Numunelerin 30x30x2 cm Ebatlarında Kalıplanmış Hali.....	78
EK 4. 30x30x2 cm PVC Membran kaplı örnek	78
EK 5. Eğilme deneyinde kullanılan prizmatik numuneler	79
EK 6. Ayçekirdeği kabuğu elek analizi deneyi fotoğrafı (TÜTAGEM Laboratuvarı) ...	80
EK 7. Isıtmada ve tartmada kullanılan elektrikli gereçler.....	81
EK 8. Kapilerite deneyi fotoğrafları.....	82
EK 9. Kübik numunenin basınç deneyi fotoğraflar	83
EK 10. Orma A.Ş liflilevha mekanik özellikleri (URL-4).....	84
EK 11. Görüntüleme de kullanılan SEM Cihazı (TÜTAGEM Laboratuvarı)	84

SİMGELER VE KISALTMALAR

Pb	Kurşun
Cd	Kadmiyum
pH	Potansiyel Hidrojen
MPa	Megapaskal
MDF	Orta yoğunluklu liflilevha
LDF	Düşük yoğunluklu liflilevha
HDF	Yüksek yoğunluklu liflilevha
N	Newton
kN	Kilonewton
W/mK	Isıl iletkenlik hesap değeri
mg/L	Miligram/Litre
rpm	Dakikadaki devir sayısı
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
EDX	Elemental Analiz
NaOH	Sodyum Hidroksit
KOH	Potasyum Hidroksit
atm	Atmosfer
kcal	Kilo Kalori
kJ/mol	Kilo Jule / mol
ml	Mililitre
dk	Dakika
Sn	Saniye
TS	Türk Standartları
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
V	Hacim
m	Metre
cm	Santimetre
mm	Milimetre
µm	Mikrometre(Mikron)
E	Eğilmede elastikiyet modülü,(N/mm ²)

ÖNSÖZ

Tezimin hazırlanmasında büyük emeği olan danışmanım Doç. Dr. M. Serkan KIRGIZ'a, değerli tavsiyeleriyle Yrd. Doç. Dr. İsmet OSMANOĞLU ve Yrd. Doç. Dr. Ali MÜLAYİM'e, ayrıca eşim Arş. Gör. Aslı ZENCİRKİRAN'a anlayışı ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Meyvesi işlenebilen, yağı üretilen saplı yıllık büyük bir bitki olarak büyüyen Helianthus ailesinin (türünün) yaygın güneş çiçeği Helianthus annuusdur. Bu güneş çiçeği çeşidi genellikle çiftlik hayvanlarının ve kuşların yemi olarak ve bazı endüstriyel uygulamalarda kullanılır. Güneş çiçeği bitkisi ilk kez Amerika'da görülmüştür. Vahşi Helianthus annuus pek çok çiçek başlı yıllık bitkinin yaygın bir koludur. Bu yabancı güneş çiçeği, sıklıkla bir tek çiçek başı ve dalsız bir saptan oluşur. Güneş çiçeği ismini, çiçeğin güneşi temsil eden başının şeklinden veya açan bitkinin çiçeğini yavaşça güneşe doğru döndürmesinden ve sonrasında çiçeğin gün içinde gökyüzüne doğru hareketinden çıkan yanlış izlenimden aldığı tahmin edilmektedir (www.theplantlist.org/tpl1.1/record/gcc-44475). Güneş çiçeği tohumları, Avrupa'ya Amerika'dan 16'ncı yüzyılda yaygın bir yemek pişirme malzemesi olan güneş çiçeği yağıyla geldi. Bu bitki sert tüylü bir sap ve tipik olarak 3 (m)'ye ulaşan boya sahiptir. Kaydedilen en uzun güneş çiçeği 9.17 (m)'dir (www.guinnessworldrecords.com/world-records/tallest-sunflower). Şekil 1.1'de ayçiçeği bitkisi görülmektedir.



Şekil 1.1. Ayçiçeği bitkisi (www.guinnessworldrecords.com/world-records/tallest-sunflower)

Çekirdek tohumlarından yağ çıkartılmadan veya fırıncı malzemesi olarak kullanılmadan önce çekirdek tohumunun kabuktan ayrılmasıyla ortaya çıkan yan ürün çekirdek kabuklarıdır (http://www.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display_afficher.do?id=1174599801414&lang=eng). Çekirdek tohumları genellikle yağ çıkarmadan önce ölümcül etkileri ve hem yağın hem de yemeğin kalitesini azalması

nedenleriyle soyulan yaklaşık % 20–30 kabuk içerir (Kartika, 2005). %1 oranında kabuğun soyulması yağ çıkarmadaki presleme kapasitesini % 2.5 kadar geliştirir. İyi yönetilmiş kabuk soyma işlemi % 8–12 kabuklu tohum hasadı verir (Campbell, 1983). % 25 kabuklu 100 kg çekirdek tohumdan, kabuklarının % 66’sının soyulduğu bir deneyde 16.5 kg kabuk hasat edildi (Carre, 2009). Tohumlar temizlendikten ve tohumların %5 nemi kurutulduktan sonra tohum kabuk ayırma ünitesinde tohumlar soyulur (Kartika, 2005). Genel kabuk ayırma işlemi, çekirdekli tohumların pnömatik veya santrifüjlü bir makinada kırılmasına dayanır. Çekirdeğin kırılmasının ardından sonuç işlemi, çekirdeği tohumdan rüzgâr fanlarıyla ayırmaktır. Yeni çekirdek tohumu çeşitleri kabuktaki yağ içeriğiyle zenginleştirilmiştir böylece tohumlar soyulması zor daha ince kabuklu hale gelir: bu çeşitler kabuklarıyla kullanılır ve çekirdek kabuğu mahsulü olmaz (Carre, 2009). Çekirdek kabukları hafif oldukları için motorlu araçlarla taşınmaları yüksek maliyetli ve pratik değildir. Kabuklar yakıt olarak enerji yağ millerinde yakılır fakat ortaya çıkan kabuğun yaklaşık yarısı yerinde (on-site) enerji üretimi için yakılır. Kabuğun geri kalan %50’lik kısmı, enerji üretmek veya tarım kompostu, yatak malzemesi veya düşük kaliteli yem üretmek gibi diğer amaçlar için fabrika dışına (off-site) taşınması gerekir (Carre, 2009; Grampone, 2005; Dorrell ve Vick, 1997; Lardy ve Anderson, 2009). Çekirdek atıkları (screenings) kabuk, kabuklu tohum, hafif ve kırılmış tohumlar, taçlar, bitkisel bünyeler (sclerotia bodies), sap tohumu (weed seed), sap (straw), iskelet birleşim yerleri (joints) yaprak kalıntıları (chaff), bitki tozu (elevator dust), köktür (Borredon ve diğ., 2011). Düşük yoğunluklu olan çekirdek kabuklarını taşımak çok pahalıdır ve onları sadece çekirdek yağı değirmenlerine kapamak mümkündür (Lardy ve Anderson, 2009). Bazı değirmenler bu kabukları unlaşncaya kadar öğütür, böylece daha yoğun taşınması daha ucuz ve kolay bir yan ürün ortaya çıkar (70–100 kg/m³’e karşın 250 kg/m³) (Borredon ve diğ., 2011). Şekil 1.2’de ayçiçeği çekirdeğini kabuğundan ayırma işlemi ve Şekil 1.3’de değirmende öğütülen ay çekirdeği kabuğu lifleri görülmektedir.



Şekil 1.2. Ayçiçeği çekirdeğini kabuğundan ayırma işlemi



Şekil 1.3. Değirmende öğütülen ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifleri

Çekirdek kabukları çekirdek tohumu üretiminin temel yan ürünleridir. Bu yan ürün yüksek lif oranlıdır ve çoğunlukla çiftlik hayvanlarının yem katkısı olarak kullanılır. Bu kabuklar, kanatlı hayvan yemi, baca kütüğü ve plastik dolgusu olarak satılır fakat bu marketler sınırlı olduğu için kabuklar genellikle fabrikalar tarafından enerji için yakılır (www.madehow.com/Volume-5/Sunflower-Seed.html). Atık ayçiçeği çekirdeği tohumu kabuğu liflerinden üretilen alternatif ahşap yapı malzemesi Şekil 1.4’de görülmektedir.



Şekil 1.4. Atık ayçiçeği çekirdeği tohumu kabuğu liflerinden üretilen alternatif ahşap yapı malzemesi (www.madehow.com/Volume-5/Sunflower-Seed.html)

Açık sarı ayçiçeğinin merkezinde besleyici bir atıştırma malzemesi olarak yetişen ayçiçeği çekirdeği tohumunu saran siyah ve beyaz kabuk veya çekirdek tohum kabuğudur.

İnsanlar ve kuşlar için besin kaynağı olmasına ek olarak, çekirdek yan ürünleri, yemek yağı, biyodizel ve ilaç olarak kullanılır. Yapı ve ziraat endüstrileri çekirdek kabuğunu bertaraf etmektense kullanırlar. Çekirdeğin kabuğunun, tohumu gibi, doğal ve yenilenebilir bir kaynak olarak kullanılması, doğal kaynakların yavaşça tüketilmesinin çevreye verdiği zararı azaltır. Atık çekirdek tohumu kabuklarından üretilen doğal lifli ahşap-Dakota Burl (https://www.greenbuildingcenter.net/products/panel-products/dakota-burl) yapı sektöründe kendi yolunu yarattı. Bu ahşap paneller, genellikle bir ayçiçeği çekirdeği tohumu kabuğunda bulunan açık ve koyu renklerin dairesel bir karışımıdır. Çekirdek tohumu kabukları, kesilmiş eski ağaçlardan üretilen ahşap ürünler yerine, yenilenebilir ve geri dönüştürülmüş atık ürünler olduğu için, Dakota Burl ahşap panelleri diğer ahşap ürünlere göre çevreye dost bir alternatiftir. Dört ile sekiz ayak genişliğinde (1 ayak 30.48 cm) yarım ile bir (1 inç) kalınlığındaki çekirdek tohumu kabuğu panelleri yatay ve düşey kullanım için uygundur. Dakota Burl paneli aynı ahşap paneller gibi kesilir, taşlanır ve boyanabilir. Yaygın kullanım alanları arasında duvar panelleri, kabin, mobilya ve plaklar sayılabilir (www.ehow.com/info/11369706_uses-sunflower-seed-shells.html). Ayçiçeği çekirdeği kabuğu liflerinden Dakota Burl ismiyle üretilen alternatif ahşap panel ve tabure Şekil 1.5’de görülmektedir.



Şekil 1.5. Ayçiçeği çekirdeği kabuğu liflerinden Dakota Burl ismiyle üretilen alternatif ahşap panel ve tabure (https://www.greenbuildingcenter.net/products/panel-products/dakota-burl, 2017) ve (https://www.pinterest.com/pin/455567318530431593/, 2017)

1.1. Tezin Amacı

Bu Yüksek Lisans tezinin amacı, lifli yapılı ayçiçeği çekirdeği kabukları ve doğal bir bağlayıcıyla, ahşap yapı malzemesine alternatif bir yapı malzemesinin yapılabirliğini ve bu alternatif yapı malzemesinin fiziksel ve mekanik bazı özelliklerinin belirlenmesidir. Tez çalışmasında kullanılan ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifleri ve doğal bağlayıcının başlangıç özellikleri, Materyal ve Metot başlığı altında özetlenmiştir.

BÖLÜM 2

KAVRAMSAL AÇIKLAMALAR VE TANIMLAR

2.1. Doğal Ahşap Yapı Malzemeleri

2.1.1. Ahşap

Çeşitli orman ağaçlarından üretilen doğal ahşap insanoğlunun yapı inşasında kullandığı en eski yapı malzemelerindendir. İnsanoğlu barınma ve korunma amaçlı olarak ahşabı yapılarda kullandı. Günümüzde ormanların çeşitli nedenlerle azalması, yerine yeni ağaç yetiştirilmemesi veya geç yetişmesi ahşabın önemini arttırdığı apaçık ortadadır. Yaşadığımız yüzyılda yapılarda malzeme olarak ahşabın kullanımı yerine plastik, metal (demir profilleri), alüminyum, beton ve çimento ürünleri kullanılmakta fakat ahşap görünüş, izolasyon ve kolay izlenebilirliği nedeniyle tercih edilmektedir. Günümüzde ahşap, çatı dışında artık konutlarda ve köprülerde taşıyıcı malzeme olarak kullanılmamaktadır. Günümüzde ahşabın atıklarından farklı üretim metotlarıyla yeni malzemeler üretilmektedir. Bunlar yonga ve lifli levhalar (sunta, kontrplak, heraklit, kontratabla vb.) şeklinde sıralanabilir. Ahşabın kesilerek standart boyutlara getirilmiş haline ise kereste denir. Ahşabın elde edildiği ana kütlenin yaş ve canlı alanına Ağaç denir. Ağaçlar dal, gövde ve kök kısımlarından oluşur, bu kısımların özellikleri birbirinden farklıdır. Ahşap, homojen ve izotrop bir yapıya sahip değildir. Bu nedenle ağaçların ortak özelliklerine bakarak, bunları gruplara ayırmak, tanımlarını kolaylaştırmak, kullanım yerlerini belirlemek mümkündür. Bütün ağaçlarda, kimyasal yapı aynıdır. Selüloz, lignin ve hemiselüloz bunların dışında reçine, eteri yapılar, kül bileşikleri albümin, mum ve bazı boyalı maddeler vardır (Şimşek, 2000).

1-Selüloz: Karbon, hidrojen ve oksijenin belirli oranlarda birleşmesinden meydana gelen organik bir maddedir. Ağaç içerisindeki selüloz, kimyasal olarak pamuk selülozunun aynısıdır. Beyaz, güneşte renk değiştirmeyen, ağaca eğilme kabiliyeti veren bir maddedir. Ağaç içerisindeki ağırlık olarak oranı, kuru ağaç ağırlığının % 50 - 60 'ı kadardır. (Şimşek, 2000).

2-Lignin: Lignin, ağaca gevrek yapı kazandıran bir maddedir. Ağaçlara otsu bitkilerden farklılık kazandırır, sertliğini ve dik durmasını sağlar. Basınca karşı dayanımını artırır. Lignin, esmer kırmızımtırak renkte olup güneş ışınları etkisinde solar ve sararır. Ağaç yapısındaki lignin miktarı %14 - 23 arasındadır.

3-Hemiselüloz: Hemiselülozlar, kimyasal birleşimleri itibari ile polisakkaritlerdendir. Hidrolize olduklarında şekere dönüşürler. Ağaç içerisindeki hemiselülozun miktarı % 15 - 25 dir (Şimşek, 2000).

Kimyasal kompozisyonu bakımından ağacın iç yapısı;

Karbon (C) % 50

Oksijen (O) % 43

Hidrojen (H) % 6

Azot (N) % 1

Kül % 0.5 olarak sınıflandırılır.

Genel olarak kül, tali miktarda demir, silisyum, magnezyum, kalsiyum, sodyum ve potasyumdan meydana gelir. Bunların dışında bazı ağaç türlerine göre şu maddelerde bulunur: Reçine, albümin, nişasta, şeker, tekstirinye, silikat asidi (Şimşek, 2000).

2.1.2. Ağaç Türleri

Genel olarak, Türkiye’de yetişen, kereste olarak kullanılan ve talaşından MDF ve yonga levha üretilen ağaç türleri iki ana grup altında:

- a) İğne yapraklı ağaçlar,
- b) Geniş yapraklı ağaçlar olarak toplanmıştır.

a) İğne yapraklı ağaçlar

İğne yapraklı ağaçların yaprakları, iğne biçimindedir. Odununda iletken doku bulunmayan ağaçlardır. Bu ağaçlara, yumuşak ağaçlar denir. İğne yapraklılar, inşaatçılıkta kereste olarak kullanılan ahşaplardır. Genel olarak ülkemizde iğne yapraklılar; karaçam, sarıçam, kızılçam, fıstık çamı, Toros sediri, doğu ladini, köknardır (Şimşek, 2000).

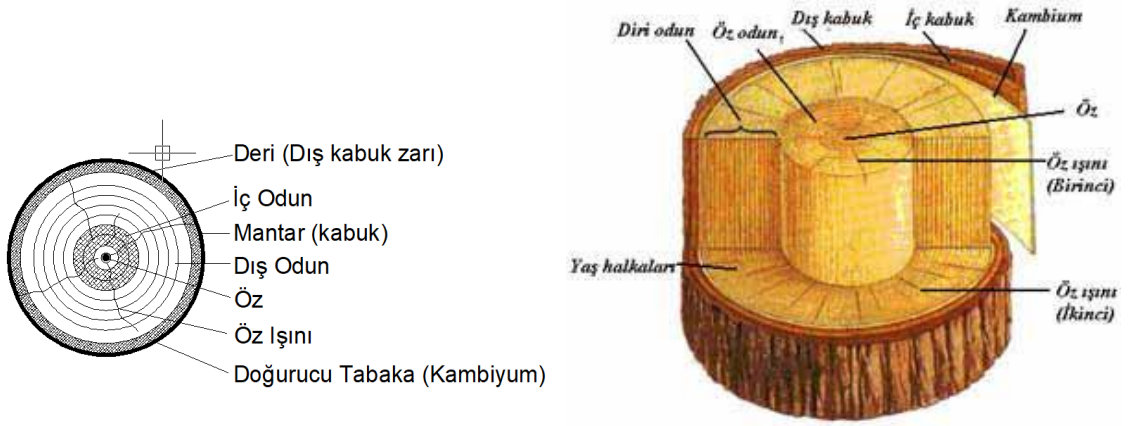
b) Geniş yapraklı ağaçlar

Geniş yapraklı ağaçlar, genellikle mobilyacılıkta ve baltalık (odun) olarak kullanılırlar. Bu ağaçlar, genellikle sık dokulu liflere sahiptirler, yapıda özel kapı (tarihi bina ve ibadet binalarının kapılarında) doğramalarında ve parke işlerinde kullanılırlar. Geniş yapraklı ağaçlara örnek olarak; Meşe, kayın, kestane, kızılâğaç, kavak, ıhlamur, akçağaç ve dişbudak verebilir (Şimşek, 2000).

2.1.3. Ağacın Mikroskopik Yapısı

Ağaç, en kesiti incelendiğinde dışarıdan içeriye doğru şu tabakalardan oluşmaktadır: Dış kabuk, iç kabuk, kambiyum, yıllık yaş halkaları ve öz. Dış kabuk, ağacın en dış halkasıdır. Genellikle ölü hücrelerden oluşur. Dış kabuk dışarıdan herhangi bir zarara uğrarsa ağaç, gövdesi zarar görmemesi için kısa sürede kabuğunu yeniler veya reçine ile izolasyonunu sağlar. İç kabuk, odunsu tabaka ile dış kabuk arasındaki iç kabuk, dış kabuğa göre daha yumuşak olan halkadır. Kambiyum tabakasının dışa doğru kısımları iç kabuğu, içe doğru kısımları yaş halkalarını meydana getirir.

Yıllık halkalar, her yıl ağacın çevresinde kambiyum hücrelerinin çoğalması ile bir odun tabakası oluşturur. Genellikle bu tabakalar, ilkbahar ve sonbahar aylarında oluşur. İlkbaharda, özsu veya besin suyu bol olduğu için yaş halkaları daha geniş, sonbaharda ilkbahara göre özsu daha azdır. Bu nedenle sonbahar yaş halkaları daha dardır. İlkbahar yaş halkalarında, içyapıdaki iletken borucuklar daha fazladır. İlkbahar yaş halkaları, Nisan ve Mayıs aylarında meydana gelir sonbahar yaş halkaları, Haziran ve Temmuz aylarında meydana gelir. Özsu ve ışınlar, ağacın merkezinde oluşan ve diğer kısımlara göre daha koyu bir renkte bulunan daire, yıldız gibi şekilleri andıran kısımdır. Öz ışınları ise, özel yaş halkalarını dik keserek ilerleyen parlak yapıya sahip ince kısımlardır (Şimşek, 2000). Şekil 2.1'de bir orman ağacının en kesiti, perspektifi ve katmanlarının bilgisi görülmektedir.



Şekil 2.1. Bir orman ağacının en kesiti, perspektifi ve katmanlarının bilgisi

2.1.4. Yapı Kerestesinin Çeşitleri ve Boyutları

Kerestelerin, yapıda kullanılacakları yere ve ağacın cinsine göre çeşitli boyutları ve özel isimleri vardır. Çam ile kayın keresteleri özel bazı standart boyutlarla kullanılır. Diğer ağaçların keresteleri, gövdenin durumuna göre değişik boyutlarda çıkartılır. Piyasada bulunan kerestelerin ölçü ve isimleri aşağıya çıkartılmıştır. Kerestenin boyları ise 3 - 4,5 (m) arasında değişir. Bunlara normal boy denir. Normal boy keresteleri her yerde bulmak mümkündür. 3(m)'den küçük, 5 (m)'den büyük boylara normal boy denmez ve bunları her yerde bulmak mümkün değildir. Yapı kerestesinin çeşitleri kapak tahtası, çıta, kadron, lata , direk, kiriş, tahta ve kalas olarak anlandırılır (Şimşek, 2000).

2.1.5. Yapı Ahşabının Mekanik Özellikleri

Ahşabın mekanik özellikleri, genellikle lif doğrultusu ve rutubetiyle farklılık gösterdiği bilinmektedir. Çizelge 2.1'de yapı kerestelerinin emniyet gerilmesi ve Çizelge 2.2'de çeşitli orman ağaçlarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri görülmektedir.

Çizelge 2.1. Yapı kerestelerinin emniyet gerilmesi (Şimşek, 2000)

Yapı Malzemesi Tipi	Dayanım Tipi							
	Eğilme Momenti Dayanımı (Kgf/cm ²)		Lif Doğrultusunda Basınç Dayanımı (Kgf/cm ²)		Liflere Dik Doğrultuda Basınç Dayanımı (Kgf/cm ²)		Lif Doğrultusunda Çekme Dayanımı (Kgf/cm ²)	
	İğne yaprak	Geniş yaprak	İğne yaprak	Geniş yaprak	İğne yaprak	Geniş yaprak	İğne yaprak	Geniş yaprak
Sımf I	110	110	85	100	20	30	85	100
Sımf II	70	75	60	70	20	30	0	0
Sımf III	110	110	85	100	20	30	85	100

Çizelge 2.2. Çeşitli orman ağaçlarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri (Şimşek, 2000)

Ağaç Tipi	Bazı Fiziksel Özellikler	Mekanik Özellikler					
	Birim Hacim Kütle	Basınç	Eğilme	Çekme	Makasla ma	Yarılma	Sertlik
Kökknar	0.431	358	708	840	46	2.2	1.9
Ladin	0.436	311	690	-	67	-	3.2
Sarıçam	0.526	397	648	1040	100	9.1	4.0
Sedir	0.523	449	768	-	-	4.4	-
Okaliptüs	0.580	373	757	-	-	6.9	-
Kayın	0.663	763	870	1350	-	-	-
Kestane	0.650	470	886	-	-	-	-
Meşe	0.690	606	940	900	-	110	6.6
Kavak	0.450	350	650	770	50	-	-

2.2. Yapay Ahşap Ürünleri / Liflilevhalar

2.2.1. Liflilevhanın Tarihçesi

Odun içerikli levha ürünlerinden, liflilevhanın keşfi, MÖ. 6.yüzyıla dayanır. 1901 yılında, Minnesota'da, binalarda ısı yalıtımı amacıyla liflilevha üretildi. 1931 yılında, İsveçli mühendis Asplund, basınç altında odun talaşlarını liflendirme yöntemini geliştirdi. MDF, endüstriyel anlamda 1958 yılından itibaren ticari ve sanayi bir malzeme

olarak kullanılmaya başlandı. Türkiye’de 2004 yılından itibaren, yılda 1.051.000 (m³) MDF üretimi yapılmaya başlandı. Hızlı bir gelişim sürecinin ardından, düşük nitelikli odun, odunsu atıklar ve diğer lignoselülozik hammaddeler kullanılarak yapılan bu MDF üretimiyle Türkiye, Avrupa’da ilk beş MDF üreticisi konumuna ulaştı (MDF year book and: Forest Products Laboratory, 2010).

MDF (Medium Density Fiberboard), Türkçe kısaltmasıyla OYL (Orta Yoğunluklu Liflilevha)’den beklenen özellikler, kullanım yerlerine göre farklılık gösterir, fakat, genelde, hafif ve yeteri kadar dayanıklı, düzgün yüzeyli, stabil, makinelerle işleme kabiliyetinin yüksek, yüzey işlemleri ve kaplanmasının kolay olması beklenir. MDF’nin bu özellikleri, üzerine etkili olan faktörler; prosesi kontrol kabiliyeti, üretim değişkenleri ve hammadde kabiliyeti olarak sıralanabilir. Üretim hatlarında genelde tecrübe ve bilimsel metotlar uygulanır (Çamlıbel, 2006).

2.2.2. Liflilevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması

Liflilevha; bitkisel lif ve lif yığınlarının doğal yapışma ve keçeleşme özelliklerinden yararlanılarak veya ilave yapıştırıcı ve sertleştirici madde kullanılarak oluşturulan levha tabakasının kurutulması veya preslenmesiyle üretilen ahşap esaslı bir yapı malzemesidir. Ağaç kaba talaşından elde edilen lignoselülozik maddelerin liflendirilmesiyle oluşan, lif ve lif yığınlarının yeniden şekillendirilmesiyle üretilen bir levha çeşidi olarak tanımlanabilir (MDF year book and: Forest Products Laboratory, 2010).

ISO’nun teknolojik tarifine göre; liflilevha: doğal yapışma ve keçeleşme özelliğine sahip lignoselülozik liflerden üretilmiş, kalınlığı 1.5 (mm)’den fazla olan levhalardır. Yapıştırma ve keçeleşme sırasında, yapıştırıcı madde ve katkı maddeleri kullanılabilir. ISO818 standardı liflilevhaları yoğunluklarına göre üç sınıfa ayırır (ISO 818, 1975).

Yoğunluklarına göre liflilevhalar;

1. Düşük yoğunlukta liflilevhalar-izolasyon liflilevhası (LDF –Light Density Fiberboard): 0.35 (gr/cm³)’den daha az yoğunlukta liflilevhalarıdır.
- 2.Orta yoğunlukta liflilevhalar (MDF Medium Density Fiberboard) 0.35–0.80 (gr/cm³) yoğunluğa sahip liflilevhalarıdır.

3. Yüksek yoğunlukta liflilevhalar- sert liflilevhalar (HDF –High Density Fiberboard) 0.80–1.10 (gr/cm³) arasında yoğunluğa sahip sert liflilevhalarıdır (ISO 818, 1975).

ABD’de liflilevhalar, yoğunluklarına göre, aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır.

1. Düşük yoğunlukta liflilevhalar- izolasyon liflilevhası (LDF –Light Density Fiberboard): 0.16 – 0.50 (gr/cm³) arası yoğunluğa sahip liflilevhalarıdır.
2. Orta yoğunlukta liflilevhalar (MDF Medium Density Fiberboard): 0.35–0.80 (gr/cm³) arası yoğunluğa sahip liflilevhalarıdır.
3. Sert liflilevhalar (HDF –High Density Fiberboard): 0.50–1.45 (gr/cm³) arası yoğunluğa sahip liflilevhalarıdır (MDF year book and: Forest Products Laboratory, 2010).

2.2.3. MDF Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

2.2.3.1. Çeşitli Orman Artıkları

Boyu 0.5-2 (m) arasında ve dış çapı 20 (cm), cidarı 4 (cm) olan dallar ile 20 (cm) kalınlığını geçmeyen odunlar bu sınıfa girer. Ph değeri düşük olan her türlü orman artığı, MDF üretiminde kullanılır. MDF üretiminde kullanılan odunların rutubet seviyesi %35-50 arasındadır. Bundan daha yüksek olan nemli ağaçlar, kesme etkinliğinin azalmasına, kurutma süresinin artmasına, daha az nemli ağaçlar, tozlanmaya neden olurlar. MDF üretiminde, odun hammaddesinin kabuk içermemesi istenir (Nemli ve Kalaycıoğlu, 2000).

2.2.3.2. Yıllık bitkiler

MDF üretiminde kullanılan hammaddelerin başında odun gelmektedir. Buna ek olarak, yıllık bitkilerin sap, taç, kabuk ve ayrıklarından MDF üretimi mümkün olduğu belirtilmektedir. Bu hammaddelerin, yeterli miktarda olması, toplama, taşıma, depolama ve hazırlanmalarının kolay, ucuz ve herhangi bir bozulmaya maruz kalmamış olması gerekmektedir. Yıllık bitkilerin kullanılmasında en büyük problem, hammaddenin homojen olmayışıdır. Hammaddenin bulunmasında karşılaşılan problemler nedeniyle, son dönemde değişik araştırmalar yapılmıştır.

Asma saplarının MDF üretimine uygunluğu araştırılmıştır. Asma sapları, MDF'lerinin orta tabakalarında, üst tabakalarda ise yoğunluğu az odun lifleri kullanılarak standartlara uygun MDF üretilebileceği belirlenmiştir (Örs ve diğ., 2000).

Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) liflerinden üretilen kompozit levhalar, Amerikan Standart Enstitüsü göre, temel sert liflevha standartlarına uygun oldukları belirtilmiştir. Yıllık bitkilerden kompozit panel üretiminde şeker kamışının önemli bir yeri vardır. %92 şeker kamışı %8 üre-formaldehit ve 0.74 (g/cm³) birim hacim kütleli, 10 (mm) kalınlıkta, yüksek kaliteli levhalar üretilmiştir. Muz saplarından 590-640 ve 670-720 (kg/m³) birim hacim kütleli ahşap levhalar üretilmiştir. %10 oranında ure-formaldehit reçinesi kullanılan levhalarda, yüksek birim hacim kütleli üretilen levhaların, düşük birim hacim kütleli üretilen levhalara göre, fiziksel ve mekanik özelliklerinin daha yüksek olduğunu, odun yongaları ile karıştırılınca mekanik özelliklerinin daha da arttığı belirtilmektedir. Mısır saplarından, ahşap levha ve liflevha üretilebildiği belirtilmektedir. Bir araştırmada, %92 mısır sapı, %7 üre-formaldehit reçinesi, %1 parafin ve 0.74 (g/cm³) birim hacim kütleli, 16 (mm) kalınlıkta üretilen kompozit levhaların dayanım özelliklerinin, standart değerlere yakın olduğu belirtilmektedir. Amerikan Minnesota Üniversitesinde, ayçiçeği sapı ve tacından levha üretilmesi konusunda değişik çalışmalar yapılmıştır. Gertjeansen ve arkadaşları, %50 kavak ve %50 ayçiçeği tacı karışımından ahşap levha üretmişlerdir. Bu çalışmada, %92 ayçiçeği tacı, %7 üre-formaldehit bağlayıcısı ve %1 parafinle karıştırılarak 0.78 (g/cm³) birim hacim kütleli ve 10 (mm) kalınlıklı ahşap levhalar üretmişlerdir (Güler, ve diğ., 2001).

Çay artıklarının ahşap levha üretimine uygun bir hammadde olduğu belirlenmiştir (Örs ve diğ., 2000).

Şeker kamışı, pamuk sapı, bambu gibi hammadde kaynaklarının, ahşap levha üretimine uygunluğu üzerine araştırmalar yapmış ve bu kaynakların toplanması, bir araya getirilmesi ve üretim yöntemi gibi spesifik problemler olduğu belirtilmiş ve bu tip sorunlar aşılırsa bunlardan ahşap levha üretmenin mümkün olduğu belirtilmiştir (Nemli ve Kalaycıoğlu, 2000).

Kivi budama artıklarının, ahşap levha üretimine uygunluğu araştırılmış ve odun yongalarıyla karıştırılarak ahşap levha üretimine uygun bir hammadde olduğu belirlenmiştir (Örs ve diğ., 2001).

Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) saplarından üretilen ahşap levhaların bazı teknolojik özellikleri araştırılmış ve bu materyalden üretilen ahşap levhaların standarda uygun olduğu belirlenmiştir. Pamuk kozasından üretilen ahşap levhaların özellikleri araştırılmış ve sonuçların istenen standartlara yakın değerler olduğu belirtilmiştir (Nemli ve Kalaycıoğlu, 2000).

Bu lifli levhalar, genel olarak aşağıdaki kriterlere göre:

- 1- Hammaddeye ve lif üretim yöntemine göre,
- 2- Yoğunluklarına göre,
- 3- Kullanımlarına göre sınıflandırılırlar.

2.2.4. Hammaddeye ve Lif Üretim Yöntemine Göre Yapay Ahşap Ürünleri

Lif levha endüstrisinin en önemli hammaddesi odundur. Bu odunun, büyük bir kısmı (%40), kereste fabrikaları artıkları ve yuvarlak odun imalatından elde edilmektedir. Ayrıca, yıllık bitkiler olarak isimlendirilen keten, tahıl, pamuk, mısır sapları ve şeker kamışı olarak isimlendirilen odunsu bitkilerin gövdelerinden de üretilmektedir (Şimşek, 2000).

Yoğunluklarına göre sınıflandırdığımızda; lifli levhalar, yoğunluklarına göre, sert odun lifli levhalar ve orta sert odun lifli levhalar (MDF) olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar. Orta yoğunluklu elyaf levha (Medium Density Fibreboard), ağaç liflerinin sıcakta sertleşen sentetik reçine ile birbirine kaynaştırılması suretiyle levhalar halinde üretilen ahşap esaslı bir malzemedir. MDF'nin her noktasında liflerin eşit dağılması ve çok yoğun bulunuşu, levhanın her iki yüzünün olduğu kadar kenarlarının da makine ile herhangi bir kırılma olmaksızın ya da malzeme parçacıkları arasında boşluklar ortaya çıkmaksızın işlenmesine imkân sağlanmaktadır (Şimşek, 2000). Çizelge 2.3'de orta yoğunluklu lifli levhaların (mdf) bazı teknolojik özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2.3. Orta yoğunluklu liflilevhaların (mdf) bazı teknolojik özellikleri

Kalınlık	4/12mm	16/22mm	25/30mm	
Yoğunluk (Kg/m^2 , ± 25)	900	825	800	
Eğilmeye momenti dayanımı (kgf/cm^2)	300	280	250	
Çekme mukavemeti (kgf/cm^2)	6.5	6	5	
24 saat suda bekleme sonrası	Şişme (%)	7	6	6
	Su alma (%)	22	16	16

MDF 'nin mobilya üretiminde önemli bir yeri vardır. Mobilya üretimine ek olarak panjur, taban döşemesi, tavan, bina iç bölmelerinde, iç ve dış kapı kanat ve kasalarında, süpürgelik ve pencere pervazlarının üretiminde güvenle kullanılabilir.

2.2.4.1. Yatık yongalı levhalar

Yatık yongalı yonga levha: Odun yongalarının açık hava koşullarına dayanıklı olmayan sentetik reçine tutkalları ile karıştırılıp belirli sıcaklıkta preslenerek elde edilen, yongaları yüzeyle aynı doğrultuda olan levhalara denir. Bu levhalar, üst yüzeyleri oluşturan yonga boyutlarına göre üç gruba ayrılırlar:

a-Yüzleri iri yongalı levhalar: Levha yüzeylerinde genellikle 0.4 (mm) kalınlığında, minimum 5 (mm) uzunluğunda ve en az 2 (mm) genişliğinde yongalar bulunan levhalardır.

b-Yüzleri ince yongalı levhalar: Levha yüzeylerinde yonga boyutları, iri yongalı levhadaki yonga boyutlarından küçük ve çok ince yongalı levhalarda kullanılan yonga boyutundan büyük yongalarla üretilen levhalardır

c-Yüzleri çok ince yongah levhalar: Yüzeyleri, odun lifi veya lif demetleri yada levhaların zımparalanması sonucu oluşan zımpara tozu ile üretilen levhalardır.

Bu yonga levhalar, görünüşlerine göre I. ve II. sınıf olarak gruplandırılmaktadır. Aynı zamanda zımparalanma durumuna göre de zımparalanmış veya zımparalanmamış olarak iki gruba ayırmak mümkündür. Yonga levhalar, en kesitlerine göre katsız, katlı ve katları belirsiz olmak üzere üç gruba ayrılırlar (Şimşek, 2000).

2.2.4.2. Kontrplaklar

Kontrplaklar, soyularak, kesilerek ve biçilerek elde edilen ince ağaç levhaların, lifleri dik gelecek şekilde ve üst üste yapıştırılmasıyla elde edilirler. Kontrplak yapısının simetrik olabilmesi için tabaka sayısı, tek rakamlı (3,5,7,...) olmalıdır. Bu şekilde üretilmesinin amacı, geniş yüzeyli, tabakalı ağaç malzeme elde etmektir, masif ağaç malzemenin çalışmasını minimuma indirmek, fiziksel ve mekanik özelliğini artırmaktır. Kontrplakların özellikleri hakkında kurallar söylemek veya rakamlar vermek, bir çok nedenlerden dolayı mümkün değildir. Bu nedenler, ağaç türü, tabaka sayısı, yapıştırma maddesi cinsi, tabakayı oluşturan kaplamanın kalınlığı, kurutma, tutkallama, presleme teknolojisi ve üretim sonrası işlemlerdir.

Kontrplaklar, TS 3103 EN 313-1'e göre aşağıdaki gruplara ayrılmaktadır (Örs ve diğ., 2001).

1- Yapısal durumuna göre

- a) Plakalı kontrplak,
- b) Göbekli (geniş çita göbekli, dar çita göbekli, şerit göbekli, petek göbekli) kontrplak,
- c) Karmaşık (kompozit) kontrplak

2- Tutkal(yapıştırıcı) tipine göre

- a) Kapalı yerde kullanılan kontrplaklar,
- b) Açık yerde kullanılan kontrplaklar.

3-Yüz işlemine göre

- a) Zımparalanmamış,
- b) Zımparalanmış,
- c) Törpülenmiş,
- d) Dekoratif plaka (Ahşap kaplama) ile kaplanmış,
- e) Ahşaptan başka maddelerle kaplanmış.

4-Koruyucu maddelerle işlem görme durumuna göre

5-Biçimine göre,

6-Tabakaların ağaç cinsine göre,

7-Dış tabakaların sınıflandırılmasına göre,

8-Kullanma amacına göre,

2.2.5. Kullanım Amacına Göre Lifilevhalar

Kontrplak odununun, soyma makinelerinde dıştan merkeze soyulması ile elde edilen en az üç soyma levhanın, lifleri birbirine dik olacak biçimde yapılandırılması ile elde edilen tahta levhadır. Bir tabakanın kontrplak olarak nitelendirilmesi için yalnızca kaplama levhalardan (biçilerek değil, soyularak elde edilmiş) oluşması gerekmektedir. Ara katlarında biçilmiş kereste kullanılmış ise buna kontrtabla denir (Nemli ve diğ., 2003).

2.2.5.1. Kullanım Alanları

Geniş bir yüzeyin hafif ama esnek olmayan ve dayanıklı bir malzeme ile kaplanması gerektiği durumlarda kontrplaklardan faydalanılır. Başlıca, inşaatlarda beton dökmek için hazırlanan kalıplar, yapılarda dış cephe, duvar, taban ve yer kaplamalarında, otomotiv endüstrisinde kamyon, kamyonet, treyler kasalarında ve iç dizaynında, gemi yapımcılığında, küçük teknelerin gövdelerinde, güvertelerinde, taşımacılıkta, depolamada ve mobilyacılıkta kullanılır. Beton kalıpları için kullanılan kontrplak her şeyden önce yukarıda belirtildiği şekilde tüm kontrplak özelliklerine sahiptir. Ancak inşaatlardaki çalışma şartları, betonun yüksek basıncı, elde edilmek istenen betonun yüzeyi gibi etkenler nedeni ile birçok ilave özelliklere de sahip olması gerekmektedir (<http://www.erdoganlargoup.com/?hizmetler=plywood-nedir>).

2.2.5.2. Plywood'un Özellikleri

- **Suya ve kaynamaya dayanıklılık**

Bu özelliklerden en önemlisi, kontrplağın suya ve kaynamaya karşı dayanıklı olmasıdır. Ancak bu sayede kontrplak, değişen hava koşullarında, gece ve gündüz ısı farklılıklarında, şişmeden tabakaları birbirinden ayrılmadan ve bombeleşmeden kullanılabilir. Bu özelliği sağlamak açısından katmanlar arasında kullanılan tutkal önem kazanmaktadır. Günümüzde genellikle fenolik reçine kullanılmakta ve uluslararası standartlara uygun neticeler alınmaktadır. Su geçirimsizliğini sağlama konusunda alınan

bir diğ er önlem de kontrplağ ın kenarlarının yalıtılmasıdır (<http://www.erdoganlargoup.com/?hizmetler=plywood-nedir>).

- **Basınca dayanıklılık**

Bir kontrplağ ın beton dökümünde kalıplık olarak kullanılabilmesi için sahip olması gereken diğ er önemli bir özellik kontrplağ ın dayanıklılığıdır. Bilindiğ i gibi beton, özellikle perde ve kolonlarda çok yüksek basınç uygulamaktadır. Kontrplağ ın bu yüksek basınca dayanıklı, kırılmayacak yapıda olması gerekmektedir. Kırılma konusunda, destek aralıklarını sıklaştırmak bir önlem olarak düşünülse bile yeterince sağlam olmayan kontrplak kullanıldığ ı durumlarda hem sehim konusunda sorun oluşacak hem de sık destek aralıkları kullanmak kontrplak kullanmanın amaçlarından biri olan işçilik tasarrufunu ortadan kaldıracaktır. Bir kontrplağ ın dayanıklılığ ını belirleyen faktörler, ağacın cinsi ve kontrplağ ın konstrüksiyonudur. Örneğ in 18 mm lik bir kontrplak 7, 9, 11 veya 13 katmandan oluşabilir. Bu durumda 13 tabakadan oluş an kontrplak 1.4 mm lik katmanlardan oluşacak ve katmanları 2mm den kalın olan 7 katlı kontrplaktan çok daha dayanıklı ve dirençli olacaktır (<http://www.erdoganlargoup.com/?hizmetler=plywood-nedir>).

2.3. Bağlayıcı Malzemeler

2.3.1. Üre-Formaldehit Bağlayıcısı

Üre-formaldehit bağlayıcısı, diğ er bağlayıcılardan daha ucuz olması nedeniyle, özellikle kaplamalı işler, prese kapı, MDF ve kontrplak üretimi olmak üzere, yapılardaki ahşap işlerinde en çok kullanılan yapıştırıcılardan biridir. Üre-formaldehit yapay reçinesinden üretildiğ i için, bu bağlayıcı üre-formaldehit bağlayıcısı ismiyle anılır. Yapıştırıcı üretiminde kullanılan üre-formaldehit yapay reçinesi, taşkömürü, su ve oksijenle üretilir. Ahşap elemanlarda, yapıştırıcı olarak üre-formaldehit kullanıldığında, sertleştirici (katalizör) olarak amonyum sülfat veya amonyum klorür kullanılır ve sertleşme süresi kısaltılır. Ayrıca sertleşme süresinin kısaltılabilmesi için ısıya ihtiyaç vardır. Son sertleşme için alternatif ahşap elemanın orta kısmındaki sıcaklık, 100 °C' de, alt ve üst kısımlarındaki ısı, pres sıcaklığına bağı lı olarak, 150-180 °C arasında değı şir (Çamlıbel, 2006; Huş, 1962; Yüksek, 2017).

Üre-Formaldehit tutkalı ile Mdf üretimine ilişkin Türkiye’de Bazı araştırma-geliştirme tez çalışmaları aşağıda özetlenmiştir.

Glucidex Katkı Maddesinin MDF Üretiminde Kullanım İmkânlarının Araştırılması adlı Yüksek Lisans Tezinde Yüksek, MDF yapı malzemesinin üretimini, katkı maddeleriyle iyileştirme amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda, nişasta’nın kullanılması ile üretilen kompozit MDF yapı levhalarında su alma, kalınlık artışı, yüzeye dik çekme mukavemeti ve formaldehit emisyon miktarlarının tespiti için deneyler yapılmıştır. Bu tezde, katkı maddesi olarak nişasta içerikli Glucidex, üre-formadehit tutkalına, % 3, % 5, % 8, % 11 ve % 15 oranlarında katılarak orta yoğunluklu MDF numuneleri üretilmiştir. Sonuç olarak, Yüksek, Glucidex kullanılarak üretilen levhaların, boyutsal stabilite sağlamadığı belirlenmiştir. Ayrıca, Glucidex kullanım oranı arttıkça, üretilen numune MDF’lerin, mekanik özelliklerinde bir azalma meydana geldiğini bunun yanısıra formaldehit emisyonunda azalma eğilimi olduğunu tespit etmiştir (Yüksek, 2017).

Peynir Altı Sularının MDF Üretiminde Tutkal Katkı Maddesi Olarak Değerlendirme İmkânlarının Araştırılması adlı Yüksek Lisans Tezinde Çelik, peynir altı suyu ve üre formaldehit tutkalıyla numune MDF üretimi amaçlanmıştır. Peynir altı suyu proteini (PASP) ile modifiye edilen üre-formaldehit tutkalıyla üretilen numune MDF levhalarının, fiziki ve mekanik özelliklerinin yanısıra formaldehit emisyon değerleri deneyle belirlenmiştir. Sonuç olarak, 24 saat su alma testinde en iyi numune MDF, %34,8 su emme oranıyla, %10 İPASP + %90 UF ve %100 kayın kullanarak üretilen MDF levhasıdır. Yüzeye dik çekme deneyinde, en iyi numune MDF, 0,76 (MPa) dayanımıyla, %10 İPASP ile üretilen MDF levhalarıdır. Eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülünde, %10 PASP ve İPASP ile modifiye edilen üre-formaldehit tutkalıyla üretilen MDF levha gruplarıdır. PASP ve İPASP ile üretilen numune MDF levha gruplarından elde edilen serbest formaldehit emisyon değerinin, standart üre-formaldehit ile üretilen levha gruplarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmayla, üre formaldehit ile birlikte doğal bir atık olan PASP’nin MDF üretiminde kullanılabilirliği görülmüştür (Çelik, 2017).

Tutkal miktarı ve levha yoğunluğunun MDF'nin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisi adlı Yüksek Lisans Tezinde Kara, Kızılcım (Pinus brutia Ten) ve Doğu kayını (Fagus orientalis Lipsky) odunu lifleri kullanılarak üretilen orta yoğunluklu lif levhaların (MDF) bazı fiziksel (kalınlık artışı, su emme, yüzey pürüzlülüğü) ve mekanik (eğilme, eğilmede elastikiyet modülü, liflere dik ve paralel çekme direnci, yüzey absorpsiyonu, sertlik) özellikleri üzerine hammadde türü, levha yoğunluğu ve tutkal miktarının etkisini araştırmıştır (Kara, 2011).

2.3.2. Melamin-Formaldehit Bağlayıcısı

Melamin reçineleri, üre ve fenol reçinelerinden daha pahalı, fakat rutubete karşı üre reçinelerinden daha dayanıklı, fenol reçinesinden ise daha dayanıksızdır. Melamin-formaldehit reçine bağlayıcısının üretim aşamaları, üre-formaldehit reçine bağlayıcısının üretim aşamalarına benzerdir. Melamin reçinesi, 110-130 °C ısı etkisiyle sertleştirilebilir. Sertleştirme aşaması, asit etkili bir sertleştiriciyle yapılır. Melamin-formaldehit bağlayıcıları, daha çok ısıyla tepkimeye giren özellikte üretilir ve suya dayanırlığın istendiği tabakalı ağaç malzeme üretimi, yapay reçine kaplamaları, laminat, gemi, yat ve kayak üretiminde kullanılır (Çamlıbel, 2006; Yüksek, 2017).

2.3.3. Fenol-Formaldehit Bağlayıcısı

Bu tutkal, fenol yapay reçinesinden üretilir. Fenol yapay reçinesi, taşkömürü, su ve oksijenden kimyasal yollarla üretilir. Toz haldeki fenol, alkol ve su ile karıştırılır ve bu tutkalla, oda sıcaklığında uygulama yapılır. Sıvı halde fenol-formaldehit bağlayıcısına, bazı kimyasal maddeler ve dolgu maddeleri katılabilir. Molekülleri aşırı ağırlığa sahip olduğu için, rutubet, yağ, organik çözücüler, birçok asit, mantar ve bakterilere karşı çok dayanıklı bir tutkal çeşididir. Özellikle dış yapılarda kullanılacak alternatif ahşap malzeme üretiminde daha çok kullanılır. Presleme sıcaklığı, 200 °C'ye kadar çıkabilir. Katalizör yardımıyla presleme süresi kısaltılabilir. Fenol-formaldehit reçine bağlayıcısının derine nüfuz etme ve odun çeperini şişirme özelliğinden dolayı, sertleştiğinde oldukça mükemmel dayanımlı ve boyutsal bir stabilite sağlanır (Çamlıbel, 2006; Yüksek, 2017).

2.3.4. İzosiyanat Bağlayıcısı

Pahalı ve yapıştırma kuvveti yüksek bir tutkal çeşididir. Suya ve bazı zayıf asit türlerine karşı dayanıklıdır. Rutubete dayanıklılığı bakımından, fenol-formaldehit bağlayıcısına eşdeğer, yapışma dayanımı bakımından, fenol-formaldehit bağlayıcısından daha etkilidir. En önemli özelliği, su bazlı olmamasıdır. Diğer yapıştırıcılara göre, maliyetinin çok yüksek olması nedeniyle kullanım alanı geniş değildir. Alternatif ahşap malzeme, laminasyon ve ahşap montajında kullanılır (Çamlıbel, 2006; Yüksek, 2017).

2.3.5. Sülfid Asit Suyu Bağlayıcısı

Son yıllarda üretimi esnasında ortaya çıkan sülfid atık sularının ahşap levha üretiminde yapıştırıcı olarak kullanabileceği ortaya çıkmıştır. Bu yöntemle ahşap levha üreten ilk fabrikalar, Danimarka ve Finlandiya’da kurulmuştur. Kanada’da geliştirilen bir metotla, sülfid suyuna kuvvetli asitlerden sülfirik asit eklenmesiyle suya karşı dayanıklı ve daha çok yapışma sağlayan, hem pratik, hem de ekonomik bir yapıştırıcı elde edilmiştir (Yeniocak, 2008).

2.3.6. Resorsin-Formaldehit Bağlayıcısı

Resorsin-formaldehit bağlayıcısı, değişik iklim koşullarına dayanabilen güçlü bir yapıştırıcıdır. Asitler, alkalilere ve kaynar suya karşı dayanıklıdır. Söz konusu bu avantajlarına rağmen, maliyetinin yüksek olması nedeniyle uygulaması sınırlıdır. Ayrıca, tepkime reaksiyonu bir hafta sürdüğü için, levha endüstrisi bu bağlayıcıyı yaygın olarak kullanmaz. Özel amaçlı işler için, saf olarak kullanılır. Özellikle yapı sektöründe, uçak ve gemi inşasında, ağaç taşıyıcıların birleştirilmesinde kullanılır (Yüksek, 2017).

Resorsin-formaldehit bağlayıcısı, resorsinin ($C_6H_6O_2$) formaldehit ile reaksiyonu sonucu oluşan sentetik bir tutkaldır. Üretimde katılan formaldehit miktarı, bu reaksiyonun sonuna kadar gitmesini sağlayacak miktarda değildir. Kullanmadan önce bağlayıcısının karıştırılmasıyla, basitçe reaksiyonu tamamlayacak olan formaldehitin ilave edilmesini sağlar (Yüksek, 2017).

Resosin-formaldehit bağlayıcısı, fenol-formaldehit reçinesine göre 5–6 kat daha pahalıdır, fakat çeşitli açık hava şartlarına, asitlere, alkalilere ve diğer kimyasal çözücülere karşı dayanıklı bir bağlayıcıdır. Resorsin bağlayıcısı, özellikle Fenol-formaldehit bağlayıcısının sıcakta yapıştırma olanağı bulunmadığı parçaları, örneğin, kayık, gemi ve uçakların ağaç malzemedan üretilen parçalarının tutkalanmasına uygundur. Bu uygulamaya ek olarak, gerek sentetik gerek doğal kauçuğun tekstil ve seramikle birleştirilmesinde de kullanılır. Resorsin-formaldehit bağlayıcılı, yüksek frekanslı yapıştırıcılar içinde uygundur. Resorsin-formaldehit, sıvı halde ve kırmızımsı erguvani renktedir. % 50-60 katı madde ihtiva eden sıvı halde sektörde bulunur. 20 °C sıcaklıkta 9-12 ay depolanabilir. Resorsin reçinesi, +20 °C' de, 3-6 saatlik bir süre içerisinde sertleşir ve yapışma özelliğini kazanır (Güler, 2001).

2.3.7. Termoplastik Bağlayıcılar

Isıtıldıklarında yumuşayan ve soğutulduklarında sertleşen yapıştırıcılara termoplastik yapıştırıcılar denir. Bu tür yapıştırıcılar, soğuk olarak uygulanabilir, hızlı şekilde sertleşir, yüzeylere kolaylıkla uygulanabilir, yanmaz ve kokusuz özelliktedir, uygulamada ekipmana zarar vermeyen, fakat ağaç malzemedde, lekelenmeye neden olan bir bağlayıcıdır. 70°C sıcaklıktan itibaren yapıştırma özelliğini kaybetmesi, bu tür yapıştırıcıların kullanımını sınırlandırır (Yüksek, 2017).

2.3.8. Doğal Bağlayıcılar

Doğal bağlayıcılar, bitkisel bağlayıcılar ve hayvansal bağlayıcılar olmak üzere iki ana gruba ayrılır.

2.3.8.1. Bitkisel Bağlayıcılar

- **Tanen Bağlayıcısı**

Tanenli bağlayıcıları, odun kökenli ahşap malzeme ürünlerinin üretiminde yaygınca kullanılır. Geçmişte, tanen-formaldehit bağlayıcılarıyla yapılan araştırmalarda ekonomik beklentiler önemliyen, bugün odun parçalarının yapıştırılmasında, ekonomik ve çevresel etki faktörleri önemlidir (Çolak, 2003).

Bütün bitki tanenleri, basit fenollerden kondense flavanoidlere kadar fenolik bileşiklerden meydana gelir. Bitki tanenleri, hidrolize edilebilen ve edilemeyen (kondanse) tanenler olarak ikiye ayrılırlar. Su, alkol ve asetonunda çözülebilen ve proteinle katılaşabilen bitki bazlı çoklu-hidroksid-fenoller olan tanenler, ekstrüzyon yoluyla odun, yaprak, meyve ve kabuktan elde edilir. Tanen, kendi başına yapıştırıcı olarak kullanılabilirdiği gibi amino-plastik ve fenolik reçinelerle birlikte de kullanılabilir. Yenilenebilir bir hammadde kaynağı olarak çam taneni, yüksek kalite özelliklerine sahip ve formaldehit emisyonu düşük ahşap malzeme üretiminde yapıştırıcı olarak kullanılır. En önemli tanen kaynakları, mimoza ve kebrako (quebracho) ağaçlarıdır. Bunlara ek olarak, tsuga, ladin, P.radiata ve P.elliotti gibi çam çeşitlerinin kabuklarında tanen üretiminde kullanılabilir. Elde edilen tanenlerden üretilen bağlayıcıların dış ortamda kullanılabilmesi için, fenol-formaldehit, resorsion-formaldehit veya di-izosiyanat gibi bağlayıcılarla desteklenmesi gerekir. Tanen esaslı bağlayıcılar, dış cephede ve neme duyarlı yapı kısımları için ahşap malzemelerin üretiminde yaygınca kullanılır. Fenol-formaldehit bağlayıcısı yerine lignoselülozik zirai ve orman artıkları, fenol ile sıvılaştırılıp formaldehit ile reaksiyona sokularak tanen-formaldehit bağlayıcısı üretilmektedir. Tanen esaslı bağlayıcılar, Yeni Zelanda, Avustralya ve Güney Afrika gibi tanen içeren akasya ağacının çok olduğu ülkelerde, orman ürünleri endüstrisinde ticari amaçla kullanılır (Yüksek, 2017).

- **Lignin Bağlayıcısı**

Bitki fibrinlerini bir arada tutan fenolik bir yapıştırıcı olan lignin, fenil proan ünitelerinden oluşur. Lignin çekirdeğindeki serbest pozisyon sayısının reaktifliği, fenol-formaldehit reçinesine oranla daha azdır. Bu nedenle, lignin bağlayıcısının sıcaklık ve mineral asitle gerçekleşen kondenzasyon reaksiyonu, fenol-formaldehit reçinesindeki gibi etkili değildir. Yeterli bir sertleşme için, yüksek pres sıcaklığı, uzun pres süresi ve yüksek asit konsantrasyonuna ihtiyaç vardır (Yüksek, 2017).

- **Soya Bağlayıcısı**

Soya bağlayıcısı, düşük maliyetli olması, düşük pres sıcaklığı gerektirmesi ve yüksek rutubette oduna bağlanabilmesi gibi özellikleri nedeniyle faydalıdır. Sahip olduğu bu avantajlara rağmen, suya karşı dayanımı ve bağ direncinin az olması gibi olumsuz özellikleri vardır (Huang ve Sun, 2000).

Soya bazlı bağlayıcılar, 1923 yılında geliştirildi. Fakat, petrol bazlı yapıştırıcıların dayanım ve suda çözülme özellikleri, soya bazlı bağlayıcılardan daha fazla olduğundan, petrol bazlı bağlayıcılar daha çok tercih edildi (Huang ve Sun, 2000).

2.3.8.2. Hayvansal Bağlayıcılar

Hayvansal bağlayıcılar, koyun ve sığır gibi hayvanların deri ve kemiklerinden elde edilir, jel ve küçük parçacıklar halinde bulunabilirler. Katı formdaki bu bağlayıcılar, su ile işlenip kullanılırlar. Bu bağlayıcıları, uygulanabilir viskozite seviyesine getirmek için 60°C'ye kadar ısıtmak gerekir. Balık bağlayıcıları gibi bağlayıcılar, sıvı formda bulunabilirler. Hayvansal bağlayıcılar, diğer bağlayıcılara göre rutubete karşı dayanımı düşük, mantar ve küflenmeye neden olan, her yapı kısmında kullanılmayan, uygun sıcaklığa getirilmesi gereken, pahalı bağlayıcılardır (Eckelman, 1997).

- **Kazein Bağlayıcısı**

Yağsız süttten, bir asit yardımıyla veya doğal olarak asitlendirilerek, kazein proteinleri çöktürülerek bir çözelti elde edilir. Kazein bağlayıcısı üretmek için, bu çözeltilerden kazein saflaştırılır ve kurutulur. Bağlayıcısının üretiminde, katı kazein, sodyum hidroksit veya kireç çözeltisi gibi orta dereceli alkalilerde çözündürülerek kullanılır. Tanen bakımından zengin olan odun türlerinde kullanıldığında lekelenmeye sebep olan kazein bağlayıcısı, mobilyalarda kullanılması sakıncalıdır (Eckelman, 1997).

Kazein bazlı bağlayıcılar, sıcaklık değişimleri ve neme karşı, su esaslı bağlayıcılardan daha dirençlidirler. Fakat, dış ortam için bu bağlayıcılar uygun değildir. 70°C'ye kadar kuru ısıya dayanıklı olan bu bağlayıcılar, ıslak hava koşullarında, yapıştırma kabiliyetini kaybeder. Kazein bazlı bağlayıcıların dayanıklılığını geliştirmek için, lateks ve di-aldehit nişastası gibi maddelerle bileşik oluşturulur. Hayvansal atıklardan elde edilen bağlayıcılar gibi bu bağlayıcıların, bağlayıcılık kuvvetleri oldukça fazladır (Yüksek, 2017).

- **Kan Albümini Bağlayıcısı**

Mezbahaneki kanlardan, kan albümini bağlayıcısı elde edilmektedir. Formaldehit ve fenol-formaldehit reçineleriyle güçlendirilen kan esaslı tutkaldan üretilen kontrplaklar,

suya dayanımı, bağlanabilirliği ve küflenmeye karşı dayanımı, diğer fenol ve formaldehit bazlı bağlayıcıyla üretilen kontrplaklardan daha fazladır (Eckelman, 1997).

2.3.9. İnorganik Yapıştırıcılar

Ahşap özellikli hammaddeyi daha kuvvetli birleştirmesi, dış hava koşullarına karşı daha dayanıklı olması, boyutsal kararlılığının daha fazla olması, biyotik ve abiyotik zararlılara karşı daha dayanıklı olması nedenleriyle, sentetik reçineler ile üretilen ahşap kompozit malzemelere göre, anorganik bağlayıcılarla üretilen ahşap kompozit malzemeler daha dayanıklıdır (Arslan, 2008).

Çimento, kireç ve alçı, inorganik yapıştırıcı olarak kullanılmakta ve bu bağlayıcılar ile üretilen odun esaslı kompozitler çoğunlukla yapı endüstrisinde, yalıtım amacı ile kullanılmaktadır (Yüksek, 2017).

İnorganik yapıştırıcıların dezavantajları, yeterli sertleşme ve yoğunluk için uzun pres süresi gerektirmeleridir (Jorge, 2008).

Bu tür bağlayıcıların yansıra, sektörde hiç kullanılmayan, doğa dostu, karbon bazlı ve ekilebilir bir çeşit buğdaydan tarafımızca üretilen bağlayıcıyla, bu tez çalışmasının Materyal ve Metot başlıklı 3. Bölümünde alternatif ahşap plak, kübik ve prizmatik numuneler elle (makine sıkıştırması olmadan) hazırlanmıştır. Bu yeni bağlayıcının özellikleri ve bu bağlayıcıyla üretilen numunelerin deneylerle belirlenen özellikleri, ilerleyen bölümlerde açıklanacaktır.

2.4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.4.1. Ayçiçeği çekirdeği Kabuğu ve Çeşitli Endüstri Lifleriyle Türkiye’de Yapılan Araştırma-Geliştirme Çalışmaları

Ayçiçeği çekirdeği kabuklarıyla Türkiye’de yapılan Yüksek Lisans araştırmaları vardır. Ses ve Isı Yalıtımlı Ekolojik Yapı Malzemelerinin İncelenmesi ve Trakya Bölgesinde Yetiştirilen Ayçiçeği Bitkisinin Yalıtım Malzemesi Olarak Araştırılması adlı Yüksek Lisans tezinde, Kırbıyık, son yıllarda çevreye ve sağlığa olan duyarlılığın artmasının insanları tükettiği ve kullandığı tüm malzemelerin doğal olmasına özen göstermeye yönelttiğini belirtmiştir. Bitkisel kökenli malzemeler hem üretimi hem de kullanımını esnasında doğaya ve insana dost materyallerdir. Bitkisel kökenli malzemeler ekonomik olmalarının yanında, petrol ve petrol türevli malzemelerden üretilmediklerinden dolayı da çevreyi kirletmezler. Yeşil bina (Green Building) olarak adlandırılan bu malzemeler, son zamanlarda küresel bir ilgi odağı haline gelmiştir. Kırbıyık, bu çalışmada, ayçiçeği saplarından ürettiği kaplama malzemesi üzerinde ses ve ısı analizlerinin yanı sıra inşaat sektöründe çok kullanılan benzer yapı malzemelerinin analizlerini de yapmıştır. Çalışmada beş adet kaplama malzemesi referans olarak alınıp kıyaslanmıştır ve ayçiçeği ile üretilen malzemenin ses yutum özelliğinin, taş yünü dışındaki diğer malzemelerden, bazı bakımlardan daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Ayçiçeğinden üretilen bu malzemenin, yapı sektöründe ses ve ısı yalıtımında başarıyla kullanılabileceği Kırbıyık tarafından gösterilmiştir (Kırbıyık, 2012).

Ormangülü biyokütlesinden (*Rhododendron Ponticum L.*) mdf (orta yoğunlukta lif levha) üretimi olanaklarının araştırılması adlı Yüksek Lisans tezinde Çamlıbel, ülkemizde büyük bir potansiyele sahip olan orman gülü odunundan MDF üreterek, orman gülü odununun MDF’ nin teknolojik özelliklerine etkisini araştırmıştır. Bu amaçla orman gülü ve endüstriyel lifler (Sarıçam ve Saplı Mese) 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 ve 0:100 oranlarında karıştırılarak üretilen levhaların teknolojik özellikleri belirlenmiştir (Çamlıbel, 2006).

Ormangülünün (*Rhododendron ponticum* L.) lifleri kullanılarak orta yoğunlukta lif levha (MDF) üretimi adlı Doktora tezinde Balkız, laboratuvar ve fabrika koşullarında ormangülü odunu lifleri ve üre-formaldehit tutkalı kullanılarak MDF üretmiştir. Laboratuvar ve fabrika koşullarında elde edilen MDF levhalar üzerinde, yapılan fiziksel ve mekanik testler sonucunda; Laboratuvar koşullarında üretilen levhaların fiziksel özelliklerinden; birim hacim ağırlığı 781 kg/m³-810 kg/m³, 2 saatteki kalınlık artışı % 4,57-% 18,29, 24 saatteki kalınlık artışı % 8,41-% 23,13, 2 saatteki kütle artışı % 15,17-% 57,10, 24 saatteki kütle artışı % 30,41-% 67,34 alt ve üst limitleri arasında bulunmuştur. Fabrika koşullarında üretilen MDF levhaların fiziksel özellikleri ise; birim hacim ağırlığı 797 kg/m³-800 kg/m³, 2 saatteki kalınlık artışı % 5,41-% 5,60, 24 saatteki kalınlık artışı % 10,01-% 10,40, 2 saatteki ağırlık artışı % 23,58-% 24,44, 24 saatteki ağırlık artışı % 33,70-% 37,88 alt ve üst limitleri arasında bulunmuştur. Laboratuvar koşullarında üretilen levhaların mekanik özelliklerinden; eğilme dayanımı 22,35 N/mm²-37,63 N/mm², eğilmede elastikiyet modülü 3.219,01 N/mm²-5.348,25 N/mm², levha yüzeyine paralel çekme dayanımı 13,60 N/mm²-19,54 N/mm², levha yüzeyine dik çekme dayanımı 0,353 N/mm²-0,710 N/mm², levha yüzeyine dik vida tutma mukavemeti 1.797,85 N-2.962,29 N, levha yüzeyine paralel vida tutma mukavemeti 584,12 N-1604,09 N alt ve üst limitleri arasında bulunmuştur. Fabrika koşullarında üretilen levhaların mekanik özellikleri ise; eğilme dayanımı 37,31 N/mm²-38,46 N/mm², eğilmede elastikiyet modülü 2.909,91 N/mm²-2.974,68 N/mm², levha yüzeyine paralel çekme dayanımı 19,17 N/mm² -19,71 N/mm², levha yüzeyine dik çekme dayanımı 0,815 N/mm²-0,822 N/mm², levha yüzeyine dik vida tutma mukavemeti 2.554,96 N-2.583,07 N, levha yüzeyine paralel vida tutma mukavemeti 1.914,09 N-2.157,79 N alt ve üst limitleri arasında bulunmuştur. Sonuç olarak, ormangülü odunu kullanılarak MDF üretiminin mümkün olduğu belirlenmiştir (Balkız, 2006).

Buğday saplarından (*Triticum aestivum* L.) orta yoğunlukta lif levha (MDF) üretimi adlı Doktora tezinde İstek, Buğday (*Triticum aestivum* L.) saplarını kullandı. MDF levhalarında, %8, %10 ve %12 oranında üre-formaldehit tutkalı ve sulu amonyum klorürün %30'luk çözeltisinden %1'ini sertleştirici olarak kullandı. Bununla birlikte, 5, 6 ve 7 dk'lık sürelerle, levhaları presledi. Buğday saplarından {*Triticum aestivum* L.}.

Saman liflerinden 0.700 g/cm³ ve 0.800 g/cm³, odun ve saman-odun karışımı (%30 saman+%70 odun, %50 saman+%50 odun, %70 saman+%30 odun) liflerden ise 0.800 g/cm³ özgül kütleli MDF levhaları üretilmiştir. 0.800 g/cm³ saman levhalarında en yüksek ve düşük su emme %79-%53, kalınlığına şişme %32.61-%20.74, eğilme dayanımı 23.30 N/mm²-36.02 N/mm², eğilmede elastikiyet modülü 18955 N/mm²-31891 N/mm² ve yüzeye dik çekme dayanımı değerleri 0.673 N/mm² -0.820 N/mm² olarak bulunmuştur. Odun levhalarında en yüksek ve en düşük su emme %24-%16, kalınlığına şişme %13.15-%7.60, eğilme dayanımı 28.15 N/mm²-40.47 N/mm², eğilmede elastikiyet modülü 21303 N/mm²-32596 N/mm² ve yüzeye dik çekme dayanımı değerleri 0.725 N/mm²-0.903 N/mm² olarak belirlenmiştir. %50 saman + %50 odun lifi karışımı levhalarında en yüksek ve en düşük su emme %64-%30, kalınlığına şişme %20.58-%16.79, eğilme dayanımı 28.22 N/mm²-42.22 N/mm², eğilmede elastikiyet modülü 23606 N/mm²-31707 N/mm² ve yüzeye dik çekme dayanımı 0.790 N/mm²-0.858 N/mm² olduğu belirlendi (İstek, 1999)

Pamuk saplarından (*Gossypium hirsutum* L.) MDF (orta yoğunlukta lif levha) üretimi olanaklarının araştırılması adlı Yüksek Lisans tezinde Gencer, atıl pamuk saplarıyla MDF üretimini amaçlamıştır. Tezde, hammadde olarak Adana ilinden temin edilen pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) sapları kullanılmıştır. Tutkal olarak %8 ve %10 oranında üre-formaldehit, sertleştirici olarak sulu amonyum klorür ve hidrofobik madde olarak da tam kuru lif ağırlığına oranla %1'lik parafin çözeltisi kullanılmıştır. Liflendirme, %15 nemdeki yongaların 7 atmosfer buhar basıncında 3 dakika pişirilerek gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, pamuk saplarının hacim yoğunluk değeri 0.286 (g/cm³), selüloz miktarı % 51.8, alkol-benzen çözünürlüğü %3.8 ve kül miktarı %2.6 bulunmuştur. Deney levhalarının özgül kütleleri beklenen değerlerden daha yüksek elde edilmiştir. Nem değerleri %5.38-%6 arasında değişmektedir. Su emme ve şişme değerlerinde özgül kütle ve tutkal yüzdeleri arasında %0.05 güven düzeyinde önemli bir fark yoktur. %8 tutkal kullanılarak üretilen levhaların eğilme momenti dayanımı, en küçük 12,283 (N/mm²), en büyük 21,009 (N/mm²)'dir. Diğer taraftan %10 tutkal miktarında eğilme momenti dayanımı, en küçük 15.054 (N/mm²), en büyük 23.085 (N/mm²) olarak belirlenmiştir. Gencer, eğilme momenti dayanımının, tutkal miktarı ve özgül kütle değerleri arttıkça arttığını belirlemiştir. Benzer sonucu, yüzeye dik

doğultuda çekme dayanımında da belirlemiştir. %10 tutkal miktarındaki MDF'nin çekme dayanımı, %8 tutkallı MDF'ninkinden daha fazladır (Gencer, 1998).

Mantar aglomere ve orta yoğunluklu lif levha (MDF) tabakalarıyla oluşturulmuş kompozit malzemenin iç mekan donatı elemanlarında levha olarak kullanımının araştırılması adlı Yüksek Lisans tezinde Kasapseçkin, sert ve düzgün yüzey özelliklerine sahip yüksek mukavemetli orta yoğunluklu lif levha (mdf) ile düşük yoğunluklu, hafif ve esnek yapıya sahip doğal bir malzeme olan mantar aglomere bir araya getirilerek, yeni bir tabakalı kompozit levha kompozisyonu oluşturulmuştur. Levha kompozisyonunda, mdf levhalar yüzey tabakası pozisyonunda, mantar aglomere ise dolgu katmanı olarak kullanılmıştır. Oluşturulan tabakalı kompozit levha taslağının endüstride yaygın olarak kullanılan diğer ahşap esaslı levhalara alternatif olarak kullanımının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, Türk Standartları Enstitüsüne (TS EN) göre, levha taslağının fiziksel, mekanik, termik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesine yönelik deneyler gerçekleştirilmiştir. Levha taslağına ait deney bulguları, TS EN standartları ile literatür taraması sonucu elde edilen veriler doğrultusunda irdelenmiştir. Araştırmadan çıkan sonuçlar ışığında, üretilen yeni malzemenin iç mekan donatı elemanlarında levha olarak kullanılabilmesi önerisinde bulunulmuştur (Kasapseçkin, 2015).

Yanma geciktirici özelliğe sahip bazı mineral esaslı maddeler ile üretilen orta yoğunlukta liflevhaların (MDF) teknolojik özellikleri adlı Yüksek Lisans tezinde Başer, yanma geciktirici özelliğe sahip bazı mineral esaslı maddelerle üretilen orta yoğunlukta MDF'lerin, yanmaya karşı dayanımı ve bazı teknolojik özellikleri araştırılmıştır. %2-%12 arasında değişik oranlarda hidromanyezit içerikli kimyasal maddeler ve çinko borat konsantresi üre-formaldehit tutkalına eklenerek ve bu bağlayıcı kayın odunu liflerine püskürtülerek MDF levhalar üretilmiştir. Üretilen bu numune MDF levhaların nem, yoğunluk, su emme ve kalınlığında şişme, eğilme momenti dayanımı, çekme dayanımı, termogravimetrik analiz, limit oksijen indeksi, renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve mantar çürüklük deneyleri yapılmıştır. Sonuç olarak, katkı maddelerinin ve madde konsantrasyonlarının, üretilen numune MDF levhalarının yoğunluk, nem, eğilme momenti dayanımı, çekme dayanımı, su emme, kalınlığında şişme, renk

değişimi, yüzey pürüzlülüğü, ısı iletkenlik değerleri ve mantar çürüklük dayanımını olumlu etkilediği belirlenmiştir (Başer, 2016).

Ayçiçeği çekirdeği ve Fındık Kabuğundan Aktif Karbon Üretimi ve Kirleticiler Adsorpsiyonu adlı Yüksek Lisans tezinde Şengel, çevre kirliliğini engellemek amacıyla kullanılan endüstriyel adsorbanların en önemlisi, yüksek gözenekliliğe ve geniş yüzey alanına sahip aktif karbonlardır. Aktif karbonlar, molekül ve iyonları, gözenekleri vasıtasıyla iç yüzeylerine doğru çekebilirler ve bu yüzden adsorban olarak adlandırılırlar. Aktif karbon, karbon içeriğine sahip çeşitli maddelerin farklı işlemlerden geçirilerek aktive edilmesiyle elde edilir. Genellikle aktif karbon üretiminde, ucuz ve kolay temin edilebilir maddeler üzerinde araştırmalar yapılmaktadır. Bu tez çalışmasında, fındık kabuğu ve ayçiçeği çekirdeği kabuğundan aktif karbon elde edilmesi amaçlanmıştır. Bunun için fındık ve ayçiçeği çekirdeği kabukları farklı emdirme oranlarında fosforik asit ve potasyum hidroksit ortamında kimyasal aktivasyona tabi tutulduktan sonra piroliz ve karbondioksit gazı ile fiziksel aktivasyon teknikleri uygulanmıştır. Her iki hammaddeden üretilen aktif karbonların yüzey alanları belirlenmiştir. Fındık ve ayçiçeği çekirdeği kabukları için en yüksek yüzey alanına fosforik asitle kütlece 1,5 emdirme oranında kimyasal aktivasyon, piroliz ve fiziksel aktivasyon yapılmış numunelerde ulaşılmıştır. Fındık kabuğundan elde edilen aktif karbonun yüzey alanı 1318, ayçiçeği çekirdeği kabuğundan üretilenin ise 800 m²/g bulunmuştur. Bu numunelerin IV gözenekliliğini incelemek için Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) fotoğrafları çekilmiş, X Işını Kırınımı (XRD) analizi ve katı yoğunluğu analizleri yapılmıştır. Ayrıca, dolgu kolonda etki-tepki deneyleri yapılarak bu aktif karbonlarda karbon tetra klorür, toluen ve p-ksilenin adsorpsiyonu test edilmiştir. Tersinmez olarak tutunan bu kirleticiler, fındık kabuğundan elde edilen aktif karbondan daha fazla adsorblanmışlardır. Fındık kabuğundan elde edilen aktif karbondan birim gram başına, karbondioksit, p-ksilen ve toluen sırasıyla 9.08, 15.99 ve 25.55 mg adsorblanmıştır. Ay çekirdeği kabuğundan elde edilen aktif karbondan ise yine kirleticiler aynı sırayla 10.4, 5.3 ve 1.81 mg adsorblanmıştır (Şengel, 2005).

Ayçiçeği çekirdeği Kabukları İle Sentetik Atıksulardan Bakır (II) ve Kobalt (II) Adsorpsiyonu adlı Yüksek Lisans tezinde Ersoy, ayçiçeği çekirdeği kabukları ile kesikli

ve sürekli adsorpsiyon sistemlerinde Cu_2^+ ve CO_2^+ iyonlarının giderimini araştırmıştır. Kesikli sistem adsorpsiyon çalışmalarında çözelti pH'sı, başlangıç metal iyon konsantrasyonu, adsorbent konsantrasyonu, karıştırma hızı, sıcaklık ve adsorbent partikül boyutu parametrelerinin etkilerini incelemiştir. Farklı adsorbent konsantrasyonlarıyla yapılan deneylerde elde edilen veriler, Freundlich, Langmuir, BET ve D-R izoterm modellerine uygulanmış ve ayçiçeği çekirdeği kabukları, Cu_2^+ ve CO_2^+ iyonlarının gideriminde (her iki metal iyonunun adsorpsiyonunda) Langmuir izoterm modeline yüksek derecede uyum sağlamıştır. Sürekli sistem adsorpsiyon çalışmalarında ise giriş çözeltisi pH değeri, giriş metal iyon konsantrasyonu, yatak yüksekliği, çözelti debisi ve partikül boyutu parametrelerinin etkileri izlenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucu ayçiçeği çekirdeği kabuklarının ağır metal gideriminde etkili olduğu ve Cu_2^+ metal iyonlarını, CO_2^+ metal iyonlarına göre daha iyi giderdiği görülmüştür. Ayçiçeği çekirdeği kabuklarının ucuz ve kolay elde edilebilir olmasının yanında, yüksek adsorbent kapasitesine sahip olmasından dolayı endüstriyel ölçekte uygulanabilirliğinin uygun olabileceği sonucuna varmıştır (Ersoy, 2011).

Soma Deniz Kömürü ve Ayçiçeği çekirdeği Kabuğu Yarıkokunun Birlikte Briketlenmesi adlı Yüksek Lisans tezinde Ulu, ülkemizde birçok ülkede olduğu gibi enerji ihtiyacının büyük bir bölümü kömürden karşılandığını belirtmektedir. Türkiye'de bulunan linyit türlerinin çoğu; kül, kükürt ve nem içeriği yüksek, ısıl değeri ise az olan, düşük kaliteli linyitlerdir. Türk linyitleri, kırılğan bir karaktere sahip olduğundan, kolayca tozlaşmaktadır. Briketleme işlemi, yenilenemeyen bir enerji kaynağı olan kömürün daha verimli kullanılmasını sağlayan bir yöntemdir. Ulu çalışmasında ısıl değeri düşük olan; Soma Deniz yöresinden çıkarılan tüvenan tipi kömürün yakıt olarak veriminin artırılması için briketleme çalışmaları yapmıştır. Bu amaçla ayçiçeği çekirdeği kabuklarını karbonize ederek karbonizasyon katı ürününü kömür ile karıştırmış ve bağlayıcı olarak karbonizasyon sıvı ürününü kullanmıştır (Ulu, 2011).

Düşük Maliyetli Sanayi Atıkları Ayçekirdeği Kabuğu ile Boyar Madde Gideriminin İncelenmesi adlı Yüksek Lisans tezinde Gazigil, sentetik olarak hazırlanmış boyar madde içeren atık sudan, farklı deneysel şartlarda kesikli çalışan düşük maliyetli ayçiçeği çekirdeği kabuğu içeren adsorpsiyon yöntemli bir sistemle renk giderimi

yapmayı amaçlamıştır. Boyar madde olarak bazik boya sınıfından Astrazon kırmızısını (Astrazon Red GTLN) kullanmıştır. Deneysel parametreler olarak; pH, sıcaklık, karıştırma hızı, başlangıç boyar madde konsantrasyonu ve adsorbent dozajını seçmiştir. Gazigil, bulgularını Langmuir ve Freundlich izoterm modellerine uygulamış ve deneysel verilerinin en iyi Langmuir izotermi ile uyum gösterdiğini belirtmiştir. Elde edilen adsorpsiyon (boya giderimi) verimlerinin, literatür değerleri ile karşılaştırıldığında yüksek olduğunu görmüştür. Yapılan deneyler sonucunda en iyi boyar madde adsorpsiyonun, pH=8, 100mg/L, 200rpm, 5gr/L ve 30°C'de uygun şartlar altında %85'lik verim elde edilebileceğini bulmuştur (Gazigil, 2014).

Ayçiçeği Bitkisi (*Helianthus Annuus L.*) Saplarının İzolasyon Levha Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması adlı Doktora tezinde Efe, ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*) saplarının izolasyon levhası üretiminde kullanılabilirliğini araştırdı ve kontrol levhası olarak bal peteği görünümlü kraft kâğıt dolgulu kompozit levhaları esas aldı. Üretilen kompozit levhaların fiziksel (özgül ağırlık, rutubet içeriği, taramalı elektron mikroskop görüntüleme, ses ve ısı izolasyonu, ultrasonik ses iletim hızı, biyolojik bozunma ve yanma karakteristikleri) ve mekanik (2 saat suda bekletmeden sonra şişme miktarı, eğilme direnci, elastikiyet modülü, şok direnci, basınç direnci) özelliklerini araştırdı. Bu amaçla ayçiçeği saplarından her iki yüzeylerinde 4 mm orta yoğunlukta lif levha bulunan sandviç kompozit levhalar üretti. Bu levhaların bir grubu özgül ağırlığı 0.25 g/cm³–0.33 g/cm³ arasında olan yatay tasarımlı ve diğer grubu özgül ağırlığı 0.22 g/cm³–0.27 g/cm³ arasında olan dikey tasarımlı levhalar oldu. Isı iletim katsayılarını yatay tasarımlı levhalar için 0.045 W/mK olarak, dikey tasarımlı levhalar için 0.036 W/mK olarak ve kontrol levhası için 0.059 W/mK olarak saptadı. Ses izolasyon oranları ve ultrasonik iletim hızlarını sırasıyla yatay tasarımlı levhalarda %24.03 ve 0.46 mm/μs, dikey tasarımlı levhalarda %25 ve 2.29 mm/μs, kontrol levhasında %20.15 ve 1.82 mm/μs olarak ölçtü. Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü yatay tasarımlı levhalar için 3.86 N/mm² ve 82.74 N/mm², dikey tasarımlı levhalar için 1.82 N/mm² ve 115.19 N/mm², kontrol levhası için 0.49 N/mm² ve 13.69 N/mm² oldu. Bu kompozit levhalardan elde edilen mekanik değerler literatürde verilen farklı lignoselülozik tarımsal atıklardan üretilmiş levhalarınkinden daha düşük olmasına rağmen, ayçiçeği sapı esaslı levhaların ses ve ısı yalıtım değerlerinin diğerlerinden daha yüksek olduğunu

belirledi. Sonuç olarak ayçiçeği sapı esaslı levhaların biyolojik ve fiziksel karakteristikleri iyileştirilerek fonksiyonel bir izolasyon malzemesi olabileceğini buldu (Efe, 2011).

Buhar Patlatma Uygulanmış Ayçiçeği Saplarından Enzimatik Hidroliz Yöntemiyle Fermente Şeker Üretimi adlı Yüksek Lisans tezinde Kütük, yenilenebilir enerji, sürekli devam eden doğal süreçlerde ortaya çıkan enerji akışından elde edilen enerji olarak tanımlanmaktadır. Bu kapsamda dünyadaki enerji açığını azaltmak ve çevre kirliliğini en aza indirmek amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim artış göstermiştir. Biyoetanol üretimi ile kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlara bağımlılıkta azalma olacağı düşünülmektedir. Bu çalışma kapsamında Kütük, glikoz verimini daha fazla arttıracak düşünülen NaBH₄ kimyasal ön muamele işlemiyle ayçiçeği saplarını test etti. Ham numuneyi, buhar patlatma işleminin ardından NaBH₄, NaOH ve bu kimyasalların üç farklı konsantrasyonlu karışımıyla ön muamele ederek enzimatik hidroliz işlemine tabi tuttu. Çalışma sonucunda elde edilen verilerden NaBH₄ ile ön muamele işlemine tabi tutulan örneklerin enzimatik hidroliz işlemi sonucunda glikoz ve ksiloz dönüşümlerinin %71,7 ve %59,7 (48 saat) olduğunu belirledi. Diğer taraftan kimyasal ön muameleye tabi tutulmaksızın buhar patlatma işleminin lignini uzaklaştırmada (%21,2) en etkili yöntem olduğunu gördü (Kütük, 2015).

Ayçiçeği Atığından Antimikrobiyal Selüloz Eldesi adlı Yüksek Lisans tezinde Uzun, ayçiçeği çekirdeğinin yağı çıkarılınca geri kalan artığının, antimikrobiyal ve absorbent madde yapımında kullanılarak, değerlendirilmesini hedefledi. Bu hedefle atık çekirdeğin içinde yüksek miktarda bulunan selüloz ve karboksimetil selüloz, kuartern amonyum tuzu ve Mannich reaksiyonu ile katyonize ederek, antimikrobiyal özelliği araştırılarak tekstil ve kozmetik endüstrisinde kullanımını değerlendirdi. Karboksimetillenmiş çözünür selüloz CHPTAC (3-kloro-2-hidroksipropil trimetil amonyum klorür) ve Mannich reaksiyonu ile iki farklı şekilde kuarternize edildi. CHPTAC ile katyonize edilmiş karboksimetil selülozun azot miktarının %2-3 olduğunu belirledi. Mannich reaksiyonda aktif hidrojen içeren bileşik olarak karboksimetil selüloz, amin bileşiği olarak dimetil amin ve hidrojeni taşımayan karbonil bileşiği olarak formaldehit kullandı. En uygun koşulların, 3 mL suda, 3 saat, 40 °C sıcaklıkta,

1,2 mol/L DMA ve 8,5 mol/L FA olduğu buldu. Reaksiyonun gerekleştiiğini FTIR ve NMR yöntemleri ile ispatladı. Mannich reaksiyonu ile elde edilen kuarternize karboksimetil selülozun azot miktarını % 2 ile %3 olarak buldu. Bu şekilde sentezlenen kuarternize selülozun yüksek köpük yapma kabiliyeti gösterdiğini gözlemledi. Damlatma yöntemi ile selüloz ve katyonik selülozların *Pseudomonas aeruginosa* ve *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı antimikrobiyal özellik gösterip gösterilmediğine baktı. Uygulanan yöntemler ile antimikrobiyel özelliği tayin etmedi ancak kuarternier amonyum gruplarının teorik olarak antimikrobiyal özellik gösterdiğini belirtti. Kuarternier amonyum grubu ile katyonize edilmiş selüloz elyafının tekstil sanayiinde lif olarak kullanılmasını önerdi. Karboksimetil selülozun Mannich reaksiyonu ile kuarternize edilmesi sonucu oluşan suda çözüner katyonik selülozun ise kozmetik sanayiinde hammadde olarak kullanılmasını önerdi (Uzun, 2013).

Biyokütle Atık Madde Olarak Ayçiçeği Çekirdeği Kabuklarının Sıvılaştırılması ve Elde Edilen Ürünlerin Analizi adlı Yüksek Lisans tezinde Özyurt, fosil yakıt rezervlerinin yakın gelecekte tükenecek olması ve oluşturdukları çevresel kirlenme nedeniyle, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması önem kazandığını düşünmektedir. Ayrıca, yakıt fiyatlarındaki önemli artış, ülkeleri alternatif kaynaklar üzerinde düşünmeye yöneltmiştir. Biyokütlenin ve biyokütle atık maddelerin bolca bulunmaları, ucuz ve yenilenebilir olmaları; ayrıca sıvı, katı ve gaz ürünlere dönüştürülebilmeleri alternatif enerji kaynakları olarak ortaya çıkmalarını sağladı. Bu çalışmada, araştırmacı bir biyokütle atık madde olan ayçiçeği çekirdeği kabuklarının sıvılaştırılması sırasında çeşitli deneysel parametrelerin sıvılaştırma verimleri üzerindeki etkilerini inceledi. Sıcaklık, basınç ve çözücü tetralin/(tetralin+kreozot yağı) oranı etkileri incelenen parametrelerdir. Deneyler için, 250 ml kapasiteli manyetik karıştırıcılı bir otoklav, çözücü olarak tetralin+kreozot yağı karışımı, ortam gazı olarak ise hidrojeni kullandı. Reaksiyon koşullarındaki reaksiyon süresi 45 dakika olarak alındı. Sıvılaştırma işleminde oluşan sıvı ürünler Soxhlet ekstraksiyonu uygulanarak, yağ, asfalt, preasfalt ve artık kesimlerine ayrıldı. Bu çalışmanın ön aşamasında, çeşitli biyokütle atık maddelerle (yer fıstığı kabuğu, antepfıstığı kabuğu, ceviz kabuğu, ayçiçeği çekirdeği kabuğu) sıvılaştırma deneyleri yapıp, en yüksek yağ+gaz verimi sağlayan ayçiçeği çekirdeği kabuğunu deneyler için seçti. Çalışmanın ilk aşamasında

sıcaklık, basınç ve çözücü tetralin/(tetralin+kreozot yağı) oranının ayçiçeği çekirdeği kabuklarının sıvılaştırma verimleri üzerindeki bireysel etkilerini inceledi. İkinci aşamada, aynı parametrelerin verimler üzerindeki etkisi deneysel tasarıma uygun olarak araştırıldı. Sıcaklık, basınç ve çözücü tetralin/(tetralin+kreozot yağı) parametrelerinin çalışma aralıkları sırasıyla 325-375 °C, 10-30 atm ve 0/1-1/1 olarak seçildi ve deneysel tasarım üç seviye üzerinden gerçekleştirildi. Üçüncü ve son aşamada ise elde edilen bulgular temelinde, yağ+gaz, asfalt ve preasfalt verimleri ile toplam dönüşümler için model denklemleri geliştirilerek optimizasyon çalışması yapıldı (Özyurt, 2006).

Ayçiçeği Saplarının Değişik Sıcaklıklarda Katalizörlü ve Katalizörsüz Olarak Sıvı ve Gaz Ürünlere Dönüştürülmesi adlı Yüksek Lisans tezinde Erzen, otsu bitkilerden olan ayçiçeği saplarının bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmesi için, ayçiçeği saplarını öğütüp un haline getirdi ve daha sonra bir otoklav içinde, basınç altında, değişik sıcaklıklar ve değişik çözücüler kullanarak katalizörlü ve katalizörsüz kimyasal dönüşüm işlemlerini gerçekleştirdi (Erzen, 1996).

Sulardan Ağır Metallerin Uzaklaştırılmasında Ayçiçeği Küspesi Kullanılarak Model Sistemlerle Araştırılması adlı Yüksek Lisans tezinde Karaören, kurşun (Pb) ve kadmiyumun (Cd) model sistemlerde ayçiçeği küspesi tarafından adsorpsiyonu ve adsorpsiyona etki eden parametreleri inceledi. Bu amaçla partikül büyüklüğü, adsorpsiyon süresi, başlangıç metal konsantrasyonu, pH ve sıcaklığın etkilerini belirledi. Çalışmada kullanılan ayçiçeği küspesinin boyutu küçültülerek 3 farklı partikül büyüklüğü (106, 212, 425 µm) elde edildi ve her bir partikül büyüklüğü için nem, yağ, protein, ham lif ve kül miktarlarını belirledi. Bu sonuçlara göre her bir partikül büyüklüğünün yapısal özelliklerin birbirinden farklı olduğu en yüksek protein içeriğinin %32,95 ile 106 µm ve en düşük protein içeriğinin %9,44 ile 425 µm partikül büyüklüğüne sahip küspelerde olduğunu, ham lif içeriği açısından en yüksek %47,54 ile 425 µm ve en düşük %15,48 ile 106 µm partikül büyüklüğüne sahip küspelerde olduğunu saptadı. Adsorpsiyon kapasitesi sonuçlarına göre kurşun ve kadmiyum için maksimum adsorpsiyon sürelerinin 20 dakika olduğunu, adsorpsiyon kapasitesinin kurşun ve kadmiyum için model çözelti konsantrasyonu 25 ppm' den 250 ppm' e çıktıkça arttığını belirledi. pH' nın etkisinin incelendiği denemelerden elde edilen

bulgulara göre kurşun için en iyi adsorpsiyon kapasitesinin 106 µm için pH 4' de, 212 ve 425 µm için pH 3' de görüldüğünü, kadmiyum için yapılan denemelerden elde edilen bulgulara göre ise her üç partikül büyüklüğü için en iyi adsorpsiyon kapasitesinin pH 6' da görüldüğünü Karaören saptadı. Sıcaklığın adsorpsiyon kapasitesi üzerinde etkisini belirlemek için, yaptığı denemeler sonucunda kurşun için her üç partikül büyüklüğünde 45°C ve 65°C' de benzer adsorpsiyon kapasitesi gösterdiğini, 25°C' de daha düşük adsorpsiyon kapasitesi gösterdiğini, kadmiyum için ise 106 µm için en iyi adsorpsiyon kapasitesinin 65°C' de, 212 ve 425 µm için ise 25°C, 45°C ve 65°C' de yakın adsorpsiyon kapasitesi gösterdiğini belirledi (Karaören, 2010).

Ayçiçeği Tohum Kabuklarından Sıvı Özütlemeli Yöntemle Furfural Üretimi İçin Optimum Koşulların Belirlenmesi adlı Yüksek Lisans tezinde Sarıoğlu, furfural'ın, içeriğinde %18-20'nin üzerinde pentozan içeren bütün tarımsal atıklardan üretilebildiğini belirtti. Sıvı özütlemeli yöntemle ayçiçeği tohum kabuklarından furfural üretimini ilk defa bu çalışmada gerçekleştirdi. Ayçiçeği tohum kabuklarının pentozan içeriğinin %29,53 olması nedeniyle furfural üretimine uygun olduğunu buldu. Çalışmada Box-Wilson deneysel tasarım yöntemi ile optimum koşulları belirlerken o-nitrotoluenin özütlemesini kullandı. Pentozanlardan furfural üretimi için gereken şartlarda o-nitrotoluen kararlı halde olduğundan kullanılması uygundur. Yüksek dağılma katsayısı (170 °C de 8,4), ve furfuraldan daha yüksek kaynama noktası(222 °C ve 162 °C), damıtma ile kolay ayrılmayı sağlamakta ve yoğunluğunun sudan oldukça farklı oluşu, karıştırma olmadan sudan ayrılmasını sağlamaktadır. Buna ek olarak su, ksiloz ve sülfürik asit gibi polar bileşikler o-nitrotoluende çözünmedikleri için, su fazında oluşan furfuralın polimerizasyon tepkimesi engellenmiş olmaktadır. İlk olarak sıvı/katı oranı, sıcaklık ve sülfürik asit derişiminin, ayçiçeği tohum kabuklarından furfural üretimine etkileri Sarıoğlu tarafından çalışılmıştır. Bu sonuçlara dayalı olarak deneysel tasarım için üç bağımsız değişken; sülfürik asit derişimi (%3- 6), sıcaklık (170-190 °C), sıvı/katı oranı aralıkları (5-15 ml/g) seçilerek, Box- Wilson optimizasyon yöntemiyle uygun değerleri buldu. Elde edilen furfural üretim hızı verilerinden SPSS PC+ bilgisayar programı yardımı ile aşağıdaki furfural üretim hızı model eşitliğini geliştirdi; $Y = 68,926 - 6,155X_1 - 5,874 X_2 - 3,072 X_3 - 1,242 X_1 X_2 - 3,168 X_1 X_3 - 0,688 X_2 X_3 + 14,656 X_1^2 + 3,464 X_2^2 + 3,766 X_3^2$ FORTRAN programı ile (77,85

mgfurfural/ saat g A.T.K.) maksimum furfural üretim hızı için, 179,9 °C sıcaklık, %4,76 sülfürik asit derişimi ve 15,9 ml/g sıvı/katı oran değerlerini optimum koşullar olarak buldu (Sarioğlu, 2001).

Ayçiçeği Saplarının Yakıt Olarak Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma adlı Yüksek Lisans tezinde Altan, artan enerji talebini karşılayabilmek için yeni enerji kaynaklarına ynelindiğini belirtti. Bu konuda birçok araştırmacı tarafından enerji kaynağı olarak: b tornasın kullanılması yönünde araştırmalar yapılmaktadır. Ayçiçeği üretim artıkları da biomas yakıt kaynaklarından biridir. Bu artıklar hasat sırasında tarlada bırakılan sap ve yapraklardan oluşmaktadır. Çoğu zaman sap ve yapraklar tarlada yakılmaktadır. Bu yöntem oldukça basittir. Tarladaki sapsar erozyonu önlemek için de kullanılabilir. Ancak sapsarın yavaş çürümeleri ve sürümü zorlaştırmaları sorun oluştırmaktadır. Toplama, taşıma ve yarayışlı hale getirme sapsarın değerlendirilmesinde önemli engellerdir. Sapsarın düşük yoğunluklu oluşu bu işlemleri zorlaştırmaktadır. Briketleme, paket haline getirme, balyalama; artıkların yoğunluğunu arttırmada kullanılan değişik yöntemlerdir. Bu araştırmanın amacı ise ayçiçeği sapsarının enerji değerlerini saptamaktır. Bunun için ayçiçeği sapsarı ve karşılaştırma materyali olan buğday samanı, çam talaşı ve linyit üzerinde TÜBİTAK enerji laboratuvarında birçok test yapıldı, Sonuçta ayçiçeği artıklarının yakıt olarak değerlendirilebilecek enerji değerine (3577 kcal/kg) sahip olduğunu Altan, ortaya çıkardı, diğer yakıtlar ile karşılaştırılmasını yaptı (Altan, 1989).

Ayçiçeği Bitkisinin Sap ve Tohum Kabuklarının Enzimatik Yöntemlerle şekere Dönüşümü adlı Doktora tezinde Mutlu, fiziksel ve kimyasal ön hazırlama işlemleri uygulanmış ayçiçeği sap ve tohum kabuklarının iğerdiği selüloz ve hemiselülozların, Trichoderma reesei RUT-C30 fungusundan, uygun fermantasyon koşullarında elde edilen selüloz enzim süzütüsü ile hidrolizlenerek şekere dönüştürülmelerini inceledi. Sap için kimyasal ön hazırlama yöntemi olarak % 5' İlk NaOCl ile oda sıcaklığında 2 saat, tohum kabukları için sodyum klorit + % 10 NaOH etkileşiminin enzimatik hidroliz için uygun olduğunu buldu. % 10' luk substrat derişimi ve SKA 2 olan enzim süzütüsüyle yaptığı 42 saatlik enzimatik hidroliz sonunda, sapsardan 81.3 g/l, tohum kabuklarından 91.5 g/l indirgen şeker elde etti. Böylece ayçiçeği sapsarındaki selülozu

% 94.5, çekirdek kabuklarındaki selülozu % 88.1 verimle glikoza dönüştürdü (Mutlu, 1990).

2.4.2. Ayçiçeği Çekirdeği Kabuğu Lifiyle Dünyada Yapılan Araştırma-Geliştirme Çalışmaları

Türkiye’de değişik bilim alanlarınca, ayçiçeği üzerine yapılan farklı bilimsel çalışmaların yanısıra dünya’da benzer çalışmalar literatüre geçmiştir.

Biosorption of Dye From Textile Wastewater Effluent onto Alkali Treated Dried Sunflower Seed Hull and Design of a Batch Adsorber adlı çalışmasında Oguntimein, alkaliyle muamele edilen kuru ayçiçeği çekirdeği tohum kabuğunu, tekstil endüstrisi atık suyunun klordan arındırılmasında kullandı. Yığın emilim çalışmaları, sıcaklık, emici dozajı, başlangıç boya konsantrasyonu, başlangıç solüsyon pH’ı ve kontakt süresinin bir fonksiyonu olarak gerçekleştirildi. Kinetik analiz, tüm test edilen tekstil boya konsantrasyonları için emilim deneysel verisinin Pseudo-ikinci sıra modeline en iyi uyduğunu ortaya çıkardı. Pseudo-ikinci sıra sabitleri, Arrhenius ve Eyring eşitlikleri kullanılarak elde edildi, tekstil boya molekülleri ve kuru ayçiçeği çekirdeği tohum kabuğu arası karmaşık aktivasyon formasyonu için aktivasyon parametrelerini belirledi: aktivasyon enerjisi (8.79 kJ/mol), entropi değişimi (- 39.57 kJ/mol/K), entalpi (8.79 kJ/mol), Gibbs serbest enerjisi (6.27 ile 8.11 kJ/mol arasında). Ekulibrium emilim verisinin Langmuir izoterm modeli takip ettiğini buldu ve azami mono tabaka kapasitesi 25 °C’de 169.5 mg/g olduğunu buldu. Langmuir izoterm modelini bir safhalı emici tasarımına uyguladı. Termodinamik analizden, entalpi büyüklüğü değişiminin 8.79 kJ/mol olduğunu; kuru ayçiçeği çekirdeği tohum kabuğuyla boyanın biyoemilim göstergesi fiziksel kuvvetlerle ilgili olduğunu belirtti (Oguntimein, 2015).

Preparation of Capacitor’s Electrode from Sunflower Seed Shell adlı çalışmasında Li ve diğ., elektrokimyasal çift-katmanlı-kapasitör için elektrot malzemesi olarak iki farklı stratejiyle kullanılan ayçiçeği çekirdeği tohum kabuğundan nanoporoziteli karbon serileri hazırladı. Nanoporoz karbonun yüzey alanı ve porozite yapısı, yoğunca kullanılan N₂ emilim tekniğiyle karakterize edildi. Sonuçlar, karbonların boşluk yapısının aktivasyon sıcaklığı ve KOH dozajıyla yakından ilişkili olduğunu gösterdi.

Elektrokimyasal ölçümler, karbonizasyon-aktivasyon işlemiyle üretilen karbonlardan döllememiş-aktivasyon işlemiyle üretilen karbonların daha iyi kapasitif davranışa ve daha yüksek kapasite oranına sahip olduğunu gösterdi. Daha da önemlisi, bu karbonların kapasitif performansları, sıradan mezoporoz karbonlardan ve ticari ahşap–esaslı aktif karbondan daha iyidir. Bu nedenle ayçiçeği çekirdeği tohum kabuklarından elektrokimyasal çift–katmanlı kapasitörle yüksek aydınlık sağlanır (Li ve diğ., 2011).

Sunflower Seed Shells: a Novel And Effective Low–Cost Absorbent for The Removal of the Diazo Dye Reactive Black 5 From Aqueous Solutions adlı çalışmasında Osma ve diğ., ayçiçeği çekirdeği tohum kabukları ve mandalina kabukları gibi iki düşük–maliyetli emiciyle sentetik iyonsuz Reaktif Black 5 boyasının sıvı solüsyondan uzaklaştırılması potansiyelini araştırdı. 210 dakika sonra, ayçiçeği çekirdeği kabukları, başlangıç pH'ı 2 ve başlangıç konsantrasyonu 50 mg/L olan RB5'in %85'ini solüsyondan uzaklaştırdı. Mandalina kabukları aynı sürede, boyanın %71'ini uzaklaştırdı. Emilim oranını, Pseudo–ikinci sıra kinatik modeliyle ve oran kontrol aşaması bulunan intra–tanecik difüzyonuyla izledi. Ekulibrium verisinin hem Freundlich ve çok katmanlı emilim izoterm eşitliklerine en iyi uyduğunu belirledi. Sonuçları SEM gözlemleriyle destekledi. Sonuçlar, ayçiçeği çekirdeği tohumu kabuklarının boya kalıntılarında iyonsuz boyaları uzaklaştırmada çok daha verimli bir malzeme olduğunu gösterdi (Osma ve diğ., 2007).

Türkiye’de ve Dünya’da değişik bilim alanlarınca, ayçiçeği üzerine yapılan farklı çalışmaların yanısıra ayçiçeği çekirdeği kabuklarının değirmenlerde öğütülüp sıkıştırılmasıyla enerji ihtiyacı için biokütle üretmeye yönelik makina ve ekipmanlar ortaya çıkmıştır. Şekil 2.2’de ayçiçeği çekirdeği pelet değirmeni, Şekil 2.3’de ayçiçeği çekirdeği kabukları ve bu kabuklarla hazırlanan biokütle görülmektedir.



Şekil 2.2. Ayçiçeği çekirdeği pelet değirmeni



Şekil 2.3. Ayçiçeği çekirdeği kabukları ve bu kabuklarla hazırlanan biokütle

BÖLÜM 3

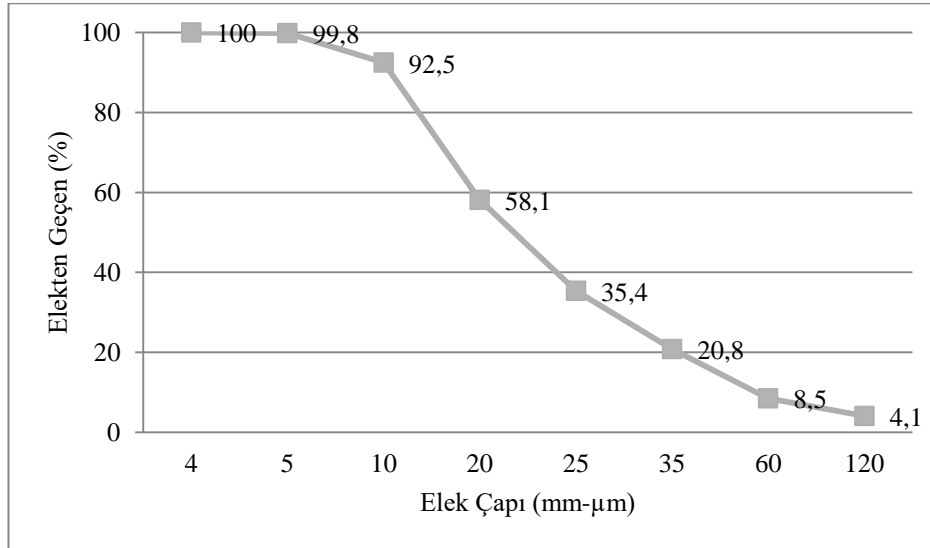
MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

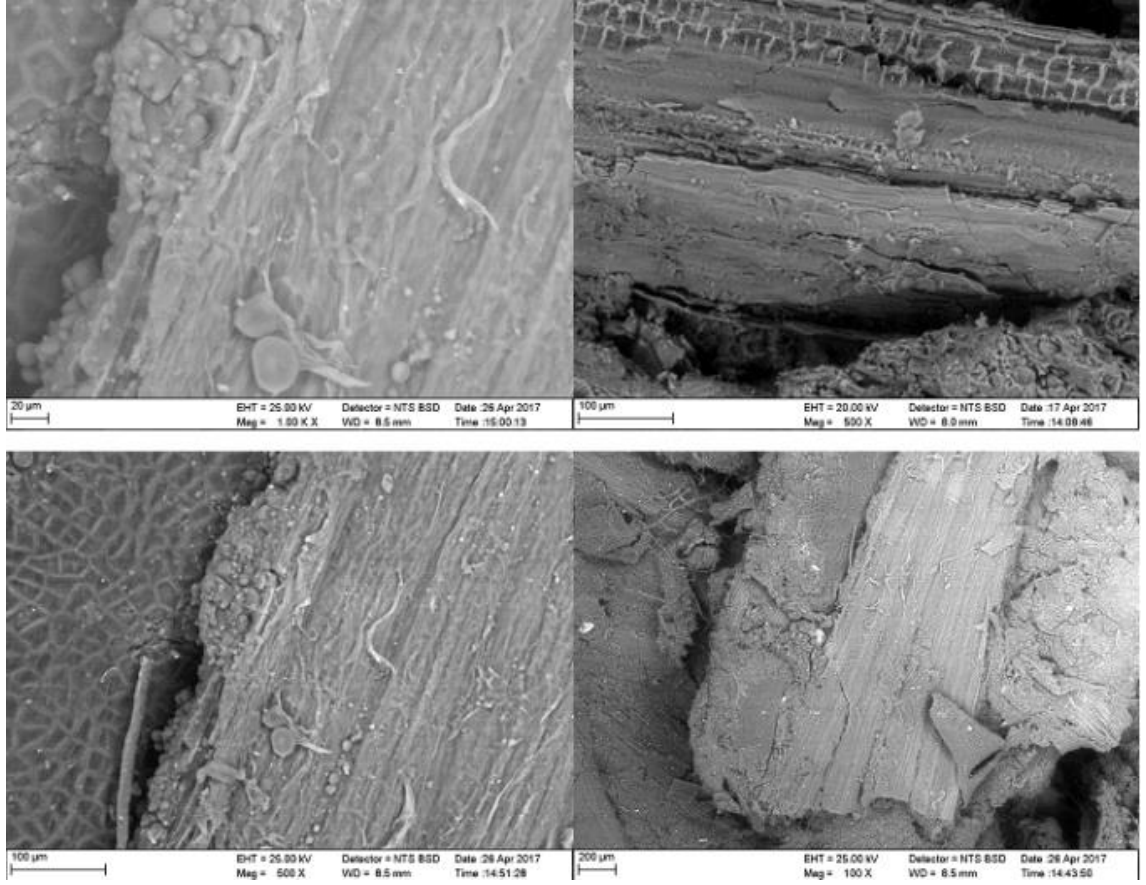
Bu Yüksek Lisans tez çalışmasında, lif kaynağı olarak ayçiçeği çekirdeği kabuğu, bağlayıcı malzeme olarak da su ve buğday unu kullanılmıştır.

3.1.1. Ayçiçeği Çekirdeği Kabuğu Lifi

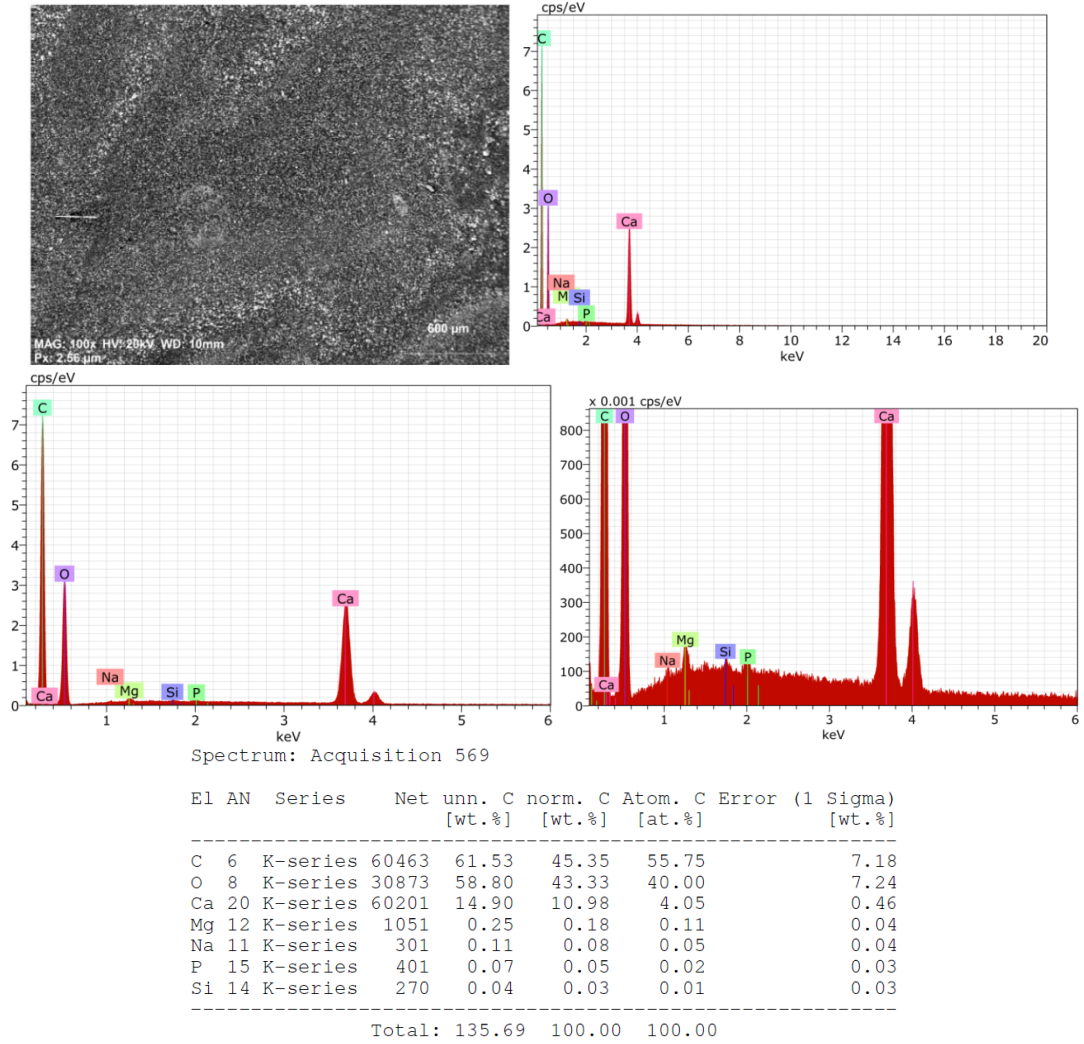
Ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifine ilişkin Giriş başlığı altında kapsamlı bilgi verildiği için, bu alt bölümde, bu tez çalışmasında kullanılan ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifinin tanımlayıcı özellikleri irdelenmiştir. Ayçiçeği çekirdeği kabuğu liflerinin elek analizi (granülometri grafiği), elektron mikroskop görüntüsü ve element analizi gibi tanımlayıcı özellikleri sırasıyla, Şekil 3.1, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3’de görülmektedir.



Şekil 3.1. Ayçiçeği çekirdeği kabuğu liflerinin granülometri grafiği



Şekil 3.2. Ayçiçeği çekirdeği kabuğu liflerinin Taramalı Elektron Mikroskop görüntüsü (SEM)



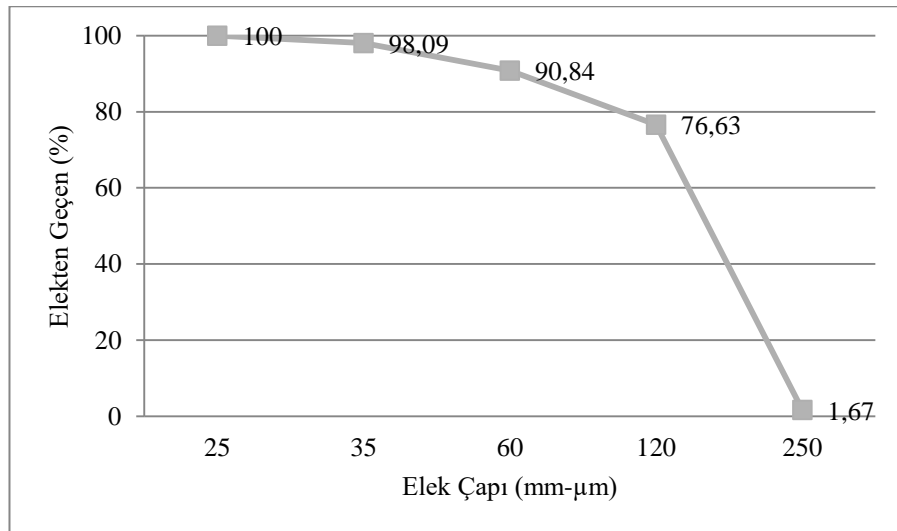
Şekil 3.3. Ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifleri ve doğal bağlayıcının element analizi verileri (EDX)

3.1.2. Bağlayıcı Olarak Un

Buğday ve unun belirli bir amaca göre kullanılabilmesi kimyasal bileşimi ile yakından ilişkilidir. Türkiye buğdaylarında, mineral madde miktarı %1,34 - 2,1 arasındadır. 100 (g) buğday yakıldığında, 1,860 (g) kül açığa çıkar. Bu külün yanı sıra, 0,914 (g) kükürt, 0,048(g) Kalsiyum, 0,571 (g) potasyum, 0,173 (g) Magnezyum, 0,009 (g) Sodyum, 0,428 (g) fosfor, ve 0,055 (g) klor bulunur. Ayrıca, buğday tanesinde, selülozlu maddeler %2-2,7 arasında değişir. Buğdaydaki karbonhidrat (CHO) miktarı, eriyebilen şekerden belirlenir, bu miktar % 1.5-3.0 arasında değişir.

Buğday unu, buğday tahıllarının öğütülmesiyle elde edilen ince toza verilen addır. Başta ekmek, hamur işleri ve hayvan yemlerinde olmak üzere pek çok gıdanın temel bileşenidir. Genellikle buğdaydan elde edilen toza sadece un denir. Arpa, yulaf, çavdar, mısır, nohut gibi bitkilerden elde edilen un ise, yaygın olarak o tahılın adıyla birlikte adlandırılır (Örneğin; mısır unu, arpa unu gibi). Buğday unu, %12 ham protein ve % 2 ham yağ ihtiva eder. Metabolizma enerjisi yaklaşık 2950 (kcal/kg)'dır (<http://1023040009ece.blogcu.com/bugdayin-icindekiler/10119090>).

Bağlayıcı olarak kullanılan buğday unu'nun elek analizi (granülometri grafiği), Şekil 3.4'de görülmektedir.

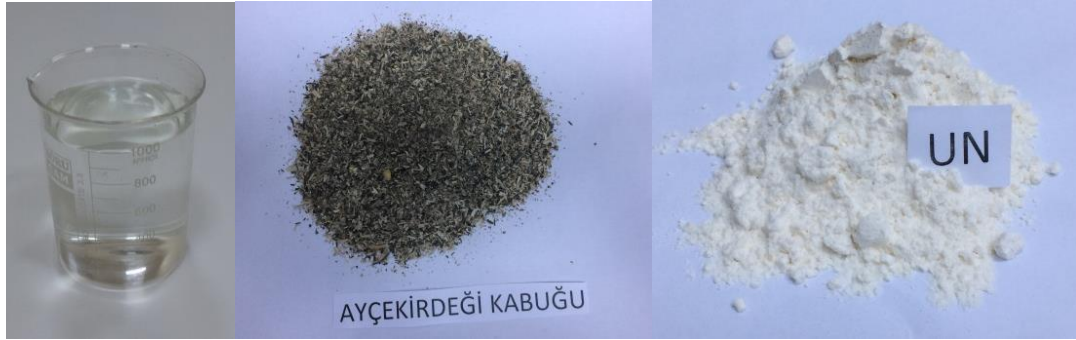


Şekil 3.4. Bağlayıcı olarak kullanılan buğday unu'nun granülometri grafiği

3.2. Deney Numuneleri Hazırlığı

Alternatif ahşap deney numuneleri boyutlarına göre 3 farklı gruba ayrılmıştır. İlk grup boyutları 30x30x2 ±0.1 (cm) olan plak numuneler, ikinci grup boyutları 5x10x20 ±1 (cm) olan prizmatik numuneler, üçüncü grup 15x15x15 ±1 (cm) olan küp numunelerdir. Numunelerin hazırlanmasında daha önce bağlayıcı olarak kullanılmayan doğada yok olabilen buğday unu, su ve 194 °C ısı kullanıldı. 650 (g) buğday unu ve 1145 (ml) su 194 °C de kaynatıldıktan sonra yaklaşık 30 (dk) pişirildi. Bu pişirmenin sonucunda oluşan bağlayıcı bileşikle, 1000 (g) ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifi, homojenize edilip, karıştırılarak kalıplandı. Bu numune harmanı, numune sayısı baz alınarak iki veya üç kat artırıldı. Kalıplama sırasında makinalı bir basınç uygulanmadı. Kalıptan çıkarılan

numuneler, laboratuvar kurusu hale gelene kadar altı ay boyunca laboratuvarda kurutuldu. Böylece, 10 adet plak, 10 adet prizmatik ve 10 adet kübik numune, çeşitli fiziksel ve mekanik deneylerde kullanılmak üzere hazırlandı. Bu numuneler, Bölüm 3.3 Deney Metotları başlığı altındaki deneylerde kullanıldı. Şekil 3.5’de alternatif ahşap numunelerin hazırlığı görülmektedir. Şekil 3.6’da Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği’nde elle kalıplanarak hazırlanan alternatif ahşap numuneler görülmektedir.



Şekil 3.5. Alternatif ahşap numunelerin hazırlığı



Şekil 3.6. Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği’nde elle kalıplanarak hazırlanan alternatif ahşap numuneler

3.3. Deney Metotları

3.3.1. Birim Hacim Kütle Deneyi

Bu deneyde, alternatif ahşap numunelerin boşluklarıyla birlikte birim hacminin kütlesi belirlenir. Deney, 3 adet düzgün geometrik şekilli, boyutları $5 \times 10 \times 20 \pm 1$ (cm) olan prizmatik numunelere ve 3 adet düzgün geometrik şekilli, boyutları $15 \times 15 \times 15 \pm 1$ (cm) olan küp numunelere uygulandı. Prizmatik ve kübik toplam 6 adet numune, laboratuvar kurusu duruma gelene kadar bekletildi. Laboratuvar kurusu numunelerin boyutları, 0.01 (mm) hassasiyetli dijital göstergeli kumpasla belirlendi. Aynı numunelerin kuru kütlesi, 0.01 (g) hassasiyetli dijital teraziyle tartıldı. Kuru kütle G_k olarak kaydedildi. Numunelerin dijital kumpasla ölçülen boyutlarından hacimleri hesaplandı. Numunelerin hacmi V simgesi ile kaydedildi. Alternatif ahşap numunelerin birim hacim kütlesi, aşağıdaki 1 nolu eşitlikle hesaplandı (Kırgız, 2002).

$$d_h = \frac{G_k}{V} \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

d_h : Alternatif ahşap numunelerin birim hacim kütlesi (g/cm^3)

G_k : Değişmez kütleyle kadar kurutulan alternatif ahşap numunelerin kütlesi (g)

V : Alternatif ahşap numunelerin hacmi (cm^3)

3.3.2. Kapilarite Deneyi

Kapilarite deneyi, 3 adet düzgün geometrik şekilli, boyutları $5 \times 10 \times 20 \pm 1$ (cm) olan prizmatik numunelere ve 3 adet düzgün geometrik şekilli, boyutları $15 \times 15 \times 15 \pm 1$ (cm) olan küp numunelere uygulandı. Su kabının içinde bulunan 20 ± 3 °C sıcaklıktaki suya numuneler, 2-5 mm batacak şekilde daldırıldı. 30 dakika sonra sudan çıkarılan numuneler, kurulama beziyle kurulandıktan sonra 0.01 (g) hassasiyetli dijital terazide tartılarak kütle artışı kaydedilir. 5 dakika içerisinde numuneler tekrar suya daldırılır. 30 dakika daha suda tutulduktan sonra kütle artışı tekrar kaydedilir. Kütle artışının bundan sonraki belirlenmeleri, birer saat ara ile yapılır. Deneye, 24 saat devam edilir (Kırgız, 2002). Şekil 3.7’de kapilarite deneyine ait başlangıç ve bitiş (24. Saat) fotoğrafları ve

Şekil 3.8'de prizmatik ve küp numunelere ait kapiler yükseklik ölçümleri görülmektedir.



Şekil 3.7. Kapilarite deneyine ait başlangıç ve bitiş (24. Saat) fotoğrafları



Şekil 3.8. Prizmatik ve küp numunelere ait kapiler yükseklik ölçümleri

Kapiler su emme aşağıdaki eşitlikle hesaplanır (Kırgız, 2002).

$$m = \frac{\Delta m}{\Delta \sqrt{t}} \quad (3.2)$$

Eşitlikte;

m: Kapiler su emme miktarı (kg.m⁻².h^{-1/2})

Δm : Birim yüzeyden emilen kapiler su emme nedeni ile meydana gelen kütle artışı(kg/m²)

$\Delta \sqrt{t}$: Vakit aralığı (h^{1/2})

Kapilarite bulgularından yapı malzemesinin geçirgenlik katsayısı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$K = \frac{Q^2}{A^2 xt} \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

K: Kapiler su emme katsayısı (cm²/sn),

A: Alan (cm²),

Q: Kapiler olarak emilen su (cm³)

t: Su emme süresi (sn) (Kırgız, 2002).

3.3.3. Su Emme Miktarı Deneyi

Bu deney, düzgün geometrik şekilli, laboratuvar kurusu haldeki, boyutları 30x30x2 ±0.1 (cm) olan 5 adet alternatif ahşap numuneye geręekleřtirildi. Numuneler yüzeyleri temizlendikten sonra 20 °C ± 5 °C deki içme suyuna ¼ üne kadar batırıldı, bu durumda 1 saat beklendikten sonra ½ sine kadar su ilave edildi ve bir saat daha bekletildi. Aynı numuneler, ¾ ne kadar suya batmış şekilde 1 saat daha bekletildi, 45 saat süre ile ¾ ‘ ne kadar su içerisinde bekletilen numuneler, bu süre sonunda üzerlerini 1.5-2 cm su örtecek seviyede dolduruldu. Deneyin başlangıcından itibaren 48 saat sonunda çıkarılan numunelerin üzerindeki su damlları alındıktan sonra 0.01 (g) hassasiyetli dijital tartıda suya doygun kütleleri tartıldı. 24 saat aralıklarla numunelerin tartımları, değişmez kütleye gelene kadar sürdürüldü (Kırgız, 2002). şekil 3.9’da Trakya Üniversitesi

Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği'nde gerçekleştirilen su emme deneyi fotoğrafları görülmektedir.



Şekil 3.9. Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği'nde gerçekleştirilen su emme deneyi fotoğrafları

Değişmez kütle, son tartımla bir önceki tartım arasındaki fark % 0.1'den az olan tartımdır. Numunelerin kütlece ve hacimce su emme miktarı, 4 nolu Eşitlik ile hesaplanır (Kırgız, 2002).

$$S_k = \frac{G_d - G_k}{G_k} \times 100 \quad (3.4)$$

$$S_k = \frac{G_d - G_k}{G_d - G_{ds}} \times 100 \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

S_k : Alternatif ahşap numunelerin kütlece su emme oranı (m/m, %)

S_h : Alternatif ahşap numunelerin hacimce su emme oranı (v/v, %)

G_d : Alternatif ahşap numunelerin suya doymun haldeki kütlesi (g)

G_k : Değişmez kütle kadar laboratuvar kuru alternatif ahşap numunelerin kütlesi (g)

G_{ds} : Suya doymun haldeki alternatif ahşap numunelerin su içindeki kütlesi.

3.3.4. Görünen Porozite Deneyi

Alternatif ahşap numunelerin hacimce su emme oranı, numunenin görünen porozitesi olup, aşağıdaki eşitlikle hesaplanır (Kırgız, 2002).

$$P_g = \frac{G_d - G_k}{G_d - G_{ds}} \cdot 100 \quad (v/v, \%) \quad (3.6)$$

Eşitlikte;

P_g = Numunenin görünen porozitesi (v/v, %)

G_d = Numunenin doygun haldeki kütlesi (g)

G_k = Değişmez kütleye kadar kurutulmuş numunenin kütlesi (g)

G_{ds} = Doygun haldeki numunenin su içindeki kütlesi (g) dır.

Şekil 3.10'da suya tam doygun halde alternatif ahşap numunelerin kütle ölçümü görülmektedir.



Şekil 3.10. Suya tam doygun halde alternatif ahşap numunelerin kütle ölçümü

3.3.5. Görünür Doluluk Oranı Deneyi

Görünür doluluk oranı, düzgün geometrik şekilli alternatif ahşap numunelerin, laboratuvar kuru haldeki, boyutları $30 \times 30 \times 2 \pm 0.1$ (cm) olan 5 adedinin, porozite deneyi sonuçlarından aşağıdaki 7 nolu eşitlik yardımıyla hesaplanır (Kırgız, 2002).

$$k = 1 - P_g \quad (3.7)$$

Eşitlikte;

k: Alternatif ahşap numunelerin görünür doluluk oranı (%)

P_g : Numunenin görünen porozitesi (v/v, %)

3.3.6. Basınç Dayanımı Deneyi

Basınç dayanımı deneyi, alternatif ahşap numunelerin tabakalanma doğrultusuna ve tabakalanmaya dik doğrultuda gerçekleştirildi. Boyutları $5 \times 10 \times 10 \pm 1$ (cm) olan 5 adet prizmatik alternatif ahşap numunelere tabakalanma doğrultusuna dik ve boyutları $5 \times 10 \times 10 \pm 1$ (cm) olan 5 adet prizmatik alternatif ahşap numunelere tabakalanma doğrultusunda basınç kuvveti uygulandı. Deneyin kuvvet yükleme hızı, 2.40 kN/sn olarak seçildi. Basınç kuvveti, numunelere darbesiz olarak doğrudan uygulandı. Kırılma anındaki basınç kuvveti, numuneyi kıran kuvvet olarak kiloNewton cinsinden kaydedildi. Şekil 3.11’de Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği’nde gerçekleştirilen basınç dayanımı deneyi ve 5 no’lu numunenin basınç dayanımı bulgusu görülmektedir.



Şekil 3.11. Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği’nde gerçekleştirilen basınç dayanımı deneyi ve 5 no’lu numunenin basınç dayanımı bulgusu

Basınç dayanımı, aşağıdaki eşitlikle hesaplanır (Kırgız, 2002).

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (3.8)$$

Eşitlikte;

σ : Basınç dayanımı N/mm², P : Numuneyi kıran basınç kuvveti (N) ve A : Kuvvetin uygulandığı alan (mm²). Şekil 3.12’de Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği’nde basınç dayanımı deneyi, numuneler ve kırılma anındaki kuvvet görülmektedir.



Şekil 3.12. Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği’nde basınç dayanımı deneyi, numuneler ve kırılma anındaki kuvvet

3.3.7. Eğilme Momenti Dayanımı

Eğilme momenti dayanımı deneyi, alternatif ahşap numunelerin tabakalanma doğrultusuna gerçekleştirildi. Boyutları 5x10x20 ± 1 (cm) olan 5 adet prizmatik alternatif ahşap numunelere, iki mesnet arasında (biri sabit diğeri hareketli), tabakalanma doğrultusunda eğilme kuvveti darbesiz olarak doğrudan uygulandı. Kırılma anındaki eğilme momenti, numuneyi kıran kuvvet olarak bar cinsinden kaydedildi. Eğilme momenti dayanımı, aşağıdaki eşitlikle hesaplandı (Kırgız, 2002).

$$\sigma_M = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (3.9)$$

Eşitlikte;

σ_M : Eğilme momenti dayanımı (N/mm²),

P : Kırılma anındaki eğilme momenti (N),

L : Mesnetler arasındaki mesafe (mm),

b : Numunenin genişlik (mm),

h : Numunenin yüksekliği (mm).

Eğilme deney setinin verdiği bar cinsinden eğilme momenti değeri, 245,31 katsayısıyla çarpılarak Newton cinsine çevrildi. Şekil 3.13’de Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği’nde gerçekleştirilen eğilme momenti dayanımı deneyi, numuneler ve kırılma anındaki kuvvet görülmektedir.



Şekil 3.13. Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği’nde gerçekleştirilen eğilme momenti dayanımı deneyi, numuneler ve kırılma anındaki kuvvet

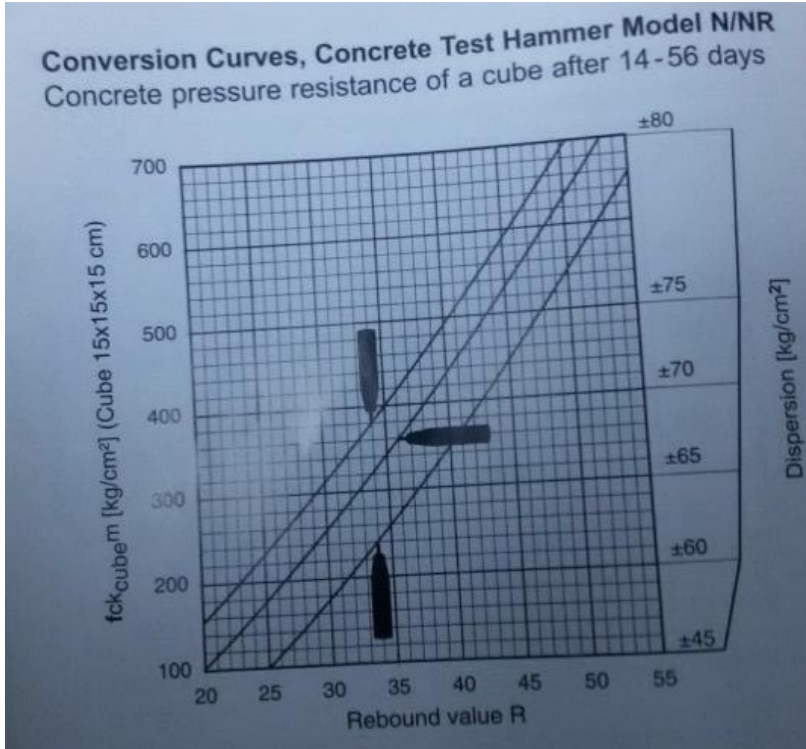
3.3.8. Schmidt Test Çekiciyle Alternatif Ahşap Numunelerin Yüzey Sertliği Deneyi

İsviçreli bilim adamı ve mühendis Ernst Schmidt tarafından 1948’de geliştirilen sertlik ölçüm çekicine kendi ismini vermiştir. Bu çekiç, günümüzde N tipi ve T tipi olmak üzere iki çeşittir. Dijital ölçüm yapabilen Schmidt test çekiçleri de mevcuttur. Bu tezde, T tipi Schmidt çekici kullanılarak, 15x15x15 ±2 (cm) kübik alternatif ahşap numunelerin tabakalanma doğrultusunda 10’ar kez ve tabakalanmaya dik doğrultuda 10’ar kez olmak üzere 50 adet tabakalanma doğrultusunda Schmidt yüzey sertliği ve 50 adet tabakalanma doğrultusuna dik Schmidt yüzey sertliği verisi kaydedilmiştir. Böylece, toplamda 100 adet Schmidt yüzey sertliği verisiyle, alternatif ahşap numunelerinin yüzey sertlik değerlerinin aritmetik ortalaması belirlenmiştir (Kırgız,

2002). Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği'nde gerçekleştirilen Schmidt yüzey sertliği deneyi ve Schmidt çekici seti Şekil 3.14'de, tahribatsız basınç dayanım abağı Şekil 3.15'de görülmektedir.



Şekil 3.14. Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği'nde gerçekleştirilen Schmidt yüzey sertliği deneyi ve Schmidt çekici seti



Şekil 3.15. Schmidt deneyi tahribatsız basınç dayanım abağı

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMALAR

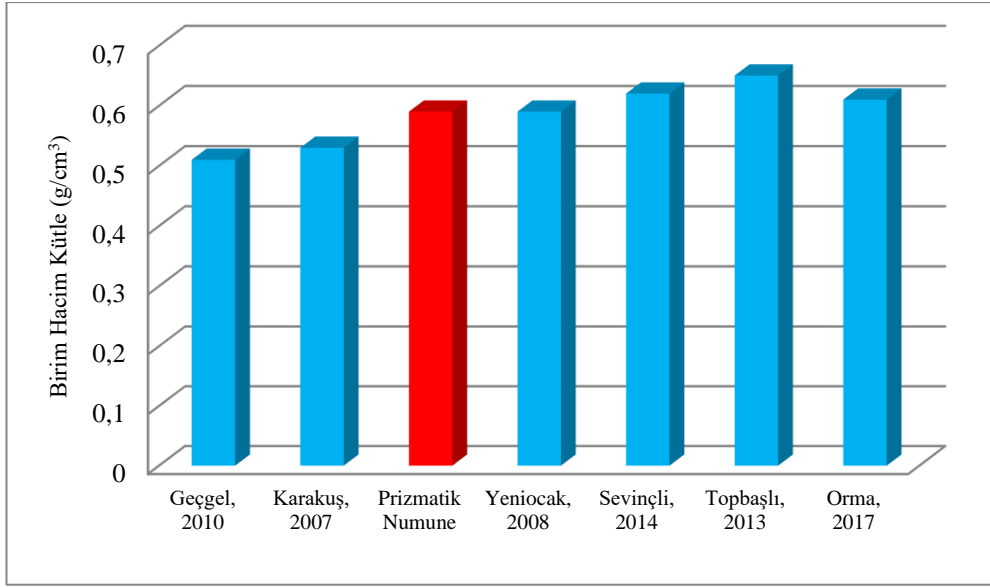
4.1. Birim Hacim Kütle

Yapay ahşap ürünleri başlıklı alt bölümde, ISO 818 standardına göre liflilevha sınıflaması açıklanmıştır. Çizelge 4.1’de alternatif ahşap prizmatik ve küp numunelerinin birim hacim kütlelerinin bulguları verilmiştir.

Çizelge 4.1. Alternatif ahşap prizmatik ve küp numunelerinin birim hacim kütlelerinin bulguları

Numune Tipi	Laboratuvar Kurusu Kütle (g)	Numune Hacmi (cm ³)	Birim Hacim Kütle (g/cm ³)	Literatürden Alıntılanan Birim Hacim Kütle Ortalamaları					
				Yeniocak, 2008	Karakuş, 2007	Geçgel, 2010	Topbaşı, 2013	Sevinçli, 2014	Orma, 2017
Prizmatik 1	523,8	4,8x9,5x19	0,60	0,59-0,80	0,53-0,78	0,51-0,73	0,65-0,68	0,62-0,66	0,61
Prizmatik 2	536,7	4,8x9,5x19	0,57						
Prizmatik 3	498,7	4,8x9,5x19	0,58						
Küp1	1431,2	14x14xx12,5	0,58						
Küp2	1472,8	14x14x14	0,53						
Küp3	1334,1	13,8x13,8x13,5	0,51						

Alternatif ahşap prizmatik numunelerinin birim hacim kütlelerinin aritmetik ortalaması 0,59 (g/cm³), alternatif ahşap kübik numunelerinin birim hacim kütlelerinin aritmetik ortalaması 0,54 (g/cm³)’dür. ISO 818 liflilevha sınıflamasına göre, alternatif ahşap prizmatik ve kübik numunelerin, orta yoğunluklu liflilevha yapı malzemesi sınıfındadır. Alternatif ahşap numunelerinin birim hacim kütle ortalamalarının ve tez kaynaklarının birim hacim kütle ortalamalarının karşılaştırılması Şekil 4.1’de görülmektedir.



Şekil 4.1. Birim hacim kütle ortalamalarının karşılaştırılması

Alternatif ahşap numunelerin birim hacim kütle ortalamaları, tez kaynaklarının birim hacim kütle ortalamalarından % 15 daha fazladır (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1).

4.2. Kapilarite

Yapı malzemelerinin su geçirgenlik katsayısına göre, 10^{-6} 'dan küçük olan yapı malzemeleri geçirimsiz, $10^{-5.9}$ - 10^{-5} arasında olan yapı malzemeleri az geçirimli, $10^{-4.9}$ - 10^{-4} arasında olan yapı malzemeleri yarı geçirimli, $10^{-3.9}$ - 10^{-3} arasında olan yapı malzemeleri geçirimli, $10^{-2.9}$ 'dan büyük olan yapı malzemeleri çok geçirimlidir (Kırgız, 2002). Çizelge 4.2'de alternatif ahşap prizmatik numunelerin kapilarite bulguları ve Çizelge 4.3'de alternatif ahşap kübik numunelerin kapilarite bulguları verilmiştir.

Çizelge 4.2. Alternatif ahşap prizmatik numunelerin kapilarite bulguları

Deney Ölçüm Süreleri (Saat)	Numune Tipi ve Numunelerde Kapiler Olarak Yükselen Su								
	Prizmatik 1	Kapiler Olarak Yükselen Su (cm)	Ortalama (m)	Prizmatik 2	Kapiler Olarak Yükselen Su (cm)	Ortalama (m)	Prizmatik 3	Kapiler Olarak Yükselen Su (cm)	Ortalama (m)
19:45	523,80		0,0283	536,70		0,0341	498,70		0,0262
20:15	532,90			547,80			506,40		
20:45	534,50			550,50			507,90		
21:45	536,90			553,40			510,80		
22:45	539,00	2		556,00	1,10		512,60	1,40	
23:45	540,50	2,10		557,90	1,20		514,30	1,50	
00:45	542,20	2,20		560,30			515,90	1,60	
01:45	545,20	2,20		563,40			518,40	1,60	
02:45	547,30	2,40		569,90			520,20		
03:45	548,10			567,20			521,00		
04:45	549,20			569,30			522,20		
05:45	550,30			570,40			522,60		
06:45	551,10	2,45		570,90	2,00		523,90	2,00	
07:45	552,40	2,50		572,30	2,10		525,10	2,10	
08:45	553,40			572,70			525,70		
09:45	554,20			573,90			526,60		
10:45	555,20	2,60		575,10	2,20		527,50	2,50	
11:45	555,60	2,60		575,20	2,30		527,80	2,50	
12:45	556,20			575,80			528,30		
13:45	557,40			576,70			529,50		
14:45	557,60		577,20		530,00				
15:45	558,20		577,00		530,00				
16:45	558,20	2,70	576,90	2,50	530,10	2,60			
17:45	558,20	2,80	578,20	2,60	530,40	2,60			
18:45	558,70		579,10		531,00				
19:45	559,30	2,80	579,50	2,70	531,60	2,60			

Alternatif ahşap prizmatik numunelerin kapilarite ortalaması 0,0282 olarak belirlendi (Çizelge 5). Alternatif ahşap prizmatik numunelerin kapiler geçirgenlik katsayısı aritmetik ortalaması $9,8 \times 10^{-6}$ (cm²/sn)'dir. Alternatif ahşap prizmatik numunelerin kapilarite deneyi bulguları ve yapı malzemelerinin geçirgenlik katsayısı

sınıflandırmasına göre, alternatif ahşap prizmatik numuneler geçirimsizdir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.3. Alternatif ahşap kübik numunelerin kapilarite bulguları

Deney ölçüm saatleri	Numune ismi								
	Küp 1	Kapilarite	Ortalama (m) Kg.m ⁻² .h ^(-1/2)	Küp 2	Kapilarite	Ortalama (m) Kg.m ⁻² .h ^(-1/2)	Küp 3	Kapilarite	Ortalama (m) Kg.m ⁻² .h ^(-1/2)
19:45	1431,2		0,0370	1472,8		0,0113	1334,1		0,014919
20:15	1490,9			1484,3			1347,0	1	
20:45	1509,3			1487,9			1350,7	1,1	
21:45	1531,6	2,00		1493,8	1,00		1357,5	1,5	
22:45	1546,3	2,20		1498,6	1,10		1363,7	1,9	
23:45	1561,7	2,40		1502,8	1,20		1368,9	2,1	
00:45	1573,4	3,00		1505,4	1,30		1372,5	2,2	
01:45	1593,6			1510,0	1,40		1379,0		
02:45	1605,0			1514,2			1385,3		
03:45	1612,5			1516,2			1387,4		
04:45	1621,4			1519,2			1391,1		
05:45	1625,2			1520,6			1394,0		
06:45	1628,6			1523,1	1,50		1396,6	2,25	
07:45	1636,0			1524,6	1,70		1401,6	2,4	
08:45	1641,0			1527,6			1403,1		
09:45	1646,5			1529,1			1405,8		
10:45	1647,0	3,80		1531,5	1,75		1409,1	2,45	
11:45	1648,0	4,00		1532,4	1,80		1409,9	2,5	
12:45	1654,2			1533,3			1412,8		
13:45	1657,2			1535,2			1415,4		
14:45	1659,1		1536,3		1417,2				
15:45	1660,2		1537,4		1418,5				
16:45	1659,4	4,50	1539,0	1,90	1421,9	2,60			
17:45	1651,1	4,50	1540,9	2,00	1423,6	2,60			
18:45	1655,2		1541,0		1424,5				
19:45	1659,8	4,60	1542,9	2,00	1426,3	2,70			

Alternatif ahşap kübik numunelerin kapilarite ortalaması 0,02108 olarak belirlendi (Çizelge 4.3). Kübik ve prizmatik numunelerin kapilarite ortalaması karşılaştırıldığında, alternatif ahşap kübik numunelerin daha az kapiler bir yapıya sahip oldukları gösterildi (Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3). Alternatif ahşap kübik numunelerin kapiler geçirgenlik

katsayısı aritmetik ortalaması $8,8 \times 10^{-6}$ (cm²/sn)'dir. Alternatif ahşap kübik numunelerin kapilarite deneyi bulguları ve yapı malzemelerinin geçirgenlik katsayısı sınıflandırmasına göre, alternatif ahşap kübik numuneler geçirimsizdir (Çizelge 4.3).

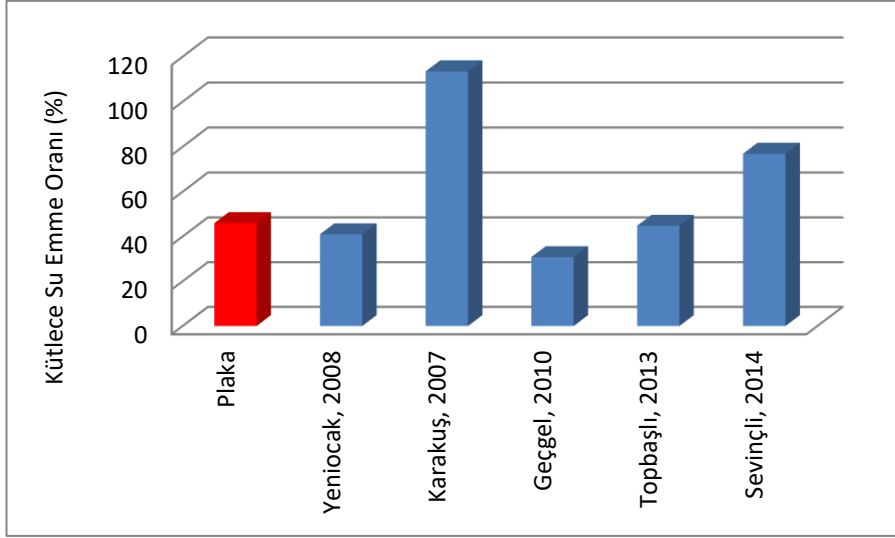
4.3. Su Emme

Yapı malzemelerinin su emme bulgularına göre sınıflaması TS1910 ve TS2513'de belirtilmiştir (Kırgız, 2002). Çizelge 4.4'de boyutları 30x30x2 ±0.1 (cm) olan 5 adet alternatif ahşap plak numuneyle gerçekleştirilen su emme deneyinin bulguları verilmiştir.

Çizelge 4.4. Alternatif ahşap numunelerin su emme miktarı bulguları

Numune No	Laboratuvar Kuru Kütlesi (g)	Değişmez Kütlesi (g)	Su Emme Miktarı (%)	Literatürden Alıntılanan Su Emme Miktarı Ortalamaları				
				Yeniocak, 2008	Karakuş, 2007	Gegel, 2010	Topbaşlı, 2013	Sevinçli, 2014
1	1172,80	1695,80	45					
2	1132,20	1676,60	48	22-41	50,1-113,5	17,1-30,8	17,7-44,8	34,3-76,9
3	1056,80	1588,60	50					
4	957,10	1409,10	47					
5	1058,20	1502,60	42					

Alternatif ahşap plak numuneler ortalama % 46 su emme özelliği gösterdiği için, TS1910 ve TS2513'e göre, orta seviyede su emen yapı malzemesi sınıfındadır (Çizelge 4.4). Alternatif ahşap plak numunelerinin su emme ortalamaları ile tez kaynaklarının su emme ortalamalarının karşılaştırılması Şekil 4.2'de görülmektedir.



Şekil 4.2. Su emme ortalamalarının çubuk grafik ile karşılaştırılması

Alternatif ahşap plak numunelerinin su emme ortalaması, tez kaynaklarından (Karakuş, 2007) ve (Sevinçli, 2014)'ün numunelerinin su emme ortalamalarından sırasıyla % 245 ve % 67 oranında daha azdır (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.2).

4.4. Görünür Porozite

Yapı malzemelerinin görünür porozite sınıflamasına göre % 1'den küçük olan yapı malzemeleri çok kompakt, %1-2,4 arasında olan yapı malzemeleri az boşluklu, %2,5-4,9 arasında olan yapı malzemeleri orta boşluklu, %5-9 arasında olan yapı malzemeleri oldukça boşluklu, %10-19 arasında olan yapı malzemeleri çok boşluklu, %20'den büyük olan yapı malzemeleri çok fazla boşluklu olarak sınıflandırılır (Kırgız, 2002). Çizelge 4.5'de alternatif ahşap plak numunelerle gerçekleştirilen görünür porozite deneyinin bulguları verilmiştir.

Çizelge 4.5. Alternatif ahşap plak numunelerle gerçekleştirilen görünür porozite deneyinin bulguları

Numune No	Değişmez Kütle (g)	Suya Doygun Kütle (g)	Suya Doygun Numunelerin Su İçindeki Kütlesi (g)	Görünür Porozite (%)
1	1172,8	1679,3	1560	4,25
2	1132,2	1664,9	2000	1,59
3	1056,8	1582,8	1810	2,32
4	957,1	1388,1	1510	3,54
5	1058,2	1496,1	1590	4,66

Alternatif ahşap plak numunelerinin görünür porozite aritmetik ortalaması %3,2'dir (Çizelge 4.5). Ortalama görünür porozite bulguları ve yapı malzemeleri görünür porozite sınıflamasına göre, alternatif ahşap plak numuneler, orta boşluklu yapı malzemesi sınıfındadır (Kırgız, 2002).

4.5. Görünür Doluluk Oranı

Yapı malzemeleri görünür doluluk oranlarına göre TS10449'da sınıflandırılmıştır (Kırgız, 2002). Çizelge 4.6'da alternatif ahşap plak numunelerle gerçekleştirilen görünür doluluk oranı deneyinin bulguları verilmiştir.

Çizelge 4.6. Alternatif ahşap plak numunelerle gerçekleştirilen görünür doluluk oranı deneyinin bulguları

Numune No	Değişmez Kütle (g)	Suya Doygun Kütle (g)	Suya Doygun Numunelerin Su İçindeki Kütlesi (g)	Görünür Doluluk (%)
1	1172,8	1679,3	1560	95,75
2	1132,2	1664,9	2000	98,41
3	1056,8	1582,8	1810	97,68
4	957,1	1388,1	1510	96,46
5	1058,2	1496,1	1590	95,34

Alternatif ahşap plak numunelerinin görünür doluluk oranları aritmetik ortalaması %96.7'dir. TS10449' a göre, alternatif ahşap plak numuneleri orta yeterlilikte yapı malzemesi sınıfındadır (Çizelge 4.6) (Kırgız, 2002).

4.6. Basınç Dayanımı

Çizelge 4.7'de eğilme momenti dayanımı deneyinde kırılan prizmatik alternatif ahşap numunelerin tabakalanmaya dik doğrultusunda basınç dayanımı ve Çizelge 4.8'de eğilme momenti dayanımı deneyinde kırılan prizmatik alternatif ahşap numunelerin tabakalanma doğrultusunda basınç dayanımı bulguları verilmiştir.

Çizelge 4.7. Eğilme momenti dayanımı deneyinde kırılan prizmatik alternatif ahşap numunelerin tabakalanmaya dik doğrultusunda basınç dayanımı bulguları

Numune No	Boyutlar (EnxYükseklikxGenişlik) (mm)	Kırılma Kuvveti (kN)	Tabakalanmaya Dik Doğrultuda Basınç Dayanımı (MPa)
1	40x100x90	12,7	2,64
2	42x92x106,2	5,3	1,19
3	39,7x88,1x95,8	9,2	2,42
4	42x94,7x99,8	11,4	2,72
5	42,8x92,4x107,9	12,5	2,71

Eğilme momenti dayanımı deneyinde kırılan prizmatik alternatif ahşap numunelerin tabakalanmaya dik doğrultuda basınç dayanımı aritmetik ortalaması 2,34 (MPa)'dır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.8. Eğilme momenti dayanımı deneyinde kırılan prizmatik alternatif ahşap numunelerin tabakalanma doğrultusunda basınç dayanımı bulguları

Numune No	Boyutlar (EnxGenişlikxYükseklik) (mm)	Kırılma Kuvveti (kN)	Tabakalanma Doğrultusunda Basınç Dayanımı (MPa)
1	90x115x40	229,3	27,45
2	91x91,8x41,1	214,2	25,64
3	88,5x100x40,6	210,9	23,83
4	94,8x102,7x43,5	264,6	27,18
5	90,4x94,9x42,9	210,9	24,58

Eğilme momenti dayanımı deneyinde kırılan prizmatik alternatif ahşap numunelerin tabakalanma doğrultusundaki basınç dayanımı aritmetik ortalaması 25,74 (MPa)'dır (Çizelge 4.8). Tabakalanmaya dik doğrultu ve tabakalanma doğrultusunda basınç dayanımları aritmetik ortalamaları arasında pozitif yönde 11 kat fark vardır. Bu fark, alternatif ahşap numunelerin tabakalanma doğrultusunda (liflenme doğrultusunda) uygulanan fiziksel kuvvetlere karşı, tabakalanmaya dik doğrultuya göre, daha dayanıklı olduğunu göstermektedir. Gerek liflerle aynı doğrultuda kuvvetin uygulanması gerekse numune boyutlarının küçülmesi bu pozitif yönde oluşan 11 katın açıklanmasını kolaylaştırır. Literatürde boyut etkisi olarak bilinen bu konu, Dr. Bazant tarafından gündeme getirilmiştir (Bazant, 1983). Bu deney sonucunda, alternatif ahşap numunelerde boyut etkisi onbir kat olarak belirlendi. Diğer kaynaklarda basınç

dayanımı deneyi yapılmadığı için, bu Yüksek Lisans tezindeki basınç dayanımı bulguları karşılaştırılamamıştır.Çizelge 4.9’da kübik alternatif ahşap numunelerin tabakalanmaya dik doğrultuda basınç dayanımı ve Çizelge 4.10’da kübik alternatif ahşap numunelerin tabakalanma doğrultusunda basınç dayanımı bulguları verilmiştir.

Çizelge 4.9. Kübik alternatif ahşap numunelerin tabakalanmaya dik doğrultuda basınç dayanımı

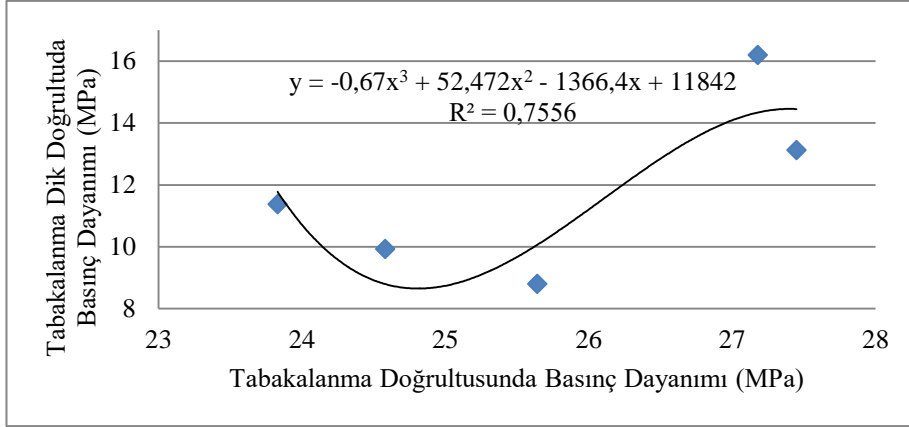
Numune No	Boyutlar	Numune Kütlesi (g)	Kırılma Kuvveti(kN)	Tabakalanmaya Dik Doğrultuda Basınç Dayanımı (MPa)
1	131,2x132,7x132,8	1208,3	20,9	1,21
2	132,30x134,5x130,9	1268,8	30,4	1,73
3	130x132,1x128,3	1153,9	22,3	1,39
4	126,8x122,9x127,9	1020	22,3	1,39
5	130,6x132,9x131,1	1221,3	34,3	2,01

Alternatif ahşap kübik numunelerin tabakalanmaya dik doğrultuda basınç dayanımı aritmetik ortalaması 1,55 (MPa)’dır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.10. Kübik alternatif ahşap numunelerin tabakalanma doğrultusunda basınç dayanımı bulguları

Numune No	Boyutlar	Numune Kütlesi (g)	Kırılma Kuvveti (kN)	Tabakalanma Doğrultuda Basınç Dayanımı (MPa)
1	12,8x12,8x13,2	1157,3	27,5	1,67
2	13,3x13x13,5	1306,3	26,1	1,47
3	13,3x13,6x13,6	1477	27,3	1,54
4	13x13x13,5	1283	21	1,24
5	13,5x13,2x13,3	1305,9	17,3	0,95

Alternatif ahşap kübik numunelerin tabakalanma doğrultusundaki basınç dayanımı aritmetik ortalaması 1.37 (MPa)’dır (Çizelge 4.10). Basınç dayanımı bulgularının tümü üzerinde % 95 güven aralığında regrasyon analizi gerçekleştirildi. Bu analiz sonucunda, en yüksek regrasyon katsayısına sahip matematiksel eşitlik Şekil 4.3’de görülmektedir.



Şekil 4.3. Tabakalanmaya dik ve tabakalanma doğrultusundaki basınç dayanımlarının regresyon analizi

Eğilme momenti dayanımı deneyinde kırılan prizmatik alternatif ahşap numunelerin, tabakalanmaya dik doğrultuda basınç dayanımı ve eğilme momenti dayanımı deneyinde kırılan prizmatik alternatif ahşap numunelerin tabakalanma doğrultusundaki basınç dayanımı bulguları üzerinde % 95 güven aralığında gerçekleştirilen regresyon analizine göre, tabakalanmaya dik doğrultuda basınç dayanımı % 75 doğrulukla tabakalanma doğrultusundaki basınç dayanımından belirlenebilir (Şekil 4.3).

4.7. Eğilme Momenti Dayanımı

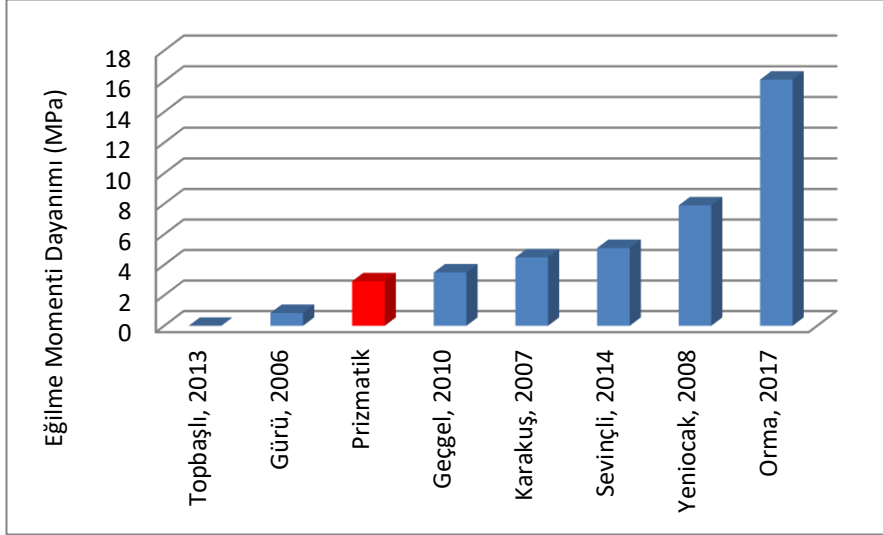
Çizelge 4.11’de alternatif ahşap prizmatik numunelerinin tabakalanma doğrultusunda eğilme momenti dayanımı bulguları verilmiştir.

Çizelge 4.11. Alternatif ahşap prizmatik numunelerinin tabakalanma doğrultusundaki eğilme momenti dayanımı bulguları

Numune No	Numune Boyutları (mm)	Kırılma Kuvveti (kN)	Eğilme Momenti Dayanımı (MPa)	Literatürden Alıntılanan Eğilme Momenti Dayanımı Ortalamaları						
				Yeniocak, 2008	Karakuş, 2007	Geçgel, 2010	Topbaşlı, 2013	Sevinçli, 2014	Gürü, 2006	Orma, 2017
1	90x215x40	7	3,22							
2	91,7x194x40,9	5	2,16	7,9-12,3	4,49-15,3	3,5-13,6	0-14,1	5,1-18,6	0,84	16,1
3	88,6x188x40,1	6	2,79							
4	94,7x190x44	11	3,97							
5	91,6x190x42,2	6	2,44							

Alternatif ahşap prizmatik numunelerin tabakalanma doğrultusundaki eğilme dayanımı aritmetik ortalaması 2.92 (MPa)’dır (Çizelge 4.10). Alternatif ahşap prizmatik

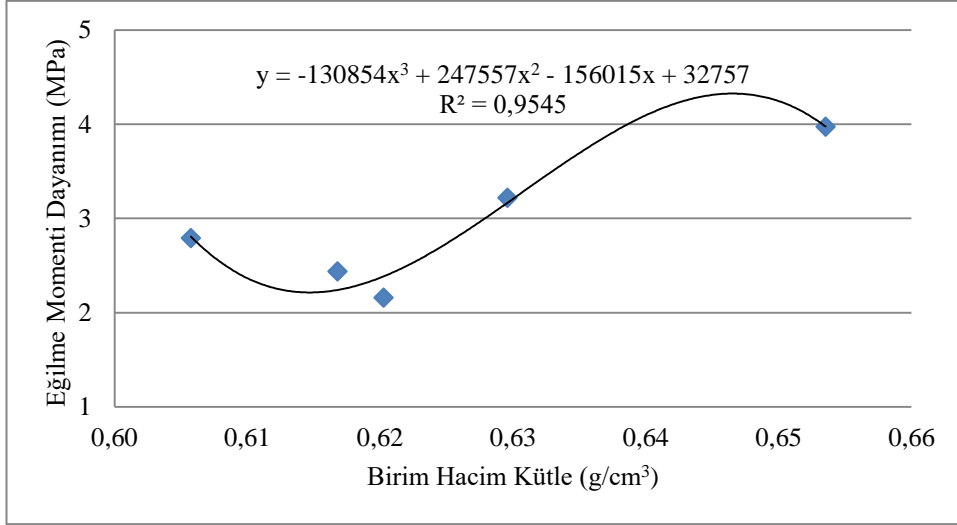
numunelerinin eğilme momenti dayanımı ile tez kaynaklarının eğilme momenti dayanımlarının karşılaştırılması Şekil 4.4'de görülmektedir.



Şekil 4.4. Eğilme momenti dayanımlarının grafikte karşılaştırılması

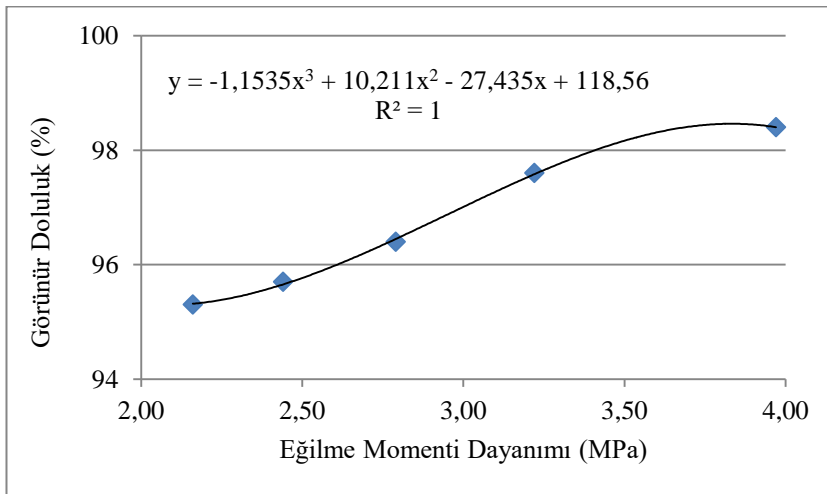
Alternatif ahşap prizmatik numunelerin eğilme momenti dayanımı ortalamaları, tez kaynaklarından (Topbaşlı, 2013) ve (Gürü, 2006)'nın eğilme momenti dayanımı ortalamalarından sırasıyla % 342 ve % 347 oranlarında daha fazladır (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.4). Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği'nde alternatif ahşap prizmatik numunelerin hazırlanmasında makinalı bir sıkıştırma yapılmadığı için, eğilme momenti bulguları literatürdeki bazı araştırmalardan daha az çıkmıştır (Şekil 4.4).

Eğilme momenti dayanımı ve birim hacim kütle bulgularıyla % 95 güven aralığında regrasyon analizi gerçekleştirildi. Bu analiz sonucunda, eğilme momenti dayanımı ve birim hacim kütle arasındaki matematiksel eşitlik ve regrasyon katsayısı Şekil 4.5'de görülmektedir.



Şekil 4.5. Eğilme momenti dayanımı ve birim hacim kütle arasındaki regresyon analizi

Eğilme momenti dayanımı ve birim hacim kütle bulguları üzerinde % 95 güven aralığında gerçekleştirilen regresyon analizine göre, tabakalanma doğrultusundaki eğilme momenti dayanımı, % 95 doğrulukla birim hacim kütlede belirlenebilir (Şekil 4.5). Eğilme momenti dayanımı ve görünür doluluk bulgularıyla % 95 güven aralığında regresyon analizi gerçekleştirildi. Bu analiz sonucunda, eğilme momenti dayanımı ve görünür doluluk arasındaki matematiksel eşitlik ve regresyon katsayısı Şekil 4.6'da görülmektedir.



Şekil 4.6. Eğilme momenti dayanımı ve görünür doluluk arasındaki regresyon analizi

Eğilme momenti dayanımı ve görünür doluluk bulguları üzerinde % 95 güven aralığında gerçekleştirilen regresyon analizine göre, tabakalanma doğrultusundaki

eğilme momenti dayanımı, % 100 doğrulukla görünür doluluk bulgularından belirlenebilir (Şekil 4.6).

4.8. Schmidt Yüzey Sertliği

Schmidt yüzey sertliği çekici geri tepme bulgularına göre, 0-9 arasında olan yapı malzemeleri yumuşak, 10-19 arasında olan yapı malzemeleri az yumuşak, 20-39 arasında olan yapı malzemeleri az sert, 40-49 arasında olan yapı malzemeleri sert, 50-59 arasında olan yapı malzemeleri oldukça sert, 60'dan büyük olan yapı malzemeleri çok sert olarak sınıflandırılır (Kırgız, 2002). Çizelge 4.12'de alternatif ahşap kübik numunelerinin tabakalanma doğrultusuna dik Schmidt yüzey sertliği bulguları verilmiştir.

Çizelge 4.12. Alternatif ahşap kübik numunelerinin tabakalanma doğrultusuna dik Schmidt yüzey sertliği bulguları

Numune No	Numune Boyutları(mm)	Numune Kütlesi (g)	Tabakalanmaya Dik Doğrultuda Schmidt Yüzey Sertliği Geri Tepme Sayıları										Schmidt Yüzey Sertlikleri Aritmetik Ortalaması
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
			1	12,8x12,8x13,2	1157,3	10	14	16	12	10	12	16	
2	13x13,3x13,5	1306,3	16	19	18	14	16	16	20	10	12	17	15,8
3	13,6x13,3x13,6	1477	12	22	12	17	12	18	15	17	18	13	15,6
4	13x13x13,5	1283	15	22	24	25	21	21	24	18	20	20	21
5	13,2x13,5x13,3	1305,9	10	18	23	22	20	15	25	28	20	21	20,2

Alternatif ahşap kübik numunelerinin tabakalanmaya dik doğrultuda Schmidt yüzey sertliği aritmetik ortalaması 17'dir (Çizelge 4.12). Bu aritmetik ortalamaya göre, alternatif ahşap kübik numuneleri, tabakalanmaya dik doğrultuda az yumuşak malzeme sınıfındadır. Tabakalanmaya dik doğrultuda Schmidt yüzey sertliği aritmetik ortalamalarından 12.2, 15.8 ve 15.6'nın tahribatsız basınç dayanımı, abakta bu değerler bulunmadığından tahmin edilemedi. Schmidt yüzey sertliği 21'in tahribatsız basınç dayanımı, Schmidt yüzey sertliği tahribatsız basınç dayanımı abağına göre, 16 (MPa) olarak belirlendi. Schmidt yüzey sertliği 20,2'nin tahribatsız basınç dayanımı, Schmidt yüzey sertliği tahribatsız basınç dayanımı abağına göre, 14.5 (MPa) olarak belirlendi.

Çizelge 4.13. Alternatif ahşap kübik numunelerinin tabakalanma doğrultusunda Schmidt yüzey sertliği bulguları

Numune No	Numune Boyutları(mm)	Numune Kütlesi (g)	Tabakalanma Doğrultusunda Schmidt Yüzey Sertliği Geri Tepme Sayıları										Schmidt Yüzey Sertlikleri Aritmetik Ortalaması
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
			1	12,8x12,8x13,2	1157,3	20	26	16	22	24	20	22	
2	13,3x13x13,5	1306,3	26	28	26	27	22	23	23	25	27	25	25,2
3	13,3x13,6x13,6	1477	19	24	18	20	22	16	24	26	24	22	21,5
4	13x13x13,5	1283	22	22	22	20	22	24	21	23	23	22	22,1
5	13,5x13,2x13,3	1305,9	28	28	22	26	23	27	30	26	22	22	25,4

Alternatif ahşap kübik numunelerinin tabakalanma doğrultusunda Schmidt yüzey sertliği aritmetik ortalaması 23,2'dir (Çizelge 4.13). Bu aritmetik ortalamaya göre, alternatif ahşap numuneler, tabakalanma doğrultuda az sert malzeme sınıfındadır. Schmidt yüzey sertliği 21,9'un tahribatsız basınç dayanımı, Schmidt yüzey sertliği tahribatsız basınç dayanımı abağına göre, 16,7 (MPa) olarak belirlendi. Schmidt yüzey sertliği 25,2'nin tahribatsız basınç dayanımı, Schmidt yüzey sertliği tahribatsız basınç dayanımı abağına göre, 23,8 (MPa) olarak belirlendi. Schmidt yüzey sertliği 21,5'in tahribatsız basınç dayanımı, Schmidt yüzey sertliği tahribatsız basınç dayanımı abağına göre, 15,6 (MPa) olarak belirlendi. Schmidt yüzey sertliği 22,1'nin tahribatsız basınç dayanımı, Schmidt yüzey sertliği tahribatsız basınç dayanımı abağına göre, 16,7 (MPa) olarak belirlendi. Schmidt yüzey sertliği 25,4'nin tahribatsız basınç dayanımı, Schmidt yüzey sertliği tahribatsız basınç dayanımı abağına göre, 23,8 (MPa) olarak belirlendi. Alternatif ahşap kübik numunelerinin tabakalanma doğrultusunda tahribatsız basınç dayanımı aritmetik ortalaması 19,32 (MPa)'dır.

BÖLÜM 5

SONUÇ ve ÖNERİLER

Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Kliniği'nde makinalı sıkıştırma olmadan, doğada çözünebilen yeni bir bağlayıcıyla ve ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifleriyle kalıplanarak hazırlanan ve Şekil 5.1'de fotoğrafı görülen alternatif ahşap levhadan sehpa üst tablası üretildi. Çeşitli polivinilklorür membranla kaplanan 30x30x1,8 (cm) boyutlarındaki alternatif ahşap numunelerin fotoğrafları Şekil 5.2'de görülmektedir.



Şekil 5.1. Doğada çözünebilen yeni bir bağlayıcıyla ve ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifli alternatif ahşap levhadan sehpa üst tablası



Şekil 5.2. Çeşitli polivinilklorür membran kaplanan 30x30x1,8 (cm) boyutlarındaki alternatif ahşap numunelerin fotoğrafları

Bu alternatif ahşap liflevhanın bazı fiziksel ve mekanik özellikleri deneylerle belirlendi. Bulgular, aşağıda madde madde sunulan sonuç ve önerileri desteklemektedir.

- ❖ Doğada çözünebilen yeni bir bağlayıcı ve ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifli alternatif ahşap levhaların fiziksel özelliklerinden,
 - Birim hacim kütle ortalaması, 0.59 (g/cm³),
 - Kapilarite katsayısı ortalaması, 10⁻⁶ (cm²/sn),
 - Kütlece su emme ortalaması, % 46,
 - Görünür porozite ortalaması, % 3.2 ve
 - Görünür doluluk oranı ortalaması, % 96.7'dir.

- ❖ Doğada çözünebilen yeni bir bağlayıcı ve ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifli alternatif ahşap prizmatik levhanın mekanik özelliklerinden,
 - Tabakalanma doğrultusundaki eğilme momenti dayanımı, 2,92 (MPa),
 - Tabakalanmaya dik doğrultudaki basınç dayanımı, 2,34 (MPa) ve
 - Tabakalanma doğrultusundaki basınç dayanımı 25,74 (MPa)'dır.

- ❖ Doğada çözünebilen yeni bir bağlayıcı ve ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifli alternatif ahşap kübik levhanın,
 - Tabakalanmaya dik doğrultudaki basınç dayanımı, 1,55 (MPa),
 - Tabakalanma doğrultusundaki basınç dayanımı, 1,37 (MPa),
 - Tabakalanmaya dik doğrultudaki Schmidt yüzey sertliği 17 ve
 - Tabakalanma doğrultusundaki Schmidt yüzey sertliği 23,2'dir.

- ❖ Fiziksel ve mekanik sonuçlara ek olarak, üretilen alternatif ahşap liflevha, birim hacim kütlelerine göre orta yoğunlukta, kapilarite katsayısını göre geçirimsiz, su emme oranına göre orta seviyeli su emen, görünür porozitesine göre orta boşluklu ve Schmidt yüzey sertliğine göre az sert yapı malzemesi sınıfındadır.

Fiziksel ve mekanik sonuçlar, Şekil 5.1 ve 5.2'deki fotoğraflarla alternatif ahşap liflevhanın yapılabirliği tarafımızca gösterilmiştir. Bu sonuçlar ışığında, doğada çözünebilen yeni bir bağlayıcı ve ayçiçeği çekirdeği kabuğu lifli alternatif ahşap

levhanın panel, kaplama, kalıp ve parke gibi yapı malzemesi olarak kullanımı önerilebilir.

KAYNAKLAR

Altan, A. (1989). *Ayçiçeği saplarının yakıt olarak değerlendirilmesi üzerine bir araştırma*. (Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

Arslan, M. B. (2008). *Orman ve tarımsal atıklardan üretilen kompozit levhalarda yüzey kimyasal özelliklerinin araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Balkız, Ö. D. (2006). *Ormangülünün (Rhododendron ponticum L.) lifleri kullanılarak orta yoğunlukta lif levha (MDF) üretimi*. (Doktora Tezi). Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Başer, U., E., (2016). *Yanma geciktirici özelliğe sahip bazı mineral esaslı maddeler ile üretilen orta yoğunlukta liflevhaların (MDF) teknolojik özellikleri*. (Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Bazant, Z.P. (1983). Size Effect in Blunt Fracture: Concrete, Rock, Metal. *Journal of Engineering Mechanics*, 110(4), 518-535

Borredon, M. E., Berger, M., Dauguet, S., Labalette, F., Merrien, A., Mouloungui, Z., Raoul, Y. (2011). Current and future markets for sunflower produced in France-Quality criteria. *Revue Innovations Agronomiques*, 14, 19-38.

Campbell, E. J. (1983). Sunflower oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 60 (2), 387-392. doi.org/10.1007/BF02543524

Carre, P., (2009). *Review and Evaluation Major and Most Promising Processing Technologies for Oil Seed Pretreatment and Extraction*. Sustoil (D2.1: Report about dehulling, the first step of oilseeds biorefining. Sustoil: Developing advanced Biorefinery schemes for integration into existing oil production/transesterification plants. WP 2: Optimisation of primary processing (e.g. oil extraction and refinery). Heslington: University of York.

Çamlıbel, O. (2006). *Ormangülü Biokütlesinden (Rhododendron Ponticum L.) Mdf (Orta Yoğunlukta LF Levha) Üretimi Olanaklarının Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

Çelik, U. (2017). *Peynir altı sularının MDF üretiminde tutkal katkı maddesi olarak değerlendirme imkanlarının araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.

Çolak, S. (2003). Sentetik fenolik tutkallara alternatif olarak tanenli yapıştırıcılar. *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1-2, 76-82.

Dorrell, G. D., Vick, B. A. (1997). *Properties and processing of oilseed sunflower*. In: *Schneider AA (ed) Sunflower technology and production* (Agronomy monograph report no.35). Wisconsin: ASA, CSSA, SSSA.

Eckelman, C. A. (1997). *A Brief Survey of Wood Adhesives (Report: FNR 154)*. Indiana.

Efe, F. T. (2011). *Ayçiçeği bitkisi (Helianthus annuus L.) saplarının izolasyon levha üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması*. (Doktora Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Ersoy, M. (2011). *Ayçekirdeği kabukları ile sentetik atıksulardan bakır (II) ve kobalt (II) adsorpsiyonu*. (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Erzengin, M. (1996). *Ayçiçeği saplarının değişik sıcaklıklarda katalizörlü ve katalizörsüz olarak sıvı ve gaz ürünlere dönüştürülmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

Gazigil, L. (2014). *Düşük maliyetli sanayi atıkları ayçekirdeği kabuğu ile boyar madde gideriminin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Geçgel, A. (2010). *Bağ budama artıklarından elde edilen yonga levhaların çeşitli malzemeler ile güçlendirilerek fiziksel ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

Gencer, A. (1998). *Pamuk saplarından (Gossypium hirsutum l.) MDF (orta yoğunlukta lif levha) üretimi olanaklarının araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Grampone, M. A. (2005). *Sunflower oil*. In: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc.

Güler, C. (2001). *Pamuk saplarından yonga levha üretimi olanaklarının araştırılması*. (Doktora Tezi). Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.

Güler, C., Özen, R., Kalaycıoğlu, H. (2001), Pamuk saplarından üretilen yonga levhaların bazı teknolojik özellikleri, *Selçuk Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4(1), 99-108.

Gürü, M., Tekeli, S., Bilici, I. (2006). Manufacturing of urea-formaldehydebased composite particleboard from almond shell. *Materials and Design*, 27, 1148-1151

<http://1023040009ece.blogcu.com/bugdayin-icindekiler/10119090>, 25.12.2017

<http://www.agr.gc.ca/AAFC-AAC/displayafficher.do?id=1174599801414&lang=eng>, 21.12.2016

<http://www.erdoganlargoup.com/?hizmetler=plywood-nedir>, 21.12.2016

<https://www.greenbuildingcenter.net/products/panel-products/dakota-burl>, 21.12.2016

<https://www.pinterest.com/pin/455567318530431593/>, 21.12.2016

Huang W., Sun, X. (2000). Adhesive properties of soy proteins modified by sodium dodecyl sulfate and sodium dodecylbenzene sulfonate. *Journal of The American Oil Chemists Society*, vol. 77, no. 7, 705-708.

Huş, S. (1962). Ağağ Malzeme Tutkalları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi: Seri B*, 12(2), 1-11.

ISO 818. (1975). *Fibre Building Boards*. International Standard.

İstek, A. (1999) Buğday saplarından (*Triticum aestivum* L.) orta yoğunlukta lif levha (MDF) üretimi. (Doktora Tezi). Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Jorge, F.C. (2008). Recent advances on lignocellulosic- based composites for performance and environmentally-compatilibity improvement. *Moleculer Crystals and Liquid Crystals*, 484, 417-436.

Kara, M.E. (2011). *Tutkal miktarı ve levha yoğunluğunun MDF'nin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.

Karakuş, B. (2007). *Çeşitli bitkisel sera atıklarının yonga levha üretiminde değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Karaören, A. (2010). *Sulardan ağır metallerin uzaklaştırılmasında ayçiçeği küspesi kullanılarak model sistemlerle araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Kartika, I.A. (2005). New sunflower seed fractionation method: expression and extraction in twin-screw extruder, ultrafiltration purification of sunflower oil. (Ph.D. Thesis). National Polytechnique Institute of Toulouse, (<http://ethesis.inp-toulouse.fr/archive/00000159/01/kartica.pdf>), Toulouse.

Kasapseçkin, M. A. (2015). *Mantar aglomere ve orta yoğunluklu lif levha (MDF) tabakalarıyla oluşturulmuş kompozit malzemenin iç mekan donatı elemanlarında levha olarak kullanımının araştırılması*. (Doktora Tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kırbıyık, E. (2012). *Ses ve Isı Yalıtımlı Ekolojik Yapı Malzemelerinin İncelenmesi ve Trakya Bölgesinde Yetiştirilen Ayçiçeği Bitkisinin Yalıtım Malzemesi Olarak Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

Kırgız, M.S. (2002). *Kırşehir Kaman Demirli yöresi mermerlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kütük, S. (2015). *Buhar patlatma uygulanmış ayçiçeği saplarından enzimatik hidroliz yöntemiyle fermente şeker üretimi*. (Yüksek Lisans Tezi). Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.

Lardy, G., Anderson, V. (2009). *Alternative feeds for ruminants: General concepts and recommendations for using alternative feeds* (Report: AS-1182 revised). Fargo: North Dakota State University.

Li, X., Xing, W., Zhuo, S., Zhuo, J., Li, F., Qiao, S., Lu, G. (2011). Preparation of capacitor's electrode from sunflower seed shell. *Biosource Technology*, 102(2), 1118-1123.

MDF year book and: Forest Products Laboratory. (2010). *Wood Handbook- Wood as an Engineering Material* (General Technical Report: FPL-GTR-190). Wisconsin.

Mutlu, S., F. (1990). *Ayçiçeği bitkisinin sap ve tohum kabuklarının enzimatik yöntemlerle şekere dönüşümü*. (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Nemli, G., Kalaycıoğlu, H. (2000). Yonga Levha Teknolojisi, *Laminart Dergisi*, 7, 120-126.

Nemli, G., Kırıcı, H., Serdar, B., Ay, N. (2003). Suitability of kiwi (*Actinidia sinensis* Planch.) prunings for particleboard manufacturing, *Industrial Crops and Products*, 17, 39-46.

Oguntimein, G. B. (2015). Biosorption of dye from textile wastewater effluent onto alkali treated dried sunflower seed hull and design of a batch adsorber. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3(4), Part A, 2647-2661.

Osma, J. F., Veronica, S., Toca-Herrera, J. L., Couto, S.R. (2007). Sunflower seed shells: A novel and effective low-cost absorbent for the removal of the diazo dye Reactive Black 5 from aqueous solutions, *Journal of Hazardous Materials*, 147(3), 900-905.

Örs, Y., As, N., Baykan, D., Akbulut, T., (2000) Aşma Saplarının Yonga Levha Üretimine Uygunluğu. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A*, 50(2), 77-92.

Örs, Y., Kalaycıoğlu, H. (1991). Çay Fabrikası Atıklarının Yonga Levha Endüstrisinde Değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi (DOĞA)*, 15(3), 777-784.

Özyurt, İ. (2006). *Biyokütle atık madde olarak ayçiçeği çekirdeği kabuklarının sivilaştırılması ve elde edilen ürünlerin analizi*. (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Sarıoğlu, F. (2001). *Ayçiçeği tohum kabuklarından sıvı özütlemeli yöntemle furfural üretimi için optimum koşulların belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Sevinçli, Y. (2014). *Atık Lavanta Bitkisinden Üretilen Yonga Levhanın Mekanik Ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Şengel, Z. (2005). *Ayçekirdeği ve fındık kabuğundan aktif karbon üretimi ve kirlетici adsorbsiyonu*. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Şimşek, O. (2000). *Yapı Malzemesi II*. Ankara: Gazi Üniversitesi Yayını.

Topbaşı, B. (2013). *Atık Muz Kabuklarından Üretilen Yonga Levhanın Mekanik ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

TS 3103 EN 313-1, ICS 79.060.10. (1998). *Kontrplak-Sınıflandırma ve Terimler-Bölüm 1: Sınıflandırma*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

Ulu, F. (2011). *Soma Deniz kömürü ve ayçiçeği çekirdeği kabuğu yarıkokunun birlikte briketlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Uzun, N. (2013). *Ayçiçeği atığundan antimikrobiyal selüloz eldesi*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

URL-1. www.ehow.com/info_11369706_uses-sunflower-seed-shells.html 11.12.2016.

URL-2. www.guinnessworldrecords.com/world-records/tallest-sunflower, 21.12.2016.

URL-3. www.madehow.com/Volume-5/Sunflower-Seed.html. 21.12.2016

URL-4. www.orma.com.tr/index.asp 12.06.2017

URL-5. www.theplantlist.org/tpl1.1/record/gcc-44475, 21.12.2016.

Yeniocak, M. (2008). *Bağ budama artıklarının yonga levha üretiminde değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

Yüksek, A.K. (2017). *Nişasta katkı maddesinin MDF üretiminde kullanım imkanlarının araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.

EKLER LİSTESİ

EK 1. Ayçekirdeği Kabuğu Lifinden Yapılmış Plaka ile Oluşturulan Sehpa



EK 2. Sehpada Kullanılan Alternatif Ahşap Lifilevha.



EK 3. Numunelerin 30x30x2 cm Ebatlarında Kalıplanmış Hali



EK 4. 30x30x2 cm PVC Membran kaplı örnek



EK 5. Eğilme deneyinde kullanılan prizmatik numuneler



EK 6. Ayçecirdeği kabuğu elek analizi deneyi fotoğrafı (TÜTAGEM Laboratuvarı)



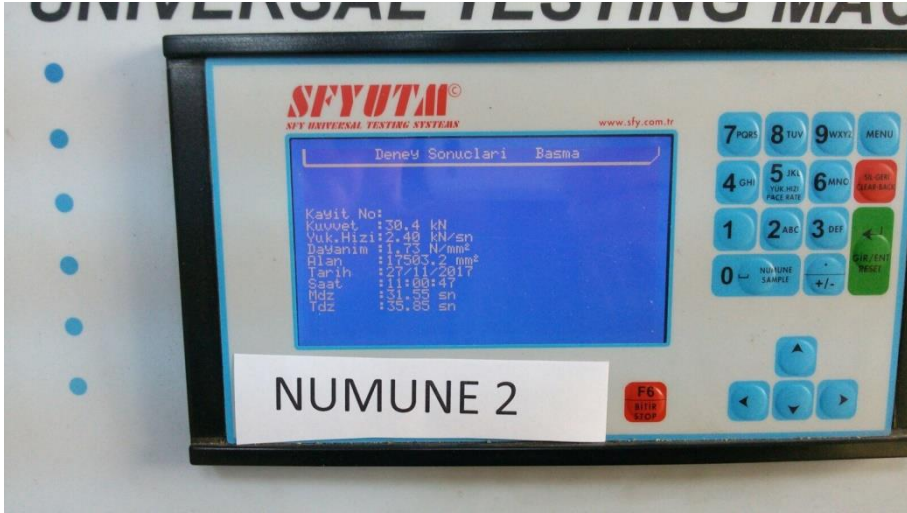
EK 7. Isıtmada ve tartmada kullanılan elektrikli gereçler



EK 8. Kapilerite deneyi fotoğrafları



EK 9. Kübik numunenin basınc deneyi fotoğraflar



EK 10. Orma A.Ş liflilevha mekanik özellikleri (URL-4)

ORMA ORMAN MAHSULLERİ İNTEGRE SANAYİ VE TİCARET A.Ş.

1970

ORMA A.Ş. TECHNICAL SPECIFICATION FOR PARTICLEBOARDS (CLASS A)

01.02.2007

PROPERTY	RANGE	TEST METHOD	UNIT	THICKNESS				
				8 mm	16 mm	18 mm	25 mm	30 mm
Density (Yoğunluk)	+-%5	TS EN 312-1, TS EN 323	kg/m ³	690	670	640	619	612
Internal Bond (İç bağ)	average	TS EN 312-3, TS EN 319	N/mm ²	0,60	0,45	0,50	0,43	0,33
Bending Strength (Eğilme Dayanımı)	average	TS EN 312-3, TS EN 310	N/mm ²	19,0	18,8	18,5	16,5	16,1
Modulus of Elasticity (Elastisite Modülü)	average	TS EN 312-3, TS EN 310	N/mm ²	2000	1750	1750	1550	1550
Surface soundness of PB (Yüzey Sağlamlığı)	average	TS EN 312-3, TS EN 311	N/mm ²	1,30	1,25	1,10	1,13	1,28
Screw Holding, Face (Vida Tutma Kapasitesi, Yüzey)	min	TS EN 312-3, TS EN 320	N/mm ²	6	6,5	7	7,5	8
Screw Holding, Edge (Vida Tutma Kapasitesi, Kenar)	min	TS EN 312-3, TS EN 320	N/mm ²		3,5	3,5	4	4
Moisture Content (Nem İçeriği)	min - max	TS EN 312-1, TS EN 322	N/mm ²	6-8	6-8	6-8	8-10	8-10
Free Formaldehyde Content (Serbest Formaldehit İçeriği)	max	TS EN 312-1, TS 4894, EN 120	mg / 100 g	<7	<7	<7	<7	<7
Swelling in Thickness (2 h) (Boyutsal Sapma)	max	TS EN 312-3, TS EN 317	%	8	10	10	10	10

EK 11. Görüntülemede kullanılan SEM Cihazı (TÜTAGEM Laboratuvarı)



ÖZGEÇMİŞ

01.01.1977 yılında Elazığ'da doğdu. 1989 yılında Ekinözü İlkokulu'nu bitirmiş, ortaokul ve lise öğrenimini Kovancılar Lisesi'nde tamamlamıştır. 2001 yılında Fırat Üniversitesi Teknik Bilimler MYO İnşaat Teknikerliği bölümünü, 2004 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Öğretmenliği bölümünü, 2008 yılında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. 2013 yılında Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nde başladığı Lisans eğitimine halen devam etmektedir. Diğer yandan 2014 yılından bu yana Edirne İl Özel İdaresi Plan ve Proje Müdürlüğü'nde İnşaat Mühendisi olarak çalışmaktadır.