



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



BADEM KABUĞU KATKILI YONGA
LEVHALARIN ISIL İLETKENLİKLERİNİN
İNCELENMESİ

Anılcan SARIKAYA

YÜKSEK LİSANS
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

EYLÜL-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Anılcan SARIKAYA

Tarih: 18/08/2022

ÖZET**YÜKSEK LİSANS TEZİ****BADEM KABUĞU KATKILI YONGA LEVHALARIN ISIL
İLETKENLİKLERİNİN İNCELENMESİ****Anılcan SARIKAYA****Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü****Makine Mühendisliği Anabilim Dalı****Danışman: Doç. Dr. Ahmet Ali SERTKAYA****2022, 58 Sayfa****Jüri****Prof. Dr. Ahmet SAMANCI****Doç. Dr. Ahmet Ali SERTKAYA****Doç. Dr. Adnan BERBER**

Ülkemiz ekonomisi için enerji ve enerji kaynakları çok önemlidir. Enerjiyi verimli kullanabilmenin en önemli yolu ise ısı yalıtımıdır. Isı yalıtım endüstrisinde organik yapıların kullanımı hedeflenmektedir. Badem kabukları sert ve gözenekli yapıya sahiptir. Badem üretim miktarı teşvikler sayesinde daha da artacaktır. Piyasa arzı fazla ve uygun özelliklerdeki bu materyal ısı yalıtımı olarak incelenmiştir. Üretilen malzemeler 0,6-0,9 ve 1,2 g/cm³ yoğunluklardadır. Badem kabukları yüzde oranları % 9, % 23, % 27, % 45, % 54, % 72, % 81 ve % 90 olarak ifade edilmektedir. Üretilme aşaması olarak öncelikle badem kabuğu, kavak-karaçam ve tutkal temin edilmiştir. Badem kabukları öğütülmüş ve karıştırılmıştır. Karışım sıcak pres cihazında basılmıştır. Zımparalama, kenar kesme ve numaralandırma yapılmıştır. Üretilen badem kabuğu katkı yonga levhalar ısı iletkenlik testine alınmıştır. Ahşaplar ısı iletkenlik bakımından incelendiğinde 0,200 W/mK değerlerine sahiptir. Üretilen badem kabuğu katkı yonga levhaların ısı iletkenlik sonuçları 0,068-0,190 W/mK arasındadır. Sonuç olarak ısı iletim bakımından ahşaba göre daha iyi bir ısı yalıtım malzemesi elde edilmiştir. Sonuçların büyük bir kısmında badem kabuğunun oranının artması yalıtımı artırmaktadır. Maliyet olarak karlı bir yatırımdır. Yoğunluğun azalması ısı yalıtkanlığına olumlu etkiler yapmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ferragnes, ısı iletkenlik, yalıtım, yonga levha

ABSTRACT**MS THESIS****INVESTIGATION OF THE THERMAL CONDUCTIVITY OF ALMOND
SHELL ADDED PARTICLE BOARDS****THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN MECHANICAL ENGINEERING****Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ahmet Ali SERTKAYA****2022, 58 Pages****Jury****Prof. Dr. Ahmet SAMANCI****Assoc. Prof. Dr. Ahmet Ali SERTKAYA****Assoc. Prof. Dr. Adnan BERBER**

Energy and energy resources are very important for the economy of our country. The most important way of efficient energy utilization is thermal insulation. Organic structures are aimed for utilization in the thermal insulation industry. Almond shells have hard and porous structure. Amount of almond production will increase more, due to the incentives. This material, which has a large market supply and suitable properties, has been examined in terms of thermal insulation. The materials produced are in densities of 0.6-0.9 and 1.2 g/cm³. The percentages of almond shells are expressed as % 9, % 23, % 27, % 45, % 54, % 72, % 81 and % 90. Firstly, almond shell, poplar-black pine and glue were obtained as production stage. Almond shells are grinded and mixed. The mixture was pressed in a hot press device. Sanding, edge cutting, and numbering were done. The produced almond shell containing particle boards were tested for thermal conductivity. When wooden materials are examined in terms of thermal conductivity, they have values of 0.200 W/mK. The thermal conductivity results of the produced almond shell added particle boards are between 0.068-0.190 W/mK. As a result, a better thermal insulation material was obtained comparing to wooded origin materials in terms of thermal insulation. In most of the cases, the increase in the proportion of almond shell increases the insulation. It is a profitable investment in terms of cost. The decrease in density has positive effects on thermal insulation.

Keywords: Ferragnes, thermal conductivity, insulation, particle board

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez ve ders aşaması süresince her türlü bilgi, teşvik, deneyim ve desteklerini esirgemeyen, tezimin koordinatörü ve danışmanım Doç. Dr. Ahmet Ali SERTKAYA'ya, presleme süreci, uygulaması ve tutkal oranları konusunda deneyimlerini aktaran Prof. Dr. Cengiz GÜLER'e, materyallerin öğütülmesi ve koordinasyon destekleri için Dr. Öğr. Üyesi Eyüp CANLI'ya, tutkal kimyasal oranlarının ayarlanması, tutkalın temini, sertleştiricinin temini ve kullanımı konusunda yardımları bulunan AGT Tutkal Müdürü Ercan YURDAKUL'a, Süleyman Demirel Üniversitesi Doğal ve Endüstriyel Yapı Malzemeleri Araştırma Uygulama Merkezi destekleriyle ısı iletkenlik ölçümleri için Doç. Dr. Murat KORU'ya, badem kabuklarının teminde yardımlarını esirgemeyen Adıyaman Sert Kabuklu Meyveler Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve işletme sahibi Ömer Faruk ÖZBEK'e, Düzce Üniversitesi Ağaç İşleri Atölyesinde yardımları bulunan Özcan GÜL'e, tanecik sınıflandırma ve yoğunluk analizleri için Konya Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Laboratuvarından İbrahim KÜÇÜK'e, Konya'da faaliyet gösteren ve numuneleri istenilen ölçüde lazer kesim yapan Beyzade CNC ekibine, yardımlarını esirgemeyen çok değerli aileme ve yüksek lisans sürecinde yanımda olan arkadaşlarıma göstermiş oldukları her türlü maddi ve manevi destekten, sabırdan ve ilgiden dolayı teşekkür ederim.

Anılcan SARIKAYA

KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Yalıtım.....	2
2.2. Yalıtım Çeşitleri	2
2.3. Günümüzde Kullanılan Isı Yalıtım Malzemeleri.....	2
2.4. Yalıtımda Son Teknolojiler	3
2.5. Isıl İletkenlik	4
2.6. Yonga Levha.....	6
2.7. Badem ve Badem Kabuğu	7
2.7.1. Dünyada Badem Üretimi	8
2.7.2. Türkiye’de Badem Üretimi	9
3. LİTERATÜR ÖZETİ.....	14
4. MATERYAL VE METOT.....	17
4.1. Yonga Levha İçin Numunelerinin Hazırlanması	17
4.2. Badem Kabuğu Esaslı Yonga Levha Üretimi	21
4.3. Badem Kabuğu Esaslı Yonga Levhaların Isıl İletkenliklerinin Tespiti	29
4.4. Kullanılan Tutkal ve Özellikleri.....	30
5. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	31
5.1. Bulguların Değerlendirilmesi.....	34
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
6.1. Sonuç.....	40
6.2. Öneriler	40
7. KAYNAKLAR	41
8. EKLER	44
ÖZGEÇMİŞ	49

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

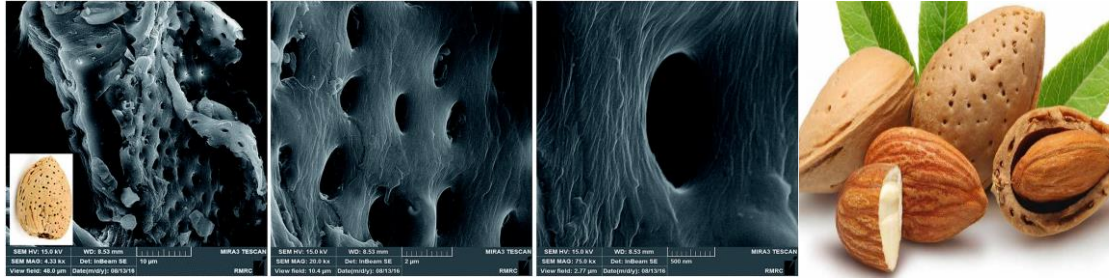
A	Alan	:	(m^2)
D	Çap	:	(m)
f	Frekans	:	$(1/s)$
k	Isı iletim katsayısı	:	(W/mK)
L	Uzunluk	:	(m)
m	Kütle	:	(kg)
P	Basınç	:	(Pa)
T	Sıcaklık	:	(K)
t	Zaman	:	(s)
v	Hacim	:	(m^3)
ρ	Yoğunluk	:	(kg/m^3)
ΔL	Uzunluk farkı	:	(m)
q	Isı akısı	:	(W/m^2)
W	İş	:	(J)
Q	Isı geçiş hızı	:	(W)

1. GİRİŞ

Yapılan bu çalışmada, badem kabuklarının kompozit yonga levha şeklinde üretimi incelenmiştir. Badem kabuğu ile kavak-karaçam ve %55 oranlık üre formaldehit karıştırılmıştır. Farklı parametreler ile ısı iletkenlikleri incelenmiştir.

Ülkemizde halihazırda 14 adet yonga levha üretimi yapan firma bulunmaktadır. Bu firmalarda üretilen levhalar düşünüldüğünde sert kabuklu bademlerin kabuklarının levha üretiminde uygun olacağı öngörülmüştür. Badem kabukları takviye malzemesi olarak kullanılabileceği gibi taşıyıcı (matris) malzemesi olarak da kullanılabilir. Badem kabukları bilindiği üzere toz olarak kozmetikte, gübre olarak tarımda, ilaç sektöründe yakacak olarak enerjide ve daha başka sanayi ve endüstri alanlarında da kullanımları bulunmaktadır. Levha kullanımının değerlendirmesi bağl olarak yapılmıştır. Ayrıca fındık, ceviz, kayısı, antepfıstığı gibi diğer sert kabuklu meyvelerin kabuklarının değerlendirilmesi için de öncülük edilmiş olunacaktır. İlave olarak badem kabuklarının atık halinden kurtarılması ve yakacak olarak kullanılmasının azaltılması da çevresel anlamda önemli bir katkı olacaktır.

Mevcut bilgi ve uygulama birikimi sayesinde yapılan çalışmalarda istenilenler çoğunlukla gerçekleştirilmiştir. Badem kabuğunun işlenmesiyle elde edilen deneyim ulusal ve uluslararası ortamlarda paylaşılmıştır.



Şekil 1.1. Badem kabuğunun ve kabuktaki gözenekli yapının örnek görselleri
(Bordbar, 2017; Yurtkulu, 2020)

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Yalıtım

(İşbilir, 2009)'a göre enerji içeren doğal kaynakların orantısız kullanımı sonucunda dünya ekolojik dengesi değişmekte ve geleceğe yaşanabilir bir dünya bırakmamaktadır. Doğal dengeyi korumak amacıyla enerji tasarrufunun dünyaya katkısı önemlidir. Yalıtım ise canlılar ile araç ve gereçlere etki eden nem, su, ısı ve gürültünün yapı elemanlarının içine girmesini veya dışarı çıkmasını önleyen mekanizmalardır.

2.2. Yalıtım Çeşitleri

Yalıtım, herhangi bir yapı içindeki varlıkların ses, nem, su, sıcak ve soğuk gibi doğal olaylar etkenlerine karşı korunmasını sağlamak amacıyla yapılmış bir önlemdir. Yalıtıma örnek verilmesi gerekirse binalar, yalıtımı olmayan binalara göre % 27 ile % 45 arasında daha az enerji ve ısınma ihtiyacı duyar, bu da bireysel olarak değerlendirildiğinde hem bütçeye hem de ülke ekonomisine önemli katkı sağlayacaktır. Yalıtım kendi içerisinde farklı etmenlere göre çeşitlendirilmiştir.

Tablo 2.1. Yalıtım çeşitleri (Eren; Emre, 2010; Levent, 2019; Tuncal, 2021)

Yalıtım Çeşitleri	Tanımları	Örnekler
Isı yalıtımı	Farklı ısı değer ve sıcaklıklardaki iki ortam arasında ısı geçişini azaltmak için kullanılan malzemelere verilen addır.	
Ses yalıtımı	Ses dalgalarının yayılması esnasında yüzey niteliklerinin başka bir özelliğe aktarılması olayına ses yalıtımı denir.	
Yangın yalıtımı	Yangınların zararlı etkilerini azaltan can ve mal güvenliğini sağlayan yapılardır.	
Su ve nem yalıtımı	En dış kabuk elemanları olan temel perdelerinde, su ile değinen toprak altındaki duvarlarda sıvı temasının engellemesine verilen addır.	

2.3. Günümüzde Kullanılan Isı Yalıtım Malzemeleri

Yalıtımını sağlamak amacı ile çeşitli materyallerden yararlanılmaktadır. Endüstri ilerledikçe ve geliştikçe yeni materyallerin ortaya çıkması, hasıl olmuştur. Her

izolasyon türüne farklı materyaller kullanılsa bile aslında tüm bu malzemeler benzer amaçlara hizmet etmektedir.

Tablo 2.2. Isı yalıtım malzemeleri (Ulaş, 2010; Melemenci, 2017; Dikici, 2019; Toprak, 2020; Paşaoğlu Gül, 2021)

Malzeme cinsi	Özellik	Isıl iletkenlik aralığı (W/mK)	Örnekler
Ekspande polistiren köpük (EPS)	Organik yapay bir ısı yalıtım malzemesidir.	0,033-0,040	
Ekstrüde polistiren köpük (XPS)	Polistren maddesinin haddeleme işlemi sonucu elde edilen ısı yalıtım ürünüdür.	0,030-0,040	
Taş yünü	Organik olmayan hammaddelerin 1350-1400 (°C)'de ergitilerek elyaf haline getirilmesi sonucu oluşmaktadır.	0,035-0,040	
Cam yünü	Kaplama malzemeleri olarak kullanılan levha, dökme ve şilte şeklindeki malzemedir.	0.040	
Polietilen köpük	Polimer köpük malzemeler yüksek oranda gaz boşlukları içeren materyallerdir.	0.043-0.045	
Vermikülit	Endüstriyel inceleme ile genleşme özelliğine sahip tüm mika grubu minerallerini içeren tanımdır.	0.046-0.07	
Genleştirilmiş perlit	Kayaç halindeki perlit yeniden boyutlandırılıp, ezildikten sonra 400 °C'ye kadar ısıtılmasıyla oluşur.	0.045-0.055	

2.4. Yalıtımda Son Teknolojiler

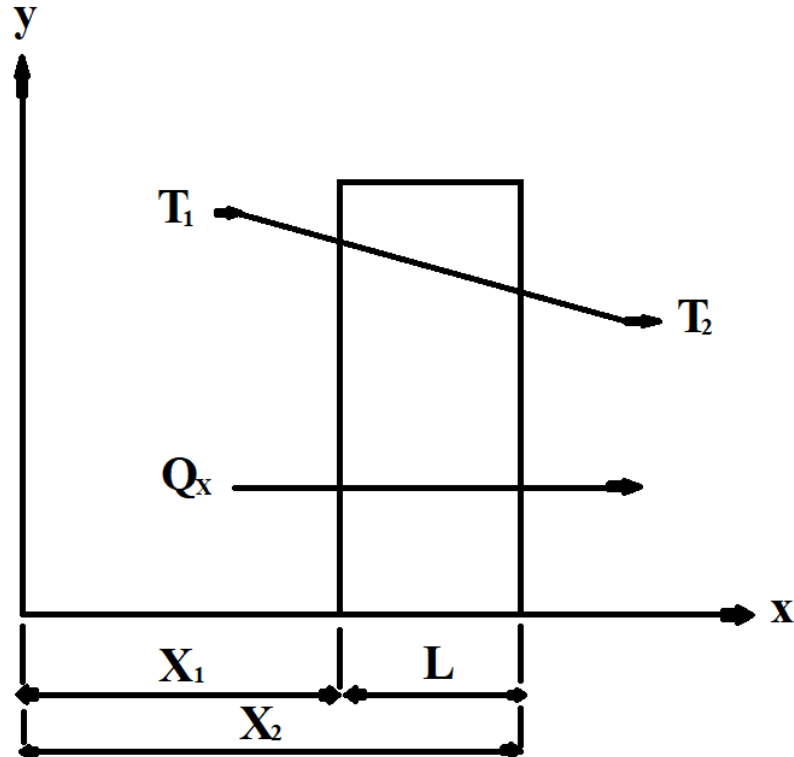
Teknolojinin gelişmesiyle ve ihtiyaçların değişmesiyle yeni ürünler oluşmaktadır. Son teknoloji yalıtım malzemeleri benzer özelliklere sahip olarak üretilmektedir.

Tablo 2.3. Son Teknoloji Isı Yalıtım Malzemeleri (Eren; Anonim, 2022a; 2022b)

Son Teknoloji Isı Yalıtım Malzemeleri	Tanımları	Isıl iletkenlik aralığı (W/mK)	Avantajlar	Dezavantajlar	Örnekler
Vakum yalıtım panelleri (VYP)	Metalize polimer laminat tabakası ile kaplanmış gözenekler ve açık silis dumanı çekirdeğinden oluşur.	0,030-0,040	Küçük yapı elemanları ile taşıma yapılmaktadır.	Su buharı ve hava difüzyonunun geçmesi sebebiyle yaş alma olmaktadır.	
Beton kumaş	Hidratasyon sonucu güçlendirilen, esnek ve çimentolu kumaştır.	0.028	Hendek, kanal yapımında kullanılabilir.	Takribi %27-40 oranında ağırlaşır yani suyu emerler.	
Mask Poliüretan köpük	İki bileşenli sıva malzemelerin spreyci tabancası ile köpük haline almasıdır.	0,020-0,022	Bakteri ve haflere içermez.	İdeal bir işlem için 4 kat yapılmaktadır.	

2.5. Isıl İletkenlik

İletim mekanizması tanımı herhangi bir maddenin çok daha yüksek enerjili parçacıklardan nispeten daha düşük enerjili parçacıklarına geçişi yani bu parçacıkların arasındaki kimyasal ve fiziksel etkileşimlere mukabil enerjinin iletilmesi olarak ifade edilebilmektedir.

**Şekil 2.5.** Isı iletim mekanizması

Tablo 2.4. Isı iletimi ile ilgili formüller

$q_x = -k \frac{dT}{dx}$	(2.1)
$\frac{dT}{dx} = \frac{T_2 - T_1}{L}$	(2.2)
$q_x = -k \frac{T_2 - T_1}{L}$	(2.3)
$Q = q_x A$	(2.4)

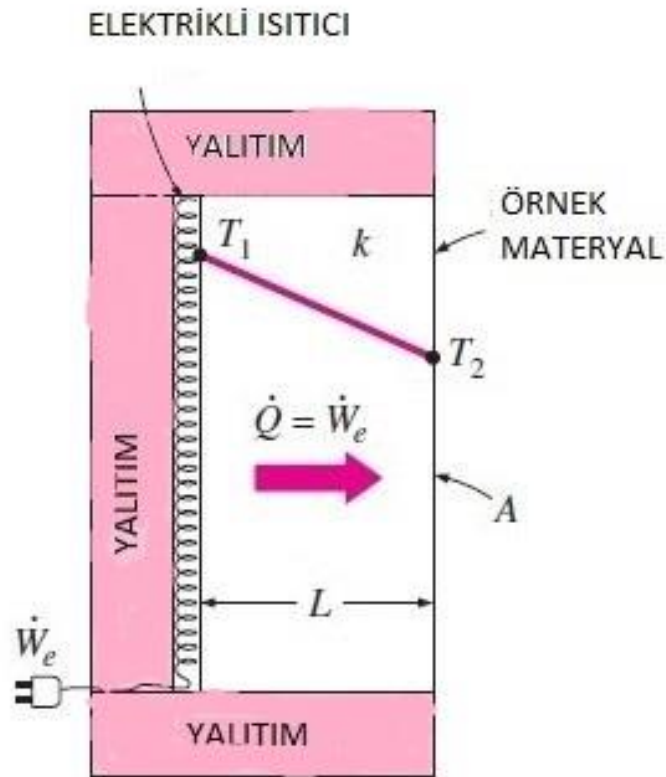
Denklem 2.1'deki q_x , x yönündeki ısı akısıdır.

Denklem 2.2'de diferansiyel ifadenin çözüm alanında sonlu büyüklükler için düzenlenmiş hali gösterilmiştir. Ölçüm alınacak mesafe L 'dir.

Denklem 2.3'te denklem 2.1 ve denklem 2.2 birbiri üzerine uygulanmıştır.

Denklem 2.4'te ise x yönündeki ısı akısı ile etki alanının çarpımı toplam ısı transferini verecektir.

(Çengel, 2012)'de ısı iletimini benzer mekanizma ile açıklar. Duvarda ilk sıcaklıktan ikinci sıcaklığa doğru belirli bir mesafede için ısı iletimi gerçekleşmektedir.

**Şekil 2.6.** Isıl İletkenliği Ölçüm Cihazı (Çengel, 2013)

Süleyman Demirel Üniversitesinde bulunan termal iletkenli analiz cihazı (TİC) yani şekil 2.7.'deki cihaz 30 cm'lik tam kare şeklindeki parçaları ölçebilmektedir.



Şekil 2.7. Termal iletkenlik analiz cihazı (TİC)

(Sözbir, 2014)'e göre ısı iletkenlik ölçümü, her zaman ısı akışı ve sıcaklık farkı ölçümünü içermektedir. Ölçümün zorluğu sebebiyle her zaman ısı akışı sıcaklık ölçümü ile ilişkilidir. Isı akışı hesaplanmasının (örneğin, ısıtıcı içine giden elektrik güç ölçümü ile) doğrudan olduğu durumda ölçüm mutlak olarak adlandırılır. Akı hesaplanmasının dolaylı olarak gerçekleştiği yerde (mukayese yolu ile), bu karşılaştırmalı kesme yöntemi olarak adlandırılır.

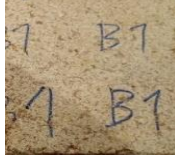
2.6. Yonga Levha

(Akgül ve ark., 2013) ifadelerine göre endüstrinin masif ağaç materyaline alternatif işlemler yapılmaya gereksinim olmuştur. Orta yoğunluktaki lif levhaya (MDF) benzeri ürünler ortaya konabilmektedir.

(Güler ve Sancar, 2016)'a saptamalarına göre orman ürünleri alanında, gelişmekte olan sanayi kollarından biri de kompozit malzemelerden üretilmiş yonga levha endüstrisidir. Odun veya diğer lignoselülozik maddeler örneğin, odunun yongası, testerenin talaşı, ketenin lifi vb.) tutkal ilavesi ile veya tutkalsız olarak hidrolik bağlayıcıların oluşturduğu yapışma ile biçimlenme sonucu oluşan ürünler yonga levhalar olarak adlandırılmaktadır. (Pirayesh ve ark., 2013) yonga levha üretim proses ve verilerine

göre bazı yonga levha tasarım aşamalarından bahseder hammaddenin kullanılmasından panel üretimine kadar benzer özelliklerde üretim yapılacağını ön görmektedir.

Tablo 2.5. Yonga levha üretim safhaları

Sıra	İşlem	Görsel	Sıra	İşlem	Görsel
1	Hammadde temini		7	Karıştırma	
2	Yongalama		8	Presleme	
3	Kurutma yapılması		9	Kenarları düzeltme	
4	Kalıbın hazırlanması		10	İklimlendirme	
5	Malzemeyi serme		11	Zımparalama	
6	Tutkal ve sertleştirici ekleme		12	Panelin son hali	

2.7. Badem ve Badem Kabuğu

(Yurtkulu, 2020)'e göre mevcut kullanılmakta olan kaynakların en optimum ve verimli kullanılması büyük önem arz etmektedir. Meyve toplayıcılara usulüne uygun olarak badem bahçesi tesis edilmesi ve teknik belirtilen esaslara uyulması karlı üretim için zorunluluk arz etmektedir.

(Babenko ve ark., 2018)'e göre bademin kullanım alanlarını incelemişlerdir. Bademin kabuğu işlenmeden fırınlar, et mangal restoranları ve hayvan çiftlikleri gibi sanayide ucuz yakıt olarak kullanılır. Kırılmayan dayanıklı bir malzeme olduğundan yakıldığında kalorisi oldukça yüksektir, uzun sürece yanmaktadır. Kömür cinslerine göre çok daha temizdir, bacada herhangi cüruf bırakmaz. Çevreci olmasıyla, ağaç kullanımını

azaltmaktadır. Fiyatı oldukça makuldür. Yakacak türlerine göre %45 oranında giderlerimizi azaltmaktadır. Emisyon değerleri azdır. Yerli ve bölgesel kullanılmaya başlanan bir materyaldir. Türkiye’de alternatifi de mevcuttur. Kalorisi yani alev boy miktarı yüksek olduğundan ve içindeki ethol maddesi parlayıcı özelliklerle ısınmalarda kullanılabilecek yabancı ve yerli bir yakıttır. Kabuk yakan cihazlar yanmayı otomatik olarak ayarladığından dolayı yanma oranı %99 olmaktadır. Kül oranı %1,2’dir. Cüruf miktarı yok denecek kadar azdır.

(İsfahlan, 2010) bademlerin farklı türlerini incelemiştir. Kuraklık, tuzluluk, hastalık, pestisitler ve diğer faktörlere dirençli genlerde daha fazla varyasyona sahiptir. Yabancı badem gövde ve kabuklarının fenolik özütlerinin antioksidan ve antiradikal aktivitelerini karşılaştırmak için, dört yabancı badem türü 2007 yılında İran bölgesinden seçilmiştir. Bademlerin meyveleri toplanmış, gövde ve kabukları kurutulmuş, dövülmüş ve daha sonra metanolik özütleri gövde ve kabuklardan hazırlanmıştır. Toplam fenolik miktarı Folin-Ciocalteu (F-C) metodu kullanılarak belirlenmiştir. Radikal nitrit, hidrojen peroksit için, özütlerin indirgeme gücü ve süpürme kapasitesi değerlendirilmiştir. Kabuklar farklı çeşitlerde değişik özellikler de gösterebilmektedir.

2.7.1. Dünyada Badem Üretimi

İspanya Dünya’da en çok badem alanına sahipken, ABD, İspanya’nın 4 katı badem üretimine sahiptir.

Tablo 2.6. Dünya badem üretim alanları (TÜİK, 2021)

Ülkeler	2014 (Km ²)	2015 (Km ²)	2016 (Km ²)	2017 (Km ²)	2018 (Km ²)
İSPANYA	5270	5486	5836	6335	6577
ABD	3520	3723	3925	4168	4411
TUNUS	1946	1829	1845	2085	1930
FAS	1591	1600	1658	1708	1862
İRAN	925	930	1265	505	1568
SURİYE	719	720	720	720	720
İTALYA	547	581	574	575	579
LİBYA	613	566	545	521	495
CEZAYİR	390	404	499	501	430
TÜRKİYE	270	296	333	352	421
DİĞER	1559	1599	1707	1721	1721
TOPLAM	1735	1773	1891	1919	2071

Dünya’daki bademin üretiminde ABD ilk sırada yer almakta olduğunu belirtmiştik. ABD’yi İspanya, İran, Fas ve Türkiye takip etmektedir. İspanya’nın üretim alanı

ABD'den %45 daha fazla olmasına rağmen üretim miktarı ABD'nin % 18'i kadardır. Bunun nedeni olarak ABD'nin topraktaki verimliliğinin daha yüksek olması gösterilebilir.

Tablo 2.7. Dünya badem üretim miktarı (TÜİK, 2021)

Ülkeler	2014 (bin ton)	2015 (bin ton)	2016 (bin ton)	2017 (bin ton)	2018 (bin ton)
ABD	154	1302	1376	1476	1872
İSPANYA	195	211	199	255	339
İRAN	136	146	111	129	139
FAS	101	97	112	116	117
TÜRKİYE	73	80	85	90	100
İTALYA	74	70	74	79	79
AVUSTRALYA	55	63	72	75	67
TUNUS	67	70	61	67	66
CEZAYİR	64	76	66	61	57
ÇİN	43	47	50	52	49
DİĞER	279	281	283	293	291
TOPLAM	2637	2447	2493	2687	3182

Tarım Ürünleri Piyasa Raporuna Göre (2021) dünyada 2019/20 üretim yılında bir önceki sezona göre % 9 oranında artışla 1,5 milyon (ton) badem üretimi gerçekleştiği bulunmuştur.

Dünya badem üretiminin ve tüketiminin artacağı açıktır.

2.7.2. Türkiye’de Badem Üretimi

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 21 yıllık üretim miktarları karşılaştırılmıştır. Badem cinsleri ve il bazında rekoltesi incelenmiştir.

Tablo 2.8. Türkiye’nin son 21 yıllık badem üretim miktarı (TÜİK, 2022)

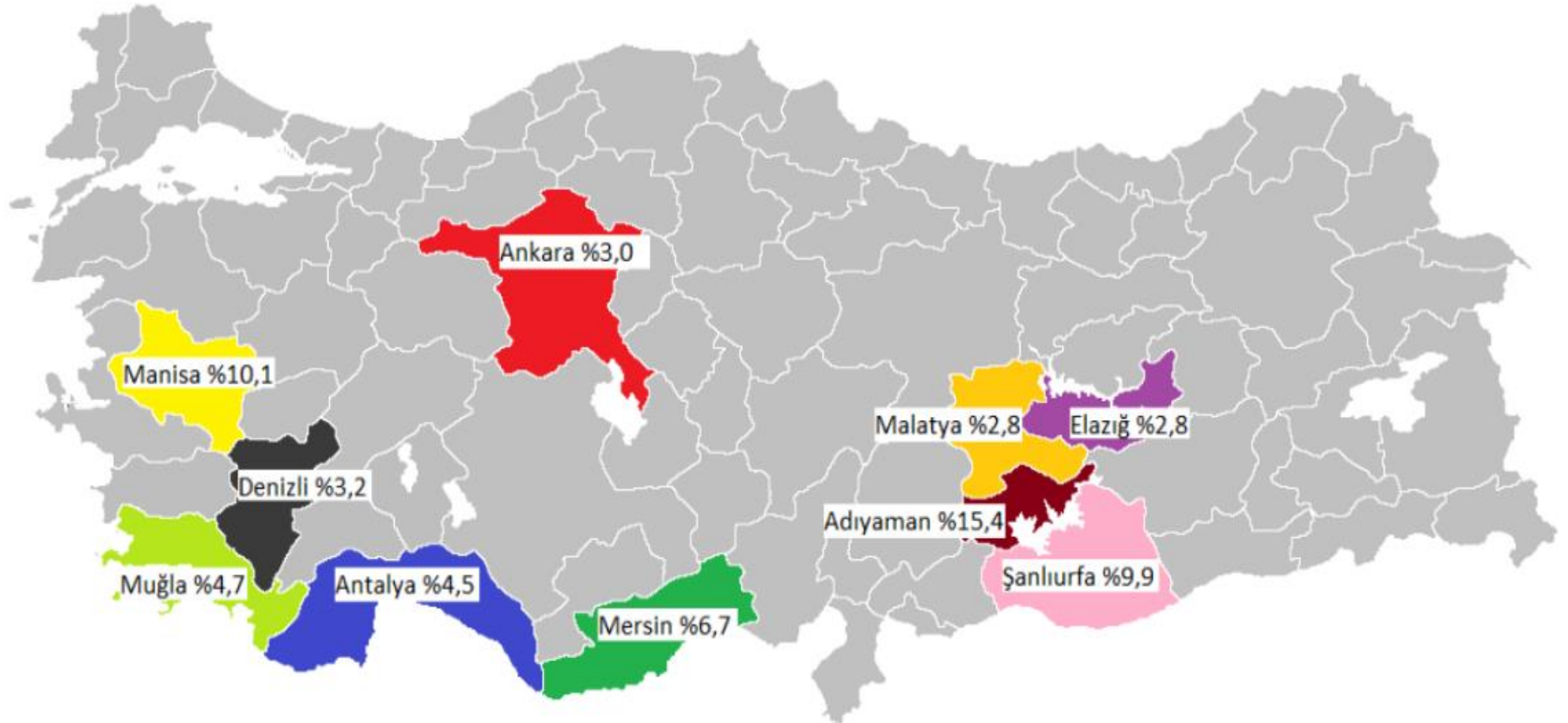
Yıllar	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Üretim (bin ton)	40	45	55	80	159	175
Değişim (%)		12,5	22,2	45,4	98,7	10

Ülkemizde yetişen badem çeşitleri ve özellikleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

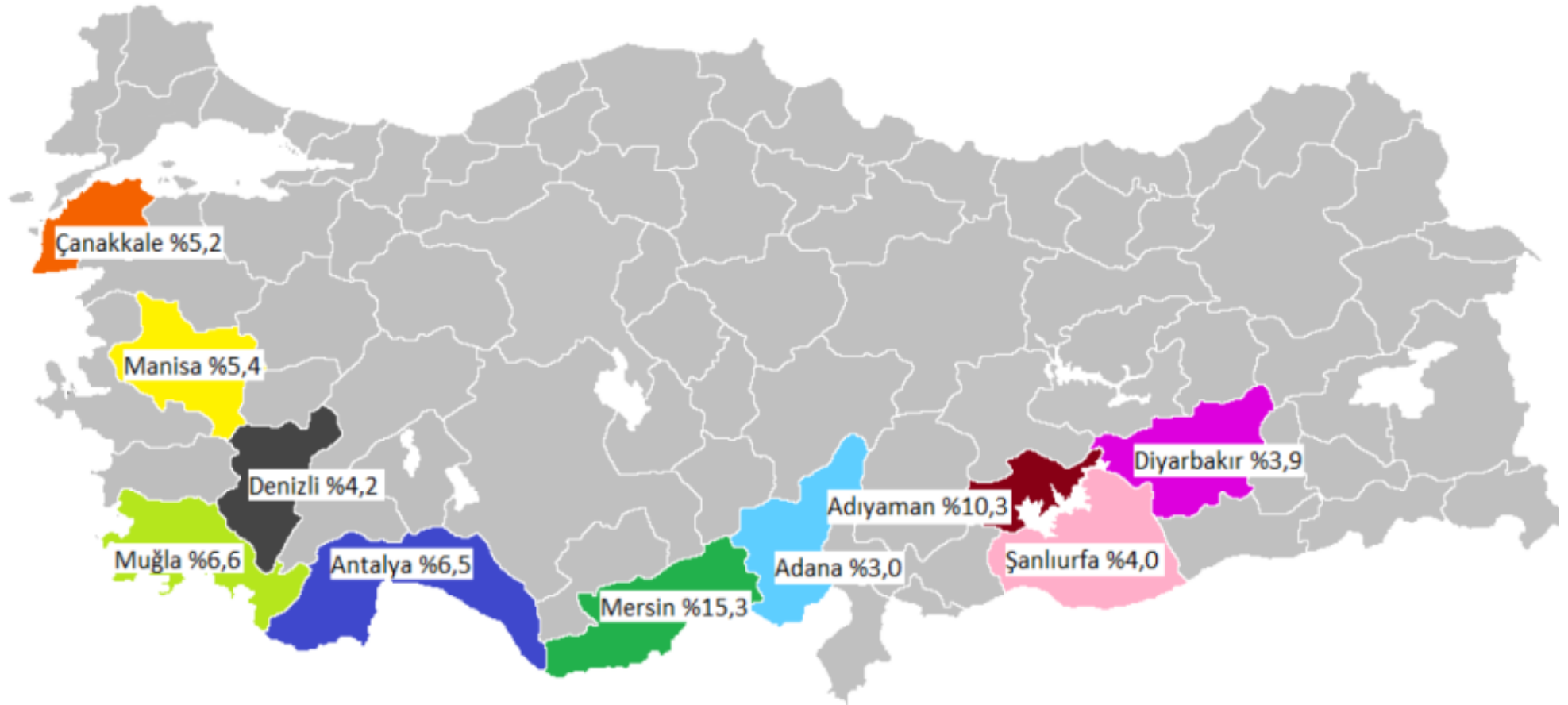
Tablo 2.9. Badem cinsi ve özellikleri (Yurtkulu, 2020)

Badem Cinsi	Özellikleri	Verimi
Texas Cinsi Bademler	Ağacı fazlasıyla kuvvetli dış şartta dayanıklı ve verimliliği oldukça yüksektir. Yumuşak kabuklu, badem iç kalitesi ortadır.	İç randımanı % 45-50, çift badem oranı ise % 15-30'dur. Badem iç randımanı
Nonpareil Cinsi Bademler	Ağacı çok kuvvetli ve verimlidir. Kabuğu ince, badem iç kalitesi oldukça yüksektir.	% 35-40'tır. Çift iç badem oranı % 2-3'tür. Badem iç randımanı
Ferragnes Cinsi Bademler	Bol ve kararlı ürün ile boş çıkma olasılığı düşüktür. Kabuklar çok serttir.	% 35-40'tır. Çift iç badem oranı %2-3'tür. Badem iç randımanı
Drake Cinsi Bademler	Çok sert Kabukludur. Diğer çeşitlerine göre polen miktarı oldukça fazladır.	% 40-50, çift iç badem oranı % 9-20'dir
Ferraduel Cinsi Bademler	Verimi iyi ve oldukça sürekli. Ferragnes ile benzer zamanlarda hasat edilir	İç randıman % 25-30, çift iç badem oranı % 1'dir.

Türkiye 2019 badem üretim yıl bazında 471 bin dekar bölgede badem üretimi gerçekleşmiştir. Badem üretim bölgesinde % 15,4'lük paya sahip olan Adıyaman, 72 bin da bölge işe en fazla üretim alanına sahip il niteliği taşımaktadır. Adıyaman'ı 48 bin da alan ile Manisa ve 47 bin da alan ile Mersin takip etmektedir. 2019 üretim sezonunda Türkiye'de 150 bin ton kabuklu badem üretimi gerçekleşmiştir. Badem üretiminde oldukça önemli bir yere sahip olan Mersin ilimiz 23 bin ton üretimle Türkiye üretiminin % 15,3'ünü yani ilk sıraları almaktadır. Adıyaman 15 bin tonluk üretim kapasitesi ile ikinci sırada, 10 bin tonluk üretim kapasitesi ile Muğla ise üçüncü sıradadır.



Şekil 2.8. Badem ekili alan dağılımı (TÜİK, 2022)



Şekil 2.9. Badem üretimi (TÜİK, 2022)

TÜİK elde edilen verilerine göre 2019/2020 para piyasası döneminde Türkiye'nin badem ihracat değeri 7 bin ton/yıl olarak sağlanmıştır. İhracat verilerimiz ise 70 milyon dolar'dır. Yine aynı dönem içerisinde gerçekleşen Türkiye'nin badem ithalatı ise yaklaşık 30 bin ton/yıl olarak sağlanmıştır. İthalat parası verilerimiz ise 463 milyon dolardır. Üretilen bademin ülkemizdeki iç talebi karşılama oranı % 82 civarındadır. Türkiye'de üretilen bademler çoğunlukla sert kabuklu tipleri olup iç randıman % 35-50 kapasitesi olarak değişmektedir. Diğer yönden ifade edilmesi ile ürünün % 45-65 oranını ürünün kabuğu oluşturmaktadır. Kabuk atıklarında bilinçli bir tüketim söz konusu değildir ve çoğunlukla yakılmaktadır veya çürümeye bırakılmaktadır.

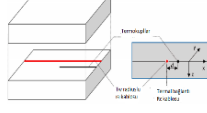
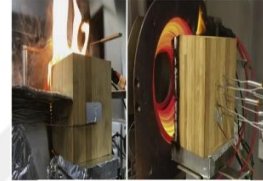
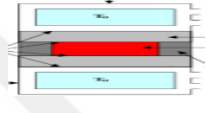
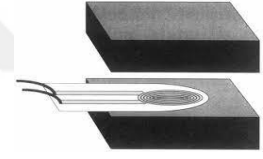
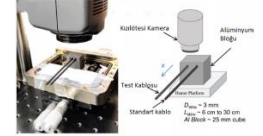
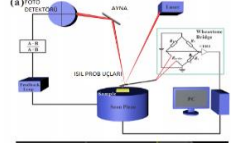
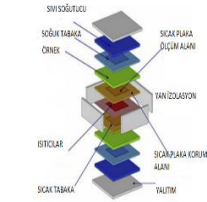
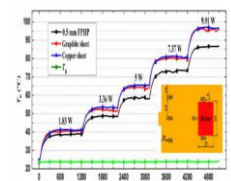
(Şimşek, 2015) yapılan bir çalışmada, Türkiye'nin badem üretim potansiyelini gözden geçirmek ve şimdiye kadar yapılmış badem seleksiyon çalışmalarının bir kısmının tanımlamaları yapılmıştır. Böylece en verimli türden yararlanılacak olabilecek ürün sayısında ciddi artışlar yaşanacaktır.

(Eldoğan, 2020) verilerine göre badem çeşitleri, kabuk sertliklerine göre halk ağzında el bademi, diş bademi, sert badem ve taş badem olarak isimlendirilir. İlaveten tür adı ve cins adı olarak özellikleri hakkında detaylı bilgiye sahip olabiliriz. Badem özellikleri olarak ağacı kuvvetli olmalı, ağaç bol çiçekli olmalı, çiçeklenmesi geç olmalı, bol ve standart seviyede ürün vermeli, meyveler yaklaşık aynı zamanda olgunlaşmalı, rüzgârdan etkilenmemeli fakat kolay toplanabilmelidir. İlaveten çevresel şartlardan, hastalık ve zararlılar etkilerden korunmalıdır.

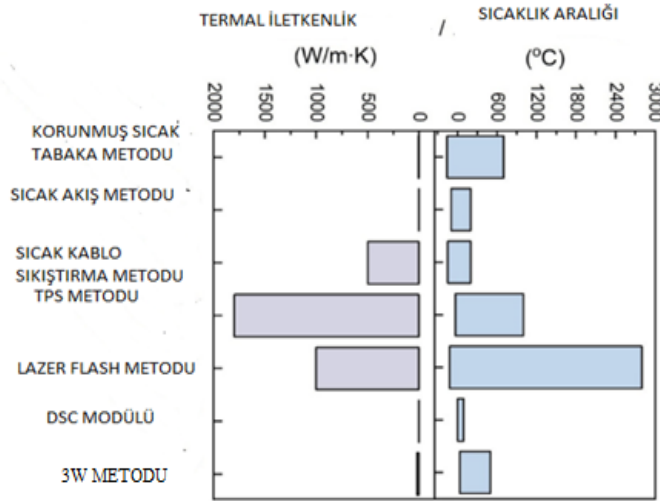
3. LİTERATÜR ÖZETİ

Literatür araştırmasında bazı kişilerce incelenen ısı iletim test düzenekleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.1. Isı iletim test düzenekleri (Franco, 2007; Baldinelli ve ark., 2019; Palacios ve ark., 2019; Chen ve ark., 2020; Salvi ve Jain, 2020; Wang ve ark., 2020; Jannot ve ark., 2021; Pope ve ark., 2021)

Araştırmacılar	Yöntem	Sonuçlar	Örnek
Jannot Y. ve ark. (2020)	Kapalı kaptaki ısı iletkenlik ölçümü	Sabit bir akış hızında sabit yoğunluklu elektrik akımı geçirilerek anizotropik bir malzeme için ısı iletkenliği ölçülmüş olur.	
Pope I. ve ark. (2020)	Sıcaklık ölçümü alınan bambu kutu	İzoterm bölgelere rastgele aralıkla yerleştirilen termokupplarda önemli farklar olduğu gözlenmiş olup. Analiz sonucunda elde edilen verilerle %6 sapmayla hangi bölgede ısının ne olacağı ölçülmüş olmaktadır.	
Franco A., (2007)	Sıcak bir tel için ısı iletimini ölçen bir aparat	Isı akış ölçerler ısınan termostat ile soğuk termostat arasına konumlanır. Böylece telin kenarları arasındaki sıcaklık farklı ölçülmüş olmaktadır.	
Wang S. ve ark., (2020)	Yarı saydam malzemelerin ısı iletkenlik ölçümü üzerindeki radyasyon etkisi	TPS metodu yani bölünmüş kaynak alanı metodu malzemelerin termal iletkenliği için kullanılan bir metottur. Bir takım değişik parametreler ile etki faktörünü ölçebilmektedir.	
Salvi S. S. ve ark., (2020)	Milimetrik kablolardaki ısı iletkenlik ölçülmesi	Kızılötesi kamera ile ısıtıcı platformunda gelen ısının kablolardaki yansıması ölçülmüştür. Bu sayede ince bir kablo ısı iletkenliği ölçülmüş olmaktadır.	
Chen W. ve ark., (2020)	Silisyumoksit molekülünün termal iletkenlik metodu ile taranması	Lazer okuma işlemi Piezo tarayıcısı vasıtasıyla yapar. Isı iletkenlik noktasal olarak ölçülebilmektedir.	
Baldinelli G. ve ark., (2019)	Robin metodu ile ısı iletkenlik ölçümü	Sıcak plaka ölçüm alanı üstü, her iki taraftan da soğuk tabaka ve sıvı soğutucu ile kapatılır. Termokupllar aracılığıyla ölçümler okunmuş olmaktadır.	
Palacios A. ve ark., (2019)	Mikro ölçekli yüksek termal iletken kabloların radyasyon etkisi	Termal enerji malzemelerini karakterize etmek için farklı teknikler de mevcut olduğunu bildiğinden yöntemlerin karşılaştırmasını yapmışlardır.	

(Reddy ve Jayachandran, 2017) ısı iletkenlik ölçümü için kare biçimli levha ısıtma aparatının tasarımı üzerine araştırmaları mevcuttur. Şematik gösterimi üzerinde gerekli devre elemanları bulunmaktadır. Bu devre elemanları ile veriler okunacak ve kare biçimindeki bir parçanın ısı iletkenliği ölçülebilmektedir. Genel olarak yapılmış olan araştırmamız için bu tür bir ölçü mekanizması kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Sıcaklık ölçüm metotları karşılaştırması (Palacios ve ark., 2019)

Deneyde kullanılan metot korunmuş sıcak tabaka metodu ve sıcak akış metodudur. Diğer örnekler ile kıyası bu bağlamda verilmiştir.

(Pirayesh ve ark., 2013) yaptıkları çalışmada yenilebilir ve az kullanılan hatta yakılan tarımsal atıkları yani ceviz ve badem kabukları esaslı panel üretimine uygunluğu araştırılmıştır. Farklı miktarlarda ceviz ve badem kabuğu içeren yonga levhalar formaldehit reçinesi kullanılarak üretilmiştir. Yonga levhaların bazı fiziki özellikleri ve formaldehit emisyonu değerlerine bakılmıştır. Sonuçlarda ceviz ve badem parçacıklarının eklenmesi panelleri su direncini önemli ölçüde iyileştirmiş ve formaldehit emisyonlarını büyük ölçüde azaltmıştır. Bunlara ilaveten panellerde artan ceviz ve badem kabuğu içeriği ile eğilme özellikleri ve madde iç bağ mukavemetinin azaldığı gözlenmiştir. Ceviz ve badem kabukları daha düşük kalınlıkta şişme, su emme ve formaldehit emisyonu sebebiyle madde iç ortamlarında kullanılan ahşap esaslı yonga levhaların imalatında alternatif has madde veya dolgu maddesi olarak değerlendirilebileceği bulunmuştur.

Tablo 3.3. Yonga levhalama yöntemleri (Vursavuş ve Özgüven, 2004; Ceviz, 2008; Pirayesh ve Khazaeian, 2012; Pirayesh ve ark., 2013; Çelik, 2017; Astari ve ark., 2018; Coskun ve ark., 2018; Du ve Tan, 2021)

Araştırmacılar	Yöntem	Çıkan sonuç
Astari L. ve ark., (2018)	Tutkal kullanılarak üretilen yonga levhalarda fazlasıyla mekanik direnç ve ideal formaldehit emisyonu değerlerine ulaşılacak.	Dış tabakalarda %11, orta tabaka için %9 oranında tutkal ile, 200 °C pres sıcaklığı, 150 s pres süresi ve 32.5 (kg/cm ²) pres basıncı ayarlanarak uygulanmıştır. Pres sıcaklığının 180 (°C) olarak işlem yapılması durumunda pres süresi 150 s ve pres basıncı 35 kg/cm ² olması gerektiği belirlenmiştir.
Çelik S., (2017)	Motorlu testere ile talaşının yonga levha olarak üretimine uygunluğu araştırılmıştır.	Yüzeye dik olan çekme direnci 0,51 N/mm ² , en fazla eğilme direnci 12.84 N/mm ² olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde fiziksel ve mekanik özelliklerin genel amaçlı günlük ve endüstriyel kullanımlar için uygundur.
Yeniocak M., (2008)	Bağ budama talaşlarının yonga levha üretiminin has maddesi olarak değerlendirilebilir olduğunu incelemektedirler.	Çeşitli oranlarda karıştırılarak üretilen formaldehit tutkalıyla belli değerlerdeki basınçlı pres altında tabakalı yonga levha 56x56x2 cm haline getirilmiştir. Test sonuçlarına göre; belli oranlardaki odun/bağ budama talaşı karışımları normlara uygundur.
Ceviz A., (2008)	Atık odunlar ile perlit çeşitli oranlarda karıştırılıp preslemesi	En düşük ısı iletim katsayısı değeri 0,067 W/mK, % 9 bağıl deformasyonda basınç dayanımı maksimum 1936 kPa ve kısa süreli su engelleme miktarını minimum 0,631 kg/m ² olarak bulmuştur.
Pirayesh H., ve ark, (2012)	Ahşap esaslı kompozit üretiminde biyo-atık kaynağı olarak bademin kabuğunun sürdürülebilirliği araştırılmıştır.	Badem kabuğu parçacık eklenmesi ile, panellerin su direnci büyük ölçüde ilerleme kaydetmiştir. Eğilme özelliklerini ve iç bağ mukavemetini azaltmıştır. Fiziksel özellikleri için gerekli olan normu sağlama miktarı en fazla %27 olmalıdır. Yonga levha üretiminde kullanılabilir.
Vursavuş K., ve ark, (2004)	Kayıp çekirdeğinin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi	Daha yüksek nem miktarlarında, Z eksen boyunda yüklemelerde her zaman kırılma eğilimi olmuştur. Sonuçlar kayısı çekirdeği kırma makinesi tasarımıyla kullanılmıştır.
Du F. ve ark, (2021)	Kabuk yapıları araştırılmaları yapılmıştır.	Farklı çeşitlerde nem içeriğinin değiştiği gözlemlenmiştir. Ashby geometrileri ve kopma enerjisini karşılaştırmak için çizelgeler oluşturulmuştur. Sonuçlar bize biyo sistemlerden ilham alınmış kompozitlerin yapılmasıyla kaliteli tohumlar üretmeyi bize sağlamıştır.
Pirayesh H. ve ark., (2013)	Badem ve ceviz kabuklarının yenilenebilir oluşu ve imalatı araştırılmıştır.	Laboratuvar ölçekli hidrolik sıcak pres kullanarak mat yoğunluğu 0.7 g/cm ³ olacak şekilde ayarlanmıştır. Her grup için üç panel üretilmiştir. Üretilen yonga levhalar 42x42x1.6 cm'dir. Üretilen 20 °C'de ve %65 bağıl nemde şartlandırılmış yonga levhalar nihai olarak kırılmadan önce % 12 nem içeriğine ulaşmaktadır.
Coskun R. ve ark., (2018)	Badem kabuklarının metilen mavisinde emme özelliklerini araştırılmıştır.	Aktive edilen badem kabuklarının (pH) etkilemediğini ve absorpsiyon kapasitesinin arttığını göstermiş olup ve Langmuir izotermi değeri 131,58 (mg) olarak hesaplanmıştır.

4. MATERYAL VE METOT

Yapılan çalışmada badem kabuğu, kavak-karaçam, % 55 oranlık üre-formaldehit içeren tutkal ve amonyum sülfat başlıca materyaller olarak temin edilmiştir. Yardımcı materyaller olarak ahşap kalıp, eldiven, gözlük, maske, alüminyum folyo, demir sac, mikser, hassas tartı, karıştırma kabı kullanılmıştır. Sıcak presleme için SSP-180 cihazı kullanılmıştır.

Öncelikle badem kabuğu öğütülmüş ve kurutulmuştur. Badem kabukları özellikleri incelenmiştir. Öğütülmüş badem kabuğu ve kavak-karaçama, tutkal ve amonyum sülfat eklenmiştir. Buradaki katı amonyum sülfat, su ile çözündürülmüştür. Karıştırma kabında ana materyaller mikser yardımıyla homojen karıştırılmıştır. Karışım ahşap kalıbın içine dökülüp, düzlenmiştir. Kalıp kaldırılmış, oluşan pasta görünümündeki karışım üzerine yanmaması amacıyla alüminyum folyo serilmiştir. Demir sac ve yükseklik çataları yerleştirilmesiyle, karışım sıcak pres cihazıyla basılacak şekilde ayarlanmıştır. Sıcak pres cihazının sıcaklık, süre ve basınç ayarı yapılmıştır. Süre bitiminde oluşan badem katkılı yonga levhalar iklimlendirilmiştir. Yapışan alüminyum folyolar zımparalanmıştır. Ardından numuneler karışmaması için numaralandırılmıştır. Badem kabuğu katkılı yonga levhalar marangozda kenar kesilmesiyle termal ısı iletkenlik ölçümü için istenilen ölçülere getirilmiştir. Numunelerin her biri için farklı sıcaklık aralığında ölçümler yapılmıştır. Burada her bir belirlenen sıcaklık değeri için maksimum ve minimum ısı iletkenlik değerlerine ulaşılmıştır.

4.1.Yonga Levha İçin Numunelerinin Hazırlanması

Şekil 4.1.'de Adıyaman Sert Kabuklu Meyveler Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yardımlarıyla ferragnes cinsi badem kabukları temin edilmiştir.



Şekil 4.1. Badem kabukları

Şekil 4.2.'de Düzce Üniversitesi Orman Fakültesinde bulunan Retsch Bıçaklı Öğütücü SM 100 kırma makinesinin fotoğrafı görülmektedir. 1.5 kW motor gücü ve 1500 dev/dak'lık hızı ile uluslararası standartlarda bir modeldir.



Şekil 4.2. Kırma makinesi

Şekil 4.2.'de oluşan ürün tekrar kırma makinesine konulmuş 4.5 mm'lik uç ile daha küçük boyutlarda kırılmıştır. Kırılma süresi hesabı olarak 1 kg başına 2 tekrarla, öğütücü büyüklüğü sebebiyle ortalama 12 dk'dır.

Şekil 4.3.'de 2. Tekrardan geçen ürünler elenmek üzere eleklerden geçirilmiştir. Konya Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında bulunan eleklerden geçirilmiştir.



Şekil 4.3. Elek ile badem kabuklarının elenmesi



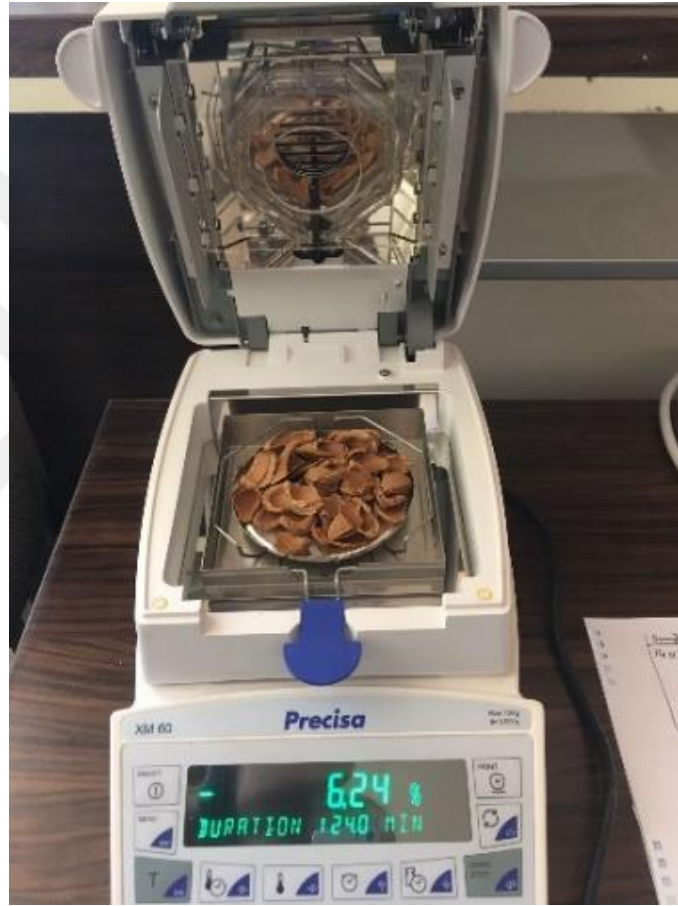
Şekil 4.4. 1 kg öğütülmüş badem kabuğunun 0,425 mm altı, 0,425 mm üstü, 1,7 mm üstü, 2,8 mm üstü, 3,35 mm üstü tartılmış kütleleri

Tablo 4.1. Tane boyutu analizi

Badem kabuğu tanecik ölçüleri (mm)	Kütlece tanecik oranları (%)
0-0,42	% 4,01
0,42-1,70	% 26,44
1,70-2,80	% 44,91
2,80-3,35	% 15,86
3,35-∞	% 8,76

Tane boyutu ağırlık analizinde çoğunluk tane ölçüsünün 1,7-2,8 mm civarında %44,91 olduğu gözlemlenmiştir.

Badem kabuğu katkılı yonga levhayı üretebilmek için nem oranı istenilen değerler arasında olmalıdır. Yongada kullanılacak nem oranı % 27-54 arasındadır. Örnek bir hesaplamada badem kabuğu, kavak-karaçam ve tutkalın nem oranları bilinmesi gerekmektedir. Badem kabuğu nem oranı % 6,24 olarak tespit edilmiştir. Zengin, Y., (2020) verilerinde kavak-karaçam yongası nem oranı % 50-65 arasındadır. Karışımın % 10'u oranında % 55 üre formaldehit içeren tutkal ve çözücüsüyle birlikte amonyum sülfat eklendiğinde yaklaşık nem oranının % 40 civarında olduğu görülmektedir. Bu oran yonga levha yapımı için yeterlidir.



Şekil 4.5. Nem miktarı ölçümü

Tanecik analizleri için kullanılacak badem kabuğu kütleleri tartıya konulmuştur. Eleklerden geçen sınıflandırılmış parçacıkların kütleleri hesaplanmıştır. Böylece kütle dağılımı hakkında bilgi sahibi olunmuştur.

Şekil 4.6.'da öğütülmüş badem kabuğu ortalamasından yoğunluk analizi yapılmıştır. Hassas ölçümlerin yapılması için yoğunluk analizinde sıvı ve gaz eklenmesi gerekmektedir. Çünkü malzeme bulunan kabın içine maksimum miktarda yerleştirilmelidir. Badem kabukları için 0,5 litre'lik kabın ağırlığı 327,18 g'dır. Yani

yoğunluğu $0,65-0,75 \text{ g/cm}^3$ olarak ifade edilmektedir. Kavak ve karaçamdan oluşan yonganın 0,5 litre'lik kaptaki ağırlığı 101,27 g'dır. Yoğunluğu ise $0,2-0,4 \text{ g/cm}^3$ olarak ifade edilmektedir. Kavak-karaçam yongası su emme kapasitesi daha yüksektir.



Şekil 4.6. Badem kabukları ve kavak-karaçam yoğunluk analizi

4.2.Badem Kabuğu Esaslı Yonga Levha Üretimi

Düzce Orman Fakültesinde bulunan sıcak pres cihazında üretim yapmak için öncelikle karışım kütlesi hesaplanmıştır. Karışım kütlesi hesaplanma Şekil 4.7.'de görülmektedir.



Şekil 4.7. Karışım kütlesi tartılması

$$\rho_{karışım} = \frac{m_{top}}{v_{top}} = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{v_1 + v_2 + v_3} \quad (4.1)$$

Sıcak preste basılacak hacim hesaplanır. Hangi yoğunlukla presleneceğine karar verilir. Yoğunluk ve hacim çarpılır eklenecek kütle bulunmuş olur. Ayrıca yüzde oranlarla kullanılan materyallerin oranları ayarlanabilir.

Tablo 4.2. Badem kabukları, kavak-karaçam yongası ve tutkal kütle dağılım tablosu

Badem kabuğu oranı (%)	Kavak karaçam yonga oranı (%)	Tutkal oranı (%)	Badem levha yoğunluğu (kg/m ³)	Badem kütlesi (g)	Kavak-karaçam yonga kütlesi (g)	Tutkal kütlesi (g)
1. Üretim sonrası oluşan ürünler						
9	81	10	1,2	320	2880	400
27	63	10	1,2	960	2740	400
45	45	10	1,2	1600	1600	400
72	18	10	1,2	2560	640	400
90	0	10	1,2	3200	0	400
2. Üretim sonrası oluşan ürünler						
27	63	10	0,6	333	797	230
27	63	10	0,7	387	903	265
27	63	10	0,8	439,5	1025	300
27	63	10	0,9	492	1148	335
54	36	10	0,6	666	444	230
54	36	10	0,7	774	516	265
54	36	10	0,8	879	596	300
54	36	10	0,9	984	656	335
81	9	10	0,6	999	111	230
81	9	10	0,7	1161	129	265
81	9	10	0,8	1318	147	300
81	9	10	0,9	1476	164	335

(Özdemir ve İsmail) belirtmiş olduğu tutkal oranlarına göre belirlenmiştir. Şekil 4.9.'da tutkal hassas teraziyle tartıldıktan sonra konulmaktadır.

**Şekil 4.8.** Tutkal kütlesi tartılması

Şekil 4.9.'da karışım haznede bir araya getirilmiştir. Üzerine tartılan tutkal eklenmiştir.



Şekil 4.9. Badem kabuğu yonga levha karışmadan önceki hali

Karıştırma haznesi içinde karıştırılmıştır. Mikser ile karıştırılmıştır. Şekil 4.10.'da karıştırma işleminde homojenlik tutkalın yonganın her bir yerine nüfuz etmesi için gereklidir.



Şekil 4.10. Karıştırma işlemi

Şekil 4.11.'de alttan bir destekle sabitlenmiş tahtanın üstüne alüminyum folyo serilir ve 42x42 cm ölçülerindeki kalıp hazırlanır.



Şekil 4.11. Kalıp hazırlanması

Şekil 4.12.'deki kalıp preslenecek malzemeyi bir pasta gibi yapmak içindir.



Şekil 4.12. Kalıp hazırlanması aşaması

Şekil 4.13.'de karıştırılan homojen parça hazırlanan bu kalıp içine dökülür ve tüm bu işlemler her basım işleminde gerçekleşmelidir.



Şekil 4.13. Kalıp içine karışım dökülmesi

Şekil 4.14.'te kalıp kenarları çekilip kaldırıldıktan sonra şekilde görüldüğü üzere kalıbın üstünün durduğu gibi düzgün bir görünüm almalıdır.



Şekil 4.14. Kalıbın kenarlarının kaldırılması sonrası oluşan görünüm

Şekil 4.15.'de kalıbın üstü de kaldırıldıktan altına alüminyum folyo serildiği gibi sonra üstüne tekrar alüminyum folyo serilir. Sebebi badem kabuğu katkılı yonga levhanın pres cihazına yapışmamasıdır. Badem kabuğu katkılı yonga levhanın üstü ve altı metal sac ile kapatılır, destek çitaları eklenir ve pres makinesine sürülür.



Şekil 4.15. Kalıbın kaldırılması sonrası oluşan görünüm

SSP 180 Cihazının ayarlamaları yapılır. Cihazda pres süresi, pres sıcaklığı ve basıncı ayarlanabilmektedir.

Şekil 4.16.'da öncelikle iş güvenliği tedbirleri alınır. Ürün çok sıcaktır ve ürünün tutkalının bir kısmı (zehirli bir gaz) buharlaşmıştır. Ardından sıcaklıkla yapışan alüminyum folyolar temizlenir.



Şekil 4.16. Badem kabuğu katkıli yonga levha

Badem kabuğu katkıli yonga levhalarının sıcaklıkla üzerine yapışan alüminyum folyolar zımparalanmıştır. Parçalar özelliklerine göre karışmaması için numaralandırılmıştır.

Şekil 4.17.'de belirtilen badem kabuğu esaslı yonga levhalar ahşap marangozlarında test numunesi olmak üzere kestirilir.



Şekil 4.17. Badem kabuğu katkılı yonga levhalar

4.3.Badem Kabuğu Esaslı Yonga Levhaların Isıl İletkenliklerinin Tespiti

Badem Kabuğu esaslı yonga levhaların ısı iletkenliklerinin tespiti yapılabilmesi için gerekli ölçülerde, istenilen şekillerde kestirilmiştir.



Şekil 4.18. Isıl iletkenlik numuneleri

Süleyman Demirel Üniversitesi, Doğal ve Endüstriyel Yapı Malzemeleri Araştırma Uygulama Merkezinde bulunan Isıl iletkenlik test cihazının ısı ölçümleri için istenen ölçülerce hazırlanan numuneler 30×30×1,5 cm ve 30×30×1 cm olarak ısı iletkenlik testine alınmıştır.

4.4. Kullanılan Tutkal ve Özellikleri

Badem levha üretiminde badem kabukları ve karaçam-kavak yonga karışımını bir şekilde tutturabilmek amacıyla % 55 oranlık üre-formaldehit içeren tutkal kullanılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda yani alınan teknik destekle, tutkala ilaveten amonyum sülfat sertleştiricisi eklendiğinde daha kısa sürede ve daha dayanımlı malzemeler üretme imkanına kavuşulmuştur.



Şekil 4.19. % 55 oranlık üre formaldehit içeren tutkal ve sertleştirici amonyum sülfat

Düzce Üniversitesi ve AGT firması kaynaklarına göre kütlece % 9-12 arasında kullanılması gereken % 55 oranlık üre-formaldehit içeren tutkal, sıkıştırma oranına öncelliğiyle yine yer alan kaynaklardaki hesaplamalarla yonga levha içinde kullanılmıştır. Sertleştirici oranı ise tutkalın yaklaşık % 9'u kadardır. Sertleştirici kullanımı ise kristal tanecikleri çözünecek şekilde sıvı eklendikten ve karıştırıldıktan sonra karışıma eklenmiştir

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada badem kabuğu katkılı yonga levha üretimi araştırılmıştır. Badem kabuğu öğütülmüş ve kurutulmuştur. Badem kabuğunun farklı oranları ve yoğunluklarından üretilmiş levhaları incelemek ana hedef olmaktadır. Badem kabuğuna ilaveten kavak ve karaçam yongaları karıştırılmıştır. Badem kabuğu ve kavak-karaçama, % 55 oranlık üre-formaldehit içeren tutkal %10 oranında ve sertleştirici amonyum sülfat (tutkalın % 10'u kadar) eklenmiştir. Sıcak pres cihazıyla yonga levha şeklinde basıldıktan sonra zımparalama ve numaralandırma yapılmıştır. Termal iletkenlik analiz cihazı ile badem kabuğu katkılı yonga levhaların ısı iletim katsayıları ölçülmüştür. TS 825 yonga levha ve ahşap ısı iletkenlik değerleri tablo 5.1.'de verilmiştir. Kıyaslama ölçütleri ahşabın ve yonga levhaların ısı iletkenlik hesap değeridir. Ayrıca oluşan numuneler birbirleri arasında kıyaslanmıştır.

Tablo 5.1. Ahşap ve ahşap ürünleri özellikleri (TS 825)

Malzeme Cinsi	Yoğunluk (g/cm ³)	Isıl iletkenlik hesap değeri (W/mK)
İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	600	0,13
Kayın, meşe, dişbudak	800	0,20
Kontrplâk (TS 4645 EN 636), kontrtabla (TS 1047)	800	0,13
Yatık yongalı levhalar (TS EN 309, TS EN 12369-1)	700	0,13
Dik yongalı levhalar (TS 3482)	700	0,17
	600	0,13
Sert (TS 64-2 EN 622-2'ye uygun) ve orta sert (TS 64-3 EN 622-3'e uygun) odun lifi levhalar	800	0,15
	1000	0,17

Tablo 5.2. İlk durumda üretilen numunelerin fiziksel, kimyasal ve proses özellikleri

ADI	KALINLIK (mm)	BADEM KABUĞU ORANI (%)	KAVAK- KARAÇAM ORANI (%)	TUTKAL AĞIRLIK (g/adet)	AMONYUM SÜLFAT AĞIRLIK (g/adet)	PRES BASINCI (Bar)	PRES SICAK LIĞI (C°)	PRES SÜRESİ (s)	YOĞUNLUK (g/cm ³)
N1	15	90	0	400	0	140	140	2040	1,2
N2	15	72	18	400	0	140	140	2040	1,2
N3	15	45	45	400	0	140	140	2040	1,2
N4	15	23	67	400	0	140	140	2040	1,2
N5	15	9	81	400	0	140	140	2040	1,2

Belirtilen bulgulara amonyum sülfat sertleştirici eklenmemiş pres süresi ve sıcaklığı diğer ölçümlere göre yüksek tutulmuştur.

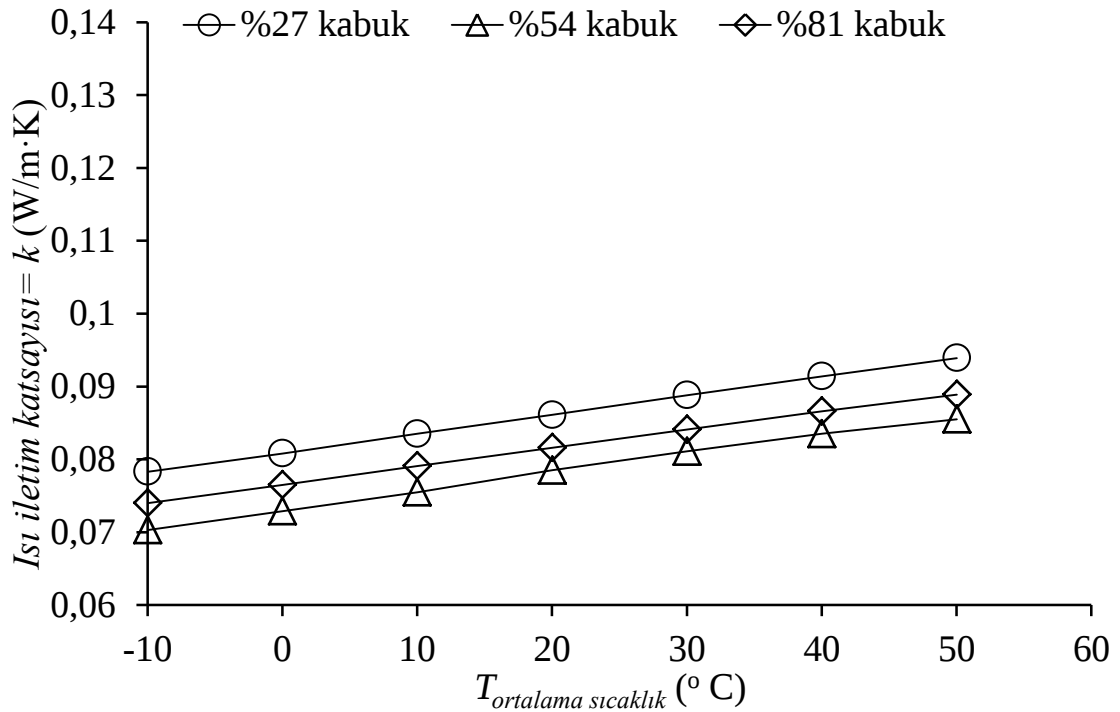
Tablo 5.3. İkinci durumda üretilen numunelerin fiziksel, kimyasal ve proses özellikleri

ADI	KALINLIK (mm)	BADEM KABUĞU ORANI (%)	KAVAK- KARAÇAM ORANI (%)	TUTKAL AĞIRLIK (g/adet)	AMONYUM SÜLFAT AĞIRLIK (g/adet)	PRES BASINCI (Bar)	PRES SICAKL IĞI (C°)	PRES SÜRESİ (s)	YOĞUNLUK (g/cm ³)
N6	10	27	63	230	30	110	150	600	0,6
N7	10	27	63	265	40	110	150	600	0,7
N8	10	27	63	300	50	110	150	600	0,8
N9	10	27	63	335	55	110	150	600	0,9
N10	10	54	36	230	30	110	150	600	0,6
N11	10	54	36	265	40	110	150	600	0,7
N12	10	54	36	300	50	110	150	600	0,8
N13	10	54	36	335	55	110	150	600	0,9
N14	10	81	9	230	30	110	150	600	0,6
N15	10	81	9	265	40	110	150	600	0,7
N16	10	81	9	300	50	110	150	600	0,8
N17	10	81	9	335	55	110	150	600	0,9

Amonyum sülfat eklendiğinden pres sıcaklığı ve pres süresinde değişikliğe gidilmiştir.

5.1. Bulguların Değerlendirilmesi

Yoğunluklarına göre badem levhalar, sıkıştırma oranları elde edilebilmesi için gereken şartları karşılamaktadır. Gereken sıkıştırma oranına uygun yoğunluklarla basımlar yapılmıştır. Şekil 5.1-5.5.'te 0,6-0,9 ve 1.2 g/cm³ yoğunluktaki plakaların ısı iletkenlik değerleri elde edilmiştir. Ortam sıcaklığı, ısı iletkenlik sonuçlarından elde edilen maksimum ve minimum sıcaklığın ortalamasıdır. Alınan ısı iletkenlik ölçüm değerleri maksimum ve minimum ısı iletkenlik değerlerinin ortalamasına göre yapılmıştır. Belirtilen yoğunluk ve yüzde badem kabuğu kıyaslamaları için -10-50 ° C arasındaki ölçümlerin de ortalaması alınmıştır.

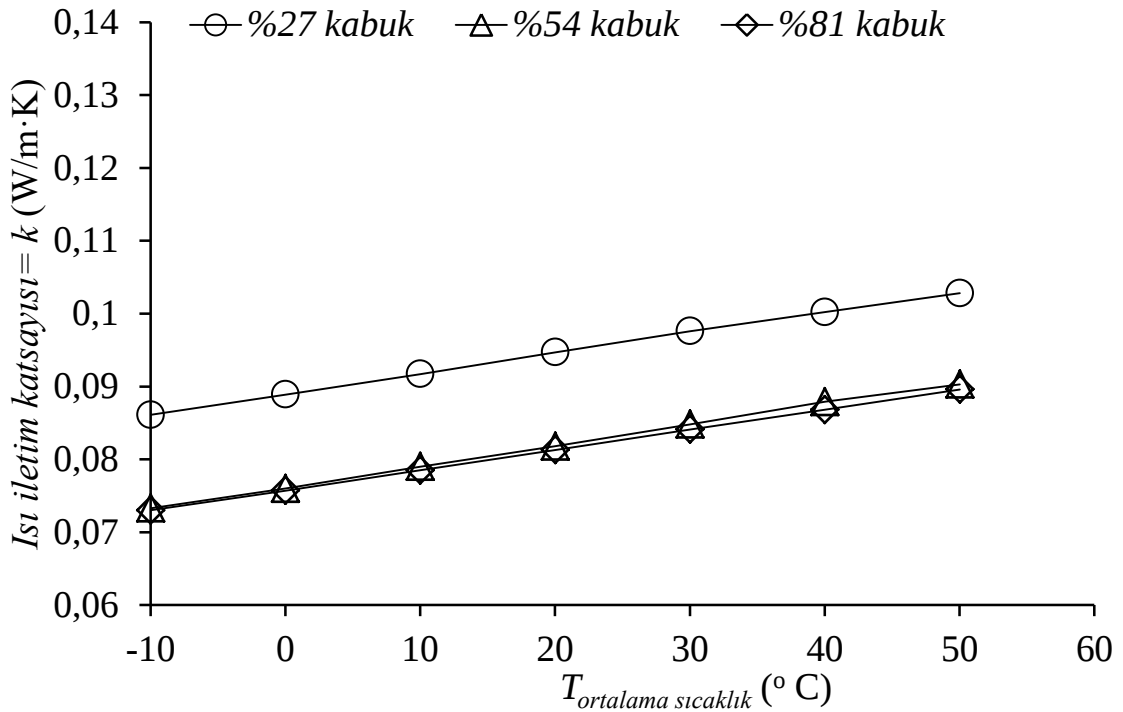


Şekil 5.1. 0,6 g/cm³ yoğunluktaki badem levhaların ısı iletkenlik katsayıları

Şekil 5.1.'de 0,6 g/cm³ yoğunluk için % 27, % 54 ve % 81 badem kabuğu katkılı yonga levhaların grafikleri görülmektedir. Tablo 5.3.'de tüm malzemelerin özellikleri detaylıca yazılmıştır. %27 badem kabuğu katkılı yonga levha için 0,085 W/mK, %54 için 0,077 W/mK ve %81 için 0,081 W/mK ortalama ısı iletkenlik katsayıları ölçülmüştür. Bu değerler yalıtkan olan ahşaplardan TS 825 standartlarından 0,200 W/mK ısı iletkenlik katsayısına sahip olanlara göre ortalama % 146 daha yalıtkan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Badem kabuğunun sonuçlara olumlu etkisi açıktır. Badem oranlarının yoğunluk etkisi incelendiğinde yoğunluk azalması madde arasındaki boşlukları

meydana getirdiğinden PVC'lerde görüldüğü üzere bir etki yaratacağı düşünülmüş akabinde bu olay ısı iletkenlik sonuçlarına yansımıştır. Bu belirtilen yoğunlukta ilaveten amonyum sülfat sertleştiricisi kullanılmıştır. Amonyum sülfat pres süresi ve malzeme sertliği açısından önem arz etmektedir. Malzeme yoğunluğunun azalması hafif ve ısı iletkenlik için daha iyi değerlere sahip bir malzeme olarak ifade edilmektedir.

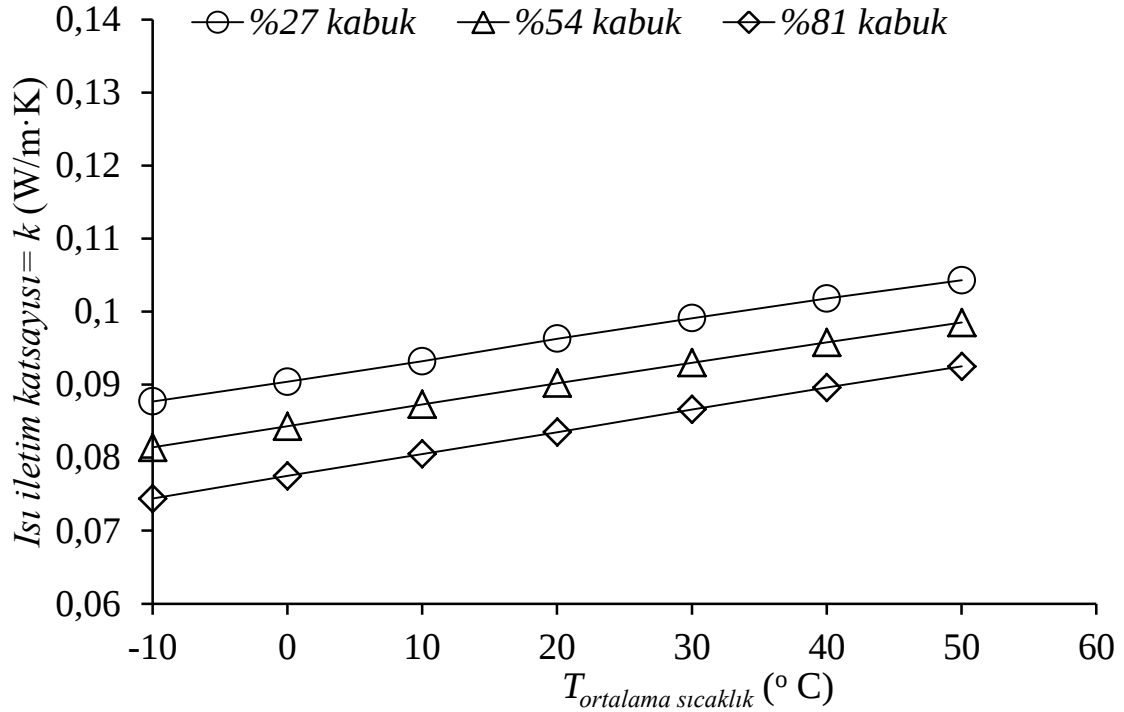
% 27 badem kabuğu katkılı yonga levha, % 54 badem kabuğu katkılı yonga levhaya göre ısı iletkenlik katsayısı % 9,41 daha yüksektir. % 27 badem kabuğu katkılı yonga levhanın, % 81 badem katkılı yonga levhaya göre ısı iletkenlik katsayısı % 4,70 daha düşüktür. Bu yoğunlukta en düşük ısı iletkenlik katsayısına % 54 badem kabuğu katkılı yonga levhada ulaşılmıştır.



Şekil 5.2. 0,7 g/cm³ yoğunluktaki badem levhaların ısı iletkenlik katsayıları

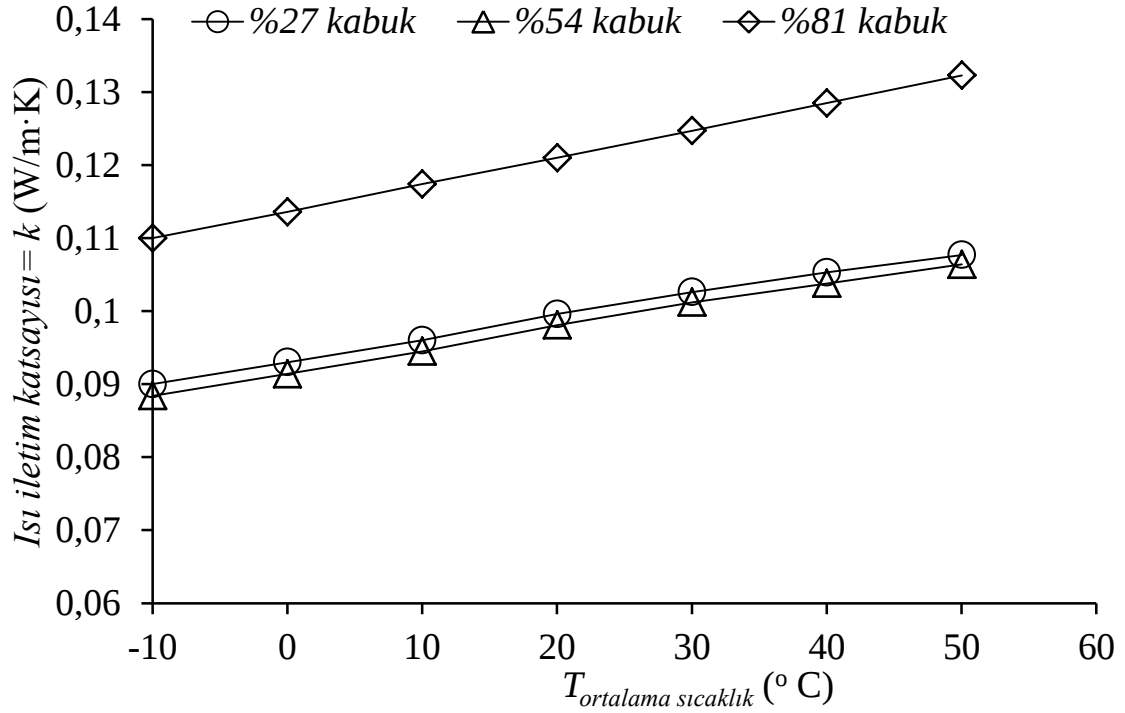
Şekil 5.2.'de 0,7 g/cm³ yoğunluk için % 27, % 54 ve % 81 badem kabuğu katkılı yonga levhaların grafikleri görülmektedir. Tablo 5.3.'de tüm malzemelerin özellikleri detaylıca yazılmıştır. % 27 badem levha için 0,094 W/mK, % 54 için 0,081 W/mK ve % 81 için 0,080 W/mK ortalama ısı iletkenlik katsayıları ölçülmüştür. Bu değerler yalıtkan olan ahşaplardan TS 825 standartlarından 0,200 W/mK ısı iletkenlik katsayılarına sahip olanlara göre %135 daha yalıtkan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. % 27 badem kabuğu katkılı yonga levhanın, % 54 badem kabuğu katkılı yonga levhaya göre ısı iletkenlik katsayısı % 13,82 daha yüksektir. % 27 badem kabuğu katkılı yonga levhanın, % 81

badem kabuğu katkılı yonga levhaya göre ısı iletkenlik katsayısı % 14,89 daha yüksektir. Bu oranda badem kabuğunu ısı iletkenlik katsayısını düşürdüğü bulunmuştur.



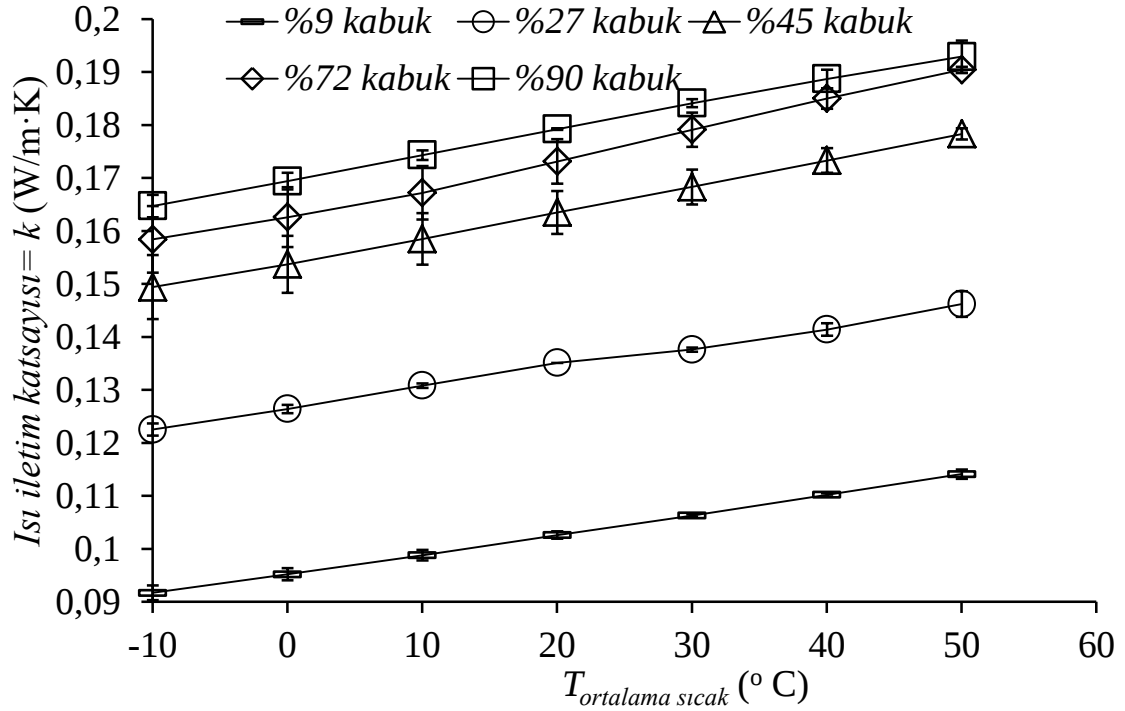
Şekil 5.3. 0,8 g/cm³ yoğunluktaki badem levhaların ısı iletkenlik katsayıları

Şekil 5.3.'te 0,8 g/cm³ yoğunluk için % 27, % 54 ve % 81 badem kabuğu katkılı yonga levhaların grafikleri görülmektedir. Tablo 5.3.'de tüm malzemelerin özellikleri detaylıca yazılmıştır. % 27 badem levha için 0,095 W/mK, % 54 için 0,089 W/mK ve % 81 için 0,083 W/mK ortalama ısı iletkenlik katsayıları ölçülmüştür. Bu değerler yalıtkan olan ahşaplardan TS 825 standartlarından 0,200 W/mK ısı iletkenlik değerine sahip olanlara göre % 124 daha yalıtkan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. % 27 badem kabuğu katkılı yonga levhanın, % 54 badem kabuğu katkılı yonga levhaya göre ısı iletkenlik katsayısı % 6,31 daha yüksektir. % 27 badem kabuğu katkılı yonga levhanın, % 81 badem kabuğu katkılı yonga levhaya göre ısı iletkenlik katsayısı % 12,63 daha yüksektir. Burada badem kabuğu etkisi sonuçlara olumlu etkiler yapmıştır.



Şekil 5.4. 0,9 g/cm³ yoğunluktaki badem levhaların ısı iletkenlik katsayıları

Şekil 5.4.'te 0,9 g/cm³ yoğunluk için % 27, % 54 ve % 81 badem kabuğu katkılı yonga levhaların grafikleri görülmektedir. Tablo 5.3.'de tüm malzemelerin özellikleri detaylıca yazılmıştır. %27 badem levha için 0,098 W/mK, %54 için 0,097 W/mK ve %81 için 0,120 W/mK ortalama ısı iletkenlik değerleri ölçülmüştür. Bu değerler yalıtkan olan ahşaplardan TS 825 standartlarından 0,200 W/mK ısı iletkenlik değerine sahip olanlara göre %90 daha yalıtkan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. % 27 badem katkılı yonga levhanın, % 54 badem katkılı yonga levhaya göre ısı iletkenlik katsayısı % 1,02 daha yüksektir. % 27 badem katkılı yonga levhanın, % 81 badem katkılı yonga levhaya göre ısı iletkenlik katsayısı % 22,44 daha düşüktür. Burada % 54 badem kabuğu katkılı yonga levha en düşük ısı iletkenlik katsayısına sahiptir.



Şekil 5.5. 1,2 g/cm³ yoğunluktaki badem levhaların ısı iletkenlik katsayıları

Şekil 5.5.'e 1,2 g/cm³ yoğunluk için % 90, % 72, % 45, % 27 ve % 9 oranlı badem kabuğu katkılı yonga levhaların grafikleri görülmektedir. Tablo 5.2.'de tüm malzemelerin özellikleri detaylıca yazılmıştır. %90 badem levha için 0,178 W/mK, %45 için 0,172 W/mK, %27 için 0,163 W/mK, %81 için 0,133 W/mK ve %72 için 0,102 W/mK ortalama ısı iletkenlik değerleri ölçülmüştür. Bu değerler yalıtkan olan ahşaplardan TS 825 standartlarından 0,200 W/mK ısı iletkenlik katsayısına sahip olanlara göre % 34 daha yalıtkan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. 1,2 g/cm³ yoğunlukta amonyum sülfat sertleştirici kullanılmamış ve üretilen malzeme kalınlığı daha fazladır. Yine de tüm badem ile elde edilen sonuçlar %27 ve üzerinde badem levha kullanılması sonucunda ısı iletkenliği katsayısını azaltmış ve kullanılabilir bir ürün olduğunu ortaya koymuştur.

(Ceviz, 2008) Atık odunlar ile perlit karıştırılması ile 0,067 W/mK ısı iletkenlik katsayısına ulaşılmıştır. Bu katsayı badem kabukları ile elde edilen minimum ısı iletkenlik değeri olan 0,068 W/mK değerinden sadece 0,01 azdır. Ortalama katsayılar ele alındığında en düşük ısı iletkenlik katsayısı 0,6 g/cm³ yoğunlukta 0,081 W/mK'dir. Tüm özellikler için ideal olan malzemenin seçimi, yonga levha üretiminin en iyi varyasyonlara sahip olmamız için önceliğimiz olmalıdır. Bir malzeme için yüksek oranda yükleme yapıldığında olumlu özelliklerinin yanında olumsuz olabilecek

özelliklerinde de artışlar meydana gelebilmektedir. Bu tür olaylar sebebiyle istenilen özellikleri ağır basan materyaller bizim kullanım amaçlarımız için ideal olmaktadır. Badem kabuğunu yalıtkanlıktaki olumlu etkisi sonuçların büyük bir kısmında görülmektedir. Minimum ısı iletkenliğe sahip badem levha ile orta yoğunluklu lif levha (MDF) incelenmiştir.

Tablo 5.4. Maliyet analizi birim fiyatlar için (Ağustos 2022)

Gider kalemleri	Birimler	Tutar
Badem kabuğu	1 kg	8,50 TL
Kavak-karaçam yongası	1 kg	1,00 TL
%55 Üre formaldehit	1 lt	65,00 TL
SSP 180 cihazı	1,2 kW	0,30 TL
Amonyum sülfat	1 kg	2,00 TL
Alüminyum folyo, ahşap kalıp, karıştırma kabı, mikser, yanmaz eldiven, gözlük, maske, iş gücü maliyetleri	1 üretim	14,15 TL

Tablo 5.5. Badem kabuğu katkılı yonga levha maliyet analizi 1 m² (Ağustos 2022)

Badem kabuğu katkılı yonga levha maliyeti (0,6 g/cm ³ , %54 badem kabuğu oranlı, 10 cm kalınlık ve 1 m ²)	Birimler	Tutarı
Badem kabuğu	2,91 kg	24,70 TL
Kavak-karaçam yongası	2,48 kg	2,50 TL
%55 Üre formaldehit karışım için %10'u	600 ml	39,00 TL
SSP 180 cihaz kullanımı	10 dk	0,30 TL
Amonyum sülfat tutkalın %10'u	60gr	0,12 TL
Alüminyum folyo	5 m	5,00 TL
İş gücü maliyetleri	10 dk	4,15 TL
Ahşap kalıp, karıştırma kabı, mikser, yanmaz eldiven, gözlük, maske	1 üretim için	5,00 TL
Diğer giderler (Pres cihazı, işletme yeri kirası veya fiyatı, vergiler, temizlik, ulaşım, fire payı vb.)	1 üretim için	10,00 TL
		90,77 TL

Ağustos 2022 itibariyle 10 mm kalınlıktaki 1 m²'lik orta yoğunluk levha (MDF) piyasa fiyatı 120 TL'dir. Badem levha maliyeti %24,3 daha ucuzdur. Maliyet olarak hesaplandığında karlı bir yatırım olarak görülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1.Sonuç

Yoğunluk farkları ele alındığında en iyi sonuç $0,6 \text{ g/cm}^3$ yoğunlukta olduğu görülmüştür. Ortalama ısı iletkenlik katsayıları kıyaslandığında $0,6 \text{ g/cm}^3$ yoğunluğunun $0,7 \text{ g/cm}^3$ 'e göre % 4,93, $0,8 \text{ g/cm}^3$ 'e göre % 9,87, $0,9 \text{ g/cm}^3$ 'e göre % 29,62 ve $1,2 \text{ g/cm}^3$ 'e göre % 83,95 oranlarında daha düşük ısı iletkenlik katsayılarına ulaşılmıştır. Bu sonuçlardan net bir şekilde yoğunluğun artması ile ısı iletkenlik katsayısının artması dolayısı ile tanecikler daha yakın olduğundan ısıyı daha iyi ilettiği anlaşılmaktadır. Karlı bir yatırımdır.

Badem kabuğu katkılı yonga levhalardan badem kabuğu oranının fazla olması, teoride ısı yalıtım özelliklerini üstün kılmaktadır ve beklenen sonuç olarak minimum ısı iletkenlik katsayılarını vermesi gerekmektedir. Fakat malzemede dislokasyonlar, yeterli karışmaması ve çevresel koşullar da sonuçlar üzerinde etkili olabilmektedir.

$0,7$ ve $0,8 \text{ g/cm}^3$ yoğunlukta % 81 badem kabuğu oranlı yonga levhalar minimum ısı iletkenlik katsayılarını sunmaktadır.

$0,6$ ve $0,9 \text{ g/cm}^3$ yoğunlukta % 54 badem kabuğu oranlı yonga levhalar ile minimum ısı iletkenlik katsayılarına ulaşmıştır.

Minimum ısı iletkenlik katsayıları $1,2 \text{ g/cm}^3$ yoğunluktaki badem kabuğu katkılı yonga levhalar için % 90 badem kabuğu oranında elde edilmiştir.

6.2. Öneriler

Hayatımızda kullanılan yalıtım malzemelerinin büyük bir kısmı, çoğunlukla ithal bir hammadde olan petrolden üretilmektedir. Badem kabuğu ve atık talaşın katma değeri yüksek olan yalıtım malzemesinin yalıtkanlık ürünü için kullanılması ülke ekonomisine büyük bir katkı sağlayacaktır. Seri üretim hatları kullanıldığında belirtilen süre ve enerji sarfiyatı daha aşağı inecektir. Bu hedefe yönelik çalışmanın gelecekte aşağıdaki adımlar ile sürdürülebileceği öngörülmektedir.

1. Farklı kalınlıklarda ve farklı kimyasallarla badem kabuğu içeren yonga levhaların üretilmesi ve sistematik olarak ısı iletkenlik üzerindeki değişimin incelenmesi
2. Mevcut sonuçlara yol açan yapısal nedenlerin daha net belirlenebilmesi için parçacık ölçeğinde deneysel ve sayısal incelemelerin yapılması
3. Endüstriye yönelik uygulama alanlarının araştırılması

7. KAYNAKLAR

- Akgül, M., Çamlıbel, O. ve Gedik, T., 2013, Türkiye ve dünyadaki mdif endüstrisine genel bir bakış, *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 9 (2), 117-125.
- Anonim, 2021, Tarım ürünleri piyasa raporu badem, Türkiye,
- Anonim, 2022a, Beton kumaş nedir, nerelerde kullanılır?, <https://insapedia.com/beton-kumas-nedir-nerelerde-kullanilir/>:
- Anonim, 2022b, Mask poliüretan köpük, <http://www.maskoto.com/poliuretan.php>:
- Astari, L., Prasetyo, K. ve Suryanegara, L., 2018, Properties of particleboard made from wood waste with various size, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 012004.
- Babenko, M., Estokova, A., Savitskiy, M. ve Unčík, S., 2018, Study of thermal properties of lightweight insulation made of flax straw, *Slovak Journal of Civil Engineering*, 26 (2), 9-14.
- Baldinelli, G., Bianchi, F., Gendelis, S., Jakovics, A., Morini, G. L., Falcioni, S., Fantucci, S., Serra, V., Navacerrada, M. ve Díaz, C., 2019, Thermal conductivity measurement of insulating innovative building materials by hot plate and heat flow meter devices: A Round Robin Test, *International Journal of Thermal Sciences*, 139, 25-35.
- Bordbar, M., 2017, Biosynthesis of Ag/almond shell nanocomposite as a cost-effective and efficient catalyst for degradation of 4-nitrophenol and organic dyes, *RSC advances*, 7 (1), 180-189.
- Ceviz, A., 2008, Atık odun talaşı kullanılarak ısı yalıtımlı dış cephe kaplama elemanının geliştirilmesi, *Selçuk Üniversitesi*, Konya.
- Chen, W., Feng, Y., Qiu, L. ve Zhang, X., 2020, Scanning thermal microscopy method for thermal conductivity measurement of a single SiO₂ nanoparticle, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 154, 119750.
- Coskun, R., Savci, S. ve Delibas, A., 2018, Adsorption properties of activated almond shells for methylene blue (MB), *Environmental Research and Technology*, 1 (2), 31-38.
- Çelik, S., 2017, Motorlu testere talaşının yonga levha üretiminde değerlendirilmesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Çengel, Y. A., 2012, Isı ve kütle transferi, *İzmir*, Güven Bilimsel Kitapevi, p. 23-30
- Çengel, Y. A., 2013, Termodinamik mühendislik yaklaşımıyla, *Türkiye*, Pınarbaşı A., Palme Yayınevi-Akademik Kitaplar, p. 34-35.
- Dikici, A., 2019, Isı yalıtımında kullanılan EPS, XPS ve taş yünü izolasyon malzemelerinin deneysel olarak karşılaştırılması, *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 31 (1).
- Du, F. ve Tan, T., 2021, Recent studies in mechanical properties of selected hard-shelled seeds: a review, *JOM*, 73 (6), 1723-1735.
- Eldoğan, Ü., 2020, Dünya’da ve Türkiye’de badem, *Antep Fıstığı Araştırma Dergisi*, 8, 44-45.
- Emre, S., 2010, Sanayi yapılarında ısı, ses ve yangın yalıtımının incelenmesi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Eren, E., Yüksek performanslı ısı yalıtım malzemesi olan vakum yalıtım panellerinin bina uygulamaları için kullanımının karşılaştırmalı olarak incelenmesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Franco, A., 2007, An apparatus for the routine measurement of thermal conductivity of materials for building application based on a transient hot-wire method, *Applied Thermal Engineering*, 27 (14-15), 2495-2504.

- Güler, C. ve Sancar, S., 2016, Yongalevha fabrikasının çalışma prensibi ve farklı presleme tekniğinin levha kalitesi üzerine etkisi, *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 12 (1), 1-10.
- Güller, B., 2001, Odun kompozitleri, *Turkish Journal of Forestry*, 2 (1), 135-160.
- Isfahlan, A. J., 2010, Antioxidand and antiradical activities of phenolic extracts from Iranian almond hulls and shells, *Turk J Biol*, 34, 165-173.
- İşbilir, D., 2009, Binalarda ısı yalıtımı uygulamaları ve sorunlarının araştırılması, *Selçuk Üniversitesi*, Konya, 1-2.
- Jannot, Y., Degiovanni, A., Schick, V. ve Meulemans, J., 2021, Apparent thermal conductivity measurement of anisotropic insulating materials at high temperature by the parallel hot-wire method, *International Journal of Thermal Sciences*, 160, 106672.
- Levent, Ş., 2019, Gezilemeyen teras çatılardaki su yalıtımı uygulamalarının üretim ve yapım süreci çevresel etkilerinin değerlendirilmesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Li, J., Lv, L., Zhou, G. ve Li, X., 2019, Mechanism of a microscale flat plate heat pipe with extremely high nominal thermal conductivity for cooling high-end smartphone chips, *Energy Conversion and Management*, 201, 112202.
- Melemenci, E., 2017, Katmanlı polietilen köpük malzemelerin yapısal davranışları, *Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Özdemir, H. ve İsmail, A., Odun Karışımı Ve Tutkal Mol Oranının Lif Levhanın Fiziksel, Mekanik Ve Kimyasal Özelliklerinin Değişimine Etkisi, *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 16 (1), 49-61.
- Palacios, A., Cong, L., Navarro, M., Ding, Y. ve Barreneche, C., 2019, Thermal conductivity measurement techniques for characterizing thermal energy storage materials—A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 108, 32-52.
- Paşaoğlu Gül, K., 2021, Perlit ve genleştirilmiş perlitin yapılarda kullanımının enerji verimliliği açısından incelenmesi, *Fırat Üniversitesi*, Elazığ.
- Pirayesh, H. ve Khazaeian, A., 2012, Using almond (*Prunus amygdalus* L.) shell as a bio-waste resource in wood based composite, *Composites Part B: Engineering*, 43 (3), 1475-1479.
- Pirayesh, H., Khanjanzadeh, H. ve Salari, A., 2013, Effect of using walnut/almond shells on the physical, mechanical properties and formaldehyde emission of particleboard, *Composites Part B: Engineering*, 45 (1), 858-863.
- Pope, I., Hidalgo, J. P. ve Torero, J. L., 2021, A correction method for thermal disturbances induced by thermocouples in a low-conductivity charring material, *Fire Safety Journal*, 120, 103077.
- Reddy, K. ve Jayachandran, S., 2017, Investigations on design and construction of a square guarded hot plate (SGHP) apparatus for thermal conductivity measurement of insulation materials, *International Journal of Thermal Sciences*, 120, 136-147.
- Salvi, S. S. ve Jain, A., 2020, Measurement of thermal conductivity of millimeter-sized wires using the fin effect, *Applied Thermal Engineering*, 178, 115482.
- Sözbir, N., 2014, Isı iletim katsayısının belirlenme deneyi, *Makine Mühendisliği Laboratuvarı 2 Dersi*.
- Şimşek, M., 2015, Türkiye'de badem yetiştiriciliğinin durumu ve yapılan seleksiyon çalışmaları konusunda bir araştırma, *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4 (2), 95-100.
- Toprak, H. A., 2020, Ögütülmüş vermikülit kullanılarak üretilen kendiliğinden yerleşen harçların yüksek sıcaklık direnci, *Fen Bilimleri Enstitüsü*.

- Tuncal, J. K., 2021, Ses yalıtımı yapılmış bir okulda ortamın akustik kalitesinin değerlendirilmesi: Bir durum çalışması, *Bursa Uludağ Üniversitesi*.
- TÜİK, 2021, Metaveri bitki üretim istatistikleri badem, <https://data.tuik.gov.tr/Search/Search?text=badem&dil=1>:
- TÜİK, 2022, Sert kabuklu meyveler, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/DownloadIstatistikselTablo?p=a5Hir8ezYfgjEfutjJK3sNO/gAfw3kL2s29XHJstzi/PoZ8qRB4lityAc6Dmu27I>:
- Ulaş, A., 2010, Binalarda TS 825 hesap yöntemine göre ısı kaybı, yakıt tüketimi, karbondioksit emisyonu hesabı ve maliyet analizi, *Gazi Üniversitesi*, Ankara.
- Vursavuş, K. ve Özgüven, F., 2004, Mechanical behaviour of apricot pit under compression loading, *Journal of food engineering*, 65 (2), 255-261.
- Wang, S., Ai, Q., Zou, T.-q., Sun, C. ve Xie, M., 2020, Analysis of radiation effect on thermal conductivity measurement of semi-transparent materials based on transient plane source method, *Applied Thermal Engineering*, 177, 115457.
- Yeniocak, M., 2008, Bağ budama artıklarının yonga levha üretiminde değerlendirilmesi, *Muğla Üniversitesi Muğla*.
- Yurtkulu, V., 2020, Badem eylem planı, *T.C Orman ve Su İşleri Bakanlığı* 18-19.
- Zengin, Y., 2020, Kavak odun atıklarından elde edilen peletlerin bazı yakıt özelliklerinin belirlenmesi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 21 (1), 29-36.

8. EKLER

EK-1 Numune ısı iletkenlik katsayıları

Tablo 8.1. Isıl iletkenlikleri

N1 badem kabuğu katkı ı yonga levha ısı iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısı iletkenlik (W/mK)	Minimum ısı iletkenlik (W/mK)
-10	0,162	0,166
0	0,167	0,170
10	0,173	0,175
20	0,179	0,179
30	0,184	0,183
40	0,190	0,187
50	0,196	0,189

Tablo 8.2. Isıl iletkenlikleri

N2 badem kabuğu katkı ı yonga levha ısı iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısı iletkenlik (W/mK)	Minimum ısı iletkenlik (W/mK)
-10	0,152	0,164
0	0,157	0,168
10	0,162	0,172
20	0,168	0,170
30	0,175	0,182
40	0,183	0,186
50	0,189	0,191

Tablo 8.3. Isıl iletkenlikleri

N3 badem kabuğu katkı ı yonga levha ısı iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısı iletkenlik (W/mK)	Minimum ısı iletkenlik (W/mK)
-10	0,143	0,155
0	0,148	0,159
10	0,153	0,163
20	0,159	0,167
30	0,165	0,171
40	0,171	0,176
50	0,177	0,179

Tablo 8.3. Isıl iletkenlikleri

N4 badem kabuğu katkılı yonga levha ısı iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısı iletkenlik (W/mK)	Minimum ısı iletkenlik (W/mK)
-10	0,121	0,123
0	0,125	0,127
10	0,130	0,131
20	0,135	0,135
30	0,138	0,137
40	0,142	0,140
50	0,148	0,143

Tablo 8.4. Isıl iletkenlikleri

N5 badem kabuğu katkılı yonga levha ısı iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısı iletkenlik (W/mK)	Minimum ısı iletkenlik (W/mK)
-10	0,090	0,093
0	0,094	0,096
10	0,097	0,099
20	0,101	0,103
30	0,106	0,106
40	0,110	0,109
50	0,115	0,113

Tablo 8.6. Isıl iletkenlikleri

N6 badem kabuğu katkılı yonga levha ısı iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısı iletkenlik (W/mK)	Minimum ısı iletkenlik (W/mK)
-10	0,076	0,080
0	0,079	0,082
10	0,082	0,084
20	0,085	0,086
30	0,088	0,089
40	0,091	0,091
50	0,094	0,093

Tablo 8.7. Isıl iletkenlikleri

N7 badem kabuğu katkılı yonga levha ısı iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısı iletkenlik (W/mK)	Minimum ısı iletkenlik (W/mK)
-10	0,084	0,088
0	0,087	0,090
10	0,090	0,093
20	0,093	0,095
30	0,097	0,098
40	0,100	0,099
50	0,103	0,101

Tablo 8.8. Isıl iletkenlikleri

N8 badem kabuğu katkılı yonga levha ısı iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısı iletkenlik (W/mK)	Minimum ısı iletkenlik (W/mK)
-10	0,085	0,089
0	0,088	0,092
10	0,091	0,094
20	0,095	0,097
30	0,098	0,099
40	0,102	0,101
50	0,105	0,103

Tablo 8.9. Isıl iletkenlikleri

N9 badem kabuğu katkılı yonga levha ısı iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısı iletkenlik (W/mK)	Minimum ısı iletkenlik (W/mK)
-10	0,087	0,092
0	0,091	0,094
10	0,094	0,097
20	0,098	0,100
30	0,102	0,103
40	0,105	0,105
50	0,108	0,106

Tablo 8.10. Isıl iletkenlikleri

N10 badem kabuğu katkılı yonga levha ısı iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısı iletkenlik (W/mK)	Minimum ısı iletkenlik (W/mK)
-10	0,068	0,071
0	0,071	0,074
10	0,074	0,076
20	0,077	0,079
30	0,080	0,081
40	0,083	0,083
50	0,086	0,084

Tablo 8.11. Isıl iletkenlikleri

N11 badem kabuğu katkılı yonga levha ısı iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısı iletkenlik (W/mK)	Minimum ısı iletkenlik (W/mK)
-10	0,071	0,075
0	0,074	0,077
10	0,077	0,080
20	0,081	0,082
30	0,084	0,085
40	0,088	0,087
50	0,090	0,089

Tablo 8.12. Isıl iletkenlikleri

N12 badem kabuğu katkılı yonga levha ısı iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısı iletkenlik (W/mK)	Minimum ısı iletkenlik (W/mK)
-10	0,079	0,082
0	0,083	0,085
10	0,086	0,088
20	0,089	0,090
30	0,093	0,093
40	0,096	0,095
50	0,099	0,097

Tablo 8.13. Isıl iletkenlikleri

N13 badem kabuğu katkılı yonga levha ısı iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısı iletkenlik (W/mK)	Minimum ısı iletkenlik (W/mK)
-10	0,086	0,090
0	0,089	0,093
10	0,093	0,095
20	0,097	0,099
30	0,100	0,101
40	0,104	0,103
50	0,107	0,105

Tablo 8.14. Isıl iletkenlikleri

N14 badem kabuğu katkılı yonga levha ısı iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısı iletkenlik (W/mK)	Minimum ısı iletkenlik (W/mK)
-10	0,072	0,075
0	0,075	0,077
10	0,078	0,080
20	0,081	0,082
30	0,083	0,084
40	0,086	0,086
50	0,089	0,088

Tablo 8.15. Isıl iletkenlikleri

N15 badem kabuğu katkılı yonga levha ısı iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısı iletkenlik (W/mK)	Minimum ısı iletkenlik (W/mK)
-10	0,071	0,074
0	0,074	0,077
10	0,077	0,079
20	0,080	0,082
30	0,083	0,084
40	0,086	0,086
50	0,090	0,089

Tablo 8.16. Isıl iletkenlikleri

N16 badem kabuğu katkılı yonga levha ısıl iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısıl iletkenlik (W/mK)	Minimum ısıl iletkenlik (W/mK)
-10	0,073	0,075
0	0,076	0,078
10	0,079	0,081
20	0,082	0,084
30	0,086	0,086
40	0,089	0,089
50	0,093	0,091

Tablo 8.17. Isıl iletkenlikleri

N17 badem kabuğu katkılı yonga levha ısıl iletkenlikleri		
Sıcaklık (°C)	Maksimum ısıl iletkenlik (W/mK)	Minimum ısıl iletkenlik (W/mK)
-10	0,107	0,112
0	0,111	0,115
10	0,115	0,118
20	0,120	0,121
30	0,124	0,125
40	0,129	0,127
50	0,133	0,130