



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/politeknik>



Yer fıstığı kabuğundan yanmaz, su tutmaz polimerik kompozit yonga levha üretimi

Production of non-flammable, water-repellent polymeric composite particleboard from peanut shell

Yazar(lar) (Author(s)): Ahmet Fırat KARABULUT

ORCID: 0000-0002-6208-7127

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Karabulut A. F., “Yer fıstığı kabuğundan yanmaz, su tutmaz polimerik kompozit yonga levha üretimi”, *Politeknik Dergisi*, 25(2): 685-689, (2022).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.org.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.845419

Production of Non-flammable, Water-repellent Polymeric Composite Particleboard from Peanut Shell

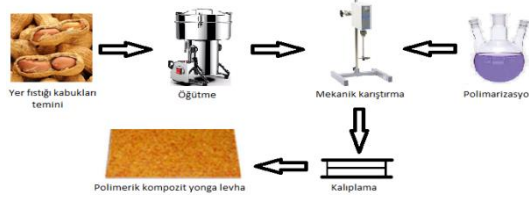
Yer Fıstığı Kabuğundan Yanmaz, Su Tutmaz Polimerik Kompozit Yonga Levha Üretimi

Önemli noktalar (Highlights)

- Üre formaldehitin fenol formaldehit ile modifiyesi / Modification of urea formaldehyde with phenol formaldehyde
- LOI 30 değerine kadar yükseltilebilmesi / LOI can be increased up to 30.
- Su tutma kapasitesinin % 37'den %21'e düşürülebilmesi / Reducing water holding capacity from 37% to 21%
- Düşen mekanik dayanımın matriks yapı çapraz bağlanmasıyla artırılması / Recovery of the decreased mechanical strength by increasing the matrix structure crosslinking

Grafik Özet (Graphical Abstract)

Yer fıstığı kabukları kurutulmuş, öğütülmüş, öte yandan polimerizasyon reaksiyonu ile üre ve fenol formaldehit reçineleri sentezlenmiş ve belirli oranlarda karıştırılarak preslenmiş ve performans testlerine tabi tutulmuştur. / Peanut shells were dried and ground, on the other hand, urea and phenol formaldehyde resins were synthesized by polymerization reaction and mixed in certain proportions and pressed and subjected to performance tests.



Şekil 1. Yer fıstığı kabuğundan yonga levha üretimi / Particleboard production from peanut shell

Amaç (Aim)

Bu çalışmada amaç yer fıstığı kabuklarından üstün fiziksel özelliklerde yonga levha üretimi gerçekleştirmektir. / The aim of this study is to produce chipboard with superior physical properties from peanut shells.

Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

Modifiye edicilerin su tutma kapasitesine ve yanmazlık değerine (LOI test metodu) etkileri üç nokta eğme testleri ile belirlenmiştir. / The effects of modifiers on the water retention capacity and non-flammability value (LOI test method) were determined by three point bending tests.

Özgünlük (Originality)

Matris yapıya eklenen modifiye ediciler ve tatminkar sonuçları çalışmanın özgün yönüdür. / The modifiers added to the polymer matrix structure and their satisfactory results are the original aspect of the study.

Bulgular (Findings)

Numunenin LOI değerleri atık alçı taşı ilavesiyle 26'dan 30'a çıkarılmıştır. Fenol formaldehitin üre formaldehit reçinesine katılmasıyla su tutma kapasitesi %37'den %21'e indirilmiştir. / LOI of the sample was increased from 26 to 30 with the addition of waste gypsum. With the addition of phenol formaldehyde to urea formaldehyde resin, the water holding capacity was reduced from 37% to 21%.

Sonuç (Conclusion)

Yer fıstığı kabuğundan yanmaya dirençli, su tutma kapasitesi düşük yonga levha üretimi gerçekleştirilmiştir. / Particleboards resistant to burning and have low water holding capacity have been produced from peanut shells.

Etik Standartların Beyanı (Declaration of Ethical Standards)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler. / The author(s) of this article declare that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

Yer Fıstığı Kabuğundan Yanmaz, Su Tutmaz Polimerik Kompozit Yonga Levha Üretimi

Araştırma Makalesi / Research article

Ahmet Fırat KARABULUT*

Kimya Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Türkiye
(Geliş/Received : 22.12.2020 ; Kabul/Accepted : 07.01.2021 ; Erken Görünüm/Early View : 20.01.2021)

ÖZ

Bu çalışmada Osmaniye bölgesi için önemli bir gelir kaynağı olan yer fıstığının katma değerinin artırılması amaçlanmıştır. Kabuk yan ürününü değerlendirmek için farklı tip ve oranlarda katkılama ile oluşturulan matris yapı sayesinde yanmazlık ve su iticilik gibi üstün özelliklere sahip polimerik kompozit yonga levha üretilmiştir. Üretilen kompozitin LOI değeri (limit oksijen indeksi) 30, mekanik dayanımı 2065 kPa ve malzemenin su tutma kapasitesi 0,20 (m/m) olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler : Yer fıstığı kabuğu, limit oksijen indeksi, 3 nokta eğme testi, üre formaldehit, fenol formaldehit, polimerik kompozit yonga levha.

Production of Non-flammable, Water-repellent Polymeric Composite Particleboard from Peanut Shell

ABSTRACT

In this study, it was aimed to increase the added value of peanuts, which is an important source of income for the Osmaniye region. In order to evaluate the shells by-product, polymeric composite particleboard with superior properties such as non-flammability and water repellency was produced thanks to the matrix structure formed by doping in different types and proportions. The LOI value (limit oxygen index) of the produced composite was determined as 30, its mechanical strength as 2065 kPa and the water holding capacity of the material as 0.20 (m / m).

Keywords: Peanut shell, limit oxygen index, three point bending test, urea formaldehyde resin, phenol formadehyde resin, polimeric composite particleboard.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Gün geçtikçe artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, doğal kaynaklara daha fazla başvurulmaktadır. Ancak üretim faktörlerinden biri olan doğal kaynaklar sonsuz rezervlere sahip değildir. Ayrıca doğal kaynakların harcanmasının da tabiatın dengesini değiştirdiği ve dünyanın yaşanabilirliğini azalttığı göz ardı etmemek gerekir. Nitekim hidrokarbonların tüketimi sonucu açığa çıkan gazlar hali hazırda fotosentez yoluyla tolere edilemeyecek seviyelere ulaşmış, küresel ısınma alabildiğine canlılığı tehdit etmeye başlamıştır. Hal böyleyken, ağaç popülasyonunun ahşap sanayinin kütük ihtiyacı sebebiyle hızla yok edilmesi, bu sorunun dramatik bir şekilde büyümesine sebebiyet vermektedir. Nitekim ahşap ürünlerinin üretimini gerçekleştiren birçok büyük firmanın SWOT analizleri incelendiğinde, başlıca risklerinin tomruk ithalatının sektöre uğraması olduğu görülecektir. Ancak unutulmamalıdır ki, ağaç popülasyonu sonsuz olmadığı gibi, ham madde olarak kullanılmak üzere kesildikleri her seferde dünyanın ciğerlerine ağır tahribatlar verilmektedir.

Günümüz mobilya sanayiinde, ahşap malzemeler direkt tomruktan elde edilecek levha veya kütükler yerine,

yonga levhalar tercih edilmektedir. Bunun başlıca sebebi, yonga levhaların daha az ağaç yoğunluğuna sahip olmasıdır. Bu sayede hem daha az ağaç sarf edilmiş olmakta hem ürünlerin daha hafif olması sağlanmaktadır. Bunun sonucunda ise maliyetleri düşürebilmek mümkün olabilmektedir. Ne var ki ürünlerinin dayanımlarının ve ömürlerinin çok daha kısaldığı göz ardı edilmemelidir. Malzemenin biyolojik bozunmaya uğramaması, mekanik etki sonucunda deformasyona uğramayacak sağlamlıkta olması, su ve neme karşı dirençli olması sektörde beklenen kriterlerdir.

Yonga levhaların üretiminde ağaç yongalarının tutkal yardımı ile belirli işletme şartlarında bir panel şekline dönüştürülmesi söz konusudur. Her ne kadar kullanılan ağaç miktarı bu yolla bir derece azaltılıyor olsa da yine de çevre dostu bir uygulama olduğunu söyleyemeyiz. Son zamanlarda, tarımsal atıkların yonga levha üretiminde kullanılması önemle üzerinde durulan bir konudur. Yeterince yaygınlaşması durumunda ağaçların sanayi kurbanı olması durumu engellenebilecektir. Fındık kabuğu tozundan orta yoğunluklu ahşap levha üretimi bunlardan bir tanesi olup sanayide ahşap sanayiinde yer bulmaya başlamıştır.

Her ne kadar, tarımsal atıkların yonga levha üretiminde kullanılabilirliği yıllardır çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuş olsa da, gerek klasik yaklaşımların terk edilemeyeşi ve gerekse tarımsal atıklardaki ön işlemlerin

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta : afkarabulut@osmaniye.edu.tr

zorluğu ve sektörün ihtiyacını karşılayamaması gibi kaygılarla konvansiyonel metodun yerini henüz alabilmiş değildir.

Inovatif yaklaşımlarla, sentezlenen polimerik kompozit levhaların ekstra özellikler taşıması ve klasik ağaç yongası levhaların sahip olduğu handikapları barındırmıyor olması cazibeyi üzerine çekmesini sağlamaktadır. Nitekim önceki çalışmada, şeftali çekirdeği kabuğundan üretilen yonga levhada 34 MPa dayanım ve 44,5 LOI değeri, çay lifleri ve Silisyum oksit katkısıyla elde edilebilmiştir [1].

Yine benzer şekilde, portakal kabuğunun dolgu maddesi olarak kullanıldığı bir diğer çalışmada bağlayıcı kombinasyonu polimerik kompozit malzemenin su tutma kapasitesi %35'ten %16'ya düşürülebilmektedir [2].

Osmaniye yöresi Türkiye'nin önde gelen yerfıstığı yetiştirme bölgesidir. Bölgesel kalkınma modellerinin giderek önem kazandığı bir trendde, yöresel önceliklerden maksimum fayda sağlamak milli bir zorunluluk haline gelmiştir.

Yer fıstığı yetiştiriciliği Osmaniye halkı için temel geçim kaynaklarından en önemlisidir. Bir hayli zahmetli olan yer fıstığı yetiştiriciliğini teşvik etmek ve karlılığını arttırmak için yenilikçi yaklaşımlara ihtiyaç vardır.

Bu yaklaşımlar sadece yer fıstığının yemiş kısmıyla sınırlı olmamalı atıklarından da katma değer sağlanabilmelidir. Hali hazırda yem, kanatlı altlığı, yakıt olarak, aynı zamanda sunta ve kömür yapımlarında kullanılmaktadır. Fakat kabuğundaki yüksek selüloz oranı özellikle ahşap sanayi için yer fıstığı kabuğunu çok daha yararlı kılıyor.

Gaz yakıt eldesinde de ham madde olarak yer fıstığı kabuğunun kullanıldığı bir çalışmada, düşük kükürt ve azot içeriğinin ve aynı zamanda yüksek karbon içeriğinin, gazlaştırma prosesi için uygun bir kompozisyon olduğu vurgulanmıştır, bahsi geçen çalışmada yer fıstığı kabuğunun elementel analizi şu şekilde yer almıştır:

Evans ve ark. çalışmasında yer fıstığı kabuğunun kimyasal yapısı analiz edilmiştir. Tablo 1'de görüleceği üzere akışkan yatak uygulamaları için hazırlanmış olan bu kabuk numunelerinin kimyasal yapısı belirlenmeye çalışılmıştır. Yüzde 93 civarında tanımlanan yapının yaklaşık yüzde 7'sinin ise henüz tanımlanmadığı rapor edilmiştir [3].

Çizelge 1. Yer fıstığı kabuğunun bileşenleri (Components of peanut shell) [3]

Bileşenler	Örnek 1	Örnek 2
	% Miktar (m/m)	% Miktar (m/m)
Uçucu bileşenler	14,4	13,9
Kül (oksitli yapılar)	3,4	3,4
Lignin	33,3	35,7
Glukan	20,7	21,4
Ksilen	7,5	8,2
Galaktoz	0,1	0,2
Arabinan polisakariti	0,6	0,7
Manan karbonhidrat	0,1	0,1
Protein	11,1	11,1

Nisamaneenate ve ark. ise çalışmalarında yer fıstığı kabuğunun elementel analizini gerçekleştirmişlerdir. Çizelge 2'de sunulan bu analizlerinde, karbon ve oksijen varlığının yapının yüzde 90'ına yakını teşkil ettiği görülmektedir [4].

Çizelge 2. Yer fıstığı kabuğunun elementel analizi (Elemental analysis of peanut shells) [4]

Yaklaşık Analiz (m/m, %)	Son Analiz (m/m, %)
Nem	Karbon 44,34
Kül	Hidrojen 6,35
Değişken Organik İçerik	Azot 0,79
Bağlı karbon	Kükürt 0,29
LHV, (MJ/Kg)	Oksijen 45,47
Yığın yoğunluk (kg/m ³)	Diğer 2,76

Başka bir çalışmada ise sodyum iyon kapasitörün geliştirilmesinde hem anot hem de katot sentezinde aktifleştirilmiş yer fıstığı kabuğu malzemesi kullanılmıştır [5]. Sylla ve ark. ise çalışmalarında benzer olarak süper kapasitör geliştirilmesinde, azotla modifiye edilmiş yer fıstığı kabuğunun yüksek karbon içeriğinden yararlanmışlardır [6].

Çeşitli kullanım ve çalışma alanları bulan yer fıstığı kabuğunun, bu çalışmanın da konusu olan polimerik ahşap malzeme üretimi çalışmalarında kendisine yer aldığı görülmektedir. Ikladious ve ark çalışmalarında, doymamış polyester bağlayıcının varlığında, yer fıstığı kabuğundan yonga levha üretimi gerçekleştirilmiştir. Farklı kimyasal etkilere maruz bırakılan yer fıstığı kabuklarının yapıyı nasıl etkilediğinin araştırıldığı bu çalışmada, gerçekleştirilen bu kimyasal ön işlem sayesinde, su tutma kapasitesinin azaltıldığı, dayanımın artırıldığı rapor edilmiştir [7].

Batalla ve ark. çalışmalarında dolgu malzemesi olarak yer fıstığı kabuklarını kullanmış ve ticari ahşap panelin özellikleriyle karşılaştırmıştır. Yapılan incelemeler neticesinde yer fıstığı kabuğunun yüzde 80 dolgu malzemesi olarak kullanıldığı panellerin, ticari muadilleriyle benzer özelliklerde olduğunu ve ticarileşebilir olduğunu rapor etmişlerdir [8].

Güler ve ark.yer fıstığı kabuğunun üre formaldehit reçinesi ile bağlanması suretiyle genel maksatlı yonga levha üretimi gerçekleştirdikleri çalışmalarında, yer fıstığı kabukları avrupa karaçamı artıklarıyla yüzde 0 ila 100 arasında değişen oranlarda karıştırmışlardır. Yer fıstığı kabuğu miktarının artmasının fiziksel özelliklerde düşüşe sebebiyet verdiği belirlenen çalışmada, yüzde 25 yer fıstığı kabuğu içeren karışımın, 0,7 g/cm³ yoğunluğa sahip olduğu, TS-EN 312 standartlarını karşıladığı ve bu kompozit levhanın alternatif olabileceği kaydedilmiştir [9].

Reçine hazırlama tarımsal atıkların yonga levha yapımında kullanılmasında önem arz eden

basamaklardan biridir. Gerek önceki çalışmalarda [1,2] ve gerekse bu çalışmada da referans alınmış olan Gürü ve ark. çalışmalarında [10,11] polimerizasyon ve optimum üretim şartları bahsine yer verilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, Osmaniye bölgesinin en önemli gelir kaynağı olan yer fıstığının, kabuk atıklarından katma değer sağlanmasıdır. Daha önce yapılan yer fıstığı kabuğundan yonga levha üretimi çalışmalarından farklı olarak, daha yüksek performans özelliklerini elde etmek suretiyle, yonga levhalara su tutmazlık ve yanmazlık özellikleri kazandırılmaya çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

Bu çalışmada bağlayıcı olarak kullanılacak olan üre formaldehit ve fenol formaldehit reçinelerinin sentezi laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Reçine sentezinde kullanılan formaldehit çözeltisi (kütlece %37), katalizör olarak kullanılan sülfürik asit çözeltisi (kütlece %97) ve sodyum hidroksit (kütlece %98) Sigma Aldrich firmasından temin edilmiştir. Üre (kütlece 99) Samsun Gübre Toros A.Ş.'den, fenol (kütlece %99,9) Carlo Erba firmalarından tedarik edilmiştir.

Dolgu malzemesi olarak kullanılan yer fıstığı kabukları, Osmaniye yöresindeki yer fıstığı üreticilerinden temin edilmiştir. Yer fıstığı kabukları 75 °C sıcaklıkta sabit tartıma getirilmiş ve bu sayede kabuğun içerisindeki nem uzaklaştırılmıştır. Bitki öğütücüsünde yer fıstığı kabukları parçalanmış, kabuğun ufalandığı ve kısmen de lifler halinde kaldığı görülmüştür. Toz ve kısmen liflerden oluşum bu karışım belirli oranlarda bağlayıcılarla karıştırılmış ve performans testleri gözlemlenmiştir.

Polimer sentez çalışmaları 3 boyunlu borosilikat cam reaktörlerde gerçekleştirilmiştir. Manyetik karıştırmanın gerçekleştirildiği sistemde, boyunlardan birine geri soğutucu, diğerine termometre ve sonuncusuna ise kör tapa takılmış ve gerektiğinde (katalizör ilavesi gibi) açılarak sisteme yükleme yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Polimerizasyon reaktörü (Polymerization reactor)

Üre, formaldehit ve katalizör olarak NaOH cam reaktöre eklenilmiş ve kapatılarak 50 °C'ye kadar ısıtılmıştır ve bu sıcaklıkta reaksiyon yürütülmüştür. İyi bir karışım sağlanmış ve kondenzasyon basamağının ardından polimerizasyon reaksiyonu gerçekleşmiştir. Polimerizasyonun tamamlanmasının ardından bağlayıcı ile dolgu malzemesi karıştırılmıştır.

Bir diğer bağlayıcı olan fenol formaldehit sentezi için, fenol ve formaldehit bileşikler reaktöre ağırlıkça bire bir oranında alınmış 70 °C'ye kadar ısıtılmış ve reaksiyonun ilk basamağı olan kondenzasyonun başlayabilmesi için ortama katalizör olarak sülfürik asit ilavesi gerçekleştirilmiştir. Reaksiyon sıcaklığı 90 °C'de sabit tutulmuş ve üre formaldehit polimerizasyonundan farklı olarak, reaksiyon esnasında faz ayrışması gerçekleşmiştir. Kondense su ayrı bir fazda toplanmıştır. Bu sayede reaksiyonun sonunda polimerle dolgu malzemesi karıştırılmadan önce suyun ortamdaki uzaklaştırılması mümkün olmuştur. Polimerizasyon reaksiyonları önceki çalışmalarda [1,2] ve literatürde yer alan çalışmalara [10,11] paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Üre formaldehit reçinesi optimum kabuk/polimer oranının belirlenmesinde, fenol formaldehit katkılanması ise su absorpsiyon değerinin düşürülmesi ve LOI değerinin yükseltilmesi çalışmalarında kullanılmıştır.

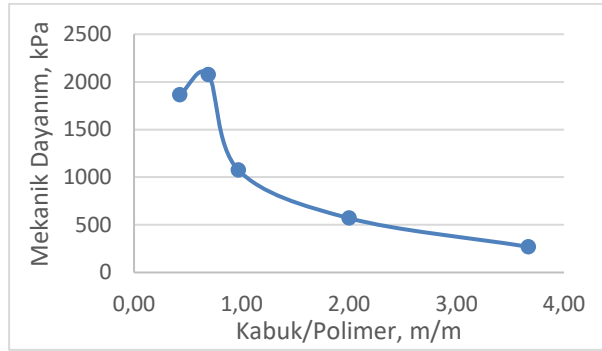
LOI değerini yükselten diğer katkı maddesi ise alçı taşı olarak seçilmiştir, jips olarak da anılan bu bileşik 2 hidratlı ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) yapıdadır. Haliyle su testlerinde hidrat suyu bağlama eğiliminde olmayarak yapısal bozulmaya da sebebiyet vermeyecektir. Piyasada bulunan hidrat suları belirli oranda uçurulmuş alçının su ile muamelesi sonrasında fazla suyunun kurutulması ve sertleşen yapının öğütülmesi ile kolayca elde edilir.

Sentezlenen üre ve fenol formaldehit reçineleri belirli oranlarda karıştırılarak fenol formaldehitin hidrofobik özelliğinden faydalanılmış ve numunelerin su tutma kapasiteleri belirlenmiştir. Deneylerde farklı oranlarda karıştırılan üre ve fenol formaldehit reçineleri homojen bir karışım elde edilene kadar karıştırılmış ve sonrasında dolgu malzemesi ilave edilmiştir.

Su banyosu içerisinde 24 saat süre ile tutulan numunelerin su tutma kapasiteleri ve ilk durumlarına göre ağırlıkça artışları bulunarak absorplanan su miktarı yüzdesel olarak belirlenmiştir.

3. DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Yer fıstığı kabuğundan yanmaz ve su tutmaz polimerik kompozit malzeme üretimi çalışmalarında, malzemenin katkısız olarak optimum dolgu malzemesi-bağlayıcı oranının belirlenebilmesi için gerçekleştirilen çalışmalarda, bağlayıcı olarak üre formaldehit kullanılmış olup, optimum oranın 0,69 kabuk/polimer olduğu Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Farklı oranlarda kabuk/polimer karışımının mekanik dayanımları (Mechanical strengths of shell / polymer mixture in different proportions)

Malzemenin mekanik dayanımı optimizasyonu için dolgu malzemesi bağlayıcı oranı çalışıldıktan sonra, malzemeye yanmazlık özelliği kazandırmak için alçı taşı kullanılmıştır. Farklı oranlarda gerçekleştirilen bu katkılamada beklenildiği üzere LOI (limit oxygen index) bir artış eğilimi içine girmiştir. Çizelge 3’de farklı oranlarda kullanılan atık alçı taşının 0,69 kabuk/polimer oranlı numuneler üzerindeki LOI üzerine etkisi verilmiştir.

Çizelge 3. Alçı taşı ilavesinin LOI değerine etkisi (The effect of gypsum addition on LOI value)

Atık Alçı Taşı, % Kütle	LOI Değeri
0	26
1	28
2	29
3	30

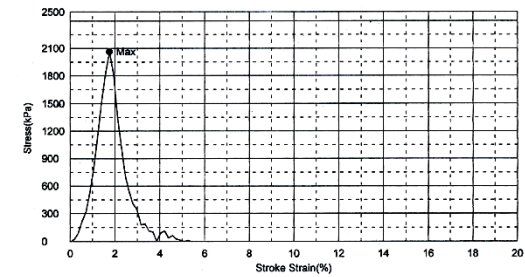
%3 oranında atık alçı taşı ilavesinin LOI değerini 30’a taşıdığı görülmüştür. Literatürde bu değer ve üstü LOI değerine sahip malzemeler yanmaz malzeme olarak kabul edilmektedir. Ancak katkılama esnasında levhanın mekanik dayanımının düştüğü gözlemlenmiştir. Her ne kadar LOI değerinde iyileşmeye sebebiyet verse de dayanım değerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Dayanım değeri 2075 kPa olan 0,69 kabuk/polimer oranında sentezlenen numuneler üzerinde atık alçı taşı katkılama çalışmaları gerçekleştirilmiş ve hedeflenen 30 LOI değerine ulaşıldığında mekanik dayanımın ilk değere göre yaklaşık yüzde 20 civarında düştüğü gözlemlenmiştir. Önceki çalışmalarda fenolik reçinenin hem yanmazlık hem de su direnci özelliklerini iyileştirdiği gibi, aynı zamanda mekanik dayanımı da artırıcı etkiye sahip olduğu gözlemlendiğinden, reçinelerin farklı oranlarda karıştırılması suretiyle ilk haldeki dayanım elde edilmeye çalışılmıştır. Reçinenin yüzde 6 oranında fenol formaldehit içerecek şekilde karıştırılarak atık alçı taşı katkılı dolgu malzemesi ile karıştırıldığında hemen hemen eski değerine kavuştuğu gözlemlenmiştir. Şekil 4’de maksimum gerilimin 2065 kPa çıkarılabildiği görülebilmektedir.

	Thickness	Width	Lower Support
Units	mm	mm	mm
	8.6000	8.7000	35.0000

Name	YP Force	YP Disp	YP Stress	YP Strain	Max Force
Parameter	0.1%/FS	0.1%/FS	0.1%/FS	0.1%/FS	
Units	kN	mm	kPa	%	kN
	--	--	--	--	0.02531

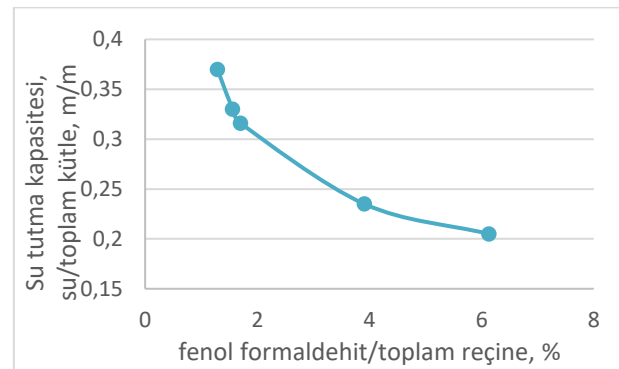
Name	Max Disp	Max Stress	Max Strain	Break Force	Break Disp
Units	mm	kPa	%	kN	mm
%40	0.41900	2065.28	1.76493	--	--

Name	Break Stress	Break Strain
Units	kPa	%
%40	--	--



Şekil 4. Performans özellikleri iyileştirilmiş numunenin 3 nokta eğme testi sonuçları (3-point bending test results of the sample with improved performance characteristics)

Yanmazlık özelliği kazandırılan malzemenin su tutma kapasitesi testleri ise Şekil 5’te verilmiştir. Fenol formaldehit reçinesinin ilavesinin mukavemeti iyileştirdiği gibi su tutma kapasitesini azaltıcı yönde etki gösterdiği aşağıdaki şekilden anlaşılmaktadır. 24 saat sulu ortamda tutulan numunelerinin tartımları gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5. Farklı oranlarda fenol formaldehit reçine katkısının su tutma kapasitesine etkisi (The effect of different proportions of phenol formaldehyde resin additive on water retention capacity)

Formaldehit reçinesinin artırılması sayesinde malzemenin absorbladığı su miktarının neredeyse yarı yarıya azaldığı görülmektedir. Matris yapıda fenolformaldehit ilavesiyle çapraz bağlanmaların artması ve fenolik reçinenin hidrofobik özelliklerinden dolayı su absorplama direncinde ciddi bir iyileşme görülmüştür. Ikladious ve ark. çalışmalarında, silan ve alkali çözeltiyle modifiye edilmiş yer fıstığı kabuğu tozlarıyla ürettikleri yonga levhaların su tutma kapasitelerinin %13-16 arasında değiştiği bildirilmiştir [7]. Bu sonuç göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışmada herhangi bir modifikasyona tabi tutulmamış kabuklardan elde edilmiş sonuçlara göre su tutma kapasitesi %20 civarına indirilmesi başarılabilmektedir.

Aras ve ark. çalışmalarında farklı oranlarda çam kozalağı kullanarak ürettikleri yonga levhalarda, LOI değerinin 35,25 ila 37 değerleri arasında değiştiğini belirtmişlerdir [12]. ASTM standartlarında 21 ve üstündeki LOI değerine sahip malzemeler yanmaya karşı dirençli malzemeler olarak belirtilmiştir, yukarıda verilen örnek çalışmadaki sonuç ile karşılaştırınca elde edilen 30 LOI değerinin yanmazlık açısından memnuniyet verici olduğunu söylemek mümkündür.

4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ (CONCLUSIONS)

Yapılan çalışmalar sonucunda, maksimum mekanik dayanım kabuk/polimer oranının % 69 olduğu numunede elde edilmiştir. Atık alçı taşı takviyesiyle LOI değeri 30'a kadar yükseltilebilmiş ve malzemeye yanmazlık kazandırılmıştır. Reçinenin fenol formaldehit katkısı ile modifiye edilmesi sayesinde su tutma kapasitesi yüzde 37'den yüzde 20'ye kadar düşürülebilmektedir. Yine reçine katkılanması sayesinde mekanik dayanım 2065 kPa'a yükseltilebilmiştir.

ETİK STANDARTLARIN BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

YAZARLARIN KATKILARI (AUTHORS' CONTRIBUTIONS)

Ahmet Fırat KARABULUT: Deneyle yapılmış ve sonuçlarını analiz etmiştir, makalenin yazım işlemini gerçekleştirmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Sahin, A., Tasdemir, H.M., Karabulut, A.F., Gürü M., "Mechanical and thermal properties of particleboard manufactured from waste peachnut shell with glass powder", *Arab J Sci Eng* 42: 1559–1568 (2017).
- [2] Tasdemir, H.M., Sahin, A., Karabulut, A.F., Gürü M., "production of useful composite particleboard from waste orange peel", *Cell Chem Technol* 53(5-6): 517-526 (2019).

- [3] Evans R.J., Czernik S., Chornet E., Feik C.J., French R., Phillips Stephen D.P., "engineering scale up of renewable hydrogen production by catalytic steam reforming of peanut shells pyrolysis products" *Proceedings of the 2001 DOE Hydrogen Program Review NREL/CP-570-30535*, Baltimore-Maryland-Amerika Birleşik Devletleri, 187-196 (2001).
- [4] Nisamaniate, J., Atong, D., Sornkade, P., Sricharoenchaikul, V., "Fuel gas production from peanut shell waste using a modular downdraft gasifier with the thermal integrated unit", *Renew. Energy* 79: 45-50 (2015).
- [5] Ding, J., Wang, H., Zhi, Li., Cui, K., Karpuzov, D., Tan, X., Kohandeghan, A., Mitlin, D., "Peanut shell hybrid sodium ion capacitor with extreme energy–power rivals lithium ion capacitors", *Energy Environ. Sci.*, 8: 941-955 (2015).
- [6] Sylla, NF., Ndiaye, NM., Ngom, BD., Mutuma, BK., Momodu, D., Chaker, M., Manyala, N., "Ex-situ nitrogen-doped porous carbons as electrode materials for high performance supercapacitor" *J. Colloid Interface Sci.*, 569: 332-345 (2020).
- [7] Ikladios, NE., Shukry, N., El-Kalyoubi, SF., Asaad, JN., Mansour, SH., Tawfik, SY., Abou-Zeid, RE., "Eco-friendly composites based on peanut shell powder / unsaturated polyester resin" *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications*, 233(5): 955-964 (2019).
- [8] Batalla, L., Nuñez, AJ., Marcovich NE., "Particleboards from peanut-shell flour" *J Appl Polym Sci.* 97: 916-923 (2005).
- [9] Guler, C., Copur, Y., Tascioglu C., "The manufacture of particleboards using mixture of peanut hull (Arachis hypoqaea L.) and European Black pine (Pinus nigra Arnold) wood chips" *Bioresour. Technol.*, 99: 2893-2897 (2008).
- [10] Gürü, M., Aruntaş, Y., Tüzün FN., Bilici İ., "Processing of urea-formaldehyde-based particleboard from hazelnut shell and improvement of its fire and water resistance" *Fire Mater.*, 33: 413-419 (2009).
- [11] Gürü, M., Şahin, M., Tekeli S., Tokgöz, H., "Production of polymer matrix composite particleboard from pistachio shells and improvement of its fire resistance by fly ash" *High Temp. Mat. Pr.*, 28: 191-195, (2011).
- [12] Aras, U., Kalaycıoğlu, H., Yel, H., Durmaz, S., "Fire performance, decay resistance and surface roughness of particleboards made from stone pine (pinus pinea l.) cones" *Muğla j. sci. technol.* 2: 96-99 (2016)