





Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Aktif Karbon Katkılı Çimentolu Yonga Levhanın Bazı Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

 Gonca DÜZKALE SÖZBİR ^{a,*},  Müberra DEMİRBÜK ^b

^a Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, K.Maraş, TÜRKİYE

^b Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, K.Maraş, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: goncaduzkale@ksu.edu.tr

DOI: 10.29130/dubited.1121838

Öz

İnşaat sektörünün malzemeye olan talebi her geçen gün artmakta ve kullanım yerindeki ihtiyaçları sürekli çeşitlenmektedir. Malzemelerin kullanım yerinde dayanıklılığının fazla olması, uzun süre kullanım sağlaması ayrıca kullanım ömrünü tamamladıktan sonra çevreye zararlı atık yükü oluşturmaması önem taşımaktadır. Odun-çimento kompozit levhalar, reçine esaslı levhalarla karşılaştırıldığında, yangına karşı yüksek mukavemet, yüksek yalıtım, mantar ve böceklerle karşı yüksek direnç özellikleri göstermesi nedeniyle üstünlük sağlamaktadır. Yapılan çalışmada, %15 ve %25 oranlarında kavak odunu yongası ve katkı maddesi olarak aktif odun karbonu %2.5, %5 ve %10 oranlarında eklenerek çimentolu yonga levhalar elde edilmiş ve üretilen levhalar üzerinde hem hammadde miktarının hem de farklı oranlarda kullanılan aktif odun karbonu katkısının teknolojik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Her bir levha parametresi üzerinde tam kuru yoğunluk, hava kurusu yoğunluk, su alma (2 saat ve 24 saat), kalınlığına şişme (2 saat ve 24 saat), eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, çivi ve vida tutma dirençleri belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, odun hammaddesi miktarı arttıkça, tam kuru ve hava kurusu yoğunluk değerinin azaldığı, su alma ve kalınlığına şişme miktarının yükseldiği belirlenmiştir. Levhalar içerisinde aktif karbon miktarı arttıkça, yoğunluk değerinin azaldığı, su alma miktarının arttığı tespit edilmiştir. Odun yongası miktarının azalması tüm direnç değerlerinin artmasına ve aktif karbon miktarının artması vida ve çivi tutma direnci, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü değerini arttırdığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kavak, Çimento, Aktif karbon, Levha

Determination of Some Technological Properties of Activated Carbon-added Cementitious Particle Board

ABSTRACT

The demand of the construction industry for materials is increasing day by day and the needs for material usage areas are constantly diversifying. It is important that the material has a high durability at the place of use, provides long-term use, and does not create a waste load that is harmful to the environment after the end of its useful life. Cemented wood boards are superior to resin-based boards due to their high resistance to fire, high insulation, high resistance to fungi and insects. In our study, as a raw material, poplar wood chips were added at the rates of 15% and 25%, and as an additive, active wood carbon was added at the rates of 2.5%, 5% and 10%, and cement board was obtained. The effect of both the amount of raw material and the active wood carbon additive used in different ratios on the produced cemented particle boards were investigated. Oven dry density, air dry density, water uptake (2 hours and 24 hours), thickness swelling (2 hours and 24 hours), bending strength, modulus of elasticity, nail and screw holding strengths were determined. As a result of the study, it was determined that as the amount of raw

material increased, the oven dry and air-dry density values decreased, and the water uptake and thickness swelling values increased. It was determined that as the amount of activated carbon increased according to the amount of raw material, the density value decreased and the amount of water intake increased. The decrease in the amount of wood raw material increased all resistance values and the increase in the amount of activated carbon increased the screw and nail holding resistance, bending resistance, and modulus of elasticity.

Keywords: Poplar wood, Cement, Activated Carbon, Board

I.GİRİŞ

1900'lü yılların başlarında odun ile bağlayıcı olarak mağnezit kullanılarak kompozit üretilmiş ve 1920'lerde, portland çimentosunun piyasaya sürülmesinden sonra, çimento bağlayıcı olarak mağnezitin yerini almış ve bu da ahşap-yünü çimento levhasının gelişmesine neden olmuştur [1]. Yüksek gözenekli malzeme yapısının ve düşük yoğunluğun (400-600 kg/m³) kazandırdığı yüksek ısı yalıtımı ve ses emici özellikleri nedeniyle levhalar tercih edilir hale gelmiştir. Ayrıca çimento bağlayıcılığı organik lifler, biyolojik bozulmaya [2] ve yangına [3] karşı yüksek dirence sahip özelliktedir. Bu nedenle levhalar hem binalarda hem de yapılarda çatı ve tavan malzemesi olarak veya yüksek dayanıklılık ve az bakım gerektiren dış duvar olarak da uygulanmıştır. Dünyada farklı tipte çimentolu levha üretimi gerçekleştirilmektedir. Bunların %48'ini çimentolu lif levha, %28'ini çimentolu odun yünü levha, %18'ini çimentolu yonga levha ve %6'sını çimentolu yönlendirilmiş yonga levha oluşturmaktadır [4].

Yapılan birçok çalışmada, çimentolu yonga levhanın içerisine eklenen katkı maddeleri, odun yongası türleri ve miktarları ayrıca farklı tipteki sertleştirici ve oranları üzerinde birçok araştırma yapılarak, levhanın fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri değerlendirilmiştir. Bunlar içerisinde; içme suyu atık çamuruna kızılğaç ve ladin odunu katılarak levha özelliklerinin incelenmesi, farklı oranlarda kavak odunu yongaları kullanarak üretilen levha içerisine eklenen kalsiyum klorürün levha özelliklerine etkisi, pomza tozu ve akışkanlaştırıcı kullanımının levha özelliklerine etkisi, farklı odun türü kullanılarak üretilen levha içerisine eklenen silis dumanının etkisi, portland çimentosu ve kavak yongalarının uyumluluğu üzerine yapılan çalışmalar bunlardan sadece bir kaçısı olmaktadır [5,6,7,8,9,10,11].

Aktif kömür olarak da adlandırılan aktif karbon, yüzey alanını artıran küçük, düşük hacimli gözeneklere sahip olmak için işlenen bir karbon şeklidir [12]. Son yıllarda aktif karbon, çimento takviyesi olarak da olumlu bir ilgi görmüştür. Yapılan çalışmalarda, aktif karbonun çimentoda nem direncini arttırdığı ve nem saldırıları riskini azalttığı [13], betondaki hava içeriğini azalttığı, dayanım artışına yol açtığı [14] ve aktif karbonun betondaki radon soluma oranını azalttığı [15] bildirilmiştir.

Yapılan çalışmada, çimentolu yonga levha içerisine eklenen aktif karbonun, levhanın direnç özelliklerini arttırması amaçlanarak, levhanın teknolojik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaç için levha taslağı iki farklı oranda kavak odun yongası ve katkı maddesi olarak çimento miktarının %2.5, %5 ve %10 oranlarında aktif odun karbonu kullanılarak üretilmiştir. Levhaların, yoğunluk, su alma, kalınlığına şişme, çivi ve vida tutma direnci, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine etkileri ortaya koyulmuştur.

II.MATERYAL VE METOT

A.MATERYAL

Deneme levhaları üretiminde kullanılan kavak odunu tomruğu Kahramanmaraş odun sanayisinden temin edilmiştir. Levha üretiminde kullanılan Portland 42,5 çimentosu Kahramanmaraş Kipaş Çimento Sanayi Tic. AŞ.' den satın alınmıştır. Çimentolu levha üretiminde kullanılan odun bazlı aktif karbon, Tarkim Carbon şirketinden Carbon-300 kodu ile elde edilmiştir. Sertleştirici olacak kalsiyum klorür (CaCl₂) kullanılmıştır.

B.METOT

Kavak odunu tomruğu 1-1.5 cm genişlik ve 2-3.5 cm uzunlukta yongalar elde edilecek şekilde planya makinasında işlenmiştir. Her bir parametrede kullanılacak kavak odunu yongaları hava kuru rutubette olup, rutubeti %20 ye kadar çıkartılmış ve çimento ile bağlanmayı kolaylaştırması amaçlanmıştır. Levha üretimi için belirlenen miktarlarda alınan çimento, aktif karbon, su ve sertleştirici kalsiyum klorür (500 ml su içerisinde çözdürülerek kullanılmıştır) eşit bir şekilde dağılıncaya kadar karıştırılmış, daha sonra karışıma kavak odunu yongaları ilave edilerek tekrar eşit karışım sağlanıncaya kadar karıştırma işlemine devam edilmiştir. Üretimde kullanılan çimentolu yonga levha parametreleri ve miktarları Tablo 1.de gösterilmiştir.

Tablo 1. Aktif Karbon katkılı çimentolu yonga levhalarının üretim parametreleri

Parametreler	Kavak Odun Miktarı (%)	Odun Miktarı (gr)	Çimento Miktarı (gr)	Su Miktarı (%)	Sertleştirici Miktarı (%)	Aktif Karbon (%)	Aktif Karbon (gr)
X	25	750	3000	55	3	0	0
X _{2,5C}	25	750	2925	55	3	2,5	75
X _{5C}	25	750	2850	55	3	5	150
X _{10C}	25	750	2700	55	3	10	300
Y	15	450	3000	55	3	0	0
Y _{2,5C}	15	450	2925	55	3	2,5	75
Y _{5C}	15	450	2850	55	3	5	150
Y _{10C}	15	450	2700	55	3	10	300

Levha taslağı paslanmaz metal saç üzerine, 500×500 mm ebatlarında ahşap kalıbı kullanılarak pres sonrası 18mm kalınlıkta çimentolu yonga levha oluşacak şekilde hazırlanmıştır. Levha taslağı yaklaşık 2 kg/cm² basınç altında soğuk preslemeye tabi tutulmuş ve ardında işkence altında tutularak bekletilmiştir. DIN 1164 [16] 'e göre çimentolu yonga levhanın reaksiyon süresi 28 gün de tamamlanmaktadır. Bu nedenle levhalar işkence baskısı altında, oda şartlarında 28 gün dinlendirilerek yeterli mukavemete ulaşması sağlanmıştır. Deney örnekleri bu aşamadan sonra ilgili standartlara göre test örnekleri hazırlanmıştır.

Deney örnekleri ilgili standartlarda belirtilen şartlara uygun olarak yapılmıştır. Hazırlanan tüm deney örnekleri test kabini içerisinde %65±5 bağıl nem ve 20±2 sıcaklıkta 7 gün süreyle denge rutubetine getirilmiştir. Deney levhalarının yoğunlukları TS EN 323 standardına göre belirlenmiştir [17]. Aşağıda verilmiş olan 1 no'lu formül ile hesaplanmıştır.

$$d = \frac{g}{a \times b \times c} \quad (1)$$

d = Yoğunluk (g/cm³)

g = Ağırlık (g)

a = Örnek genişliği (cm)

b = Örnek uzunluğu (cm)

c = Örnek kalınlığı (cm)'dir.

Su alma miktarı ASTM D1037 standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir [18]. Aşağıda verilmiş olan 2 no'lu formül ile hesaplanmıştır.

$$\%SA = \frac{Gy - Gx}{Gx} \times 100 \quad (2)$$

Burada;

SA : Su alma miktarı (%)

Gx : Örneğin ilk ağırlığı (g)

Gy : Örneğin suda bekletildikten sonraki ağırlığı (g)'dir.

Kalınlığına şişme miktarı TS EN 317 standardına göre belirlenmiştir [19]. Aşağıda verilmiş olan 3 no'lu formül ile hesaplanmıştır.

$$\%KA = \frac{Ay-Ax}{Ax} \times 100 \quad (3)$$

Burada;

KA : Örneğin kalınlık artışı oranı (%)

Ay : Suda bekletilen örneklerin kalınlığı (mm)

Ax : Klimatize edilmiş durumdaki örnek kalınlığı (mm)'dir

Eğilme direnci değeri TS EN 310 standardına uygun olarak yapılmıştır. Aşağıda verilmiş olan 4 no'lu formül ile hesaplanmıştır.

$$\sigma E = \frac{3xFL}{2xaxc^2} \quad (4)$$

Burada;

σE : Eğilme direnci (N/mm²)

F : Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

L : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

a : Örnek kalınlığı (mm)

c : Örnek genişliği (mm)'dir.

Eğilmede elastikiyet modülü değeri TS EN 310 standartlarına göre belirlenmiştir. Aşağıda verilmiş olan 5 no'lu formül ile hesaplanmıştır.

$$E = \frac{FxL}{4x\Delta excxa^3} \quad (5)$$

Burada;

E : Eğilmede elastikiyet modülü (N/mm²)

F : Deformasyonu sağlayan kuvvet (N)

L : Dayanaklar arasındaki açıklık (mm)

c : Örnek genişliği (mm)

a : Örnek kalınlığı (mm)

Δe : Eğilme miktarı (sehim) (mm)'dir.

Çivi tutma direnci, TS EN 13446 [20] standardına göre belirlenmiştir. Çalışmada, 3 mm çapında ve 60 mm uzunluğunda çiviler, 4 mm çapında ve 50 mm boyunda vidalar kullanılmıştır. Vida ve çivi tutma direnci belirlenirken, levha kalınlığı ve çivi/vida çapı dikkate alınarak hesaplama yapılmıştır.

$$V \sim \zeta = \frac{A \max}{bxlp} \quad (6)$$

Burada;

$V \sim \zeta$ = Çivinin geri çekilmeye karşı gösterdiği direnç (N/mm²)

lp = Bağlayıcının girme derinliği (mm),

b = İmalâtçı tarafından verilen çap (mm),

$A \max$ = En büyük geri çıkma yükü (N) 'dür.

Elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çimentolu yonga levhaya aktif karbon ilavesinin ve odun hammaddesi miktarının, levha özelliklerini nasıl etkilediği, elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel farklılıkların olup olmadığı tek yönlü ANOVA analizi (%95 güven aralığında) ve gruplar arasındaki farklılık Duncan testi uygulanarak belirlenmiştir.

III.BULGULAR VE TARTIŞMA

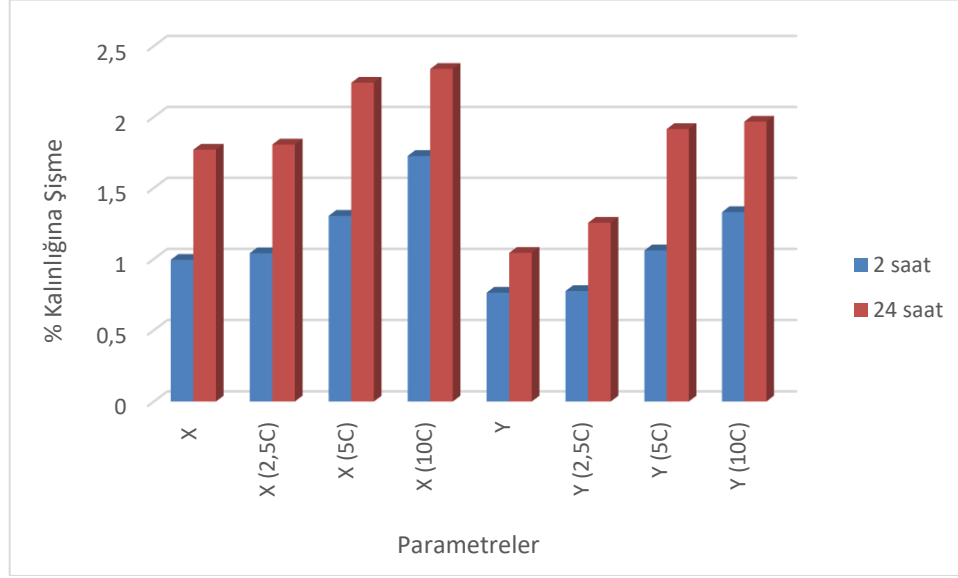
Çimentolu yonga levhaların tam kuru yoğunluk, hava kurusu yoğunluk, 2 saat ve 24 saat su alma miktarları Tablo 2’de gösterilmiştir. Tam kuru yoğunluk, Hava kurusu yoğunluk ve su alma değerleri incelendiğinde, levha parametreleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.001$). İki farklı kavak odunu oranında üretilen levhalar içerisinde aktif karbon katkı miktarı arttıkça tam kuru ve hava kurusu yoğunluk miktarı azalmıştır. Bunun sebebinin yoğunluğu yüksek çimento yerine yoğunluğu düşük aktif karbon katkısı kullanılması ayrıca miktar arttıkça, birim hacme düşen madde azalmış ve bunun sonucu olarak yoğunluk azalmıştır. %25 kavak odunu yongası katılan levhalar, %15 odun yongası katılan levhalara göre daha düşük yoğunluk değeri tespit edilmiştir. Yoğunluktaki azalmaya, yüksek miktarda katılan yongaların hacminde meydana gelen artış neden olmuştur. Her ne kadar eşit pres basıncı uygulansa da bu duruma odun/çimento oranından kaynaklı, sıkıştırma faktöründeki farklılıklar neden olmuştur [21]. Birçok araştırmacı da, odun oranının farklı oranlarda kullanılması ile ne kadar eşit pres basınca uygulanırsa uygulanırsa sıkıştırma faktöründe farklılığa neden olduğu ile ilgili benzer sonuçlar elde etmiştir. [22, 23, 24, 25]. Su alma değerlerine bakıldığında, higroskopik yapıda olan lignoselülozik hammadde miktarı arttıkça su alma miktarı artmıştır [30]. Bu nedenle %25 oranında odun yongası eklenerek üretilen çimentolu levhanın su alma miktarı, %15 oranında katılanlardan daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında aktif karbon miktarı arttıkça, levhaların su alma miktarları artmıştır. Bunun sebebinin aktif karbonun birim kütlesi başına düşen geniş yüzey alanı, emiciliğinin artması neden olmuştur [27, 28].

Tablo 2. Çimentolu yonga levhaların fiziksel özelliklerine ait değerler

Levha Parametreleri	Tam kuru yoğunluk (g/cm^3)	Hava kurusu yoğunluk (g/cm^3)	Su alma 2 saat (%)	Su alma 24 saat (%)
X	0,922 B* (0,09)**	1,009 BC (0,11)	31,20 B (2,5)	34,46 C (6,08)
X _{2,5C}	0,916 B (0,09)	0,987 BC (0,08)	32,02 BC (2,8)	34,71 C (3,59)
X _{5C}	0,906 B (0,09)	0,963 B (0,08)	33,13 BC (4,1)	36,00 C (4,67)
X _{10C}	0,806 A (0,09)	0,852 A (0,1)	34,50 C (4,3)	43,88 D (7,54)
Y	1,066 D (0,09)	1,156 E (0,09)	22,17 A (2,3)	23,01 A (1,96)
Y _{2,5C}	1,005 C (0,07)	1,088 DE (0,08)	23,36 A (0,8)	26,78 A (1,36)
Y _{5C}	0,971 BC (0,07)	1,061 CD (0,09)	24,55 A (1,1)	28,14 A (4,86)
Y _{10C}	0,920 B (0,07)	1,003 BC (0,09)	32,47 BC (4,9)	33,80 C (4,96)
<i>p value</i>	<i>p < 0.001</i>	<i>p < 0.001</i>	<i>p < 0.001</i>	<i>p < 0.001</i>

(*)Homojenlik gruplarını, (**) Standart sapma değerlerini gösterir.

Şekil 1 de levha üretim parametreleri incelendiğinde, yüzde kalınlığına şişme miktarı en fazla olan parametre X grubu örnekleridir. X grubu örnekleri içerisindeki kavak odun yongası miktarı fazla olduğu için 2 saat ve 24 saat sonundaki su alma miktarı artmış, buna bağlı olarak da kalınlık artışı gerçekleşmiştir. Aktif karbon miktarı arttıkça hem X grubu örneklerde hem de Y grubu örneklerde kalınlık miktarında artış belirlenmiştir. TS EN 634-2 standardına göre [31], maksimum kalınlığına şişme miktarı 24 saat için %1,5 olarak belirtilmiştir. Buna göre, sadece Y ve Y_{2,5C} parametrelerinin 24 saat su alma oranları standartı karşılamaktadır. Diğer levha grupları ise standart dışı kalınlığına şişme değerleri verdiği saptanmıştır.



Şekil 1. Çimentolu yonga levhaların (%) yüzde kalınlığına şişme değerleri

Vida ve çivi tutma direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde levha parametreleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.001$) (Tablo 3). Hem vida tutma direnci değeri hem de çivi tutma direnci değeri en yüksek hem X grubu hem de Y grubu örneklerde, %5 ve %10 karbon katkı levhalardan elde edilmiştir. Her iki kavak odunu oranında da aktif karbon katkısı vida ve çivi tutma direncini arttırmıştır. Aktif karbon, çimento içerisindeki hava boşluğu oranını azaltmaktadır [14]. Bu direnç artışının, aktif karbonun çimento içerisindeki hava boşluğu oranını azalttığı için mukavemeti arttırmış olduğu düşünülmektedir.

Tablo 3. Çimentolu yonga levhaların mekanik özelliklerine ait değerler

Levha Parametreleri	Vida Tutma Direnci (N/mm^2)	Çivi Tutma Direnci (N/mm^2)	Eğilme Direnci (N/mm^2)	Elastikiyet Modülü (N/mm^2)
X	7,27 A* (1,8)**	5,49 A (0,4)	0,88 A (0,3)	468 A (186)
X _{2,5C}	8,04 AB (1,2)	5,95 AB (0,6)	1,04 A (0,5)	690 AB (413)
X _{5C}	12,44 CD (3,4)	7,46 BC 1,3	1,21 AB (0,4)	714 AB (298)
X _{10C}	12,80 CD (3,0)	9,23 DE (2,4)	1,59 AB (0,5)	1140 BC (272)
Y	9,65 AB (1,8)	6,73 ABC (1,2)	1,54 AB (1,0)	1279 CD (863)
Y _{2,5C}	10,35 BC (1,7)	7,55 BC (1,72)	1,83 B (1,0)	1426 CD (743)

Y_{5C}	12,38 CD (3,4)	7,72 CD (1,7)	1,92 B (0,8)	1606 CD (571)
Y_{10C}	14,60 D (3,9)	10,43E (2,9)	2,82 B (1,0)	1773 D (422)
<i>p value</i>	<i>p < 0.001</i>	<i>p < 0.001</i>	<i>p < 0.001</i>	<i>p < 0.001</i>

(*)Homojenlik gruplarını, (**) Standart sapma değerlerini gösterir.

Y grubu levhaların, X grubu levhalara göre eğilme direnci değerleri yüksek bulunmuştur. İki farklı miktarda odun yongası içeren levhalarda da aktif karbon miktarı arttıkça, eğilme direnci değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Y grubu levhaların X grubu levhalara göre tüm direnç değerlerinin daha yüksek olmasının nedeni çimento miktarındaki değişime bağlı olarak hacim farklılıkları dolayısıyla sıkıştırma faktöründeki farklılıkların neden olduğu düşünülmektedir. 1/2 odun- çimento oranıyla üretilen levhaların 1/3 odun-çimento oranıyla üretilen levhalara göre daha düşük değerler verdiği bildirilmiştir [29]. Bu durum Y grubu ve X grubu arasındaki farklılığı açıklamaktadır. [30] yaptığı çalışmada, Akkavak odunu %50 ve %33 oranında kullanarak üretilen çimentolu yönlendirilmiş yonga levhaların eğilme dirençlerini sırasıyla, 12.25 N/mm² ve 8.27 N/mm² olarak tespit etmişlerdir. Bu değerler, X ve Y grubu levhalarıyla karşılaştırıldığında, oldukça düşük bulunmuştur. Bunun sebebinin levhalar içerisindeki odun miktarının az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aktif karbon hem X grubu hem de Y grubu örnekler üzerinde eğilmede elastikiyet modülü değerini arttırdığı belirlenmiştir. Bu durumun nedeni eğilme direncinde de olduğu gibi aktif karbonun çimento içerisindeki hava boşluğu oranını azalttığı için mukavemeti arttırmış olduğu düşünülmektedir [14]. TS EN 634-2 standardında [31], çimentolu yonga levhaların sahip olması gereken minimum eğilme direnci 9 N/mm², eğilmede elastikiyet modülü değerini 3000 N/mm² olarak belirtilmiştir. Genel olarak eğilme ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerine bakıldığında her iki direnç değeri de standart değerinin altında kalmıştır. Bunun nedeninin odun/çimento oranının genel üretim oranından (1/2-1/3) daha az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 4. Çimentolu yonga levhalarının kontrol gruplarına göre (X ve Y) yüzde değişim oranları

NO	D ₀	D ₁₂	SA 2 sa.	SA 24 sa.	KŞ 2 sa.	KŞ 24 sa.	VTD	ÇTD	ED	EM
X _{2,5C}	-0,64	-2,23	2,61	0,73	34,39	43,86	10,67	8,32	18,18	47,44
X _{5C}	-1,74	-4,55	6,18	4,47	68,36	78,58	71,10	35,79	37,50	52,55
X _{10C}	-12,57	-15,61	10,58	27,34	71,80	86,33	76,11	89,91	80,68	143,49
Y _{2,5C}	-5,67	-5,83	5,34	16,34	30,32	69,66	7,25	12,19	18,58	11,48
Y _{5C}	-8,85	-8,24	10,74	22,27	39,05	83,56	28,33	14,71	24,56	25,57
Y _{10C}	-13,70	-13,19	46,46	46,88	126,21	88,51	51,29	37,12	83,24	38,65

D₀ -Tam kuru yoğunluk, D₁₂ -Hava kurusu yoğunluk, SA -Su alma, KŞ -Kalınlığına şişme, VTD -Vida tutma direnci, ÇTD -Çivi tutma direnci, ED -Eğilme Direnci, EM - Eğilmede elastikiyet modülü.

Tablo 4 incelendiğinde X parametreleri içerisinde, X kontrol grubuyla karşılaştırıldığında levha içerisindeki aktif karbon miktarı arttıkça levha özelliklerinden en çok değişim X_{10C} parametrelili levhada belirlenmiştir. Mekanik özellikler içerisinde en fazla artış, eğilmede elastikiyet modülü değerinde %143 olarak, fiziksel özelliklerden en fazla azalma yoğunluk değerlerinde tespit edilmiştir. Y parametreleri içerisinde, Y kontrol grubuyla karşılaştırıldığında en fazla değişim Y_{10C} parametrelili levhada tespit edilmiştir. En fazla artış mekanik özelliklerden eğilme direncinde %83 ve fiziksel özelliklerden en çok azalma yoğunluk değerlerinde bulunmuştur.

IV. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaptığımız çalışmada, ahşabın dezavantajlarının (fiziksel, mekanik ve biyolojik olarak bozulması) çimentonun üstün özellikleri ile birleştirilerek elde edilen bu yeni malzemede, aktif odun karbonu katkısının ve hammadde miktarının malzeme üzerine olan etkileri ortaya koyulmuştur. Çalışmanın sonucuna göre;

Çimentolu yonga levhaya eklenen farklı oranlardaki hammadde ve aktif karbonun kompozit levhası üzerine tam kuru ve hava kuru yoğunluk, 2 saat su alma, 24 saat su alma, vida tutma direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine istatistiki olarak anlamlı etkisi olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$).

Çimentolu levha içerisine eklenen kavak odunu yongası miktarı arttıkça, yoğunluk değerlerinin (Tam kuru ve hava kuru) azaldığı, 2 saat-24 saat su alma miktarının ve kalınlığın arttığı tespit edilmiştir. Hem %15 hem de %25 kavak yongası içeren çimentolu yonga levhalarda aktif karbon miktarı arttıkça levhaların yoğunluk, su alma ve kalınlık artımı değerlerinin de arttığı gözlenmiştir.

Levha parametrelerinde en yüksek vida tutma direnci, çivi tutma direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri kavak odunu hammaddesi miktarı azaldıkça sağlanmıştır. Bununla birlikte aktif odun karbonunun miktarının artmasıyla tüm direnç değerleri yükselmiştir.

Levha parametrelerinin her biri kendi grupları ile yüzde değişimleri karşılaştırıldığında (X ve Y kendi içinde kıyaslandığında) tam kuru yoğunluk değerinde en fazla azalma Y_{10C} de %13,7, hava kuru yoğunluk değerinde X_{10C} de %15,61 olarak elde edilmiştir. KŞ ve SA değişimindeki artış en fazla Y_{10C} de %46 ve %88 olarak hesaplanmıştır. VTD ve ÇTD değerinde en çok artış X_{10C} de %76 ve %89,91 olarak bulunmuştur. ED değerinde Y_{10C} parametresinde %83 ve EM de X_{10C} parametresinde %143 olarak artış tespit edilmiştir.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma KSÜ BAP tarafından, 2021/6-13 YLS numaralı proje ile desteklenmiştir. Bu desteğinden dolayı KSÜ BAP birimine teşekkür ediyoruz. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Mobilya ve Dekorasyon programı atölyesine ve Orman Fakültesi Ağaç Teknolojisi Laboratuvarına altyapı olanaklarını sunmalarından dolayı teşekkür ederiz.

V. KAYNAKLAR

- [1] I.N.G.E.J.B. Van Elten, "Cement bonded particle board (CBPB) and wood strand cement board (Eltoboard): production, properties and applications," In 10th Inter. *Inorganic Bonded Fiber Composites Conference*, Sao Paulo, Brazil, 2006.
- [2] C. Pereira, F.C. Jorge, M. Irle, and J.M. Ferreira, "Characterizing the setting of cement when mixed with cork, blue gum, or maritime pine, grown in portugal I: temperature profiles and compatibility indices," *Journal of Wood Science*, vol 52, no 4, pp. 311, 2006.
- [3] B. Na, Z. Wang, H. Wang, and X.L. Nanjing, "Wood-cement compatibility review," *Wood Research*, vol 59, no 5, pp. 813-826, 2014.
- [4] A. Saunders and E. Davidson.(2014, March10). www.globalcement.com (*Cement boards 101global cement magazine*) [Online]. Available: <http://www.globalcement.com>, 2014.
- [5] M. Aslan, "İçme suyu atık çamurunun çimentolu yonga levha üretiminde kullanımı," Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, KTÜ, Trabzon, Türkiye, 2007.

- [6] S.R. Karade, "Cement-bonded composites from lignocellulosic wastes," *Construction and Building Materials*, vol. 24, pp. 1323–1330, 2010.
- [7] A. Ashori, T. Tabarsa, and S. Sepahvand, "Cement-bonded composite boards made from poplar strands," *Constr. Build. Material*, vol. 26, pp. 131-134, 2011.
- [8] H. Kalaycığlu, H. Yel, and A. avdar, "imentolu odun yünü kompozitleri ve kullanım alanları," *Kastamonu ni., Orman Fakóltesi Dergisi*, c. 12, s. 1, ss. 122-133, 2012.
- [9] U. Aras, "Pomza tozu ve akışkanlaştırıcı kullanımının çimentolu yonga levhaların bazı özelliklerine etkisi," Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, KTÜ, Trabzon, Türkiye, 2013.
- [10] H. Yel, " Bazı üretim faktörlerinin çimentolu yonga levhaların özellikleri üzerine etkileri," Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 2015.
- [11] Y. Yang and X. Li, "Study on compatibility of poplar wood and portland cement," *Construction and Building Materials*, vol. 314, pp. 125586, 2022.
- [12] M. D.S. Swaroop, and G. P.A. Raj, "Experiment on concrete containing with activated carbon and nano-fly ash, nano metakaolin," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, vol. 8, no 6S4, 2019.
- [13] B. Chowdhury, " Investigations into the role of activated carbon in a moisture-blocking cement formulation," *J. Therm. Anal. Calorim.*, vol. 78, pp. 215–226, 2004.
- [14] M. Mahoutian, A.S. Lubell, and V.S. Bindiganavile, "effect of powdered activated carbon on the air void characteristics of concrete containing fly ash," *Constr. Build. Mater.*, vol. 80, pp. 84–91, 2015.
- [15] Y.G. Zhang, Y. Wang, C.Y. Yang, G.Q. Li, and H.C. Yan, " Study on the reduction of radon exhalation rates of concrete with different activated carbon," *Key Eng. Mater.*, vol. 726, pp. 558–563, 2017.
- [16] Special cement - Part 11: Composition, specification and conformity evaluation for cement with short setting time, DIN 1164-11 Standard, 2003.
- [17] *Ahşap esaslı levhalarda birim hacim ağırlığının tayini*. Türk Standartlar Enstitüsü TS EN 323, 1999.
- [18] *Standard test method for evaluating properties of wood-based fibres and particle panel materials*. ASTM D 1037, 2006.
- [19] *Yonga levhalar ve lif levhalarda su içerisine daldırma işleminde sonra kalınlığına şişme tayini*. TS EN 317, 1999.
- [20] *Ahşap esaslı levhalarda bağlayıcıların geri çıkma kapasitesinin tayini*. TS EN 13446, 2005.
- [21] A.A. Moslemi, and S.C. Pfister, " The İnfluence of cement-wood ratio and cement type on bending strength and dimensional stability of wood- cement composite panels," *Wood Fiber Science*, vol. 19, pp. 165-175, 1987.
- [22] E.Y.A. Okino, M.R. De Souza, M.A.E. Santana, M.V.A Alves, M. E. De Sousa, and D.E. Teixeira, "Physico-mechanical properties and decay resistance of cupressus spp. cement-bonded particleboards," *Cement & Concrete Composites*, vol. 27, pp. 333–338, 2005.

- [23] R. Sudin, and N." Swamy bamboo and wood fibre cement composites for sustainable infrastructure regeneration," *Journal of Materials Science*, vol. 41, pp. 6917–6924, 2006.
- [24] M.L. Maminski, M.E. Krol, W. Jaskolowski, and P. Borysiuk, " Wood-mineral wool hybrid particleboards," *European Journal of Wood And Wood Products*, vol. 69, pp 337–339, 2011.
- [25] A. Ashori, T. Tabarsa, and F., Amos, "Evaluation of using waste timber railway sleepers in wood–cement composite materials." *Construction and Building Materials*, vol. 27, pp. 126–129, 2012.
- [26] I.O. Ohijeagbon, M.U. Bello-Ochende, A.A. Adeleke, P.P. Ikubanni, A.A. Samuel, O.A. Lasode, and O.D. Atoyebi, "Physico-mechanical properties of cement bonded ceiling board developed from teak and african locust bean tree wood residue," *Materials Today:Proceedings*, vol. 44, pp. 2865-2873, 2021.
- [27] S. Na, S. Lee, and S. Youn, " Experiment on activated carbon manufactured from waste coffee grounds on the compressive strength of cement mortars," *Symmetry*, vol. 13, pp. 619, 2021.
- [28] G. Düz kale Sözbir, İ. Bektaş, M. Demirbük, " Çimentolu odun kompozit malzemeye eklenen katkı maddesinin levha özelliklerine etkisi," *Turkish Journal of Forestry*, vol. 23, no 1, pp. 64-68, 2022.
- [29] Y. Zhou, and D.P. Kamdem, " Effect of cement/wood ratio on the properties of cement-bonded particleboard using CCA-treated wood removed from service," *Forest Products Journal*, vol. 52, no 3, pp. 77-81, 2002.
- [30] A.N. Papadopoulos, G.A. Ntalos, and I. Kakaras, "Mechanical and physical properties of cement-bonded OSB," *European Journal of Wood and Wood Products*, vol. 64, pp. 517-518, 2006.
- [31] *Cement-bonded particleboards - Specifications - Part 2: Requirements for opc bonded particleboards for use in dry, humid and external conditions*. TS EN 634-2, Mart, 2009.