




### Farklı geometrik oluklu çekirdeğe sahip ahşap esaslı kompozit panellerin vida tutma dirençlerinin belirlenmesi

Musa Kaya<sup>1\*</sup>, Hasan Özgür İmirzi<sup>1</sup>

#### Öz

Yapılan çalışmada geometrik oluklu çekirdeğe sahip ahşap esaslı kompozit panellerin yoğunluk değerleri ve levha yüzeyinden vida tutma dirençleri belirlenmiştir. Bu amaçla panellerin çekirdek geometrilerine üç farklı geometrik oluk (Dairesel, dikdörtgen ve trapez) şekli işlenerek elde edilen çekirdek katmanlarının alt ve üst yüzeylerinde 4'er mm'lik kontrplak ve liflevha kullanılarak, üre formaldehit tutkalı ile yapıştırılmıştır. Üretilen panellerin yoğunluk değerleri ve vida tutma dirençlerini belirlemek için ilgili standartlarda belirtilen esaslar doğrultusunda deneyler yapılarak veriler elde edilmiştir. Elde edilen verilerin çoklu varyans analizleri yapılarak anlamlı çıkan faktörlerin grupları arasındaki farklılıkların tespit edilmesi için Duncan testi yapılmıştır. Yapılan testlerin sonuçlarına göre ahşap esaslı kompozit panellerin çekirdek katmanına işlenen farklı geometrik oluklu şekillerin; panellerin vida tutma direnci ve yoğunluk değerlerinde azalmalara sebep olduğu görülmüştür. Deney sonuçlarına göre en yüksek vida tutma direnci; kontrplak yüzeyli dikdörtgen oluklu çekirdeğe sahip panelde 15.36 N/mm<sup>2</sup> iken en düşük vida tutma direnci ise kontrplak yüzeyli dairesele oluklu çekirdeğe sahip panelde 8.92 N/mm<sup>2</sup> olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kompozit malzeme, geometrik oluklu panel, vida tutma direnci,

### Determination of screw holding resistance of wood-based composite panels with different geometric corrugated core

#### Abstract

In the study, the density values of wood-based composite panels with a geometric corrugated core and screw retention resistance from the plate surface were determined. For this purpose, three different geometric grooves (circular, rectangular and trapezoidal) shapes were processed into the core geometries of the panels, and the lower and upper surfaces of the core layers were adhered with urea formaldehyde glue, using 4 mm plywood and fiberboard. In order to determine the density values and screw holding resistance of the panels produced, experiments were carried out in accordance with the principles specified in the relevant standards and data were obtained. The Duncan test was used to determine the differences between the groups of the factors that were found to be significant by performing multiple variance analyzes of the obtained data. According to the results of the tests, different geometric corrugated shapes processed into the core layer of wood-based composite panels; it was observed that the panels caused a decrease in screw holding resistance and density values. According to the test results, the highest screw holding resistance; the lowest screw holding resistance was found to be 8.92 N/mm<sup>2</sup> in the panel with a circular corrugated core with a plywood surface, while the panel with a rectangular corrugated core with a plywood surface was 15.36 N/mm<sup>2</sup>.

**Keywords:** Composite material, geometric corrugated panel, screw retention resistance,

## **1 Giriş**

Ahşap esaslı kompozit malzemeler; dünya nüfusunun artışına paralel olarak artan ağaç malzeme tüketimini minimize etmek için icra edilen araştırmalar sonucunda elde edilmiş yapay ürünlerdir. Esas yapıları itibarı ile ağaç malzemeye alternatif olarak elde edilen bu malzemeler; ağaç malzemeye göre; istenilen yoğunluk ve ölçülerde üretilmesi, farklı renk ve desenlerde üretilmesi, ekonomiklik gibi birçok olumlu yönleri mevcuttur. Ancak ağaç malzemeye göre; doğal olmaması, tekstürü, mekanik dirençleri, makinelerde işleme kabiliyeti gibi negatif yönleri de bulunmaktadır. Ahşap esaslı kompozit bir malzeme olan lif levhaların çıkışı milattan önce 6. yüzyılda Japonya'daki yapıların duvarlarında kullanılan bir çeşit lif levhaya dayanmaktadır. Endüstriyel amaçlı olarak yapılan ilk üretim ise 1960'lı yıllarda Amerika'da gerçekleştirilmiştir. 1966 yılında ise Amerika'da liflevha üretimi seri üretim şeklinde yapılmıştır (Cehrelî, 1984; Eroğlu, 1988). 1960'lı yıllardan günümüze dek farklı özelliklere sahip liflevha üretimi etkin bir şekilde yapılmaktadır.

Günümüzde mobilya imalat endüstrisinde en çok kullanılan kompozit malzemeler; liflevha ve yongalevhalarıdır. Dolayısıyla bu ve bunlara benzer kompozit malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin bilinmesi, bu tarz kompozit malzemelerden üretilen mobilya ve dekorasyon ürünlerinin kullanılacağı mekânlardaki fiziksel ve mekanik etkilere karşı nasıl tepki geliştirdiklerinin bilinmesi oldukça önemlidir (Göker ve ark., 2004; Kasal, 2007). Ancak bu tür panellerin yerine ikame edilecek alternatif ahşap esaslı kompozit panellerin üretilmesi, mekanik, fiziksel ve teknolojik özelliklerinin araştırılmasına yönelik yapılmış bilimsel araştırmaların varlığının, oldukça kısıtlı olduğu görülmüştür.

Ahşap yapılarda ya da diğer yapılardaki kolon, kiriş ve duvar kaplamalarında kaplama malzemesi olarak kullanılan ahşap esaslı kompozit paneller, bağlayıcı bir elemanla (vida ve çivi gibi) bu yapısal taşıyıcılara bağlantısı yapılarak sabitleştirilir (Bal ve ark., 2016). Uygulamada kullanılan bu bağlantı elemanları küçük çaplı (çiviler, vidalar ve metal kamalar) ve büyük çaplı (cıvatalar, lag vidalar ve pimler) bağlantı elemanları olarak nitelendirilmektedir (Rammer, 2010).

Mobilya sanayisinde de mobilyaların montaj edilmesi için birçok bağlantı elemanı kullanılmaktadır. Bunların başında ise vidalar gelmektedir. Üretim işlemleri bitirilerek kullanıma sunulan bir mobilyanın toplam dayanımını belirleyen temel faktörlerden birisi de vidalardır. Vidalı birleştirmelerde mobilya ve mobilya üzerinde bulunan aksesuarların sağlamlığı büyük ölçüde vidalar ve üretime dâhil edilen ahşap malzemelerin vida dayanımlarına bağlı olarak değişmektedir. (Örs ve ark., 1995; Yörür ve ark., 2017; Tor, 2019). Ahşap esaslı kompozit panellerin teknolojik özelliklerini etkileyen birçok etken bulunmaktadır. Bunlar genel olarak panelde kullanılan malzemelerin yoğunluğu, panel yoğunluğu, kullanılan liflerin yapısı, budak miktarı, rutubet değeri, tutkal türü ve miktarı, pres basıncı, pres süresi, pres sıcaklığı gibi etkenlerdir (Çolakoğlu, 1996).

Bu çalışmada elde edilen ürün; çekirdek katmanı birbirinden farklı geometrik biçimlendirmeye tabi tutularak tabakalı ahşap esaslı kompozit panel biçiminde üretilmiştir. Elde edilen ahşap esaslı kompozit panellerin ağaçşileri endüstrisinde yoğun bir şekilde kullanım alanına sahip olabilmeleri; özellikle duvar kaplamalarındaki ses ve ısı yalıtım amaçlı kullanımları açısından mekanik ve teknolojik özelliklerinin araştırılmasında önem arz etmektedir.

Yapılan çalışmanın amacı; elde edilen ahşap esaslı kompozit panellerin çekirdek katmalarına işlenen farklı geometrik şekilli olukların; bu tür kompozit panellerin vida tutma dirençlerine olan etkilerini tespit etmektir.

## 2 Materyal ve Metot

### 2.1 Materyal

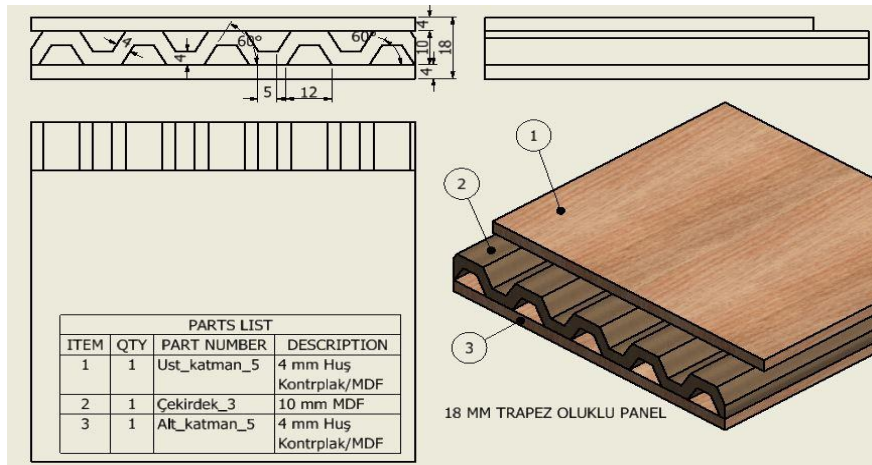
Bu çalışmada, ahşap esaslı kompozit panellerin oluşturulmasında 4 mm kalınlığında huş kontrplak, 4 mm ve 10 mm kalınlığında lif levha ile levhaların birleştirilmesi için üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Tabakalı panel yapımında kullanılan malzemeler Ankara Siteler semtinde bulunan ticari işletmelerden satın alma yoluyla tedarik edilmiştir. Panel üretim süreçleri maddeler halinde aşağıda verilmiştir. Ahşap esaslı kompozit panellerin imalatında kullanılan malzemelerin bazı fiziksel özelliklerine ait veriler Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Ahşap esaslı kompozit panellerin bazı fiziksel özellikleri

No	Malzeme Adı	Kalınlığı/Miktarı	Yoğunluğu	Panelde kullanıldığı yer
1	Huş Kontrplak	4 mm	0.69 g/cm <sup>3</sup>	Alt-Üst yüzey katmanı
2	Lif levha	10 mm	0.77 g/cm <sup>3</sup>	Çekirdek katmanı
3	Lif levha	4 mm	0.93 g/cm <sup>3</sup>	Alt-Üst yüzey katmanı

#### 2.1.1 Ahşap esaslı kompozit panellerin tasarlanması

Ahşap esaslı kompozit panellerin çekirdek katmanlarına uygulanacak geometrik biçimlendirmelerin çizimleri Autodesk Inventor 2022 programında Şekil 1’deki gibi iki ve üç boyutlu olarak çizilmiştir.



**Şekil 1.** Ahşap esaslı kompozit panele ait net resim ve perspektif çizimi

#### 2.1.2 Çekirdek katmanının işlenmesi

Tasarım ve çizim süreçleri tamamlanan ahşap esaslı kompozit panelin çekirdek katmanı, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaçşeri Endüstri Mühendisliği Bölümü makine atölyesinde bulunan; Şekil 2’deki SCM Tech Z1 markalı CNC ahşap işleme makinesinde işlenerek elde edilmiştir.



**Şekil 2.** Ahşap esaslı kompozit panelin çekirdek katmanının CNC Ağaç işleme makinesinde işlenmesine ait görüntü

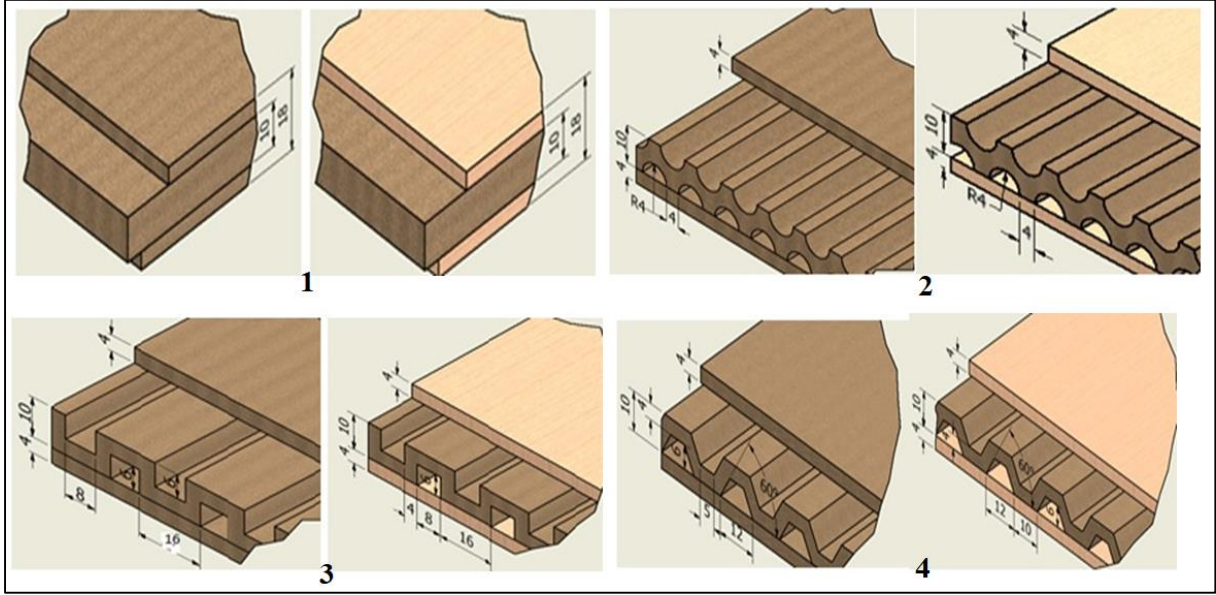
### **2.1.3 Ahşap esaslı kompozit panellerin preslenmesi**

CNC Ahşap işleme makinesinde her iki yüzeyine geometrik oluklar işlenen çekirdek katmanının her iki yüzeyine; 4 mm kalınlığında liflevha (MDF) ve huş kontrplak levhaların yüzeylerine üre formaldehit tutkalı  $115\pm 5$  g/m<sup>2</sup> sürülerek, 110 °C sıcaklık ve 200 Bar basınç altında yaklaşık 10 dakika Şekil 3'teki gibi preslenerek 105 x 140 cm ebadında ve 18 mm kalınlığında ahşap esaslı kompozit paneller elde edilmiştir. Presleme makinesinden çıkarılan kompozit panellerin düzlemselliklerini korumak için mangelere sıkılıp soğutulmaya bırakılmıştır. Yapılan bu presleme işlemi Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaççileri Endüstri Mühendisliği Bölümü pres atelyesinde bulunan hidrolik sıcak pres makinesi vasıtası ile gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 3.** Ahşap esaslı kompozit panellerin preslenmesi

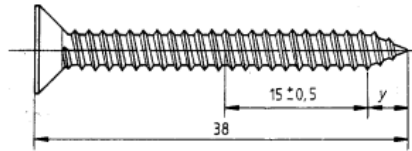
Üretim süreçleri sonucunda elde edilen geometrik oluklu ahşap esaslı kompozit paneller çekirdek geometrilerine göre Şekil 4'teki gibi isimlendirilmiştir. Panellerin 3B görüntülerinde soldaki görüntünün liflevha yüzeyli, sağdaki görüntünün ise huş kontrplak yüzeyli panellere ait görüntülerin olduğunu belirtmektedir.



Şekil 4. Geometrik oluklu paneller (1: Kontrol paneli, 2: Dairesel oluklu panel, 3: Dikdörtgen oluklu panel, 4: Trapez oluklu panel)

## 2.2 Metot

Levha yüzeyinde vida tutma direnci, TS EN 320'de (2011) belirlenen esaslara uyularak yapılmıştır. Deney örnekleri 50 mm x 50 mm x 18 mm ölçülerinde ve her grup için 12'şer adet olmak üzere toplamda 96 adet test örneği hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler %65±5 bağıl nem ve 20±2 °C sıcaklık şartlarındaki iklimlendirme dolabında, değişmez kütleye ulaşmaya kadar kondisyonlanmıştır. İklimlendirme dolabından teker teker çıkarılan örnekler bekletilmeden deney işlemine tabi tutulmuştur. Deneyler için kullanılan vida, Şekil 5'teki gibi çinko gövdeli ve yıldız uçlu olup; vidanın ölçüsü 4.2 mm x 38 mm ve vida adım ölçüsü ise 1.4 mm'dir.



Şekil 5. Deneylerde kullanılan vidanın görüntüsü

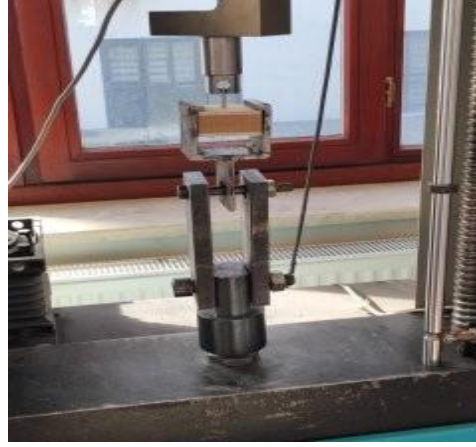
Vidalama işlemi standartlarda belirtilen esaslara göre yapılmıştır. Bu doğrultuda vidalar; deney parçaları üzerinde açılan deliklere (15±0.5) mm'lik kısmı, dışlerinin tamamı gömülecek şekilde yerleştirilmiştir.

Vida çekme deneylerinde yükleme hızı 2 mm/dak. Olarak ayarlanmıştır. Vidanın geri çekilmeye karşı gösterdiği direnç ( $f$ ) ise Eşitlik 1 esas alınarak hesaplanmıştır.

$$f = \frac{F_{\max}}{d \cdot l_p} \quad 1$$

Burada;  $F_{\max}$ : Kırılma anındaki maksimum kuvvet (Newton),  $d$ : Vida çapı (mm),  $l_p$ : Vidanın levhaya girme mesafesi (mm).

Her deney numunesi için maksimum yükün ilgili formülle hesaplaması yapılarak; o deney örneği için vida tutma direnci hesaplanmıştır. Yüzeyde vida tutma direncine ait deney görüntüsü Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Yüzeyde vida tutma direnci deneyinin yapılarına ait görüntü

Deney örneklerinin yoğunlukları TS EN 323'de (1999) belirtilen esaslara göre tespit edilmiştir. Deneyler sonucunda örneklerden elde edilen veriler kullanılarak, varyans analizi yapılmıştır. Daha sonra minimum, maksimum, standart sapma ve aritmetik ortalama değerleri hesaplanarak karşılaştırmalar yapılmış ve ahşap esaslı kompozit panellerin hava kurusu yoğunlukları ve yüzeyde vida tutma dirençleri belirlenmiştir.

### 3 Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Hava kurusu yoğunluk

Farklı geometrik oluklu çekirdeğe sahip ahşap esaslı kompozit panellerin hava kurusu yoğunluk değerleri TS EN 323'de (1999) belirtilen esaslara göre tespit edilmiştir. Deneyler sonucunda elde edilen istatistik veriler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Geometrik oluklu panellerin hava kurusu yoğunluklarına ilişkin istatistik verileri

Yüzey Malzemesi	Çekirdek Geometrisi	N	Min	Mak.	Xort.	Std. Sp.	V(%)
Lif levha	Kontrol Grubu	12	0.81	0.83	0.82	0.0080	0.98
	Dairesel Oluklu	12	0.60	0.65	0.62	0.0134	2.16
	Dikdörtgen Oluklu	12	0.65	0.68	0.67	0.0085	1.27
	Trapez Oluklu	12	0.62	0.65	0.63	0.0069	1.10
Kontrplak	Kontrol Grubu	12	0.78	0.80	0.79	0.0057	0.72
	Dairesel Oluklu	12	0.52	0.54	0.53	0.0039	0.74
	Dikdörtgen Oluklu	12	0.57	0.60	0.58	0.0086	1.48
	Trapez Oluklu	12	0.53	0.57	0.55	0.0086	1.56

Çizelge 2'ye göre geometrik oluklu panellerin hava kurusu yoğunluk değerlerinde, çekirdek katmanının geometrik formuna bağlı olarak kontrol numunesine kıyasla azalmaların meydana geldiği tespit edilmiştir. Geometrik oluklu çekirdekli kompozit panellerin ortalama yoğunlukları 0.53 g/cm<sup>3</sup> ile 0.67 g/cm<sup>3</sup> arasında değiştiği görülmektedir. Ayrıca kontrplak

yüzeyle panellerin ortalama hava kurusu yoğunlukları, liflevha yüzeyle panellerin ortalama hava kurusu yoğunluklarından daha düşük oldukları tespit edilmiştir.

Literatürde çekirdek katmanı geometrik şekilli olana panellerin yoğunluklarının  $0.5 \text{ g/cm}^3$  ile  $0.7 \text{ g/cm}^3$  arasında olduğu (Öztürk, 2019), farklı yüzey malzemelerine sahip sandviç esaslı kompozit panellerin yoğunluklarının ise  $0.30 \text{ g/cm}^3$  ile  $0.51 \text{ g/cm}^3$  arasında değiştiği (Barbu ve ark., 2010) belirtilmiştir.

TS EN 316 (2011)'e göre orta yoğunluktaki liflevhaların (MDF) yoğunlukları  $0.35 \text{ g/cm}^3$  ile  $0.85 \text{ g/cm}^3$  arasında değişmektedir. Sonuç olarak yapılan çalışmada elde edilen ahşap esaslı kompozit panellerin hava kurusu yoğunluk değerlerinin daha önce yapılmış olan çalışmalarda elde edilen değerlere benzer olduğu; ayrıca ilgili standarda göre belirlenen limit değerlerin arasında olduğu tespit edilmiştir.

### 3.2 Levha yüzeyinde vida tutma direnci

Geometrik oluklu panellerin levha yüzeyinde vida tutma dirençlerinin tespitine yönelik yapılan deneylerin sonucunda elde edilen sayısal veriler Çizelge 3'te verilmiştir.

**Çizelge 3.** Geometrik oluklu panellerin levha yüzeyinde vida tutma direncine ait veriler

Yüzey Malzemesi	Çekirdek Geometrisi	N	Min. (N/mm <sup>2</sup> )	Mak. (N/mm <sup>2</sup> )	Xort. (N/mm <sup>2</sup> )	Std. Sp.	V (%)
Lif levha	Kontrol Grubu	10	24.75	28.80	26.81	1.55	5,78
	Dairesel Oluklu	10	12.14	15.41	13.78	0.83	6,01
	Dikdörtgen Oluklu	10	10.43	18.06	14.21	3.14	22,11
	Trapez Oluklu	10	12.92	16.50	14.23	1.04	7,34
Kontrplak	Kontrol Grubu	10	28.17	32.38	30.79	1.34	4,34
	Dairesel Oluklu	10	7.94	9.96	8.92	0.67	7,53
	Dikdörtgen Oluklu	10	11.52	17.12	15.36	1.78	11,56
	Trapez Oluklu	10	8.25	12.14	9.98	1.41	14,09

Çizelge 3'e göre geometrik oluklu panellerin levha yüzeyinde vida tutma dirençlerine ait ortalama değerlere bakıldığında en yüksek vida tutma direnci kontrplak yüzeyle ve dikdörtgen oluklu çekirdeğe sahip panelde  $15.36 \text{ N/mm}^2$  olarak tespit edilmiştir. En düşük vida tutma direnci ise kontrplak yüzeyle dairesel oluklu panelde  $8.92 \text{ N/mm}^2$  olduğu tespit edilmiştir. Geometrik oluklu panellerde levha yüzeyinden vida tutma dirençlerinde kontrol numunelerine göre belirgin bir azalmanın olduğu tespit edilmiştir. Yüzeyden vida tutma dirençlerinde meydana gelen bu azalmanın nedeni; panel yoğunluklarında oluşan azalmaya bağlı olarak gerçekleştiği söylenilebilir.

Literatürde ahşap ve ahşap esaslı kompozit malzemelerin mekanik özellikleri panellerin yoğunluk artışlarına bağlı olarak arttığı (Bal ve ark., 2015) ve yapılarında fazla boşluk barındırdıkları için yongalevha kaplı panellerin vida tutma dirençleri, kontrplak kaplı panellerin vida tutma dirençlerinden daha az olduğu belirtilmiştir (Candan, 2012). Çalışma sonuçları bu bakımından literatür ile uyumludur.

Ahşap esaslı kompozit panellerin çekirdek geometrileri ve yüzeylerinde kullanılan malzemeler ile bunların etkileşimlerinin, levha yüzeyinden vida tutma direncine etkilerinin anlamlılık seviyelerini belirlemek için çoklu varyans analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4'te verilmiştir.

**Çizelge 4.** Panellerin vida tutma dirençlerine ait çoklu varyans analiz sonucu

Varyanslar	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık düzeyi (p<0.05)
Yüzey	19.691	1	19.691	7.356	0.008*
Çekirdek	3995.337	3	1331.779	497.535	0.000*
Yüzey * Çekirdek	274.425	3	91.475	34.174	0.000*
Hata	192.726	72	2.677		
Toplam	26950.300	80			
Düzeltilmiş Hata	4482.179	79			

\*: Anlamlı, SD: Serbestlik derecesi

Çizelge 4'teki çoklu varyans analizine göre geometrik oluklu panellerde yüzey malzemesi, çekirdek geometrisi faktörleri ile bu iki faktörün ikili etkileşiminin; panellerin levha yüzeyinden vida tutma dirençlerine olan etkilerinin ( $p \leq 0.05$ ) istatistiksel olarak anlamlı oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca panellerin vida tutma dirençlerine en büyük etkiyi çekirdek geometrisinin yaptığı (F: 497.535) tespit edilmiştir. Yüzey malzemesinin etkisi ise çok düşük olduğu (F: 7.396) görülmektedir. Etkileri anlamlı olan faktörlerin grupları arasındaki farklılıkları tespit etmek için Duncan testi yapılmıştır. Yüzey malzemesine göre levha yüzeyinden vida tutma direncine ait homojenlik grubu Çizelge 5'te verilmiştir.

**Çizelge 5.** Panellerin yüzey malzemesine göre vida tutma dirençlerine ait homojenlik grupları

Yüzey Malzemesi	N	$\bar{X}$ (N/mm <sup>2</sup> )	HG
Kontrplak	40	16.26	B
Liflevha	40	17.25	A

LSD: 0.73

HG: Homojenlik grubu; N: Numune sayısı

Çizelge 5'e göre levha yüzeyinde vida tutma direnci; panellerin yüzeylerinde kullanılan malzeme türlerine göre farklı olduğu tespit edilmiştir. Panellerde kullanılan liflevha yüzeyinin levha yüzeyinden vida tutma direncinin kontrplak yüzeyden daha yüksek değere sahip olması; yüzeyde kullanılan lif levhanın yoğunluk değerinin yüksekliğinden kaynaklandığı söylenilebilir. Literatürde; sandviç panellerde yüzey katmanı olarak yonga levha ve kontrplak malzeme kullanılan çalışma sonucunda kontrplak yüzeyinin vida tutma direncinin daha yüksek olduğu tespit edildiği (Candan, 2012), Yonga levhalarda, yüzey yonga oranının artması sonucu ile panel yoğunluklarının artmasıyla mekanik dirençlerde de artışlar gerçekleştiği (İstek ve ark., 2017) ve orta yoğunluktaki lif levhaların vida tutma dirençlerinin 13.57 N/mm<sup>2</sup> olduğu (İmirzi, 2008) belirtilmiştir. Çalışma sonuçları literatür ile uyumludur.

Geometrik oluklu panellerde çekirdek geometrisinin levha yüzeyinden vida tutma dirençlerine etkisine ilişkin homojenlik grupları Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelge 6'ya göre levha yüzeyinden vida tutma direnci en yüksek kontrol grubunda 28.80 N/mm<sup>2</sup> iken geometrik oluklu çekirdeğe sahip panellerde ise en yüksek levha yüzeyinden vida tutma direnci ise dikdörtgen oluklu çekirdek geometrisinde 14.79 N/mm<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir.



**Çizelge 6.** Panellerin çekirdek geometrisine göre vida tutma direncine ait homojenlik grupları

Çekirdek Geometrisi	N	$\bar{X}$ (N/mm <sup>2</sup> )	HG
Dairesel Oluklu	20	11.35	C
Trapez Oluklu	20	12.10	C
Dikdörtgen Oluklu	20	14.79	B
Kontrol Grubu	20	28.80	A

LSD: 1,03

HG: Homojenlik grubu; N: Numune sayısı

Yüzey malzemesi ve çekirdek geometrisinin ikili etkileşimine bağlı levha yüzeyinden vida tutma direncine ait homojenlik grupları Çizelge 7’de verilmiştir. Çizelge 7’ye göre çekirdek geometrisi ve yüzey malzemesinin ikili etkileşiminin levhaların yüzeyinden vida tutma dirençlerine etkisine bakıldığında; geometrik oluklu panellerde en yüksek levha yüzeyinden vida tutma direnci kontrplak yüzey ile dikdörtgen oluklu çekirdek etkileşiminde 15.36 N/mm<sup>2</sup> olduğu görülmektedir. En düşük levha yüzeyinden vida tutma direnci ise kontrplak yüzey ile dairesele oluklu çekirdek etkileşiminde 8.92 N/mm<sup>2</sup> olduğu tespit edilmiştir. Farklı geometrik oluklu çekirdeğe sahip liflevha yüzeyli panellerde levha yüzeyinden vida tutma direnci kontrol numunesine göre %47 ile %51 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Kontrplak yüzeyli panellerde ise levha yüzeyinden vida tutma direnci kontrol numunelerine göre %50 ile %71 oranında azaldığı görülmüştür.

**Çizelge 7.** Panellerin yüzey malzemesi ve çekirdek geometrisinin ikili etkileşimine bağlı olarak levha yüzeyinden vida tutma direncine ait homojenlik grupları

Yüzey Malzemesi	Çekirdek Geometrisi	N	X (N/mm <sup>2</sup> )	HG*
Lif levha	Kontrol Grubu	10	26.81	B
	Dairesel Oluklu	10	13.78	D
	Dikdörtgen Oluklu	10	14.21	CD
	Trapez Oluklu	10	14.23	CD
Kontrplak	Kontrol Grubu	10	30.79	A
	Dairesel Oluklu	10	8.92	E
	Dikdörtgen Oluklu	10	15.36	C
	Trapez Oluklu	10	9.98	E

LSD: 1.456

\*HG: Homojenlik grubu; N: Numune sayısı

Dikdörtgen oluklu çekirdeğe sahip panellerde levha yüzeyinden vida tutma direncinin yüksek olması; Çizelge 2’de görüldüğü gibi panel yoğunluğuna bağlı olarak gerçekleştiği söylenebilir. Öte yandan geometrik oluklu panellerde vida tutma direncinin kontrol numunesine oranla daha düşük dirençlerde olması; panel yüzeyinin derinliğine nüfuz eden vida adımlarından bir kısmının boşta kalmasından ve yine panellerin yoğunluk değerlerinin azalmasından kaynaklı olduğu söylenilebilir.

Literatürde; çekirdek ve yüzey katmanlarında farklı malzemelerin kullanılması vida tutma dirençlerinde farklı katkılar sağladığı (Srivaro ve ark., 2014), vida tutma direncinin öncelikle yüzey ve çekirdek katmanlarının yoğunluklarına bağlı olarak değiştiğini, bunun yanında vida adımı sayısı, kılavuz delik çapı, diş dibi derinliği gibi faktörlerin etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Pour ve ark., 2022). Çalışma sonuçları literatür ile uyumludur.

#### 4 Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre;

- Geometrik oluklu çekirdeğe sahip panellerin levha yüzeyinde vida tutma dirençlerinin kontrol panellerine göre azaldığı tespit edilmiştir.
- Yapılan denemeler sonucunda, levha yüzeyinde vida tutma direnci kontrplak yüzeyli dikdörtgen oluklu çekirdeğe sahip panelde 15.36 N/mm<sup>2</sup> olduğu tespit edilmiştir.
- Geometrik oluklu çekirdeğe sahip panellerin yoğunlukları kontrol grubu panellerine kıyasla %18.3 ile %33 oranında azaldığı tespit edilmiştir.
- Hem çekirdek geometrisi ve hem de panellerde kullanılan yüzey malzemelerinin, panellerin levha yüzeyinden vida tutma dirençlerine olan etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları tespit edilmiştir.

Farklı geometrik oluklu çekirdeğe sahip panellerin, levha yüzeyinden vida tutma direnci ve diğer mekanik özelliklerin geliştirilmesi oldukça önem arz etmektedir. Bundan dolayı farklı tiplerdeki yapıştırıcılar ile yoğunluk değerleri farklı olan odun liflerinin kullanılması ile kalıpsal üretime dayalı bir üretim süreci önerilir.

#### **Teşekkür**

Deneyisel olarak gerçekleştirilen bu çalışma, Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FDK-2021-7201 kodlu proje ile desteklenmiştir.

#### **Yazar katkıları**

**Musa Kaya:** Verilerin elde edilmesi, verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması, makalenin yazılması. **Hasan Özgür İmirzi:** Çalışma konusunun belirlenmesi, deney tasarımının yapılması, verilerin analiz edilmesi, makalenin yazılması.

#### **Finansal destek beyanı**

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FDK-202-7201 kodlu proje ile desteklenmiştir.

#### **Çıkar çatışması**

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### **Kaynaklar**

- Bal, B. C., Akçakaya, E., Gündeş, Z., (2015), Kavak, kayın ve okaliptüs kaplamaları ile üretilen kontrplakların vida tutma direncinin araştırılması, *KSÜ, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(2), 77 – 83, DOI: 10.17780/ksujes.26064.
- Bal, B. C., Akçakaya, E., Gündeş, Z., (2016), Farklı ağaç türlerinden üretilmiş kontrplakların yanal çivi dayanımı, *Düzce Üniversitesi, Ormanlık Dergisi*, 12(1), 145-153.
- Barbu C.M., Lüdtke J., Thömen H., Welling J., (2010), New technology for the continuous production of wood-based lightweight panels, Proceedings of the International Convention of Society of Wood Science and Technology and United Nations Economic Commission for Europe –Timber Committee, Switzerland.
- Candan, Z., (2012), Ahşap sandviç panel ve laminat parke üretiminde nanopartikül kullanımı ve teknolojik özellikler üzerine etkisi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul*.
- Cehreli, H.T., (1984), Orta sert lif levhaları, odun kökenli ürün sanayi ve sorunları semineri, Milli Produktivite Merkezi Yayını, No: 302, Ankara.

- Çolakoğlu, G., (1996), Tabakalı ağaç malzeme teknolojisi ders notları (Yayınlanmamış), *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon.*
- Eroğlu, H., (1988), Lif levha endüstrisi, Trabzon.
- Göker, Y., Akbulut, T., Ayrılmış, N., (2004), Türkiye’de üretilen MDF levhaların teknolojik özellikleri, *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi* 54(1A): 13-36.
- İmirzi, H. Ö., (2008), Farklı yapım teknikleri ve değişik kalınlıklardaki levhalar ile üretilmiş kutu tipi mobilyaların mukavemet özellikleri, *Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara*, 91-105.
- İstek, A., Kurşun, C., Aydemir, D., Köksal, S.E., Kelleci, O., (2017), Tabaka yonga oranının yonga levha özelliklerine etkisi, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 182-6.
- Kasal, A., (2007), Bazı masif ve kompozit ağaç malzemelerin kavala tutma performanslarının belirlenmesi, *Gazi Ün. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi* 22(3), 387-397.
- Örs, Y., Özen, R., Doğanay, S., (1995), Mobilya üretiminde kullanılan ağaç Malzemenin Vida Tutma Dirençleri, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22: 29–34.
- Öztürk, V., (2019), Ahşap esaslı akustik kompozit panellerin bazı teknolojik özellikleri, *Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.*
- Pour, M. F., Hatfania, H., Dorieh, A., Kiamahalleh, M. V., Afrouzi, Y. M., (2022), Research on medium density fiberboard (MDF) behavior against screw axial withdrawal: impact of density and operational variables, *In Structures*, 39, 194-206.
- Rammer, D.R. 2010. Fastenings, Wood Handbook: Wood as an engineering Material, USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, General Technical Report FPLGTR-190, Madison, WI (ss. 1–2).
- Srivaro, S., Chaowana, P., Matan, N., Kyokong, B., (2014), Lightweight sandwich panel from oil palm wood core and rubber wood veneer face, *Journal of Tropical Forest Science*, 50-57.
- Tor, Ö. (2019). Effects of pilot hole diameter on screw driving torques in medium density fiberboard, *Cerne* 25: 54-59. DOI: 10.1590/01047760201925012608
- TS EN 316, (2011), Odundan mamul liflevhalar tarifler, sınıflandırma ve semboller, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 320, (2011), Lif Levhalar - Vida Tutma Kabiliyetinin (Mukavemetinin) Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS EN 323, (1999), Ahşap esaslı levhalar-birim hacim ağırlığı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yörür, H., Tor, Ö., Günay, M.N., Birinci, E., (2017), The effects of different variables on the direct screw withdrawal strength in plywood, *Kastamonu University Journal of Faculty of Forestry*, 17(2): 325-333, DOI: 10.17475/kastorman.333858.