

Pamuk saplarından üretilen yonga levhaların bazı mekanik özelliklerinin standartlara uygunluğunun araştırılması

İbrahim Bektaş^a, Ahmet Tutuş^a, Celal Uğur^{b,*}

Özet: Günümüzde orman kaynaklarındaki azalma ve çevrecilerin bu konudaki yoğun baskısı ahşap kökenli levha üretiminde yeni arayışlara yol açmıştır. Geline nokta, konu üzerinde çeşitli çalışmalar ve araştırmalar yapılmaktadır. Bu araştırmada da bu kapsamda planlandı. Bu çalışmada, laboratuvar şartlarında genel amaçlar için pamuk sapı (*Gossypium hirsutum* L.) ve ahşap artık yongaları muhtelif oranlarda (%100, % 75, % 50, % 25 ve % 0) üre formaldehit tutkalı kullanılarak 650 kg/m^3 yoğunlukta üretilen yonga levhaların önemli mekanik özellikleri araştırıldı. Aynı zamanda, sonuçlar konu ile ilgili standartlarla karşılaştırıldı. Levhaların üretiminde % 65'lik üre formaldehit tutkalı (UF) ve % 33'lük amonyum klorür (sertleştirici) kullanıldı. Denemelerde mekanik özelliklerde hesaplanan ortalama değerler, eğilme direnci $13.11-18.01 \text{ N/mm}^2$, elastikiyet modülü $2819-4620.8 \text{ N/mm}^2$, yüzeye dik vida tutma gücü $984.6-1089.4 \text{ N}$, yüzeye dik çekme direnci $0.55-0.97 \text{ N/mm}^2$ ve janka sertlik değeri $32.92-54.41 \text{ N}$ aralıklarında gerçekleşmiştir. Yapılan istatistik analizlerde (% 100 ahşap yongası hariç) levha içerisindeki pamuk sapı yüzdesi azaldıkça, mekanik özelliklerin arttığı belirlendi. Ayrıca, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünün TS-EN 310, yüzeye dik çekme direncinin TS EN 319 ve yüzeye dik vida tutma direncinin BS 1811'de istenen asgari şartları sağladığı tespit edildi.

Anahtar kelimeler: Yongalevha, Pamuk sapı, Elastikiyet modülü, Eğilme direnci, Yüzeye dik çekme

Research of suitability of some mechanical properties of particle board produced from cotton stalks to standards

Abstract: Today, reduction of forest resources and wood-based panel production of intense pressure from environmentalists on this issue has led to new searches. At this point, various studies and researches are carried out on the subject. This research was also planned within this scope. In this study, mechanical properties of particle boards (650 kg/m^3) produced using urea cotton stalks and wood (% 100, 75, 50, 25, 0) for general purposes under laboratory conditions were investigated. At the same time, the results were compared with relevant standards. For production of particleboards, urea formaldehyde resin (65%) and as hardening agent ammonium chloride (33%) were used. The result showed that the mean value of bending strength, modulus of elasticity and resistance to axial withdrawal strength of the specimens, janka results ranged from 13.11 to 18.01 N/mm^2 , from 2819 to 4620.8 N/mm^2 , from 984.6 to 1089.4 , from 0.55 to 0.97 N/mm^2 and from 32.2 to 54.41 N/mm^2 , respectively. In the statistical analysis, (except for 100% wood chip) it was understood that, properties of the particleboards have improved with the rising percentage of wood particles in the particleboards. In addition, it was determined that the bending resistance and the modulus of elasticity in bending, the tensile strength perpendicular to the surface and the screw holding resistance perpendicular to the surface were meet the minimum requirements required in TS-EN 310, TS EN 319 and BS 1811, respectively.

Keywords: Particleboard, Cotton stalks, Modulus of elasticity, Bending strength, Resistance to axial withdrawal strength

1. Giriş

Orman kaynaklarının sınırlı ve kıt olması nedeniyle alternatif hammadde kaynaklarının orman endüstrisinde kullanım olanaklarının araştırılması son yıllarda önem kazanmaktadır. Çünkü hammadde teminindeki güçlükler üretim maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır.

Nüfus artışına paralel olarak artan endüstriyel ürünlerin tüketimini göz önünde tutarak mevcut kaynakların ekonomik ve rasyonel bir şekilde değerlendirilmesinin ehemmiyeti her geçen gün daha fazla artmaktadır. Bu yüzden, birçok ülke farklı hammadde kaynaklarının endüstriyel üretimde kullanılabilirliğinin araştırılmasını desteklemektedir. Bu amaçla yapılacak çalışmaların, odun kökenli hammadde kaynaklarının kullanımına alternatif

olarak aynı özellikleri sağlaması düşünülen yıllık bitkilerin değerlendirilmesi noktasına odaklanılmaktadır.

Çizelge 1'de de görüleceği gibi, dünyada hammadde olarak yıllık bitkilerin levha üretiminde hammadde kaynağı olarak değerlendirildiği fabrikaların sayısı ve üretim kapasiteleri artmaktadır (Güler, 2015).

Dünyadaki pamuk ekim alanları yaklaşık 33.1 milyon ha. dolayındadır. Ekim alanı büyüklüğü bakımından Hindistan, Çin ve ABD şeklinde sıralanmaktadır. Bu ülkeleri, Özbekistan, Pakistan ve Brezilya takip etmektedir. Türkiye ise ekim alanı yönünden 7. sırada yer almaktadır (Tekinel, 1999). Pamuk lifi üretimi yönünden Dünyada ilk üç sırayı yine Hindistan, Çin ve ABD oluştururken, Türkiye 6. sırada kendine yer bulabilmektedir (Kılıç ve Genç, 1999).

✉ ^a Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

^b Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): celal_ugur27@hotmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 22.05.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 30.11.2020



Citation (Atıf): Bektaş, İ., Uğur, C., Tutuş, A., 2020. Pamuk saplarından üretilen yonga levhaların bazı mekanik özelliklerinin standartlara uygunluğunun araştırılması. Turkish Journal of Forestry, 21(4): 445-450. DOI: [10.18182/tjf.741237](https://doi.org/10.18182/tjf.741237)

Öte yandan, Pamuk bitkisi her yıl yenilenebilir olması nedeniyle lif kaynağı olarak önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Özellikle Güney Doğu Anadolu (GAP) projesinin devreye girmesi ile tarımsal ürünlerden elde edilecek pamuk sapları dâhil yıllık bitki artık miktarlarında büyük artış beklenilmektedir. GAP master planında, bölgede düşünülen bitki deseni içerisinde pamuğun payı %20 olarak öngörülmüştür. Ancak şu an itibarı ile sulanabilen arazinin yaklaşık %70-80'i pamuk tarımına açılmıştır (Güler, 2001).

Pamuk bitkisi, dekara 300-700 kg. kuru sap bırakır. Türkiye'de yetişen pamuğun ortalama sap verimi yaklaşık 540 kg/da. olarak verilmektedir. Atchinson (1973)'a göre bir hektar başına toplanabilir pamuk sapı miktarı 2.0-2.8 (ton/ha)'dır. Türkiye'nin Pamuk üretim alanları dikkate alındığında, söz konusu verim değeri ile yılda 3.5-4 milyon ton pamuk sapının yan ürün olarak (atık bitkisel lif kaynağı) elde edilebileceği görülmektedir (Yumak ve Evcim, 1990).

Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda, bu çalışmanın temel amacı, hammadde bakımından büyük oranda (% 90) orman kaynaklarına dayalı bulunan yongalevha sektöründe hammadde kıtlığına bir alternatif ortaya koyma ve aynı zamanda yakılarak veya açık alanda bırakılarak çürümeye terk edilen pamuk sapı atıklarının katma değerli bir ürüne dönüştürülerek ekonomiye kazandırılmasını sağlamaktır.

2. Materyal ve yöntem

Yonga levha üretiminde test materyali olarak kullanılan Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) sapları ve ahşap yongaları, Doğu Akdeniz Yöresinden temin edilmiştir. Denemelerde, 650 kg/m³ yoğunlukta ve 18×50×50 mm boyutlarında üretilen taslak test levhaları kullanıldı. Test levhalarının üretiminde Özellikleri Çizelge 2'de verilen Üre formaldehit tutkalının % 65'lik çözeltisinden tam kuru yonga ağırlığının %10'u kadar tam kuru tutkal ve tam kuru yonga ağırlığına oranla % 1 sertleştirici (NH₄Cl) katılmıştır.

Çizelge 1. Türkiye'de yonga levha sektörünün önemli işletmeleri (TOBB, 2012)

Firma adı	Fabrika yeri	Kapasite (m ³ /gün)	Kapasite (m ³ /yıl)
Ayorsan A.Ş.	Sinop	80	24000
Devrektaş A.Ş.	Zonguldak	340	102000
Foça Sunta A.Ş.	İzmir	300	90000
Giresun Orman Ltd.Şti	Giresun	170	51000
Gentaş A.Ş.	Bolu	96	28800
İttaş A.Ş.	Bursa	350	105000
Kast. Entg.	Kastamonu	650	195000
Kast. Entg.A.Ş	İzmit	200	60000
Kast. Entg.	Balıkesir	1750	525000
Koyuncuoğlu (Setaş)	Kütahya	300	90000
Köseoğlu A.Ş.	Kayseri	600	180000
Mastaş A.Ş.	Bolu	140	42.000
Orma A.Ş.	Isparta	750	225.000
Panel(Yontaş) A.Ş.	Samsun	500	150000
Samedoğlu A.Ş.	Mersin	500	150000
Serdar Ağaç A.Ş.	Bursa	750	225000
S.F.C. A.Ş.	Kastamonu	200	60000
Starwood A.Ş.	Bursa	2300	690000
Sumaş A.Ş.	Balıkesir	240	72000
Suntasan A.Ş.	Eskişehir	250	75000
Tever Ağaç A.Ş.	İzmit	1500	450000
Teverpan A.Ş.	Tekirdağ	800	240000
Veziir Ağaç A.Ş.	Samsun	175	52000
Yonsan A.Ş.	Manisa	300	90000
Toplam kapasite		13241	3972300

Araştırma kapsamında planlanan mekanik testlerde kullanılmak üzere, pamuk sapları ile ahşap yongaları, beş farklı oranda karıştırılarak 50x50 cm ölçülerinde 18 mm kalınlıkta her grup için 3 adet olmak üzere toplam 5 grupta (Gruplar: I, II, III, IV ve V) 15 adet levha üretilmiştir. Denev levhalarını üretmek için hazırlanan yongalar, kurutma fırınında 105±3 °C sıcaklıkta yaklaşık %3 rutubete kadar kurutulmuştur. Levhaların üretim şartları ve kullanılan hammadde yüzdeleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Belirlenen oranlarda hazırlanan taslak levhalar laboratuvar tipi elektrik ile ısıtılan ve levha boyutları 50x50 cm olan tek katlı hidrolik pres ile preslendi. Preslemede pres sıcaklığı 185°C, pres süresi pres kapandıktan sonra 7 dakika, pres basıncı 4 N/mm² dir. Bütün levha tipleri için aynı pres şartları uygulandı ve Şekil 1'de iki örneği gösterilen test levhaları elde edildi.

Pres sonrası levhalar, tutkalın sertleşmesini sağlamak için, pres saçları arasında soğuyuncaya kadar bekletildi. Bunu takiben test levhaları, sıcaklığı 20 ±2 °C ve bağıl nemi % 65 ±5 olan klima ortamında üç hafta süreyle TS 642- ISO 554'te belirtilen esaslara göre klimatize edilmiştir. Örneklerin boyutları TS-EN 326-1 'de belirtilen esaslara uygun olarak hazırlanmıştır.

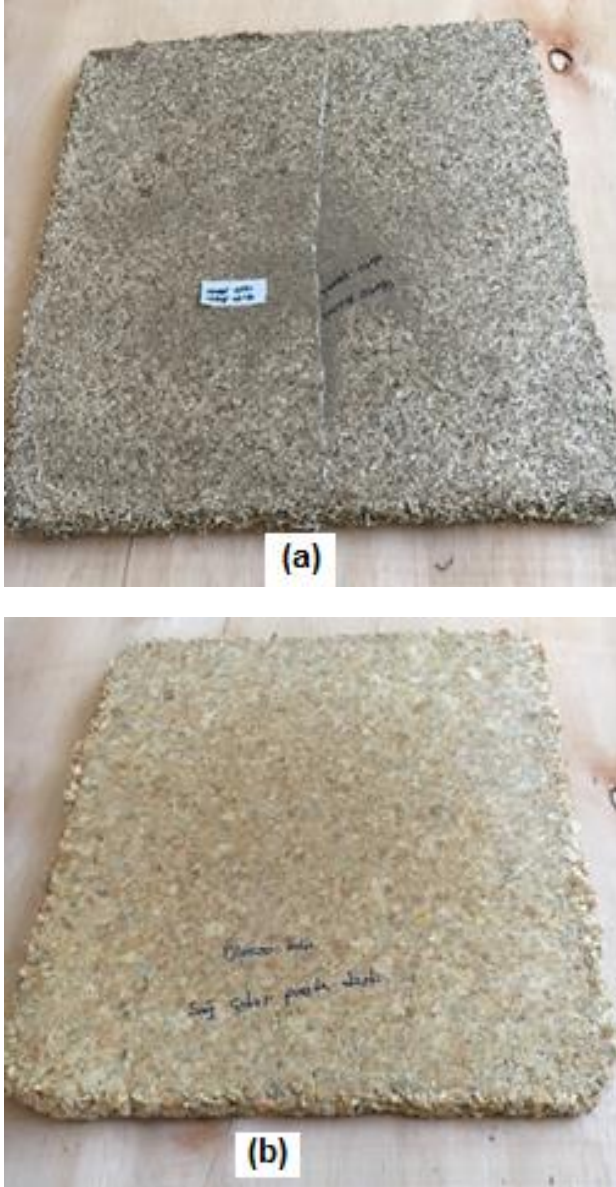
Çalışmada üretilen test levhalarının eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü testleri TS EN 310 (1999)'da, yüzeye dik çekme direnci TS EN 319'da ve yüzeye dik vida tutma direnci BS 1811 (1969)'de belirtilen esaslar doğrultusunda gerçekleştirildi. Testlerde kullanılan numuneler, ilgili standartlarda belirtilen ölçülere göre boyutlandırıldı.

Çizelge 2. Üre formaldehit tutkalının özellikleri

Özellik	Değeri
Çözelti (%)	65+- 1
Yoğunluk (g/cm ³)	1.27-1.29
PH (25°C)	7.5-8.5
Viskozite Dın/cPs 25°C	150-200
Jelleşme süresi (s, 100°C)	25-30
Kullanma süresi (gün)	60
Akışkanlık süresi (s, 25°C)	20-30
Serbest CH ₂ O (max.) %	0.19

Çizelge 3. Test levhalarının karışım oranları ve üretim şartları

Levha grubu	Pamuk sapı oranı (%)	Ahşap oranı (%)	Pres	
			Basıncı (N/mm ²)	Süresi (dk)
I	0	100	4	7
II	25	75	4	7
III	50	50	4	7
IV	75	25	4	7
V	100	0	4	7



Şekil 1. Taslak test levhaları, (a): Pamuk sapı, (b): Ahşap yongası.

3. Bulgular ve tartışma

Eğilme direnci testlerinden elde edilen veriler (Çizelge 4) üzerinden yapılan istatistik analiz sonuçları, eğilme direnci değerlerinin, levha grupları arasında $p < 0.000$ önem düzeyinde anlamlı farklılıklar oluştuğunu göstermektedir.

Çizelge 4'ten de anlaşılacağı üzere, test levhalarında pamuk sapı oranı arttıkça, eğilme direncinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu durumun pamuk sapı yongasının yoğunluğunun düşük olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Literatürde de bu durumu teyit eden çalışmalar bulunmaktadır. Güler vd. (2001) yaptıkları bir çalışmada, pamuk sapı yongalarından elde edilen levhaların eğilme direnci değerlerini (11.6-16.7 N/mm²) aralığında tespit etmişlerdir. Diğer bir araştırmada da (Güler ve Özen, 2004) eğilme direnci değerleri (3.31-16.79 N/mm²) olarak elde etmişlerdir. Bilindiği gibi, eğilme direnci, kullanım yerini etkileyen önemli faktörlerden biri olarak levhanın özgül kütlesi ve yongalevha içindeki tutkal miktarı ile önemli ölçüde değişir (Göker ve Akbulut, 1992, Kalaycıoğlu ve Çolakoğlu, 1995). TS-EN 312-2 (1999)'ye göre kuru şartlarda kullanılan genel amaçlar için üretilen yonga levhaların eğilme direnci en az 11.5 N/mm² olmalıdır. Testler sonucunda elde edilen verilerin analiz sonuçlarının gösterildiği Çizelge 4 incelendiğinde, Pamuk sapı ve ahşap yongası karışımından üretilen levhalardan ölçülen eğilme direnci değerlerinin (13.11-18.01 N/mm²), TS EN 312-2 (1999)'ye göre genel amaçlı kapalı ortamlarda kullanılan yonga levhalarda aranan asgari şartlardaki eğilme direnci değerini (11.5 N/mm²) sağladığı görülebilir.

Çizelge 5'te gösterilen elastikiyet modülüttest verileri ile Çizelge 4'te yer alan eğilme direnci değerleri karşılaştırıldığında, levha grupları arasında paralel bir seyirin varlığı görülebilir. Söz konusu elastikiyet modülü değerleri 2819-4620.8 N/mm² arasında hesaplanmış ve levha içerisindeki pamuk sapı katılım oranı arttıkça elastikiyet modülü değerinde arttığı belirlenmiştir.

Çizelge 4. Eğilme direncine ANOVA ve Duncan testi analiz sonuçları ($p < 0.05$)^(*).

Levha grubu	Yoğunluk (kg/m ³)	Ortalama (N/mm ²)	Standart sapma	Standart hata	Varyasyon katsayısı(%)	Dağılım genişliği (N/mm ²)	Önem düzeyi
I	654	18.01a ^(**)	1.79	0.34	9.95	7.3	$p < 0.000$
II	645	17.41a	2.36	0.45	13.54	9.4	
III	641	15.35b	0.76	0.15	4.95	2.1	
IV	631	14.44b	1.99	0.38	13.76	6.8	
V	630	13.11c	1.78	0.34	13.61	6.1	
Ortalama	640	15.65	2.57	0.22	16.39	11.1	

^(*)Numune sayısı: 30, ^(**)Aynı harflerin temsil ettiği ortalama değerler arasında, Duncan Testine göre önemli bir fark yoktur.

Çizelge 5. Eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait ANOVA ve Duncan testi sonuçları($p < 0.05$)^(*)

Levha grubu	Yoğunluk (kg/m ³)	Ortalama (N/mm ²)	Standart sapma	Standart hata	Varyasyon katsayısı (%)	Dağılım genişliği (N/mm ²)	Önem düzeyi
I	654	4620.8d ^(**)	449.8	86.6	9.73	1668.4	$p < 0.000$
II	645	3774c	435.8	83.9	11.55	2125.77	
III	641	3757.4c	542.3	104.4	14.43	2128.43	
IV	631	3282.2b	605.9	116.6	18.86	2196.78	
V	630	2819a	418.6	79.1	14.85	1415.1	
Ortalama	640	3664.6	775.9	66.5	21.29	3005.66	-

^(*)Numune sayısı: 30, ^(**)Aynı harflerin temsil ettiği ortalama değerler arasında, Duncan Testine göre önemli bir fark yoktur.

Yine aynı Çizelgeye göre en yüksek elastikiyet modülü değerlerinin tamamen ahşap yongalarından üretilen I. grup levhalarında (4620.8 N/mm²), en düşük değer ise %100 pamuk saplarından üretilen V. grup levhalarından (2819 N/mm²) elde edildiği söylenebilir. Yapılan varyans analizi sonuçları gruplar arasındaki farkın %5 yanılma ihtimali ile önemli olduğunu ortaya koydu (Çizelge 5). Elastikiyet modülü değerinin büyüklüğü, levha üst tabakasındaki yongaların rutubet miktarı ile ilişkilidir. Bu tabakaların rutubet miktarı arttıkça elastikiyet modülünde bir azalma görülür (Bektaş vd., 2002). Pamuk sapları ve ahşap yongalarından üretilen levhalar için hesaplanan elastikiyet modülü değerlerinin (Çizelge 5) bütün gruplarda TS-EN 312-3 (1999)'de eğilmede elastikiyet modülü için istenen minimum değeri (1600 N/mm²) sağladığı belirlenmiştir.

Pamuk saplarından üretilen yonga levhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri Çizelge 6'da verilmiştir. Tamamen ahşap yongasından elde edilen I. grup levhalar hariç, pamuk sapı ile karıştırılmış levhalar içerisinde maksimum çekme direnci değeri %25 pamuk sapı ve %75 ahşap yongasından elde edilen II. grup levhalarda (0.91 N/mm²), minimum çekme direnci değeri ise % 100 pamuk sapından üretilen V. grup levhalarda (0.55 N/mm²) hesaplandı.

Çizelge 6'da yer alan test verilerine uygulanan varyans analizi sonuçları, ahşap yongaları ve pamuk saplarından elde edilen yongaların karışım oranlarının üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerinde $p < 0.000$ önem düzeyinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu gösterdi.

Yüzeye dik çekme direnci değeri TS EN 312-2 (1999)'de genel maksat yonga levhaları için en az 0.24 N/mm² olarak belirlenmiştir. Bu veriler dikkate alındığında, testlerde üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci

değerlerinin ilgili standartta istenen limitleri aştığı görülmektedir.

Çizelge 7'de yer alan verilerden de anlaşılacağı gibi, deneme levhalarından elde edilen pamuk sapı ve ahşap karışımından üretilen levhalarda, levha yüzeyine dik vida tutma direnci değerleri 1089.4-908.1 N aralığında ölçüldü. Test verilerine uygulanan ANOVA ve Duncan testi analizlerinden, levha yüzeyine dik vida tutma direncinin de, gruplar arasındaki farkın %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu anlaşılabilir.

Laboratuvar ölçümleri sonucunda elde edilen yüzeye dik vida tutma direncine ait değerler levha grupları açısından değerlendirildiğinde (Çizelge 7), levha içindeki pamuk sapı oranının artması ile vida tutma direncinin azaldığı söylenebilir. Korkmaz ve ark. (2017) yaptıkları bir çalışmada, yönlendirilmiş yonga levhanın levha yüzeyine dik yönde vida tutma direnci değerini 359.75 N ile 1315.09 N arasında hesaplamıştır. Alvir (2001) tarafından gerçekleştirilen diğer bir araştırmada ise, 12 mm kalınlığındaki OSB levhalarının levha yüzeyine dik yönde vida tutma direnci, 512-1471 N aralığında rapor edilmiştir. Vida tutma direnci değerleri, BS 2604 (1970) standardına göre, 18 mm kalınlıktaki yongalevhalar, levha kenarına dik yönde en az 360 N olması öngörülmektedir. Ayrıca, levha yüzeyine dik vida tutma direncinin ise bu değer % 100-125'i kadar daha fazla olması gerektiği Bozkurt ve Göker (1990) tarafından kaydedilmiştir. Buna göre, bu çalışma kapsamında pamuk saplarından ve değişen oranlarda ahşap karışımından üretilen test levhalarına ait vida tutma direnci değerlerinin standartlarda istenen şartları sağladığı söylenebilir.

Çizelge 8'de üretilen yonga levhaların, levha yüzeyine dik yönde janka sertlik değerleri için yapılan varyans analizi (ANOVA) ve Duncan testleri sonuçları görülmektedir.

Çizelge 6. Yüzeye dik çekme direncine ait analiz verileri ($p < 0.05$)^(*)

Levha grubu	Yoğunluk (kg/m ³)	Ortalama (N/mm ²)	Standart sapma	Standart hata	Varyasyon katsayısı (%)	Dağılım genişliği (N/mm ²)	Önem düzeyi
I	654	0.97c ^(**)	0.20	0.04	20.71	0.7	$p < 0.000$
II	645	0.91c	0.21	0.04	23.70	1	
III	641	0.80b	0.15	0.03	19.20	0.6	
IV	631	0.77b	0.18	0.03	23.42	0.9	
V	630	0.55a	0.14	0.03	25.75	0.5	
Ortalama	640	0.80	0.23	0.02	28.82	1.2	-

^(*)Numune sayısı: 30, ^(**)Aynı harflerin temsil ettiği ortalama değerler arasında, Duncan Testine göre önemli bir fark yoktur.

Çizelge 7. ANOVA ve Duncan testi ortalamalarının vida tutma direnci analiz verileri ($p < 0.05$)^(*)

Levha grubu	Yoğunluk (kg/m ³)	Ortalama (N)	Standart sapma	Standart hata	Varyasyon katsayısı (%)	Dağılım genişliği (N/mm ²)	Önem düzeyi
I	654	1089.4c	217.2	40.3	19.93	868	$p < 0.000$
II	645	1018.9bc	208.8	38.1	20.50	685	
III	641	958.9ab	156.9	29.6	16.36	480	
IV	631	935.1ab	115.3	22.6	12.33	399	
V	630	908.1a	84.9	16.3	9.35	433	
Ortalama	640	984.6	177.2	15	18.00	907	-

^(*)Numune sayısı: 30, ^(**)Aynı harflerin temsil ettiği ortalama değerler arasında, Duncan Testine göre önemli bir fark yoktur.

Çizelge 8. Test levhalarının janka sertlik değerine ait analiz sonuçları^(*)

Levha grubu	Yoğunluk (kg/m ³)	Ortalama (N/mm ²)	Standart sapma	Standart hata	Varyasyon katsayısı (%)	Dağılım genişliği (N/mm ²)	Önem düzeyi
I	654	54.41c	8.84	1.61	16.25	30.6	$p < 0.000$
II	645	50.68c	11.80	2.15	23.27	42.3	
III	641	42.92b	8.62	1.57	20.08	27.2	
IV	631	40.54b	7.18	1.31	17.70	25.7	
V	630	32.92a	2.71	0.50	8.24	12	
Ortalama	640	44.29	11.24	0.92	25.37	42.3	-

^(*)Numune sayısı: 30, ^(**)Aynı harflerin temsil ettiği ortalama değerler arasında, Duncan Testine göre önemli bir fark yoktur.

Gerçekleştirilen istatistikî analizler, artan pamuk sapı oranına bağılı olarak üretilen yongalevhaların levha yüzeyine dik yönde Janka sertlik değerleri arasında anlamlı farklılıkların ($p<0.000$) varlığını gösterdi. Aynı zamanda, üretilen levhaların levha yüzeyine dik yönde janka sertlik değerleri, % 25 pamuk sapı ilaveli levhalarda minimal seviyede azalma gösterirken, artan pamuk sapı oranının Janka sertlikte daha fazla düşüşe neden olduğu yine Çizelge 8'deki verilerden anlaşılabilir. Aslında, ahşap yongası ve pamuk sapı karışımında, pamuk sapı oranındaki artma, yoğunluk farklılığından dolayı, üretilen levhaların Janka sertlik dâhil tüm direnç özelliklerini olumsuz yönlü etkilemektedir. Benzer sonuçlar, fındık cürufu (Copur vd., 2007) ve fıstık kabuğu (Akgül ve Tozluoğlu, 2008) gibi diğer tarımsal atıklarla yapılan çalışmalarda da elde edilmiştir. Statik sertlik değeri üzerine yapılan diğer çalışmalarda (Ay ve Uncu, 2004; Ayata ve Çavuş, 2018; Bal vd., 2018; Emiroğlu, 2018) da paralel verilere ulaşılmıştır.

Nihayet, ahşap yongası ve pamuk saplarından üretilen levhaların mekanik özelliklerine ait test sonuçlarının, literatürde (Bektaş vd., 2005; Nemli vd., 2008; 2009; Güler vd., 2008; Ayrılmış vd., 2009; Güler ve Büyüksarı, 2011; Taş ve Sevinçli, 2015) yer alan ahşap dışı lignoselülozik materyal kullanılarak elde edilmiş levhalarda elde edilen değerlerle genel olarak uyumlu olduğu söylenebilir. Söz konusu kaynaklarda, farklı bitkisel materyalden üretilen yongalevhaların mekanik özelliklerinin, ahşaptan üretilenlere kıyasla daha düşük mekanik özelliklere sahip olduğu ifade edilmektedir.

4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, laboratuvar şartlarında genel amaçlar için pamuk sapı ve ahşap yongalardan muhtelif oranlarda (%100, %75, %50, %25 ve %0) üretilen formaldehit tutkalı kullanılarak 650 kg/m^3 yoğunlukta üretilen yonga levhaların önemli mekanik özellikleri araştırıldı. Bu doğrultuda, hali hazırda uygun şekilde değerlendirilemeyen kereste fabrikası artıkları ile aynı konumdaki yıllık bitki artıklarından pamuk sapı yukarıda belirtilen oranlarda karıştırılarak, maliyeti daha düşük ve ilgili standartlarda istenen direnç özelliklerine sahip yongalevha üretimi amaçlanmıştır.

Araştırma kapsamında yapılan testler sonucunda, ölçülen mekanik özelliklerin ortalamalarının eğilme direncinde $13.11-18.01 \text{ N/mm}^2$, elastikiyet modülünde $2819-4620.8 \text{ N/mm}^2$, yüzeye dik vida tutma direncinde $984.6-1089.4 \text{ N}$, yüzeye dik çekme direncinde $0.55-0.97 \text{ N/mm}^2$ ve Janka sertlik değerinde $32.92-54.41 \text{ N/mm}^2$ arasında seyrettiği belirlendi.

Söz konusu testler sonucunda, elde edilen verilerin analiz ile test levhasında pamuk sapı oranının artması ile ilgili numunelerin mekanik direnç değerlerinin azaldığını ortaya kondu.

Aynı zamanda, yapılan ANOVA ve DUNCAN Testi analiz sonuçları, test edilen mekanik özelliklerde her beş levha grubunda (I, II, III, IV ve V) da numune içerisindeki hammadde katılım oranının, mekanik özellik üzerinde $p<0.000$ güven düzeyinde önemli bir fark oluşturduğu tespit edildi.

Genel olarak, bu çalışmadan elde edilen veriler, standartlarda istenen limitleri sağladığı için, pamuk saplarının yongalevha endüstrisinde genel maksatlar için,

saf olarak veya ahşap artıkları ile birlikte hammadde olarak kullanılabileceğini gösterdi. Bu açıdan, pamuk saplarının yonga levha endüstrisi için alternatif bir hammadde kaynağı olarak değerlendirilmesi önerilebilir.

Açıklama

Bu makale, KSU-BAP birimi tarafından 2018/2-39 D numaralı proje ile finansal olarak desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Alvur, F., 2001 Yönlendirilmiş yongalevhaların üretimi, özellikleri ve kullanım yerleri üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akgül, M., Tozluoğlu, A., 2008. Utilizing peanut husk (*Arachis hypogaea* L.) in the manufacture of medium-density fiber boards. *Bioresource Technology*, 99(13): 5590-5594.
- Ayrılmış, N., Büyüksarı, U., Avcı, E., Koç, E., 2009. Utilization of pine (*Pinus pinea* L.) cone in manufacture of wood based composite. *Forest Ecology and Management*, 259(1): 65-70.
- Atchinson, J.E., 1973. Present status and future potential for utilization of non-wood plant fibers, a worldwide review. *Non-wood Plant Fiber Pulping Progress Report*, 4: 68-69.
- Ay, N., Uncu, A., 2004. Murgul bakır işletmesi bacalarından çıkan SO_2 gazının sarıçam odununun bazı mekanik özellikleri üzerine etkisi. *Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, 21: 119.
- Ayata, Ü., Çavuş, V., 2018. Amerikan ceviz, Amerikan meşesi ve kırmızı Amerikan meşesi odunlarında renk ve parlaklık üzerine ısı işleminin (Thermowood metot) etkisi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(4): 546-553.
- Bektaş, İ., Güler, C., Kalaycıoğlu, H., Mengelöglü, F., Nacar, M., 2005. The manufacture of particleboards using sunflower stalks (*Helianthus annuus* L.) and poplar wood (*Populus alba* L.). *Journal of Composite Materials*, 39(5): 467-473.
- Bektas, I., Guler, C., Kalaycioglu, H., 2002. Manufacturing of particleboard from sunflower stalks (*Helianthus annuus* L.) using urea formaldehyde resin. *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences*, 5(2): 49-56.
- Bal, B.C., Ayata, Ü., Çavuş, V., Şahin, S., Efe, F.T., Dilik, T., 2018. İzmir'de yetişen kara servi (*Cupressus sempervirens*) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi. IV. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi (UMTEB), 7-9 Aralık, Erzurum, Türkiye, s. 2098-2103.
- Bozkurt, A., Göker, Y., 1990. Yongalevha Endüstrisi (İkinci Baskı). İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- BS 1811, 1969. Methods of test for wood chip board and other particleboards. British Standards Institution, London.
- BS 2604, 1970. Resin-bonded wood chip board. British Standards Institution, England.
- Copur, Y., Guler, C., Akgul, M., Tascioglu, C., 2007. Some chemical properties of hazelnut husk and its suitability for particleboard production. *Building and Environment*, 42(7): 2568-2572.
- Emiroğlu, F., 2018. Termo-mekanik yoğunlaştırılmış ahşap malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine su itici maddelerin etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Güler, C., Özen, R. ve Kalaycıoğlu H. 2001. Pamuk Saplarından Üretilen Yongalevhaların Bazı Teknolojik Özellikleri, KSÜ, Fen ve Mühendislik Dergisi, 4 (1) : 99-108.
- Güler, C., 2015. Odun esaslı kompozit malzeme üretiminde bazı yıllık bitkilerin değerlendirilmesi. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 14(2): 70-78.

- Güler, C., Büyüksarı, U., 2011. Effect of production parameters on the physical and mechanical properties of particleboards made from peanut (*Arachis hypogaea* L.) hull. *Bioresources*, 6(4): 5027- 5036.
- Güler, C., Çopur, Y., Taşçıoğlu, C., 2008. The manufacture of particleboards using mixture of peanut hull (*Arachis hypogaea* L.) and European black pine (*Pinus nigra* Arnold) wood chips. *Bioresource Technology*, 99(8): 2893-2897.
- Güler, C., Özen, R., 2004. Some properties of particleboards made from cotton stalks (*Gossypium hirsutum* L.). *Holz als Roh-und Werkstoff*, 62(1): 40-43.
- Göker, Y., Akbulut, T., 1992. Yongalevha ve kontrplağın özelliklerini etkileyen faktörler. ORENKO 92 I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, 22-25 Eylül, Trabzon, Türkiye, s. 269-287.
- Kalaycıoğlu, H., Çolakoğlu, G., 1995. Türkiye'de mevcut yongalevha ve kontrplak endüstrisi ile ilgili sorunlar ve çözüm önerileri, Türkiye Ormancılık Raporu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 48: 199-206.
- Kılı, F., Genç, O., 1999. 2000'li yıllara Türkiye pamuk tüketim projeksiyonu ve tüketim hedefi. Türk Dünyasında Pamuk Tarımı, Lif Teknolojisi ve Tekstil 1.Sempozyumu, 28 Eylül- 1 Ekim, Kahramanmaraş, Türkiye, s.382-389.
- Korkmaz, M., Kılınç, İ., Yapıcı, F., Baydağ, M., 2017. Üretim faktörlerinin yönlendirilmiş yongalevhaların (OSB) vida tutma direnci değeri üzerine etkilerinin araştırılması. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 6(3): 940-948.
- Nemli, G., Demirel, S., Gümüşkaya, E., Aslan, M., Acar, C., 2009. Feasibility of incorporating waste grass clippings (*Lolium perenne* L.) in particleboards composites. *Waste Management*, 29(3): 1129-1131.
- Nemli, G., Yıldız, S., Gezer, E.D., 2008. The potential for using the needle litter of Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) as a raw material for particleboard manufacturing. *Bioresource Technology*, 99(14): 6054- 6058.
- Taş, H.H., Sevinçli, Y., 2015. Properties of particleboard produced from red pine (*Pinus brutia*) chips and lavender stems. *Bioresources*, 10(4): 7865-7876.
- Tekinel, O., 1999. Açılış Konuşması, Türk Dünyasında Pamuk Tarımı, Lif Teknolojisi ve Tekstil 1.Sempozyumu, s:1-2, 28 Eylül 1999, Kahramanmaraş.
- TOBB, 2012. Türkiye Orman Ürünleri Meclisi Sektör Raporu. TOBB Yayın Sıra No: 2012/172
- TS-EN 326-1, 1999. Ahşap esaslı levhalar, numune alma kesme ve muayene, Bölüm 1: Deney numunelerinin seçimi, kesimi ve deney sonuçlarının gösterilmesi. TSE, Ankara.
- TS-EN 312-2, 1999. Yongalevhalar, özellikler - Bölüm 2: Kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı yongalevhaların özellikleri. TSE, Ankara.
- TS-EN 312-3, 1999. Yongalevhalar, özellikler - Bölüm 3: Kuru şartlarda kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dahil) yongalevhaların özellikleri. TSE, Ankara.
- TS 642-ISO 554, 1997. Kondisyonlama ve/veya deney için standart atmosfer-özellikler. TSE, Ankara.
- TS EN 310, 1999. Ahşap esaslı levhalar eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini. T.S.E., Ankara.
- TS EN 319, 1999. Yongalevhaların ve lif levhaların levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini. T.S.E., Ankara.
- Yumak, H., Evcim, Ü., 1990. 2 sıralı pamuk sapı sökme makinesi. 4. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 1-4. Ekim, Adana, Türkiye, s: 416-425.