



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Yongalevha Üretiminde Hammadde Kaynaklarının Optimizasyonu ve Teknolojik Yönden İncelenmesi

Cengiz GÜLER ^{a,*}, Murat İBİŞ ^b

^a Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE

^b Orman End. Müh., Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi Tic. A.Ş., Gebze, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: cengizguler@duzce.edu.tr

ÖZET

Günümüzde yongalevha üretiminde % 50'ye yakın yurt dışı kaynaklı özellikle ABD'den getirilen çam yongası kullanılmaktadır. Bu çalışmada dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla mevcut kaynaklarımızdan endüstriyel atıklardan elde edilen kapak türü malzemelerin alternatif hammadde olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla tüm levha gruplarında meşe % 15, kavak % 5 ve talaş %10 oranında sabit tutularak ithal çam yongası % 70, 65, 55, 50, 45 ve 40, kapak tahtası sırasıyla, % 0, 5, 10, 15, 20, 25 oranlarında kullanılarak fabrikasyon ortamında üretimler gerçekleştirilmiştir. Levhaların üretiminde yapıştırıcı olarak üre formaldehit, sertleştirici olarak amonyum sülfat ve hidrofobik madde olarak parafin kullanılmıştır. Her bir grup levhadan örnekler elde edilerek fiziksel özelliklerden, yoğunluk, su alma (SA) ve kalınlık artımı (KA), mekanik özelliklerden eğilme direnci (ED), elastikiyet modülü (EM), yüzeye dik çekme direnci (YDÇD) ve vida tutma direnci (VTD) standartlara uygun olarak incelenmiştir. Buna göre ithal yolla temin edilen hazır çam yongasının yongalevha üretiminde kullanımı azaltılarak bunun yerine aynı üretim koşullarında kapak tahtasının levha üretimde değerlendirilmesinin teknolojik olarak standartlara uygun olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kapak tahtası, Fiziksel ve mekanik özellikler, Hammadde, İthal çam, Yongalevha.

Investigation Technological Properties and Optimization of Raw Material Sources in Particleboard Production

ABSTRACT

Today's pine chips are obtained from the USA. It has been used in the production of particleboard. In order to reduce external dependence, the availability of cover type material obtained from industrial wastes from our existing sources as an alternative raw material was investigated. For this purpose, different production combinations have been produced particleboards in the factory; while the ratios of oak 15%, poplar 5% and sawdust 10% kept constant; ratios of the imported pine chips % 70, 65, 55, 50, 45, 40 and industrial wastes % 0, 5, 10, 15, 20, 25 have been used respectively. Urea formaldehyde as adhesive, ammonium sulphate as hardener and paraffin as hydrophobic material were used in the production of particleboards. By obtaining samples from each group of boards, the physical properties (density, water uptake and thickness swelling) and mechanical

properties (bending strength, elasticity, perpendicular to the surface tensile strength and screw holding strength) were investigated in accordance with the standards. According to this, it has been observed that it is technologically possible to produce wood base panels by replacing imported wood chips with industrial wood chips under the same production conditions.

Key Words: Side board, physical and mechanical properties, raw materials, imported pine, particleboard.

I. GİRİŞ

Orman ürünleri sektöründe, gelişen sanayi kollarından biride yongalevha endüstrisidir. Bu endüstride orman ve kereste fabrikası artıklarının değerlendirilmesinin yanı sıra tüm lifli lignoselülozik kaynaklar hammadde olarak kullanılabilir. Fabrikada lignoselülozik materyaller çok çeşitlilik arz etmektedir. Her türlü odunsu materyalin kullanılabilmesinden dolayı yurt içinden ve yurt dışından temin edilen kaynaklar değerlendirilmektedir [1].

Çeşitli hammadde kaynaklarından ülkemizde çok sayıda çalışma yapılmıştır. Akbulut [2] yurt içinden özellikle orman kaynaklarımızdan temin edilen çeşitli hammadde ve endüstriyel odunlardan, ORUS-Vezirköprü yongalevha fabrikasında üretilen 18 mm kalınlığındaki levhaların teknolojik özelliklerini incelemiş olup sonuçta standartlara uygun olduğunu belirtmiştir.

Kalaycıoğlu [3] yapmış olduğu bir çalışmada yerli sahil çamı odunlarının yongalevha üretiminde kullanılabilirliği konusunda laboratuvar şartlarında gerçekleştirip, deneme levhalarının üretimi için Sinop bölgesinden alınan 20, 10 yaş grubu gövde ve dal odunlarını kullanmıştır. Sonuç olarak sahil çamı odunlarından elde edilen yongalevhalar, kalınlık artımı ve su alma miktarları tüm levha grupları için yüksek bulunmuştur. Parafin kullanım oranının %0,5'ten %1'e çıkarılması ile bu özellikler iyileştirilebileceği gibi, fabrikalarda uygulanan yongaların 200-300 °C gibi yüksek sıcaklıkta kurutulması ile levhalarda geriye yayılma ve buna bağlı olarak kalınlık artımı ve su alma miktarlarında bir azalma olacağı kanaatine varıldığı belirlenmiştir.

Akyıldız [4] yapmış olduğu çalışmada, Türkiye'deki yongalevha ve liflevha endüstrisinde faaliyet gösteren işyerlerinin sayısı, üretim kapasitesi, kapasite kullanım oranı, üretim, dış ticaret, istihdam, yatırım değerleri belirlenerek her iki sektör için ayrı incelenmiştir. Sektörün sorunları irdelenerek çözümler önerilmiştir. Ürün özelliklerinin kullanıcılar tarafından yeterince bilinmemesi sorunlar yaşanmasına neden olmakta olduğu sonucuna varmıştır.

Bir çalışmada çam kontrplak atıklarından üretilen yongalevhaların bazı teknolojik özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla çam kontrplak atıklarından ve çam odunundan elde edilen yongalar farklı oranlarda (%25, %50, %75, %100) karıştırılarak yongalevhalar üretilmiştir. Sonuçta üretilen yongalevhaların mekanik ve fiziksel özellikleri tüm gruplar için EN'nin ilgili standartlarında genel kullanım amaçlı yongalevhalar için öngörülen değerleri karşıladığını belirtmişlerdir [5].

Motorlu testere talaşının yongalevha üretimine uygunluğu araştırılmıştır. Çalışmada hammadde olarak sahil çamı, kayın ve dişbudak odunlarından elde edilen motorlu testere talaşı ile endüstriyel odun yongaları kullanılmıştır. Elde edilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri standart yongalevha

özellikleriyle karşılaştırılarak mortorlu testere talaşının yongalevha üretimine uygunluğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde fiziksel ve mekanik özelliklerin genel amaçlı kullanımlar için gerekli özellikleri sağladığı görülmüştür [6].

Sevinçli [7] yapmış olduğu çalışmada laboratuvar şartlarında farklı karışım oranlarına sahip (% 0, 25, 50, 100) atık lavanta bitkisi ve kızılçam yongalarından, bağlayıcı olarak kullanılan üre formaldehit tutkalının değişen oranlarına göre 0.65gr/cm^3 yoğunluklu yongalevhalar üretmiştir. Sonuç olarak, 0.65gr/cm^3 yoğunlukta, belirlenen karışım ve tutkal oranlarına göre standartlara uygun bir levhanın üretilebileceği ortaya koymuştur.

Durmuş [8] yapmış olduğu çalışmada, odunsu hammaddelerden elde edilen yongalevha orman ürünleri sanayi alanında çok geniş bir kullanım alanına sahip olduğunu belirtmiştir. Hammadde alanında yaşanan problemler işletmeleri alternatif hammadde tedarikine sevk etmiştir. Yongalevha talebini etkileyebilecek faktörler; levha tüketim miktarı, fiyatı, ithalat ve ihracat miktarları, toplam ülke nüfusu, mobilya üretim miktarı, ikame malların fiyatı gibi faktörleri bu çalışmada kullanmıştır. Ayrıca odun kökenli atıkların levha endüstrisinde yeniden kullanım imkanları üzerine yapılan başka bir çalışmada kullanılmış odun ve odun kökenli ürünlerin geri dönüşümünün optimum çözüm olacağı vurgulanmıştır [9].

Orman kaynaklarından elde edilen odun hammaddesinin üstünlüklerinin çok fazla olması ve yeni teknolojik gelişmelerle birlikte kullanım alanlarının her geçen gün artması orman alanlarından sağlanacak odun hammaddesinin miktarı üzerinde bir baskı oluşturduğu özellikle belirtilmiştir. Masif ağaç malzeme yerine odun kökenli levhaların kullanılması, ağaç malzemenin yeniden kullanılması, atıklarının değerlendirilmesi ve odunsu atıklardan enerji üretilmesi gibi geleneksel ve teknolojik alternatif yöntemler geliştirilmiştir. Bu nedenle, özellikle orman endüstri işletmelerinin odunsu atıklarının değerlendirilmesi büyük önem kazanmıştır [10].

Ülkemizde OCAK/2013 itibariyle 28 yongalevha tesisi (22'si faal) ve 18'i faal lif levha tesisi üretimlerini sürdürmektedir. Son yıllarda eklenen yeni kapasiteler doğrultusunda dünyada söz sahibi bir kapasite ve üretim teknolojisine ulaşmıştır. Yıllık olarak 6 milyon m^3 yongalevha, 5 milyon m^3 lif levha üretim kapasitemiz bulunmaktadır. Ülkemizin yıllık üretim miktarı ise (Yonga+Lif Levha) 7,5 – 8 milyon m^3 civarındadır [7].

Birçok kaynaklarda belirtildiği üzere orman ürünleri sektörünün en önemli problemlerden biri hammadde teminindeki güçlükler olduğu vurgulanmaktadır. Lif ve yongalevha sanayinin toplam hammaddeye olan ihtiyaç 13 milyon m^3 (18.500.000ster/yıl) civarındadır. Atıl vaziyette bulunan tesislerimizle birlikte Kurulu kapasitemizin toplam hammadde ihtiyacı ise 18 milyon $\text{m}^3 = 24.000.000$ ster/yıl = 12.000.000ton/yıl kadardır [11].

Hammadde ihtiyacının yaklaşık % 65'i yurt içi geri kalan % 35'i ithal yolla temin edilmektedir. Yonga ve lif-levha sektöründe 2018 yılı Orman Genel Müdürlüğü ile lif ve yonga üreten firmalar arasında lif yonga odunu temin ve tahsisli satış konusunda protokol imzalanarak orman kaynaklarımızdan temin edilecek lif yonga odunu miktarı 7.500.000 ster olarak belirlenmiştir [12].

Bununla beraber ithal yoluyla elde edilen yongalar maliyeti yüksek ve dolayısıyla levha üretim maliyetlerinin de artmasına neden olmaktadır. Dışa bağımlılığı azaltacak yöntemler geliştirilerek mevcut kaynaklarımızı ithal çam yongası ile birlikte rantabl olarak değerlendirmek bir zorunluluktur.

Bu çalışmada ithal edilen hazır yonganın üretimde kullanımı azaltılarak bunun yerine aynı üretim koşullarında kapak tahtası ve benzeri endüstriyel atıkların üretimde değerlendirilmesi yoluna gidilecektir. Hammadde kullanım oranlarına bağlı olarak kısıtlı kaynakların en verimli ve en az kayıp ile kullanımı planlamak bu çalışmanın en öncelikli hedefidir.

Bu çalışmada fabrikasyon ortamında gerçekleştirilmiş olan her bir varyasyonda rastgele deney levhaları seçilecek levhaların teknolojik özellikleri TS-EN 312 [13] standardına uygunluğu yönünden incelenmiştir.

II. MATERYAL VE METOD

Deneme levhaları Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi-Gebze fabrikası ortamında sürekli-sonsuz preste üretilmiştir. Bu çalışmada ABD menşeli çam yongası ile kapak yongaları değişik oranlarda kullanılarak levha üretimleri gerçekleştirilmiştir.

Deneme levhalarının üretiminde; %15 meşe yongası, %5 kavak yongası, %10 şerit testere talaşı ve değişik oranlarda ABD menşeli hazır çam yongası ile kapak tahtası yongaları kullanılmıştır. Deneme levhalarının üretim planı Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Yongalevha üretiminde kullanılan odun hammaddesi oranları.

GRUP	MEŞE	KAVAK	ÇAM ODUNU	KAPAK	TALAŞ	TOPLAM
A	15	5	70	0	10	100
B	15	5	65	5	10	100
C	15	5	60	10	10	100
D	15	5	55	15	10	100
E	15	5	50	20	10	100
F	15	5	45	25	10	100

Orta tabaka (OT) ve Dış tabaka (DT) için kullanılan tutkalin iyi bir yapışma sağlaması için mümkün olduğunca üniform boyutta küçük taneciklere ayrılması sağlandı. Böylece bütün yonga/talaş yüzeylerinin tutkalla temas etmesi sağlanmıştır. Bunu gerçekleştirmek için hava üflemeli tutkal taneciklerini küçük parçacıklara ayıran enjektörlerden faydalanmıştır. Tam kuru yonga ağırlığına oranla orta tabakada % 7, dış tabakalarda ise % 11 tutkal kullanılmıştır. Tablo 2’de görüldüğü gibi OT ve DT’da kullanılan tutkal reçetesi farklılık göstermiştir. OT’de sıcak preste iyi bir sertleşme sağlanması için tam kuru yonga ağırlığına oranla daha fazla sertleştirici (% 2.8), DT yongalarının sıcak pres öncesi sertleşme olmaması için daha az sertleştirici (% 1.8) kullanılmıştır.

Parafin hidrofobik bir maddedir. Levhaların kalınlık artışı ve su alma miktarını azaltmak için kullanılmaktadır. Bu çalışmada tam kuru yonga ağırlığına oranla % 0.3 oranında kullanılmıştır. Parafin mumları C_nH_{2n+2} formülünde hidrokarbonlardır. 50-100°C arasında erime dereceleri mevcuttur. Tablo 3’te parafinin analiz değerleri verilmiştir.

Tablo 2. Üre formaldehit tutkalı.

Özellikler	Orta Tabaka	Dış Tabakalar
Katı madde oranı (%)	62	57
Viskozite (cps)	280	75
Akma zamanı (sn)	60	18
pH	8.3-8.5	8.3-8.5
Yoğunluk (kg/m ³)	1270	1250
Serbest formaldehit oranı (%)	0.14	0.077
Jell time (sn)	44-45	-
Depolama süresi (gün)	90	90

Tablo 3. Parafinin analiz değerleri.

Özellikler	
Fiziksel Görünüşü	Beyaz süt (emülsiyon)
Koku	Hafif parafinik koku
Suda Çözünürlük	Dağılabilir
Katı Madde oranı (%)	60
Özgül Ağırlık (gr/cm ³) (20 0C)	0.96
pH	9-10
Viskozite (sn)	13-23

Levhalar fabrikasyon ortamında üretildikten sonra TS 642 [14]'ye göre sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi 65 ± 5 olan iklimlendirme odasına alınmıştır.

Her gruptan rastgele üretilen levhalardan ilgili standartlara göre örnekler alınmış ve her bir mekanik test için altışar adet deney örneği hazırlanmıştır. Daha sonra fiziksel özelliklerinden yoğunluk (TS-EN 323) [15], kalınlık artımı ve su alma (TS-EN 317) [16], mekanik özelliklerden; eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü (TS-EN 310) [17] ve yüzeye dik yönde çekme direnci (TS-EN 319) [18], vida tutma direnci (TS-EN 320) [19] universal test cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Numune alma işlemi TS-EN 326-1 [20] standardına göre yapılmıştır. Deney örneklerinin kalınlık ve uzunluklarının tespitinde 0.01 mm hassasiyetteki dijital kumpas kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar ile SPSS istatistik analizleri yapılmıştır.

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

Üç tabakalı olarak üretilen yongalevhaların yoğunluk, kalınlık artımı, su alma yüzdeleri, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülleri ve yüzeye dik çekme ve vida tutma dirençlerine ait ortama değerler ile Duncan testi sonuçları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Levha yoğunluğu en yüksek A grubu levhalarda 0.636 g/cm^3 , en düşük D grubu levhalarda 0.621 g/cm^3 olarak bulunmuş olup istatistik anlamda yalnız A grubu levhalarda önemli bir fark çıkmıştır.

TS-EN 312 [13]'ye göre levhadaki ortalama yoğunluğa dair tolerans \pm %10 olabilir denilmektedir. Ancak levha içerisinde ortalama yoğunluk dağılımı oldukça homojen olup standartlara uygundur.

Tablo 4. Tabakalı olarak üretilen yongalevhaların bazı teknolojik özellikleri.

Levha tipi	A	B	C	D	E	F
Yoğunluk (g/cm ³)	0.636 a (0.01)	0.624 b (0.11)	0.622 b (0.16)	0.621 b (0.11)	0.624 b (0.13)	0.625 b (0.11)
Kalınlık artımı 2h (%)	4.17 a (1.54)	4.21 a (1.84)	4.69 a (1.37)	4.69 a (1.52)	6.71b (1.99)	7.73 b (1.62)
Kalınlık artımı 24h (%)	17.17 a (1.86)	16.24 a (2.12)	18.24 ab (1.39)	16.51 b (1.38)	20.08 c (0.85)	19.63 c (1.03)
Su Alma 2 h (%)	32.20 a (5.30)	30.33 b (7.03)	24.21 b (2.70)	30.42 bc (6.41)	37.33 c (6.31)	38.35 c (6.16)
Su Alma 24 h (%)	68.22 a (6.17)	63.00 a (8.24)	64.09 a (5.22)	62.68 ab (7.93)	72.97 b (5.25)	76.50 c (5.16)
Eğilme direnci (N/mm ²)	14.52 a (1.86)	12.09 a (1.50)	12.69 a (2.12)	12.23 a (2.12)	12.94 a (1.92)	12.65 a (2.01)
Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	2657.63 a (264.31)	2389.39 a (295.16)	2465.38 a (336.59)	2444.02 a (227.67)	2464.39 a (270.17)	2416.01 a (333.58)
Yüzeğe Dik Çekme direnci (N/mm ²)	0.411ab (0.08)	0.436 b (0.02)	0.398 ab (0.03)	0.400 ab (0.06)	0.355 a (0.04)	0.383 ab (0.05)
Vida tutma direnci Yüzey (N)	1083.33 a (116.68)	1071.33 a (39.82)	1040.00 a (144.66)	1142.66 a (47.72)	1053.33 a (55.42)	1050.33 a (147.57)
Vida tutma direnci Yan (N)	689.66 a (46.87)	726.00 a (103.11)	694.00 a (120.12)	714.00 a (39.50)	670.66 a (15.04)	774.00 a (38.19)

Kalınlık artımı 2 saat suda bekletme sonucunda en yüksek F grubu levhalarda (% 7.73), en düşük A grubu levhalarda (% 4.17) olarak gerçekleşmiştir. 24 saat suda bekletme sonucunda ise en yüksek E grubu levhalarda (% 20.08), en düşük B grubu levhalarda (%16.24) olarak gerçekleşmiştir. TS-EN 312 [13] tip P3'te nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar için 24 saatte en fazla % 14 olması gerektiği belirtilmiştir. Buna göre kalınlık artımı 24 saat için standart değerden tüm gruplarda yüksek bulunmuştur. Diğer yandan ithal çam odunu yongası oranı arttıkça kalınlık artımında kısmi bir artış olduğu ifade edilebilir. Yapılan varyans analizi sonuçlarında ise levha grupları arasında fark önemli çıkmıştır. Su alma miktarı tutkal türü ve sertleştirici türüne bağlı olarak değişiklik gösterebilir. 2 saat suda bekletme sonucunda en yüksek F grubu levhalarda (% 38.35), en düşük B grubu levhalarda (%30.33) olarak tespit edilmiştir. 24 saat suda bekletme sonucunda en yüksek F grubu levhalarda (% 76.50) en düşük D grubu levhalarda (% 62.68) olarak tespit edilmiştir. Su alma miktarı ile ilgili standartlarda herhangi bir bilgi yoktur. Su alma miktarı levhalar arasında istatistik anlamda önemli çıkmış olup hammadde kullanım oranına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Eğilme direnci en yüksek A grubu levhalarda 14.52 N/mm², en düşük B grubu levhalarda 12.09 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Farklı kalınlıklarda üretilmiş yongalevhaların teknolojik özelliklerinin incelendiği bir çalışmada 18 mm kalınlıktaki levhalar için 14 N/mm² bulunmuştur [21]. Eğilme direncini en çok levha yoğunluğu etkilemektedir. Levha yoğunluğu arttıkça eğilme mukavemeti artar. Ancak hammadde gereksinimini de artar. Bu nedenle optimal eğilme direncine sahip levha üretiminin gerçekleştirilmesi ana hedeftir. Yongalevhaların eğilme direnci kullanım yerine göre değişiklik gösterir. Kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhalar (Tip P2) genel özellikleri TS EN 312 [13]'de

belirtilmiştir. Burada eğilme direnci 13 mm den büyük 20 mm ye kadar olan levhalar için en az 11 N/mm² olarak belirtilmiştir. Genel olarak bütün levha grupları buna uygundur. İstatistik anlamda da eğilme direncinde levha grupları arasındaki fark önemli çıkmamıştır (p>0,05). Yani ithal çam yongasının azaltılmasıyla veya kapak tahtası kullanım oranının artırılması ile eğilme direncinde önemli bir değişim meydana gelmemiştir.

Elastikiyet modülü, Eğilme direncine paralel olarak en yüksek A grubu levhalarda 2657 N/mm², en düşük B grubu levhalarda 2389 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhalar (Tip P2) genel özellikleri TS EN 312 [13]'de belirtilmiştir . Burada elastikiyet modülü 13 mm den büyük 20 mm ye kadar olan levhalar için en az 1600 N/mm² olarak belirtilmiştir. Bu durumda elastikiyet modülü değerleri genel olarak standartlara uygun bulunmuştur. Elastikiyet modülü değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (p>0,05; Tablo 5-6).

Yüzeye dik çekme direnci (YDÇD) en yüksek B grubu levhalarda 0.43 N/mm² en düşük E grubu levhalarda 0.35 N/mm² olarak bulunmuştur. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre ortalamalar arasında önemli bir fark ortaya çıkmıştır. Kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhalar (Tip P2) genel özellikleri TS EN 312 [13] de belirtilmiştir. Burada yüzeye dik çekme direnci (iç yapışma) 13 mm den büyük 20 mm ye kadar olan levhalar için en az 0.35 N/mm² olarak belirtilmiştir. Buna göre tüm gruplarda yüzeye dik çekme direnci değerleri standartlara uygundur. Bir çalışmada 18 mm kalınlıktaki levhalar için 0.34 N/mm² bulunmuştur [21].

Tablo 5. Deneme levhalarının fiziksel ve mekanik özelliklerine ait basit varyans analiz sonuçları

	Varyans Kaynakları	Toplam Kareler	S.D.	Ortalama Kareler	F-Oranı	Önem Düzeyi
Yoğunluk	Gruplar arası	3049.960	5	609.992	3.973	0.002
	Gruplar içi	17502.547	114	153.531		
	Toplam	20552.507	119			
Su alma 2sa	Gruplar arası	1345.939	5	269.188	7.912	0.000
	Gruplar içi	1837.278	54	34.024		
	Toplam	3183.217	59			
Su alma 24 sa	Gruplar arası	1654.559	5	330.912	7.919	0.000
	Gruplar içi	2256.586	54	41.789		
	Toplam	3911.145	59			
Kal. Artımı 2 sa	Gruplar arası	110.784	5	22.157	8.002	0.000
	Gruplar içi	149.517	54	2.769		
	Toplam	260.300	59			
Kal. Artımı 24 sa	Gruplar arası	131.283	5	26.257	13.585	0.000
	Gruplar içi	104,371	54	1.933		
	Toplam	235.654	59			
Eğilme direnci N/mm ²	Gruplar arası	23.023	5	4.605	1.226	0.322
	Gruplar içi	112.702	30	3.757		
	Toplam	135.725	35			
Elas. Mod. N/mm ²	Gruplar arası	271794.889	5	54358.978	0.644	0.668
	Gruplar içi	2531957.409	30	84398.580		

		Toplam	2803752.299	35			
YDÇD* N/mm ²		Gruplar arası	0.022	5	0.004	1.503	0.022
		Gruplar içi	0.090	30	0.003		
		Toplam	0.112	35			
Vida tutma direnci	Yüzey N	Gruplar arası	20853.16	5	4170.63	0.396	0.843
		Gruplar içi	126515.33	12	10542.94		
		Toplam	147368.50	17			
Vida tutma direnci	Yan N	Gruplar arası	19718.944	5	39443.789	0.776	0.586
		Gruplar içi	61015.333	12	5084.611		
		Toplam	80734.278	17			

*YDÇD: Yüze dik çekme direnci.

Yongalevhaların fiziksel ve mekanik özelliklerine ait varyans analizi test sonuçları Tablo 5’te verilmiştir. Üretilmiş yongalevha gruplarında, her iki yöndeki VTD değerleri bakımından aralarında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$). Vida tutma direnci yüzey ve yan olarak belirlenmiş olup yüzeyde 1040-1083 N, yan 670-774 N arasında değişmektedir. Ayçiçeği saplarından üretilen levhalarda, levha kenarına dik vida tutma direnci 419.7-521.9 N, yüzeye dik vida tutma direnci ise 447.5-751.1 N arasında yer almıştır [22]. Melamin kaplı yongalevhelerde yan vida tutma direnci 907 N, yüzeye dik vida tutma direnci 1230 N olarak belirlenmiştir [23]

IV. SONUÇ

Bu çalışmada dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla mevcut kaynaklarımızdan endüstriyel atıklardan elde edilen kapak türü malzemelerin alternatif hammadde olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Fabrikasyon ortamında ithal çam ve endüstriyel kapak tahtası yongaları belirli oranlarda karıştırılarak üretimi gerçekleştirilen levhaların tamamı 24 saat için kalınlık artımı miktarı hariç standartlara uygun bulunmuştur. Özellikle mekanik özelliklerde ithal çam yongası oranı artırılması ile önemli bir değişme meydana gelmemiştir. Buna göre ithal yolla temin edilen hazır çam yongasının yongalevha üretimde kullanımı azaltılarak bunun yerine aynı üretim koşullarında kapak tahtasının levha üretimde değerlendirilmesinin teknolojik olarak standartlara uygun olup buna göre yurt içinden temin edilen kapak tahtalarının % 25 oranına kadar rahat bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Yurt dışından getirilen yongalar daha homojen yapıda olduğundan dolayı levhanın direnç özelliklerinde homojen bir yapı oluşturduğu söylenebilir. Ancak kapak tahtası gibi endüstriyel atıkların piyasadan yeterince temin edilebildiği takdirde yongalevha üretiminde ithal çam yongasına alternatif olarak kullanılabilirliği ifade edilebilir.

V. KAYNAKLAR

- [1] C. Güler, S. Sancar, “Yongalevha Fabrikasının Çalışma Prensibi ve Farklı Presleme Tekniğinin Levha Kalitesi Üzerine Etkisi,” *Düzce Üniversitesi, Ormanlık Dergisi*, c. 12, s.1, ss. 1-10, 2015.

- [2] T. Akbulut, “Orus-Vezirköprü Yongalevha Fabrikasında Üretilen Levhaların Teknolojik Özellikleri,” Yüksek Lisans Tezi, Orman Endüstri Müh. Böl., İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 1991.
- [3] H. Kalaycıoğlu, “Sahil Çamı (*Pinus pinaster*) Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları,” Doktora Tezi, Orman Endüstri Müh. Böl., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 1991.
- [4] M. H. Akyıldız, “Türkiye’de Yongalevha ve Lif Levha Endüstrisinin Yapısı ve Sorunları,” Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2003.
- [5] S. Çolak, H. Öztürk, A. Demir, C. Demirkır, “Yongalevha Üretiminde Kontrplak Atıklarının Kullanılması,” Selçuk Üniversitesi, Selçuk Teknik Dergisi, Özel Sayı-1, ss. 601-612, 2015.
- [6] S. Çelik, “Motorlu Testere Talaşının Yongalevha Üretiminde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın Üniversitesi, Bartın, 2017.
- [7] Y. Sevinçli, “Atık Lavanta Bitkisinden Üretilen Yongalevhanın Mekanik ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 2014.
- [8] M. T. Durmuş, “Türkiye’de Yongalevha Endüstrisinde Talep Tahmini,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Üniversitesi, Trabzon, 2002.
- [9] C. Demirkır, S. Çolak, “Odun Kökenli Atıkların Levha Endüstrisinde Yeniden Kullanım İmkanları” Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, c. 7, s. 1, ss. 41-50, 2006.
- [10] T. Türkoğlu, E. Baysal, M. E. Ergün, H. Toker, M. Yüksel, A. Özçifçi “Orman Ürünleri İşletmelerinde Odunsu Atık Yönetimi Uygulamalarının Değerlendirilmesi,” Selçuk Üniversitesi, Selçuk Teknik Dergisi, Özel Sayı-1, 2015, ss. 517-529.
- [11] S. Dayanıklıoğlu, “Türkiye’de Yonga ve Lif Levha Sektörü” Mobilya Dekorasyon Dergisi, s. 117, ss. 52-60, 2013.
- [12] Anonim, (2018), “Yongalevha Üreten Firmalar arasında 2018 yılı Lif Yonga Odunu Temin ve Tahsisli Satışına Dair Protokolü,” [Online] Erişim : www.ogm.gov.tr.
- [13] TS EN 312, “Yongalevhalar-Özellikler,” TSE Ankara, 2012.
- [14] TS 642, “Kondisyonlama ve/veya Deney İçin Standard Atmosferler-Özellikler,” TSE Ankara, 1997.
- [15] T EN 323, “Ahşap Esaslı Levhalar-Birim Hacim Ağırlığının Tayini,” TSE Ankara, 1999.
- [16] TS EN 317, “Yongalevhalar ve Lif Levhalar-Su İçerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini,” TSE Ankara, 1999.
- [17] TS EN 310, “Ahşap Esaslı Levhalar-Eğilme Dayanımı ve Eğilme Elastikiyet Modülünün Tayini,” TSE, Ankara, 1999.

- [18] TS EN 319, “Yongalevhalar ve Lif Levhalar-Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini,” TSE, Ankara, 1999.
- [19] TS EN 320, “Yongalevhalar ve Lif Levhalar-Vida Tutma Mukavemetinin Tayini,” TSE, Ankara, 2011.
- [20] TS EN 326-1, “Ahşap Esaslı Levhalar-Numune Alma Kesme ve Muayene Bölüm 1:Deney Numunelerinin Seçimi, Kesimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi,” TSE, Ankara, 1999.
- [21] C. Güler, “Farklı Kalınlıklarda Üretilmiş Yongalevhaların Bazı Teknolojik Özellikleri,” Düzce Üniversitesi, Ormancılık dergisi, c. 11, s.1, ss. 52-63, 2015.
- [22] İ. Bektaş, C. Güler, H. Kalaycıoğlu, “Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Saplarından Üre-Formaldehit Tutkalı ile Yongalevha Üretimi,” *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, c. 5, s. 2, ss. 49-56, 2002.
- [23] B. C. Bal, E. Akçakaya, Z. Gündeş, “Screw-Holding Capacity of Melamine-Faced Fiberboard And Particleboard Used In Furniture Production,” *Mugla Journal of Science and Technology* c. 2, ss. 49-52, 2016.