



Farklı Ağaç Türlerinden Üretilmiş Kontrplakların Yanal Çivi Dayanımı

Bekir Cihad Bal^{1*}, Elif Akçakaya², Zeynep Gündeş²

Özet

Masif odun ve odun esaslı kompozit malzemelerin ahşap yapılarda kullanımında, bağlantı elemanı olarak çivi, vida ve cıvata gibi metal elemanlar kullanılmaktadır. Bağlantı noktalarının sağlamlığı birçok faktöre bağlıdır. Bu çalışmada, farklı kombinasyonlarda, kayın, kavak ve okaliptüs soyma kaplamaları kullanılarak beş tabakalı kontrplak levhaları üretilmiştir. Levha tiplerinden üçü homojen kontrplak (kayın, okaliptüs ve kavak) ve ikisi kombinasyon kontrplak (kayın-okaliptüs-kayın ve kayın-kavak-kayın) olarak üretilmiştir. Levhaların maksimum yanal çivi dayanımı, maksimum yükteki deformasyon miktarları, yoğunlukları ve rutubetleri belirlenmiştir. Yanal çivi dayanımı testi ASTM 1761'e göre yapılmıştır. Denemelerde ring çivi kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; kayın, okaliptüs, kavak, kayın-okaliptüs-kayın ve kayın-kavak-kayın kontrplakların yanal çivi dayanımı, sırasıyla, 3296, 2757, 2134, 2964 ve 2489 N olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre; ağaç türü ve kombinasyon tipinin yanal çivi dayanımını önemli derecede etkilediği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kontrplak, yanal çivi dayanımı, çivi direnci, okaliptüs

Lateral Nail Resistance of Plywood Produced from Different Tree Species

Abstract

Metal fasteners such as nails, screws and bolts are used as fasteners in the application of solid wood and wood based composite materials in wooden construction. The durability of the connection points is influenced by many factors. In this study, five ply plywood panels were produced using rotary veneers from beech, eucalyptus, poplar threes. The tree type of panels were produced as single species plywood (beech, eucalyptus and poplar), and two type of panels were produced as combination plywood (beech-eucalyptus-beech and beech-poplar- beech). The lateral nail resistance, deformation at maximum load, density and moisture content of the plywood panels were determined. The lateral nail resistance tests were conducted according to ASTM 1761. The ring nail was used in experiments. According to obtained data; the lateral nail resistance of beech, eucalyptus, poplar, beech-eucalyptus-beech and beech-poplar-beech plywood were 3296, 2757, 2134, 2964 ve 2489 N, respectively. According to obtained data; it was determined that three species and combination type affect significantly the lateral nail resistance of plywood.

Keywords: Plywood, lateral nail resistance, nail strength, eucalyptus

Giriş

Masif ağaç malzeme geçmişten günümüze, kolay işlenebilmesi, fiyatının düşük olması, bol miktarda bulunabilmesi gibi önemli bazı tercih sebepleriyle, diğer mühendislik malzemelerine göre daha fazla tercih edilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997). Ancak, kolay çürümesi, homojen yapıda olmaması, servis süresinin kısa olması gibi istenmeyen bazı özellikleri de sahiptir (Bozkurt ve ark., 1993). Bu nedenlerle, odun esaslı kompozitler daha çok tercih edilmektedir. Yapılarda kullanılan ahşap esaslı kompozit malzemeleri, kaplama malzemeleri ve yük taşıyan yapısal elemanlar olarak iki grupta toplanabilir. Günümüzde en fazla kullanılan kaplama malzemeleri OSB (oriented strand board) ve kontrplaktır. Yapısal elemanlar ise lamine keresteler (Glulam), I kirişler ve yapısal kompozit kerestelerdir. Yapısal

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü
Sorumlu yazar: bcbal@hotmail.com, Tel: +90 344 280 18 11, Fax: +90 344 280 17 12

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş

kompozit keresteler; LVL (laminated veneer lumber), PSL (paralel strand lumber) ve LSL (Laminated strand lumber) şeklinde isimlendirilmiştir (Güller, 2001; Nelson, 1997).

Ahşap yapılarda bağlantı elemanları olarak küçük çaplı (çiviler, vidalar ve metal kamalar) ve büyük çaplı (cıvatalar, lag vidalar ve pimler) bağlantı elemanları kullanılmaktadır (Rammer, 2010). Ahşap yapılarda, masif kereste ya da kompozit kerestelerle, kolon-kiriş gibi yapısal elemanlar oluşturulduktan sonra kaplama malzemesi (OSB veya kontrplak) bu elemanlara bağlanır. Duvarlarda, zeminlerde veya çatılarda kaplama malzemelerinin yapısal elemanlara bağlanmasında küçük çaplı bağlantı elemanları kullanılmaktadır. Özellikle çiviler uygulama kolaylığı bakımından tercih edilmektedir.

Kontrplak ve yapısal kompozit kerestelerin bağlantı noktalarında kullanılan vida ve çiviler üzerine birçok önemli çalışma yapılmıştır. Örneğin; Özçifçi (2009) tarafından yapılan çalışmada, kılavuz delik, vida tipi ve katman kalınlığının göknar ve meşe kaplamalarından üretilen LVL'nin vida tutma direnci üzerine etkileri araştırılmıştır. Sonuçta, kılavuz deliğin çatlama önlediği vurgulanmıştır. Erdil ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada, kontrplak ve OSB levhaların vida tutma dirençleri araştırılmış ve levhadan levhaya ve hatta aynı levhanın farklı noktalarında direncin farklı olduğu belirlenmiştir. Bal ve ark., (2013) tarafından LVL ve masif ağaç malzemenin farklı yönlerde vida tutma dirençleri belirlenmeye çalışılmıştır. Masif ağaç malzemenin LVL'e göre daha yüksek vida tutma direncine sahip olduğu ve testin yapıldığı yüzeyler arasında vida tutma direncinin farklı olduğu belirlenmiştir. Masif ağaç malzeme ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Ancak kontrplağın yanal çivi dayanımı üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır. Bu konuda, Türkiye'de yetişen ağaç türlerinden elde edilen kontrplakların yanal çivi dayanımı üzerine birkaç çalışmaya ulaşılabilmektedir. Demirkir ve Çolakoglu (2015) tarafından yapılan çalışmada kontrplağın yanal çivi dayanımı kontrplağın yüzey tabakalarının lif yönlerine göre araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre kontrplağın lif yönünün kuvvet yönüne dik olduğu örneklerde daha yüksek yanal çivi dayanımı elde edilmiştir. Demirkir ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada, farklı çam türlerinden elde edilen kontrplakların yanal çivi dayanımı üzerine kaplama kurutma sıcaklığı ve kaplama kalitesinin etkileri belirlenmiştir.

Türkiye'de kontrplak üretiminde yerli ağaç türlerinden kayın, kavak ve bazı çam türleri ve dışbudak kullanılmaktadır. Ülkemizde okaliptüs türlerinden kontrplak üretimi henüz yapılmamaktadır ancak literatürde bazı çalışmalar mevcuttur. Türkiye'ye 1940'lı yıllarda getirilen ve şu anda özellikle Akdeniz bölgesinde geniş bir alanda yetiştirilen okaliptüs odununun fiziksel özellikleri (Ayata, 2008; Bal ve ark., 2011), mekanik özellikleri (Tan, 1999) ve lif özellikleri (Bal, 2012) belirlenmiştir. Ayrıca, bu türden elde edilecek kontrplak ve LVL gibi malzemelerin teknolojik özellikleri üzerine araştırmalar yapılmıştır (Şahin, 1998; Çolak ve ark., 2003; Bal ve Bektaş, 2013, 2014).

Bu çalışmada Türkiye'de kontrplak üretiminde fazlaca kullanılan yerli ağaç türlerinden kayın ve kavaktan, ayrıca egzotik bir tür olan okaliptüsten elde edilen kontrplakların yanal çivi dayanımı araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Kontrplakların elde edilmesinde, okaliptüs (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden), kayın (*Fagus orientalis* L.) ve kavak (*Populus x euramericana* I-214) odunlarından elde edilmiş soyma kaplamalar kullanılmıştır. Kontrplakların üretiminde ise ÜF (üre-formaldehit) tutkalı kullanılmıştır. Özel bir kontrplak fabrikasında tomruklardan 3 mm kalınlıkta soyma kaplamalar üretilmiş ve kurutulmuştur. Kullanılan ÜF tutkalı piyasadan temin edilmiştir. Tutkal kaplama levhalarının sadece bir yüzüne 200 gm⁻² olacak şekilde ve merdane yardımıyla uygulanmıştır. ÜF tutkalı hazırlanırken sertleştirici olarak amonyum sülfat ((NH₄)₂SO₄) kullanılmıştır. Karışım miktarları 100 birim tutkal, 30 birim un, 10 birim sertleştirici (%15'lik) şeklinde ayarlanmıştır. Kontrplaklar 5 tabakalı olarak laboratuvar tipi

elektrik ısıtmalı bir hidrolik preste 15 mm kalınlıkta üretilmiştir. Üç homojen kontrplak (sadece kayın, kavak ve okaliptüs kaplamalarından oluşan) ve iki kombinasyon kontrplak (yüzey tabakaları kayın iç tabakalar okaliptüs ve yüzey tabakalar kayın iç tabakalar kavak) şeklinde beş farklı kontrplak grubu oluşturulmuştur.

Kontrplaklarda rutubet miktarı, hava kurusu yoğunluk ve yanal çivi dayanımı testleri sırasıyla TS EN 322, TS EN 323 ve ASTM 1761 standartlarına göre yapılmıştır.

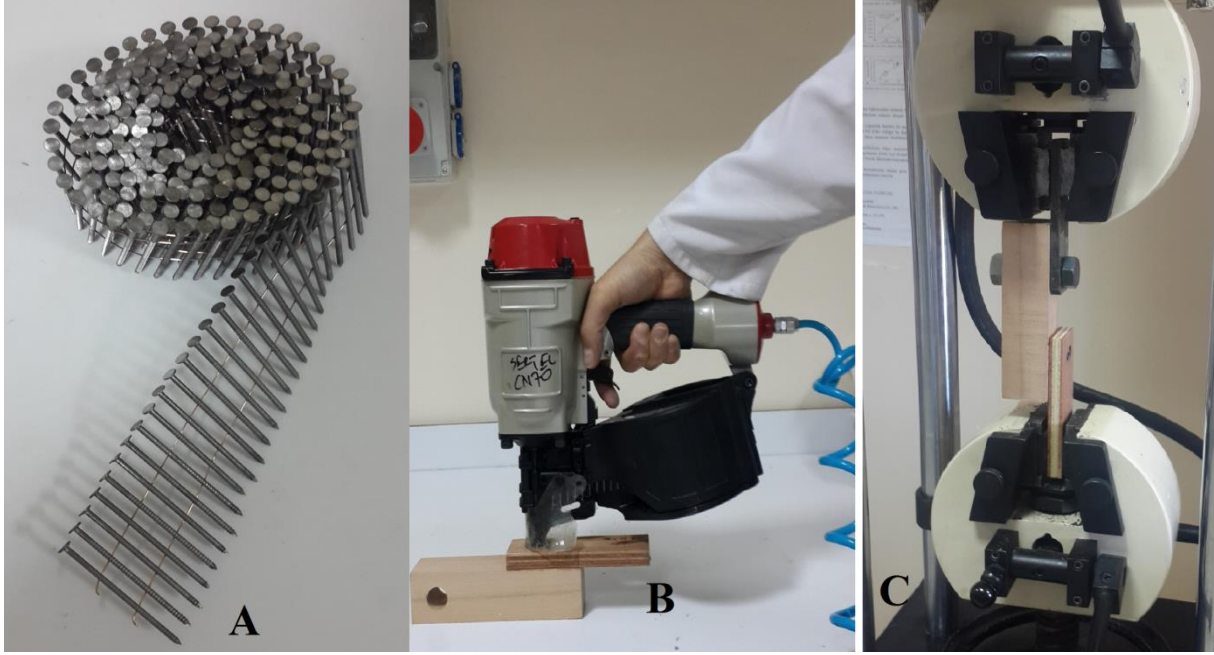
Asıl testler yapılmadan önce bazı ön deneme testleri yapılmıştır. Bu ön denemelerde öncelikle, ASTM D1761 standartında belirtildiği şekilde, normal çivi (3 x 60 mm ölçülerinde) kullanılmıştır. Ancak, hazırlanan 5 tabakalı kontrplak test örneklerinde deformasyon gözlenmemiş, testler esnasında çiviler masif kayın parçadan çıkmıştır. Bu nedenle ring çivi (2.6 x 60 mm) kullanılmasına karar verilmiştir (Şekil 1-A). Ancak, ring çivilerin masif kayın parçalara havalı tabanca ile çakılmasında sorun yaşanmış çiviler deforme olmuş, düzgün çakılamamıştır. Bu sorunu aşmak için çivilerin sadece uç-sivri kısımları yağlanmıştır. Böylece çivilerin çakılması mümkün olmuştur.

Yanal çivi dayanımı için hazırlanan test örneklerinin ölçüleri 15 x 50 x 150 mm (kalınlık x genişlik x uzunluk) şeklinde ayarlanmıştır. Kontrplak test örnekleri bir adet çivi ile 50 x 50 x 150 mm (kalınlık x genişlik x uzunluk) ölçülerinde masif kayın keresteden hazırlanan parçaya Şekil 1-B'de görüldüğü gibi çakılmıştır. Tabancanın hava basıncı yaklaşık 6-8 bar basınca ayarlanmıştır. Kavak kontrplakların çakılmasında 6 bar, okaliptüs kontrplakların çakılmasında 7 bar ve kayın kontrplakların çakılmasında 8 bar basınç kullanılmıştır. Çiviler kontrplak kenarlarından 25 mm içerde orta noktalara çakılmıştır.

Yanal çivi dayanımı testleri, hidrolik sistemle çalışan, üniversal tip, 50 kN kapasiteli bir çekme-basma test cihazında yapılmıştır (Şekil 1-C). Testlerde ön yük sınırı 300 N olarak ayarlanmıştır. Test sonu ise maksimum yükün %80'i olarak belirlenmiştir. Testlerin yapılması esnasında Robutest adlı test yazılımından yararlanılmıştır. Testler yapılırken, deformasyon miktarı 1 mikron hassasiyetli lineer cetvelle, yük miktarı ise 1 N hassasiyetli yük hücresi yardımı ile belirlenmiştir.

Testler esnasında çivi gövdesinde ya da çivi başında kırılma olan örnekler hesap dışı bırakılmış, ortalamaya dahil edilmemiştir. Test sonunda elde edilen maksimum yük (Fmax) test sonucu olarak kaydedilmiştir. Bu yüke karşılık gelen deformasyon değeri, maksimum yükteki deformasyon olarak (Dmax) kaydedilmiştir. Birim olarak Fmax değeri N ile ve Dmax değeri mm olarak gösterilmiştir.

Elde edilen bulguların istatistik analizleri SPSS programında, One-way ANOVA ile yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.



Şekil 1. Testlerde kullanılan Ring çiviler (A), Test örneklerine çivilerin çakılması (B), Testlerin Yapılması (C)

Bulgular ve Tartışma

Testler sonunda elde edilen yoğunluk miktarları, rutubet yüzdeleri, maksimum yük (Pmax) ve maksimum yüke karşılık gelen maksimum deformasyon (Dmax), gruplar arasında fark olup olmadığını gösteren ANOVA testi sonuçları ve hangi grupların birbirlerinden farklı olduğunu gösteren Duncan testi sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde, kayın kaplamalarından elde edilen kontrplaklarda en yüksek, kavaktan elde edilenlerde ise en düşük, okalıptüs kaplamalardan elde edilenlerde ise kayına yakın bir yoğunluk değerine sahip olduğu görülmektedir. Gruplar arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli seviyede farklı olduğu ($p < 0.001$) belirlenmiştir. Herhangi bir ağaç türünden elde edilen kontrplağın yoğunluk değeri, elde edilen ağacın yoğunluk değerinden biraz fazla olmaktadır. Kayın odununun hava kurusu yoğunluk değeri yaklaşık olarak $0.630-0.670 \text{ gcm}^{-3}$ (Bozkurt ve Erdin, 1997), okalıptüs $0.580-0.600 \text{ gcm}^{-3}$ (Ayata, 2008; Bal ve ark., 2011; Bal, 2011) ve kavak $0.350-0.380 \text{ g/cm}^3$ (Tunçtaner ve ark., 1994; Tunçtaner ve ark., 2004) olarak belirlenmiştir. Kontrplak üzerine yapılan önceki çalışmalarda da kontrplağın yoğunluk değeri masif odununkinden biraz daha yüksek ölçülmüştür (Özen, 1981; Örs ve ark., 2002; Çolak ve ark., 2003; Bal ve Bektaş, 2014).

Gerek masif ağaç malzeme gerekse odun esaslı kompozit malzemelerde yoğunluk, teknolojik özellikleri etkileyen en önemli özelliklerinden birisidir. Yoğunluk arttıkça denge rutubeti miktarının da arttığı bildirilmiştir. Bunun nedeni, odunda denge rutubetinin hücre çeperine tutunan rutubet olduğu ve çeper maddesi arttıkça denge rutubetinin bir miktar daha yükseldiği ve odundaki lignin miktarının değişmesi ile denge rutubeti miktarının da değiştiği bildirilmiştir (Bozkurt ve Göker, 1996). Çizelge 1’de verilen denge rutubeti miktarları incelendiğinde, aralarında çok küçük farklar olduğu en küçük denge rutubeti miktarının kavak kontrplakta ölçüldüğü görülmektedir. Ancak, gruplar arasındaki farkların istatistiksel olarak önemsiz (NS) olduğu görülmektedir. Konuyla ilgili olarak yapılan önceki çalışmalarda, kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün, kontrplağın denge rutubeti üzerine etkisinin olduğu değişik araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Örneğin; Özen (1981) tarafından yapılan çalışmada fenol formaldehit tutkalı ile üretilen panellerin denge rutubetinin üretilen panellerden daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Bunun nedeni olarak,

fenol formaldehit tutkalının denge rutubetinin odununkinden çok daha yüksek olmasından kaynaklandığını belirtmiştir. Benzer sonuçlar Bal ve Bektaş, (2013) tarafından, UF, MUF ve FF tutkalları kullanılarak üretilmiş olan LVL malzemede de belirlenmiştir. Ayrıca bu konuda, Sulaiman ve ark. (2009) tarafından, yağ palmyesi ağacı odunundan, ÜF, MÜF ve FF tutkalları ile üretilen LVL'de, denge rutubeti sırasıyla %9.81, %9.59 ve %9.90 olarak, en yüksek FF tutkalında ölçülmüştür. Bir başka çalışmada Dunky (2003), FF gibi fenolik tutkalların UF tutkalına göre dezavantajları; daha uzun süreli pres süresi, tutkal hattında ve levha yüzeyinde koyu renk oluşması, levhanın yüksek alkali içeriğinden dolayı higroskopisitesinin artması şeklinde verilmiştir.

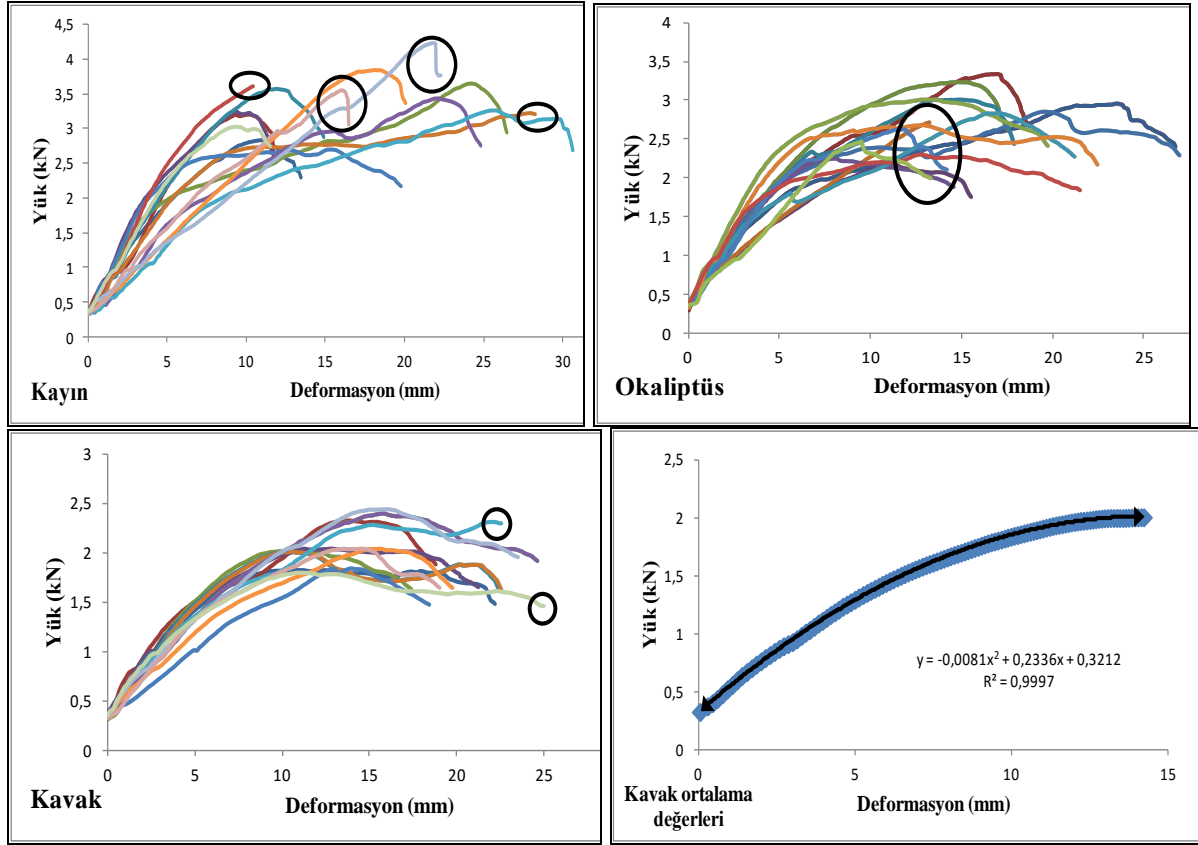
Kontrplak gruplarının yanal çivi dayanımı test sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre en yüksek yanal çivi dayanımı kayın kaplamalarla üretilen kontrplaklarda elde edilmiştir. Gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.001$). Ayrıca, dış tabakaları kayın orta tabakaları okalıptüs kaplamalarından üretilen kontrplağın yanal çivi dayanımı yaklaşık 3000 N seviyesinde ölçülmüştür. APA tarafından 6d düz çiviler için verilen değer 180 lbf (0.80 kN) ve 8d düz çiviler için verilen sınır değeri ise 220 lbf (0.98 kN)'dir (APA, 2007). Bu sınır değerleri dikkate alındığında, bu çalışmada elde edilen değerler genel olarak daha yüksektir. Bu sonuç kayın ve okalıptüs odununun yoğunluğunun yüksek olduğundan kaynaklandığı söylenebilir. Odunun yoğunluk değeri arttıkça kontrplak malzemenin mekanik özellikleri artmaktadır. Genel olarak iğne yapraklı ağaçlar geniş yapraklı ağaçlara göre daha düşük yoğunluğa sahiptirler. Dolayısıyla iğne yapraklı ağaçların mekanik özellikleri geniş yapraklılara göre yoğunluk farklılığına bağlı olarak daha düşüktür (Bozkurt ve Erdin, 1997). Bazı hızlı gelişen geniş yapraklı ağaçlar (kavak, söğüt ve pavlonya vs.) bu genel kuralın dışındadır. Kontrplak üretiminde kullanılan ağaç türünün yoğunluğu kontrplağın mekanik özelliklerini de önemli derecede etkilemektedir. Literatürde bu konuda yapılmış önemli çalışmalar bulunmaktadır. Kayın, okume ve kavak kaplamaları ile üretilen kontrplakların mekanik özellikleri üzerine Örs ve ark., (2002) tarafından yapılan çalışmada bu farklılıklar ortaya konmuştur. Ayrıca, Toksoy ve ark., (2006) tarafından yapılan çalışmada Kayın ve Kızılağaç kaplamaları ile üretilen kontrplakların eğilme direnci ve elastikiyet modülü kayında önemli derecede daha yüksek belirlenmiştir. Benzer şekilde yoğunluğu yüksek ağaç türlerinden elde edilen lamine malzemelerin çivi veya vida tutma dirençleri de yüksektir (Erdil ve ark. 2002; Özçifçi, 2009; Bal ve ark., 2013). Yanal çivi dayanımı üzerine etki eden faktörlerden biriside test örneğinin yüzey tabakalarının lif yönüdür. Kontrplak üzerinde yapılan mekanik testlerde, lif yönü test örneğinin uzun kenarına paralel olan örnekler paralel test örnekleri ve dik olanlarda dik test örnekleri olarak isimlendirilir. Kontrplak üzerine yapılan önceki çalışmalarda, yanal çivi dayanımının dik örneklerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Nanami ve ark., 2000; Demirkir ve Çolakoglu, 2015). Bir diğer çalışmada, yanal çivi dayanımı üzerine rutubetin etkisi incelenmiş, rutubetin %6 dan %19 çıkması ile dayanımın %50 azaldığı rapor edilmiştir (Winistorfer ve Soltis, 1995).

Çizelge 1. Yoğunluk, rutubet, yanal çivi dayanımı testi Pmax ve Dmax değerleri, ANOVA testi önem düzeyleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testlerine ait değerler

Gruplar		Yoğunluk	Rutubet	Pmax	Dmax
		gcm ⁻³	%	N	mm
Kayın	x*	0,669 a	10,3	3429 a	17,6 a
	ss	0,013	2,9	451	5,8
	n	15	15	10	10
Okalıptüs	x	0,597 c	9,7	2787 b	14,4 b
	ss	0,020	1,9	350	3,2
	n	15	15	12	12
Kavak	x	0,444 d	9,1	2097 d	13,7 b
	ss	0,012	0,4	234	2,0
	n	15	15	12	12
Kayın-okalıptüs	x	0,634 b	9,6	3007 b	14,1 b
	ss	0,030	1,2	281	3,1
	n	15	15	10	10
Kayın-kavak	x	0,591 c	9,0	2453 c	13,8 b
	ss	0,026	0,4	271	3,0
	n	15	15	13	13
ANOVA		***	NS	***	*

*x: Ortalama, ss: standart sapma, n: örnek sayısı

Kontrplağın yanal çivi dayanımı üzerine etki eden diğer faktör testin bitiş şeklidir. Bu konu dört farklı şekilde olabilmektedir. Birincisi; eğer kullanılan çivi düz çivi ise test esnasında çivi masif parçadan çıkabilmektedir. Bu durum düz çivilerde gözlenmektedir. Yani ölçülen maksimum kuvvet, kontrplağın yanal çivi dayanımı değil, temel eleman olan masif parçanın çivi tutma direncidir. İkincisi; çivi başının test esnasında kırılmasıdır. Bu durum ring çivilerle yapılan testlerde görülmektedir ve çivinin dayanımını göstermektedir. Üçüncüsü ise; çivi başının kontrplak malzeme içinden çıkmasıdır. Bu durumda elde edilen sonuç, kontrplağın yanal çivi dayanımı olarak kabul edilmelidir. Dördüncü ise; temel elemanın test esnasında çatlamasıdır. Bu konuda yapılan önceki çalışmalarda da benzer gözlemler bildirilmiştir (Theilen ve ark., 1998). Bu çalışmada, yukarıda anlatılan nedenlerle ring çivi kullanılmıştır. Bazı testler sonunda, çivi başlarında kırılmalar olmuştur. Bu test örnekleri ortalamaya dahil edilmemiştir. Bu nedenle, Çizelge 1’de verilen gruplardaki test örnek sayıları farklıdır. En fazla kırılma Kayın kontrplakta ve kayın-okalıptüs-kayın kombinasyonu kontrplakta gözlenmiştir. Test örneklerine ait yük-deformasyon grafikleri Şekil 2’de verilmiştir. Şekilde verilen grafiklerde test esnasında kırılan çivilere ait yük-deformasyon eğrileri işaretlenmiştir. Şekil 2’de verilen grafikler incelendiğinde, deformasyon şekli bakımından kavak kontrplağın daha düzgün bir eğri oluşturduğu görülmektedir. Kavak kontrplağın elde edilen yük-deformasyon verilerinin ortalamaları kullanılarak maksimum yük ve bu yüke karşılık gelen maksimum deformasyon noktaları sınır kabul edilip, Şekil 2’de görüldüğü gibi bir dağılım grafiği oluşturulmuştur. Elde edilen bu grafikte eğilim çizgisi ve yük ile deformasyon arasındaki ilişkiyi gösteren polinom denklemi elde edilmiştir. Ayrıca, aradaki ilişkinin gücünü gösteren belirtme katsayısı da (R^2) hesaplanmıştır. Buna göre R^2 değeri 0.999 olarak belirlenmiştir. Bu değer çok küçük bir yanılma olasılığı ile deformasyon miktarındaki artışın yük artışına bağımlı olduğunu ve verilen denklemle herhangi bir yükteki deformasyonun hesaplanabileceğini göstermektedir.



Şekil 2. Kayın, okalıptüs, kavak kontrplaklardaki her bir test örneğinin ve kavak kontrplakların ortalama yük deformasyon grafikleri

Sonuçlar

Bu çalışmada, farklı ağaç türlerinden elde edilen kontrplakların yoğunluk ve rutubet gibi fiziksel özellikleri ve yanıl çivi dayanımı tespit edilmiştir. Denemeler ring çivi ile yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; en yüksek yanıl çivi dayanımı kayın kontrplakta ve en düşük kavak kontrplaklarda elde edilmiştir. Ancak tüm gruplarda elde edilen sonuçlar APA tarafından önerilen sınır değerlerin üzerindedir. Özellikle hızlı gelişen bir ağaç türü olmasına rağmen okalıptüs'ten elde edilen kontrplakların 2700 N'nun üzerinde bir dayanım göstermesi oldukça önemlidir. Kayın-okalıptüs kombinasyonu ile üretilen kontrplakların dayanımının da oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna göre, orta tabakaları okalıptüsten üretilen kontrplakların yapı kontrplağı olarak kullanılabilceği söylenebilir.

Kaynaklar

- APA, 2007. Diaphragms and Shear Walls, Design/Construction Guide, Form No L350G.
- ASTM1761, 2012. Standart Test Methods for Mechanical Fasteners in Wood, American Society for Testing and Materials.
- Ayata, Ü. 2008. Okalıptüs (*Eucalyptus camaldulensis* ve *Eucalyptus grandis*)'ün odun özellikleri ve kağıt endüstrisinde kullanımının araştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Bal, B.C. 2011. Okalıptüs grandis (*Eucalyptus grandis*) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri ve lamine ağaç malzeme üretiminde kullanılması üzerine araştırmalar. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Bal, B.C. 2012. Genç odun ve olgun odunun lif morfolojisindeki farklılıklar üzerine bir araştırma. Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, 8(2), 29–35.
- Bal, B.C, Bektaş, İ. 2014. Some mechanical properties of plywood produced from eucalyptus,

- beech, and poplar veneer. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 16(1), 99–108.
- Bal, B.C, Bektaş, İ., 2013. Okaliptüs , kayın ve kavak soyma kaplamaları ile üretilen tabakalı kaplama kerestelerin (TKK) bazı fiziksel özellikleri. *Artvin çoruh üniversitesi, Orman fakültesi dergisi*, 14(1), 25–35.
- Bal, B.C, Bektaş, İ., Tutuş, A., Kaymakçı, A. 2011. The Within-Tree Variation in Some Physical Properties in *Eucalyptus Grandis*. *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi*, 7(2), 82–88.
- Bal, B.C., Özdemir, F., Altuntaş, E. 2013. Masif ağaç malzeme ve tabakalı kaplama kerestenin vida tutma direnci üzerine karşılaştırmalı bir çalışma. *Düzce üniversitesi, Ormanlık dergisi*, 9(2), 14–22.
- Bozkurt, Y., Erdin, N. 1997. Ağaç Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 445, İstanbul,1997.
- Bozkurt, Y., Göker, Y. 1996. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi Yılmaz Bozkurt, Yener Göker İÜ, Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No:3944, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N. 1993. Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 425, İstanbul,1993.
- Çolak, S., Aydın, İ., Çolakoğlu, G. 2003. Okaliptüs (*E. camaldulensis*) ağacının farklı yüksekliklerinden alınan tomruklardan üretilmiş kontrplakların bazı mekanik özellikleri. *DOA dergisi*, 9, 95–111.
- Demirkir, C, Çolakoglu, G. 2015. The effect of grain direction on lateral nail strength and thermal conductivity of structural plywood panels. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 17(3), 469–478.
- Demirkır, C, Çolakoğlu, G., Karacabeyli, E. 2012. Effect of Manufacturing Factors on Technological Properties of Plywood from Northern Turkey and Suitability of Panels for Use in Shear Walls. *ASCE Journal of Structural Engineering*, 139(12), 1–18.
- Dunky, M. 2003. Adhesives in the wood industry. *Handbook of Adhesive Technology* (2nd Ed., Revis. Expanded) (ss. 887–956).
- Erdil, Y. Z., Zhang, J., Eckelman, C. A. 2002. Holding strength of screws in plywood and oriented strandboard. *Forest Products Journal*, 52(6), 55–62.
- Güller, B. 2001. Odun kompozitleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2, 135–160.
- Nanami, N., Shibusawa, T., Sato, M., Arima, T., Kawai, M. 2000. Durability assessment of wood-framed walls and mechanical properties of plywood in use. In *Proceedings of the World Conference on Timber Engineering*, British Columbia, University of British Columbia.
- Nelson, S. 1997. Engineered wood products-structural kompozit lumber. *Engineered wood products* (s. 147).
- Örs, Y., Çolakoğlu, G., Aydın, İ., Çolak, S., 2002. Kayın, okume ve kavak soyma kaplamalarından farklı kombinasyonlarda üretilen kontrplakların bazı teknik özelliklerinin karşılaştırılması. *Politeknik*, 55(3), 257–265.
- Özçifçi, A. 2009. The effects of pilot hole, screw types and layer thickness on the withdrawal strength of screws in laminated veneer lumber. *Materials and Design*, 30(7), 2355–2358.
- Özen, R. 1981. Çeşitli Faktörlerin Kontrplağın Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Yaptığı Etkilere İlişkin Araştırmalar. *Trabzon*.
- Rammer, D.R. 2010. Fastenings, İçinde *Wood Handbook: Wood as an engineering Material*, USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, General Technical Report FPL-GTR-190, Madison, WI (ss. 1–2).
- Sulaiman, O., Salim, N., Hashim, R. 2009. Evaluation on the suitability of some adhesives for laminated veneer lumber from oil palm trunks, *Materials and Design* 30: 3572–3580.

- Şahin, A. 1998. Okalıptüs odunundan üretilen kontrplakların bazı teknolojik özellikleri üzerine tomruk buharlama süresinin etkisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Tan, H. 1999. Tarsus karabucak yöresi buharlanmış ve buharlanmamış okalıptüs odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin incelenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Theilen, R., Bender, D., Pollock, D. 1998. Lateral resistance of ring-shank nail connections in southern pine lumber. Faculty Publications - Department of Mechanical and Civil Engineering. Paper 32.
- Toksoy, D., Çolakoğlu, G, Aydın, I., Çolak, S., Demirkir, C. 2006. Technological and economic comparison of the usage of beech and alder wood in plywood and laminated veneer lumber manufacturing. Building and Environment, 41(7), 872–876.
- TS EN 322. 1999. Wood based panels determination of moisture content, TSE, Ankara.
- TS EN 323. 1999. Wood based panels determination of density, TSE, Ankara.
- Tunçtaner, K., Tulukçu, M., Toplu, F. 1994. Bazı kavak klonlarının büyümeleri ve teknolojik özellikleri üzerine araştırmalar, kavak ve hızlı gelişen tür orman ağaçları araştırma enstitüsü, Teknik Bülten No: 170. İzmit
- Tunçtaner, K., As, N., Özden, Ö. 2004. Bazı kavak klonlarının büyüme performansları, odunlarının bazı teknolojik özellikleri ve kâğıt üretimine uygunlukları üzerine araştırmalar, Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 196. İzmit.
- Winistorfer, S.G, Soltis, L.A. 1995. Lateral and withdrawal strength of nail connections for manufactured housing. Journal of Structural Engineering, 120(12), 3577-3594.