



Tabakalı Kaplama Kerestenin Bazı Vida Dirençleri Üzerine Cam Elyaf Dokuma ile Güçlendirmenin Etkisi

Bekir Cihat BAL¹, Fatih Tuncay EFE²

Özet

Ahşap esaslı yapısal kompozit keresteler binalarda yük taşıyan elemanlardır. Bu nedenle, Ahşap esaslı yapısal kompozit kerestelerin mekanik performansının yüksek olması istenir. Ayrıca, bağlantı noktalarında, çivi, vida ve civata tutma dirençlerinin yüksek olması istenir. Bu çalışmada, kavak soyma kaplamalarla üretilmiş tabakalı kaplama kerestenin (TKK) ve cam elyaf dokuma ile güçlendirilmiş tabakalı kaplama kerestenin (GTKK) vida dirençleri araştırılmıştır. Bu amaç için, vida çıkma direnci, vida başı çıkma direnci ve vida yanıl çıkma direnci testleri yapılmıştır. Her test için hem kontrol grubu ve hem de deney grubu oluşturulmuştur. Kontrol grubu ile deney grupları arasındaki farklar T testi ile belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre; cam elyaf ile güçlendirmenin vida çıkma direnci, vida başı çıkma direnci ve vida yanıl çıkma direncini istatistiksel olarak önemli seviyede artırdığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tabakalı kaplama kereste, Güçlendirme, Vida tutma direnci

The Effect of Reinforcement with Glass Fiber Fabric on Some Screw Strength of Laminated Veneer Lumber

Abstract

Wood based structural composite lumbers are the load bearing components in the buildings. For this reason, it is wanted that wood based structural composite lumbers have the high mechanical performance. In addition, in the connection points, it is wanted the high screw, nail and bolt holding strength. In this study, laminated veneer lumber (LVL) produced from poplar rotary-veneer, and reinforced laminated veneer lumber (RLVL) with glass fiber fabric were investigated. For this reason, screw holding strength, screw head pull-through strength and lateral screw resistance tests were conducted. For each test, both control group and test groups were set up. The differences between control groups and test groups were investigated with T test. According to obtained data; it was determined that the reinforcement with glass fiber fabric increase the direct screw withdrawal strength, screw head pull-through strength and lateral screw resistance, significantly.

Keywords: Laminated veneer lumber, Reinforcement, Screw holding strength

Giriş

Masif ahşap doğal bir malzemedir. Diğer mühendislik malzemelerine göre, kolay işlenebilmesi, ucuz olması, yenilenebilir olması ve yoğunluğuna göre direncinin diğer malzemelere göre yüksek olması gibi birçok üstün özellikleri vardır. Ancak, kolay çürümesi, servis süresinin düşük olması, anizotropik olması gibi istenmeyen özellikleri de vardır (Bozkurt ve Erdin 1997). Bu istenmeyen özelliklerinin bazılarının düzeltilmesi-iyileştirilmesi amacıyla yapısal kompozit keresteler (SCLs-structural composite lumbers) üretilmeye başlanmıştır. Yapısal kompozit keresteler orijinal isimleriyle LVL (laminated veneer lumber), PSL (paralel strand lumber), LSL (Laminated strand lumber) olarak isimlendirilmektedir (Nelson, 1997; Güller, 2001). LVL Türkçe'ye tabakalanmış kaplama kereste olarak (Kurt ve ark, 2008), lamine edilmiş tabakalı malzeme (Çolak ve ark, 2004) ve tabakalı kaplama kereste olarak (Bal ve Bektaş 2013) çevrilmiştir.

TKK'nın, mühendislik ürünü bir malzeme olarak, masif ağaç malzemeye göre birçok üstün özelliği bulunmaktadır. Bunlar; görsel kusurlarından arındırılması, daha iyi fiziksel

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, 46100, On iki şubat/Kahramanmaraş

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yenice Meslek Yüksekokulu, Yenice/Çanakkale

özelliklere sahip olması ve mekanik özelliklerinin aynı türü temsil eden masif ağaç malzemeye göre daha yüksek olması, daha homojen bir yapıya sahip olması, standart ölçülerde elde edilebilmesidir (Bao ve ark, 2001; Burdurlu ve ark, 2007; Shukla ve Kamdem, 2009; Bal ve Bektaş, 2012).

Odun esaslı kompozit malzemeler, eğer yük taşıyan noktalarda kullanılacaklarsa yüksek mekanik performansa sahip olmaları gerekmektedir. Bazı ahşap yapılarıdaki uygulamalarda ise belirli noktalar güçlendirilmektedir. Sonradan yapılan bazı eklemelerle yapılan güçlendirmeler olduğu gibi, malzemenin üretimi esnasında yapılan bazı güçlendirme metotları da bulunmaktadır. Güçlendirme için metal bazı gereçler kullanıldığı gibi, sentetik liflerde kullanılmaktadır. Odun ya da odun esaslı kompozit malzemelerin, güçlendirilmesi ile ilgili ilk denemeler Laufenberg ve ark. (1984)'e göre 1960'lı yıllardan beri yapılmaktadır. Sentetik liflerle ahşabın güçlendirilmesi ilk olarak Wangaard (1964) ve Biblis (1965) tarafından gerçekleştirilmiştir. Son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda ise, cam elyafı ile ahşap esaslı yapısal malzemelerin mekanik olarak güçlendirilmesi üzerine araştırmalar yapılmaktadır (Hallström ve Grenestedt 1997; Riberio ve ark. 2009; Basterra ve ark. 2012; Borri ve ark.2013; Bal 2014a ve 2014b; Bal 2015; Güntekin 2015). Yapılan bu çalışmalarda genel olarak araştırmacılar güçlendirilmiş malzemenin eğilme özellikleri ve yapışma direnci üzerine denemeler yapmışlardır. Bu denemeler haricinde, farklı ağaç türlerinden üretilen TKK'ların çivi ve vida tutma dirençleri üzerine bazı çalışmalarda yapılmıştır. Örneğin; Çelebi ve Kılıç (2007) kayın ve kavak kaplamalarında elde edilen TKK'nın çivi ve vida tutma direnci üzerine yaptıkları çalışmada, malzeme yoğunluğunun çivi vida tutma direncini etkilediğini ve teğet-radyal yüzeylerde farklı sonuçlar elde edildiğini bildirmişlerdir. Özçiftçi (2009) tarafından yapılan çalışmada, çivi tipi, kılavuz deliği ve tabaka kalınlığı gibi faktörlerin TKK'nın vida tutma direnci üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre; kılavuz deliğin çatlamayı önlediği belirtilmiştir. Güler ve Subaşı (2012) tarafından yapılan çalışmada farklı kombinasyonlara sahip lamine sarıçam malzeme, cam elyafı ve karbon elyafı ile güçlendirilmiştir. Elde edilen malzemenin eğilme direnci, makaslama direnci ve şok direncinde artış kaydedilmiştir. Ayrıca, karbon elyafının daha yüksek performans sağladığı belirtilmiştir. Bal ve ark. (2013) masif ağaç malzeme ve tabakalı kaplama kerestenin vida tutma direnci üzerine yapmış oldukları karşılaştırmalı çalışmada, kavak soyma kaplamalardan elde edilen TKK'ların vida tutma direnci masif kavaktan yüksek, ancak kayından elde edilen TKK'ların ise masif kayından düşük olduğu belirlenmiştir. Wang ve ark. (2007) OSB, MDF ve yonga levha gibi ahşap esaslı levhalarda, vida çıkma, vida başı çıkma ve vida yanal çıkma dirençlerini araştırmışlar ve sonuçta; malzeme formuna göre sonuçların değiştiğini, malzeme yoğunluğunun sonucu etkilediğini belirlemişlerdir.

Literatürde, cam elyafı kullanılarak güçlendirilmiş yapısal kompozit kerestelerin, bağlantı noktalarında çok önemli olan, vida çıkma, vida başı çıkma ve yanal çıkma gibi vida testleri üzerine yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu noktadan hareketle, bu çalışmada; kavak soyma kaplamalardan üretilmiş olan TKK ve GTKK levhalarının vida çıkma direnci, vida başı çıkma direnci ve yanal çıkma dirençleri araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışmada deneme materyali olarak kavak türü seçilmiştir. Melez kavak (*Populus x euramericana* I-214) klonuna ait soyma kaplamalar kullanılmıştır. Soyma kaplamalar 3 mm kalınlığında ve 65 cm genişliğinde elde edilmiştir. Kaplamaların kurutulması aynı kurutma fabrikasında sağlanmıştır. Kaplamalar fabrikadan, Kahramanmaraş Sütçü İmam üniversitesi, orman endüstri mühendisliği bölümü laboratuvarlarına getirilmiştir. Burada kaplamaların genişlik ve uzunlukları 600 x 600 mm olacak şekilde kesilmiştir. Çatlak, çürüme, böcek ya da

kurt yeniği ve budak gibi kusurlu kaplamalar seçilmiş ayrılmış ve denemelerde kullanılmamıştır.

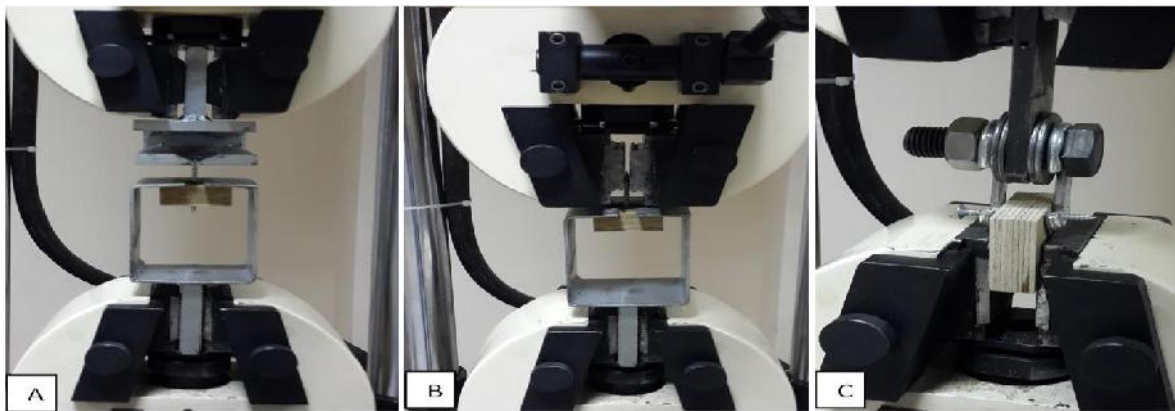
Cam elyaf dokuma özel bir üreticiden tedarik edilmiştir. Cam elyaf dokumanın yoğunluğu 500 g/m^2 'dir. Dokuma tipi "bez ayağı" şeklindedir. Cam elyaf rulo olarak tedarik edilmiş ve $60 \times 60 \text{ cm}$ ölçülerinde kesilerek kare parçalar elde edilmiştir.

TKK kontrol grubunda cam elyaf dokuma kullanılmamıştır. TKK levhaları 8 tabakalı olarak üretilmiştir. GTKK levhalarının tutkal tabakasında cam elyaf dokuma kullanılmıştır. Demelerde kullanılan fenol formaldehit tutkalı özel bir tutkal üreticisinden elde edilmiştir. Kullanılan tutkalın üretici firma tarafından verilen katı madde miktarı %47, viskozitesi (Cps 20°C 'de) 480 ve pH değeri 12'dir. Tutkal miktarı her tabaka için ortalama 200 g/m^2 uygulanmıştır. GTKK levhaları üretilirken cam elyaf tabakası yüzeylerine ayrıca 100 g/m^2 tutkal uygulanmıştır. Pres basıncı 7 kg/cm^2 olarak ayarlanmıştır.

Metot

Denemeler için üretilen panellerin fiziksel özelliklerden rutubeti TS EN 322'e göre, yoğunluk TS EN 323'e göre belirlenmiştir. Vida veya diğer bağlayıcıların geri çıkmalarına ait testlerin nasıl yapılabileceğine dair bilgi TS EN 13446 numaralı standartta belirtilmiştir. Ancak vida başı çıkma ve vida yanal çıkma testlerine ait bir standart TS'de bulunamamıştır. Bu nedenle vida çıkma direnci, vida başı çıkma direnci ve yanal çıkma direnci ASTM D1037 – 12'ye göre yapılmıştır. Bu standarda göre test sonunda elde edilen maksimum yük, eğer levha kalınlıkları arasında fark yoksa test sonucu olarak gösterilebilmektedir. Benzer metot Wang ve ark. (2007), Taj ve ark. (2009) ve Yapıcı ve ark. (2009) tarafından da kullanılmıştır. Bu nedenle, her üç test içinde, test sonunda elde edilen maksimum kuvvet test sonucu olarak gösterilmiştir.

Test örnekleri $50 \times 50 \times t$ (levha kalınlığı) mm ölçülerinde ve her test grubu için 12 adet hazırlanmıştır. Test örnekleri, testten önce 4 hafta süre ile 20°C ve %65 bağıl nemde şartlandırılmıştır. Asıl denemeler yapılmadan önce ön deneme testleri yapılmış ve kılavuz delik açılmayan TKK örneklerinde, vida takılırken çatlama meydana geldiği görülmüştür. Bu nedenle test örneklerine vidalar takılmadan önce çatlama önlemek için 3 mm çapında kılavuz delik açılmıştır. Testlerde $5 \times 60 \text{ mm}$ (vida çapı x vida boyu) ölçülerinde yıldız başlı, çinko vida kullanılmıştır. Kılavuz delik vida çıkma direnci ve vida başı çıkma direnci test örneklerinde üst yüzeye ve levha yüzeyine dik bir şekilde orta noktaya açılmıştır. Yanal çıkma direnci testinde ise test örneklerinin liflere dik kenarına yakın, delik merkezi kenardan 7,5 mm içeriye gelecek şekilde açılmıştır. Şekil 1'de testlerin yapılışına ait bir fotoğraf verilmiştir.



Şekil 1. Vida çıkma direnci (A), vida başı çıkma direnci (B), vida yanal çıkma direnci (C)

Testler sonunda elde edilen veriler, kontrol grubu ile deney grubu arasındaki fark olup olmadığı, SPSS programında T testi ile (independent samples T test) istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Vida çıkma direnci, vida başı çıkma direnci ve vida yanal çıkma direnci denemeleri sonunda elde edilen bulgular Çizelge 1’de verilmiştir. Elde edilen bulgular incelendiğinde, genel olarak hava kurusu yoğunluk değerlerinin kontrol grubuna göre, oldukça yükseldiği görülmektedir. TKK levhalarda ölçülen ortalama hava kurusu yoğunluk değeri 475 kg/m^3 iken, GTKK levhalarda ölçülen ortalama hava kurusu yoğunluk değeri 590 kg/m^3 olarak ölçülmüştür. Aradaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.001$). Artış yüzdesi yaklaşık olarak %24 olarak hesaplanmıştır. Hava kurusu yoğunlukta meydana gelen artışın temel sebebinin cam elyafının yoğunluğundan ve kullanılan tutkal miktarının GTKK grubunda daha fazla olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Vida çıkma direnci TKK levhalarında ortalama 2972 N olarak ve GTKK levhalarında ise 3196 N olarak ölçülmüştür. Aradaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). Ancak yapılan testler içerisinde en düşük önem düzeyi vida çıkma testi bulgularında belirlenmiştir. Bunun olası sebebinin vida çıkma test örneklerinde kılavuz delik açılması olduğu ve kılavuz deliğin cam elyafının test esnasında mukavemet göstermesini engellediği söylenebilir.

Vida başı çıkma testi TKK ve GTKK levhalarda sırasıyla; 3444 ve 5201 N olarak ölçülmüştür. TKK ve GTKK levhaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.001$). Cam elyaf dokuma ile güçlendirme sonucunda yaklaşık olarak % 51 artış elde edilmiştir. Vida başı çıkma testi sonucu vida çıkma testininkinden daha yüksek ölçülmüştür. Bunun sebebinin, açılan kılavuz delikten (3 mm) geçmeye zorlanan vida baş kısmının yaklaşık delik çapının 2 katı olmasıdır. Bunun sonucunda da kuvvet daha yüksek ölçülmüştür.

Yanal çıkma testi sonucunda ise elde edilen değerler TKK levhalarında 1282 ve GTKK levhalarında ise 1959 N olarak ölçülmüştür. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.001$). Güçlendirme sonucunda meydana gelen artış miktarı ise yaklaşık olarak %53 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada yapılan vida testleri içinde, yanal çıkma testi diğer ikisinden kuvvetin uygulanma yönü bakımından farklıdır. Vida çıkma ve vida başı çıkma testinde kuvvet vida eksenine paralel uygulanmakta iken, vida yanal çıkmada kuvvet vida eksenine dik uygulanmaktadır. Diğer iki test esnasında uygulanan kuvvet kılavuz delik eksenine boyunca bir deformasyon meydana getirirken, yanal çıkmada kılavuz delik eksenine dik ve sadece bir yüzeyinde deformasyon oluşturmaktadır. Test sonunda bu yüzeyden dışarı doğru parça kopmasıyla test son bulmaktadır. Yapılan testler içerisinde en yüksek artış yüzdesi bu test sonucunda ölçülmüştür (%53). Bunda önemli olan faktör cam elyaf dokumadır. Yanal çıkma test esnasında, iç tabakalarda bulunan cam elyaf kopmaya zorlanmaktadır. Diğer testlerde ise kılavuz delik açılması sebebiyle cam elyaf bu şekilde bir destek sağlamamaktadır.

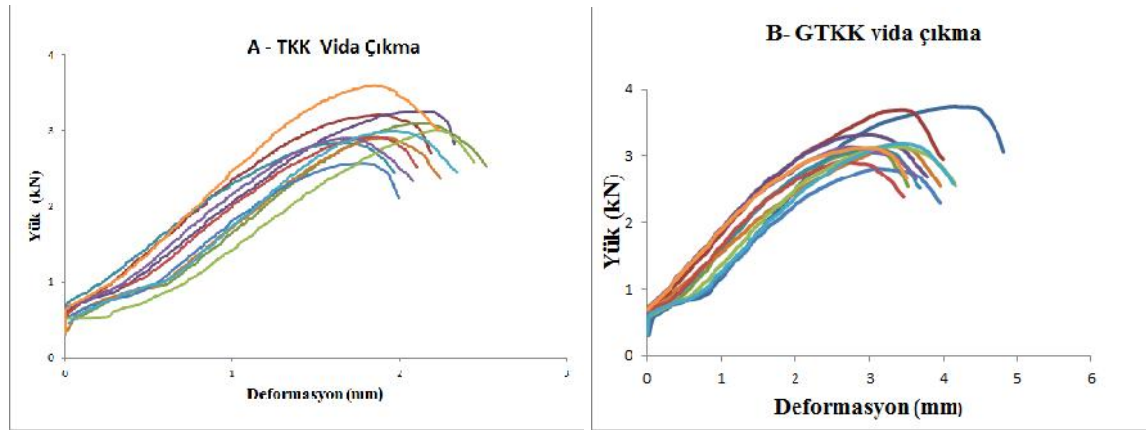
Çizelge 1. Vida testlerine ait bulgular

Gruplar	İD	Vida Çıkma Direnci		Vida başı Çıkma Direnci		Yanal Çıkma Direnci	
		D ₁₂ kg/m ³	P _{max} N	D ₁₂ kg/m ³	P _{max} N	D ₁₂ kg/m ³	P _{max} N
TKK	x	475	2972	474	3444	476	1282
	ss	23	212	63	540	36	134
	cov	5	7	13	16	8	10
GTKK	x	588	3196	590	5201	592	1959
	ss	19	267	18	560	29	180
	cov	3	8	3	11	5	9
T testi Önem düzeyi		***	*	***	***	***	***
Artış değeri (%)		23.8	7.5	24.5	51.0	24.2	52.8

D₁₂: hava kurusu yoğunluk, x: aritmetik ortalama, ss: standart sapma, cov: varyasyon katsayısı, İD: istatistik değerler

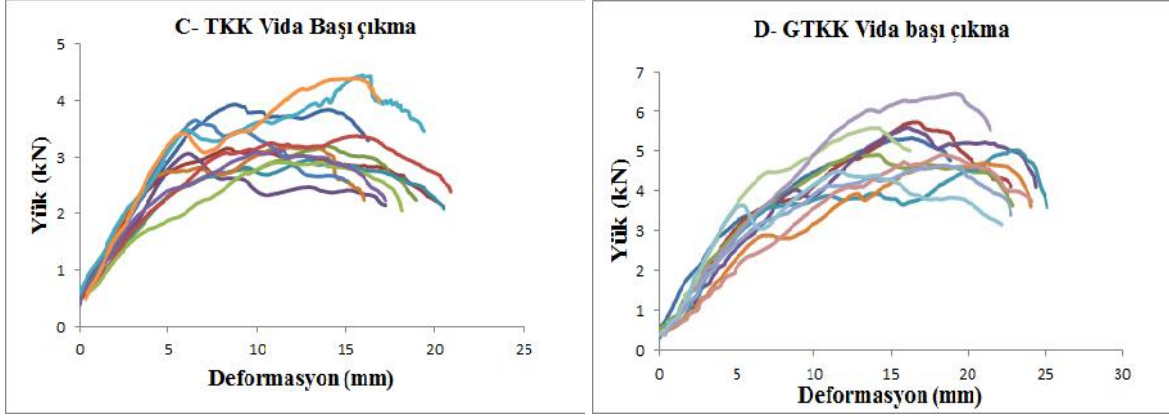
Ahşap malzeme-ahşap malzeme birleştirme noktalarında kullanılan vida ya da çivi birleştirme elemanlarının, karşı karşıya kaldıkları en temel üç çıkma şekli bu çalışmada test edilmiştir. Daha önce yapılan birçok çalışmada, vida testlerinde etkili olan faktörlerin; malzemenin yoğunluğu, lif yönü, malzemenin rutubeti, varsa kılavuz delik çapı, kullanılan vida ya da çivinin çapı ve yüzey şekli, ayrıca levha ürünlerinde pres basıncı ve tutkal miktarı gibi faktörler olduğu belirtilmiştir (Örs ve ark. 1995; Çelebi ve Kılıç 2007; Yapıcı ve ark. 2009; Özçiftçi, 2009; Taj ve ark. 2009; Bal ve ark. 2013; Gasparik ve ark. 2015) .

Şekil 2 A ve B'de TKK ve GTKK test örneklerinde vida çıkma direnci yük-deformasyon grafikleri verilmiştir. Grafikler incelendiğinde TKK levhalarda maksimum yüke 1,5-2 mm deformasyon miktarı sonunda ulaşıldığı, ancak bu değer GTKK levhalarda ise 2,5-3,5 mm deformasyon miktarı sonunda ulaşıldığı görülmektedir. Deformasyon kabiliyeti GTKK test örneklerinde daha yüksektir.



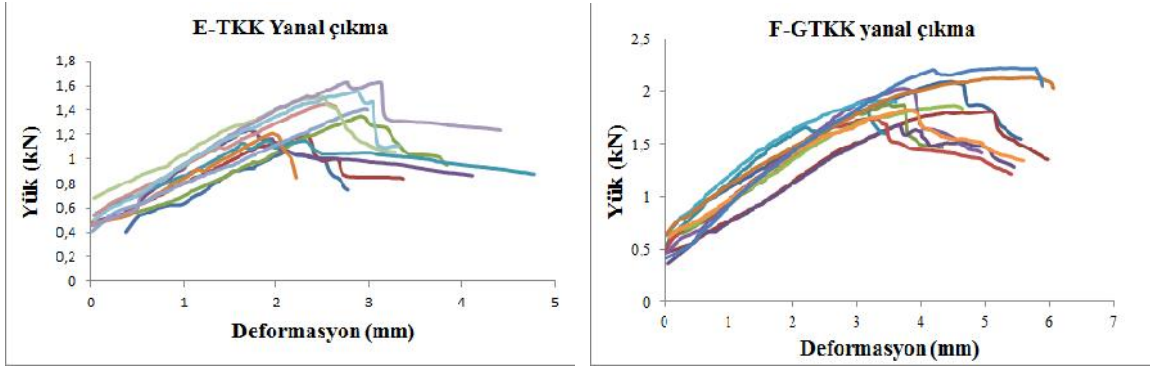
Şekil 2. TKK (A) ve GTKK (B) levhalarda vida çıkma direnci yük-deformasyon grafikleri

Şekil 3 A ve B'de TKK ve GTKK test örneklerinde vida başı çıkma direnci yük-deformasyon grafikleri verilmiştir. Grafikler incelendiğinde, vida çıkma grafiklerinin aksine, deformasyon kabiliyetinin (esneklik) TKK test örneklerinde ortalama 7-15 mm, GTKK da ise 7-20 mm aralığında olduğu görülmektedir. Buna göre GTKK test örnekleri TKK test örneklerine göre daha esnek bir malzemedir denilebilir.



Şekil 3. TKK (A) ve GTKK (B) levhalarda vida başı çıkma yük-deformasyon grafikleri

Şekil 4 A ve B'de TKK ve GTKK test örneklerinde yanal çıkma direnci yük-deformasyon grafikleri verilmiştir. Diğerlerinde olduğu gibi maksimum yüke ulaşıldığında deformasyon miktarı GTKK test örneklerinde daha yüksektir. Deformasyon kabiliyeti GTKK test örneklerinde daha fazladır.



Şekil 4. TKK (A) ve GTKK (B) levhalarda yanal çıkma testi yük-deformasyon grafikleri

Sonuçlar ve Öneriler

Kavak soyma kaplamalarla üretilmiş tabakalı kaplama kerestenin ve cam elyaf dokuma ile güçlendirilmiş tabakalı kaplama kerestenin vida dirençlerinin araştırıldığı bu çalışma sonucunda elde edilen verilerden bazı sonuçlar elde edilmiştir. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

- Cam elyaf ile güçlendirmenin vida çıkma direnci, vida başı çıkma direnci ve yanal çıkma direncini istatistiksel olarak önemli seviyede artırdığı, en yüksek artışın yanal çıkmada elde edildiği belirlenmiştir.
- Yük deformasyon grafiklerine göre, güçlendirilmiş tabakalı kaplama kerestelerde deformasyon kabiliyetinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bir diğer deyişle, kontrol grubuna göre, güçlendirilmiş tabakalı kaplama kereste daha esnek bir özellik göstermektedir.

Kaynaklar

- ASTM D 1037-12. 2012. Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials, American Society of Testing and Materials.
- Bal B. C, Bektaş İ. 2012. The Effects of Some Factors on the Impact Bending Strength of Laminated Veneer Lumber, *BioResources* 7(4): 5855-5863.
- Bal B. C, Özdemir F, Altuntaş E. 2013. Masif Ağaç Malzeme ve Tabakalı Kaplama Kerestenin Vida Tutma Direnci Üzerine Karşılaştırmalı Bir Çalışma, *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 9 (2) : 14-22.
- Bal B. C, Bektaş İ. 2013. Okaliptüs, Kayın ve Kavak Soyma Kaplamaları ile Üretilen Tabakalı Kaplama Kerestelerin Bazı Fiziksel Özellikleri, *Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi dergisi* 14 (1):25-35.
- Bal B. C. 2014a. Flexural Properties, Bonding Performance And Splitting Strength of LVL Reinforced With Woven Glass Fiber, *Construction Building Materials*, 51(2014): 9-14.
- Bal B. C. 2014b. Some Physical and Mechanical Properties of Laminated Veneer Lumber Reinforced With Woven Glass Fiber, *Construction Building Materials*, 68 (2014): 120-126.
- Bal B. C. 2015. Cam Elyaf Dokuma ile Güçlendirilmiş Tabakalı Kaplama Kerestenin Bazı Teknolojik Özellikleri, *KSU Journal of Engineering Sciences*, 18 (19): 9-16.
- Bao F, Fu F, Choong E. T, Hse C. 2001. Contribution Factor of Wood Properties of Three Poplar Clones To Strength of Laminated Veneer Lumber, *Wood and Fiber Science*, 33 (3):345-352.
- Basterra L. A, Acuna L, Casado M, Lopez G, Bueno A. 2012. Strength Testing of Poplar Duo Beams, *Populus x Euramericana* (Done) Guinier Cv. I-214 with Fibre Reinforcement, *Construction Building Materials*, 36 (2012): 90-96.
- Burdurlu E, Kılıç M, İlce A C ve Uzunkavak O. 2007. The Effects of Ply Organization and Loading Direction on Bending Strength and Modulus of Elasticity in Laminated Veneer Lumber (LVL) Obtained From Beech (*Fagus orientalis* L.) and Lombardy poplar (*Populus nigra* L.), *Construction and Building Materials* 21 (8): 1720–1725.
- Borri A, Corradi M, Speranzini E. 2013. Reinforcement of Wood with Natural Fibers, *Composites: Part B*, 53 (2013): 1-8.
- Bozkurt Y, Erdin N. 1997. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın no: 445, S: 1, İstanbul.
- Biblis E. J. 1965. Analysis of Wood-Fiberglass Composite Beams Within and Beyond The Elastic Region. *Forest Product Journal* 15 (2): 81-89.
- Celebi G. Kilic M. 2007. Nail and Screw Withdrawal Strength of Laminated Veneer Lumber Made Up Hardwood and Softwood Layers. *Construction and Building Materials*, 21(4), 894-900.
- Çolak S, Aydın İ, Demirkır C, Çolakoğlu G. 2004. Some Technological Properties Of Laminated Veneer Lumber Manufactured From Pine Veneers With Melamine Added - Uf Resins, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 28: 109-113
- Gaşparik M, Barčík Š, Borůvka V, Holeček T. 2015. Impact of Thermal Modification of Spruce Wood on Screw Direct Withdrawal Load Resistance, *BioResources*, 10 (1), 1790-1802.
- Güler, C., Subaşı S., 2012. Karbon ve Cam Lifi ile Güçlendirilmiş Lamine Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) KSÜ Mühendislik Bil. Der., Özel Sayı, s: 78-82.
- Güller B. 2001 Odun Kompozitleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: 2, (A): 135-160.
- Güntekin E, Aydın TY. 2015. Kızılçamdan (*Pinus brutia* Ten.) Üretilen Tabakalı Kerestede Cam Lifi ve Çelik Plaka ile Güçlendirilmenin Eğilme Performansına Etkisi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15(1):73-77.

- Kurt R, Mengelođlu F, avuş V. 2008. Okalıptüs Odununun Kullanımında Yeni Alanlar, I. Ulusal Okalıptüs Sempozyumu Bildiriler Kitabı, S:84.
- Hallström S, Grenestedt JL. 1997. Failure Analysis of Laminated Timber Beams Reinforced With Glass Fibre Composites, *Wood science and Technology*, 31 (1):17-34.
- Laufenberg T. L, Rowlands R. E, Krueger G. P. 1984. Economic Feasibility of Synthetic Fiber Reinforced Laminated Veneer Lumber (LVL), *Forest Product Journal* 34 (4):15-22.
- Nelson SPE. 1997. Structural Composite Lumber, Engineered Wood Products, A Guide for Specifiers Designers and Users, PFS research foundation 2402 Daniels street Madison, Wisconsin, 53704.
- Örs Y, Özen R, ve Dođanay S. 1995. Mobilya Üretiminde Kullanılan Ağaç Malzemelerin Vida Tutma Dirençleri, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, TÜBİTAK, Ankara.
- Özçifçi, A. 2009. The Effects of Pilot Hole, Screw Types And Layer Thickness on The Withdrawal Strength of Screws İn Laminated Veneer Lumber. *Materials & Design*, 30 (7), 2355-2358.
- Ribeiro A. S, Jesus AMP, Lima AM, Lousada JLC. 2009. Study of Strengthening Solutions For Glued-Laminated Wood Beams Of Maritime Pine Wood, *Construction and Building Materials*, 23 (8):2738-2745.
- Shukla S. R and Kamdem P. D. 2009. Properties Of Laboratory Made Yellow Poplar (*Liriodendron Tulipifera*) Laminated Veneer Lumber: Effect Of The Adhesives, *European Journal of Wood and Wood Products*, 67 (4): 397–405.
- Taj M. A, Najafi S. K, Ebrahimi G.2009. Withdrawal and Lateral Resistance Of Wood Screw İn Beech, Hornbeam And Poplar. *European Journal of Wood and Wood Products*, 67(2): 135-140.
- TS EN 322, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar-Rutubet Miktarının Tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 323, 1999. Ahşap esaslı levhalar-Birim Hacim Ağırlığının Tayini, TSE, Ankara
- Yapıcı F, Gündüz G, Özçifçi A, Likos E. 2009. Prediction of Screw and Nail Withdrawal Strength on OSB (Oriented Strand Board) Panels With Fuzzy Classifier. *Technology*, 12(3): 167-173.
- Wangaard F. F. 1964. Elastic Deflection of Wood–Fiberglass Composite Beams, *Forest Product Journal* 13 (6): 256-260.
- Wang X, Salenikovich A, Mohammad M. 2007. Localized Density Effects On Fastener Holding Capacities in Wood-Based Panels. *Forest products journal*, 57(1/2): 103.