

Çimentolu yonga levhanın bazı özelliklerine rutubet değişimin etkisinin belirlenmesi

Fatih Yapıcı^{a,*}, Hüseyin Yörür^b, İlker Yalçın^b

^a Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Pelitköy, Samsun

^b Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Balıklar Kayası Mevkii 100.Yıl, Karabük

* İletişim yazarı/Corresponding author: fatih.yapici@omu.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 28.02.2013, Kabul tarihi/Accepted: 15.11.2013

Özet: Çimentolu yonga levha, rutubete karşı dayanıklı olması, yüksek ses ve ısı yalıtım özelliği, mantar ve böceklerle karşı dirençli olmasından dolayı özellikle yapı sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Çimentolu yonga levhalar kullanım yerinde yağmur ve güneş etkisi gibi değişik hava koşullarına maruz kalmakta ve buna bağlı olarak mekanik özellikleri değişmektedir. Bu çalışmada; rutubet değişimine bağlı olarak farklı rutubet değerlerine sahip olan çimentolu yonga levhaların eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve levha yüzeyine dik vida tutma dirençleri tespit edilmiştir. Test örneklerinin eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik yönde vida tutma direncinin en yüksek değeri hava kurusu rutubet değerlerinde tespit edilmiştir. Rutubet değerinin artması veya azalması ile bahsedilen mekanik özelliklerde azalmaların olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çimentolu yonga levha, Kompozit, Rutubet

The effects of changing moisture on some mechanical properties of cement-bonded wood particleboard

Abstract: Cement-bonded wood particleboard is widely used especially in construction sector because of its strength for moisture, sound and heat insulation and resistance towards fungi and insects. In the areas it is used, cement-bonded wood particleboard is exposed to various weather conditions such as rain and sun, therefore its mechanical features changes. In this study, modulus of rupture (MOR), modulus of elasticity (MOE) and surface vertical screw holding strength of the cement-bonded wood particleboards having different moisture values are measured. The highest values of MOR, MOE and surface vertical screw holding strength are found in air-dried moisture levels. It was shown that decreases in the relevant mechanical features by increasing or decreasing in the moisture levels.

Keywords: Cement-bonded particleboard, Composite, Humidity

1. Giriş

İki ya da daha fazla materyalin bir araya getirilmesi ile oluşan ve çoğu zaman kendilerini oluşturan materyallerden daha faydalı özelliklere sahip olan malzemeler kompozit malzeme olarak ifade edilmektedir (Mengeloğlu ve Alma, 2002). Odun kompozitleri ise odunsu materyalin odunsu bir materyal ya da başka bir materyal ile bağlayıcı maddeler kullanılarak birleştirilmesiyle elde edilen malzemeleri ifade eder (Maloney,1986; Mallick, 1997; FPL, 2001). Odun kompozitleri termoset tutkallar ile üretilen odun kompozitleri, termoplastik ve çimento gibi materyaller ile üretilen odun kompozitleri olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmaktadır (Matuana ve Heiden, 2004).

Çimentolu odun kompozitleri 60 yıldan uzun bir süredir yapı malzemesi olarak üretilmekte ve kullanılmaktadır. Bu levhaların önemli özellikleri; böcek ve mantara karşı yüksek dayanım göstermeleri, boyutsal kararlılıklarının iyi olması, yüksek ses ve ısı yalıtımı gibi üstün özellikleri nedeniyle özellikle prefabrik yapılarda, bina iç bölme ve dış cephe uygulamalarında başarılı bir şekilde kullanılabilir (English, 1994).

Çimentolu yonga levha üretiminde; odun dolgu ve güçlendirici olarak, çimento bağlayıcı olarak, su reaksiyon

başlatıcı olarak ve katkı maddeleri ise reaksiyon hızlandırıcı olarak kullanılmaktadır (Kalaycıoğlu, 2005).

Odun çimento kompozitleri, genel amaçlı yonga levha ile karşılaştırıldığında iyi boyutsal stabilitesi, çivi-vida tutma kabiliyeti, yalıtım özelliği, dayanıklılık, yanmaya ve çürümeye karşı direnci sebepleriyle geniş bir kullanım alanına sahiptir (Moslemi, 1974; Prestemon, 1975; Sandermann vd., 1960; Ramirez-Coretti ve Eckelman, 1998; Goodell ve Daniei, 1997; Moslemi, 1988). Odun parçacıkları ile yapıştırıcı olarak kullanılan çimentonun uyumu, çimentolu yonga levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini doğrudan etkilemektedir (Hofstrand ve Moslemi, 1984; Sandermann ve Kholer, 1964; Davis, 1966; Imai vd., 1995). Bağlayıcı olarak kullanılan çimentonun hidrasyonu; su, sıcaklık ve alkali ortam gerektiren karmaşık bir reaksiyondur. Bununla birlikte odun parçacıkları suda eriyebilen şekerler ve ekstraktif maddeler nedeniyle çimentonun hidrasyonu için olumsuz etki yapmaktadır. Odun materyalini daha iyi kullanmak ve daha kaliteli çimentolu yongalevha üretmek için odun-çimento arasındaki uyumu çok iyi anlamak gerekir (Sauvat ve Sell, 1999; Biblis ve CF, 1968; Bugrina ve Buchevich, 1968; Liu ve Moslemi, 1986; Moslemi ve Lim, 1984; Hochmi ve Moslemi, 1989; Sudin ve Ibrahim, 1990). Çimentolu yonga levhalar bağlayıcı türleri, yüzey durumları, renklendirme durumu ve

kenar şekillerine göre dört farklı sınıfta toplanmaktadır (TS EN 633, 1999).

Termosetting reçineler sıcaklıkla aktif hale geçerek moleküler polimerizasyon ve çapraz bağlanmalar şeklinde etkili olurken çimentonun sertleşme süresi kristalizasyon aşamalarıyla örtüşen bir silsileyi içerir. Geleneksel portland çimentosuyla yapılandırılan levha üretim süresince sertleşme süresi katkı maddeleri ilavesi ve sıcaklık artışıyla azaltılabilir. Son yıllarda üreticiler $MgCl_2$, $CaCl_2$, $NaHCO_3$, ve Na_2SiO_3 gibi katkı maddeleriyle birlikte buhar enjeksiyonu ve sıcak pres uygulamasıyla hızlı sertleşme yöntemleri geliştirilmiştir (Simatupang vd., 1991; Nagadomi vd., 1996; Infei vd., 1998).

Bu çalışmada özellikle yapı sektöründe yaygın olarak kullanılan çimentolu yonga levhanın kullanım yerinde dış hava koşullarında meydana gelecek rutubet değişimine bağlı olarak eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve vida tutma direnci gibi bazı mekanik değerlerde meydana gelen değişim araştırılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

Test numunesi olarak kullanılacak çimentolu yonga levhalar 10 mm kalınlığında $1,25 \text{ g/cm}^3$ yoğunluğuna sahip olup piyasadan temin edilmiştir. Deney örnekleri KBÜ Teknik Eğitim Fakültesi Mob. ve Dek. Eğt. Bölümü laboratuvarında hazırlanmıştır. Örnekler yapılacak her deney için üç farklı gruba ayrılmış ve her grup için beşer adet deney örneği hazırlanmıştır. İlk gruptaki örnekler hava kuru hale gelmesi için 65 ± 5 bağıl nem ve $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. İkinci gruptaki örnekler ise $103 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta bekletilmiştir. Üçüncü gruptaki örnekler ise su içerisinde bir hafta bekletilerek rutubet alması hedeflenmiştir. Daha sonra her üç grup örneklerinde de eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü (EN 310, 1993) ve vida tutma direnci (TS EN 13446, 2005) değerleri belirlenmiştir.

Levha yüzeyine dik vida tutma mukavemetinin belirlenmesinde bağlantı elemanı olarak $3,5 \times 40$ 'lık çelik, düz havşa başlı ve tepe açısı 60 ± 6 olan vida kullanılmıştır. Kullanılan vidalar levha yüzeyine dik olarak ve levha kalınlıklarının tamamını geçecek şekilde tutturulmuştur.

3. Bulgular

Deney örneklerinin hava kuru rutubet değeri %9,56, tam kuru rutubet değeri %1,12 ve üç gün suda bekletilen deney örneklerinin rutubet değeri ise %30,87 olarak tespit

edilmiştir. Deney örneklerinin üç farklı rutubet ortamında eğilme direnci (ED), eğilmede elastikiyet modülü (EMO) ve vida tutma kabiliyetine ait ortalama değerler ve standart sapma değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Eğilme direnci örneklerinde en yüksek ortalama değer hava kuru hale getirilen örneklerden tespit edilmiştir. Test örnekleri hava kuru halden tam kuru hale gelinceye kadar kurutulduğunda eğilme direnci değerlerinde %30'luk bir azalma görülmüştür. Hava kuru halden yaklaşık LDN'ye çıkıldığında ise ortalama miktarda %40 oranında azalma gözlemlenmiştir.

Eğilmede elastikiyet modülünde de benzer bir şekilde en yüksek ortalama değer hava kuru halden bırakılan örneklerde elde edilmiştir. Tam kuru hale getirilmiş örneklerin hava kuru halden bırakılan örnekler gibi eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde %25'lik bir azalma gözlemlenmiştir. LDN'deki örneklerin de hava kuru halden bırakılan örnekler gibi EMO değerlerinde %30'luk bir azalmanın olduğu görülmüştür.

Vida tutma kabiliyetinde de en yüksek ortalama değer hava kuru halden bırakılan örneklerde elde edilmiştir. Tam kuru hale getirilmiş örneklerin hava kuru halden bırakılan örnekler gibi %20'lik bir azalma gözlemlenmiştir. LDN'deki örnekler, hava kuru halden bırakılan örnekler gibi %45 daha düşük bir ortalama değere sahip olduğu görülmüştür. Rutubetin ED, EMO ve Vida tutma kabiliyeti üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizinin sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çimentolu yonga levhaların ED, EMO ve vida tutma dirençleri

Mekanik Özellik	Rutubet (%)	Ortalama	Std.Sapma
ED (N/mm ²)	1,12	9,44	0,85
	9,56	13,93	1,49
	30,87	7,97	0,61
EMO (N/mm ²)	1,12	5581,91	652,51
	9,56	7488,57	1250,59
	30,87	5039,86	637,05
Vida tutma direnci (N)	1,12	377,16	80,36
	9,56	476,59	93,21
	30,87	250,20	22,35

Çizelge 2. ED, EMO ve Vida tutma direncine ait varyans analizi sonuçları

Özellik	Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kareler	F-Değeri	Güv. düzeyi (p<0,05)
ED	Rutubet	135,30	2,00	67,65	61,02	0,00
	Hata	19,96	18,00	1,11		
	Toplam	2447,26	21,00			
EMO	Rutubet	23159287,19	2,00	11579643,60	14,50	0,00
	Hata	14373443,35	18,00	798524,63		
	Toplam	802829577,95	21,00			
VİDA TUTMA DİRENCİ	Rutubet	180260,85	2,00	90130,42	17,28	0,00
	Hata	93869,27	18,00	5214,96		
	Toplam	3117761,80	21,00			

Çizelge 3. Duncan testi sonuçları

Mekanik Özellik	Rutubet (%)	Ortalama	HG (homojen grup)
ED (N/mm ²)	1,12	7,97	A
	9,56	9,44	B
	30,87	13,93	C
EMO (N/mm ²)	1,12	5039,86	A
	9,56	5581,91	A
	30,87	7488,57	B
VİDA TUTMA DİRENCİ (N)	1,12	250,20	A
	9,56	377,16	B
	30,87	476,59	C

Varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven aralığında rutubet değişiminin ED, EMO ve vida tutma kabiliyeti üzerine anlamlı bir etkisi olduğu görülmüştür. Belirlenen farklılıkların gruplar arasındaki sınıflandırılmasını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Duncan testinin sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Rutubet değişiminin çimentolu yonga levhanın ED, EMO ve Vida tutma dirençlerine etkisi istatistiki açıdan anlamlı olduğu görülmüştür. Bu etki ED ve Vida tutma direnci için bariz bir şekilde görülse de, test örneklerinin tam kuru hal ile rutubetli haldeki eğilme EMO değeri aynı homojenlik grubunda yer almıştır. Duncan testi sonuçlarına göre %95 anlamlı bulunan farklılıklar ayrı homojenlik gruplarında gösterilmiştir.

4. Sonuç ve öneriler

Yapı sektöründe özellikle prefabrik yapılarda yaygın olarak kullanılan çimentolu yongaların iklim koşullarındaki değişikliğe göre rutubet değerleri ve buna bağlı olarak sahip olduğu mekanik özellikleri değişmektedir. Test örneklerinin eğilme direnci, eğilmede elastikiye modülü ve vida tutma direncinin en yüksek değeri hava kurusu rutubet değerlerinde tespit edilmiştir. Rutubet değerinin artması ya da azalması ile bahsedilen mekanik özelliklerde azalmalar görülmektedir. Görülen azalmalar rutubet miktarının artması ile daha fazla olmaktadır. Kullanım yerinde eğilme gibi etkilere maruz kalacak levhaların rutubet değerlerinin dış faktörlerden etkilenmesi levhaların performans ve kullanım ömrü bakımından oldukça önemlidir. Çimentolu yonga levhalarda rutubet değişimini engellemek için levhaların yüzeylerinin boya gibi yüzey örtücü malzemeler ile kaplanarak rutubet değişimi ve buna bağlı olarak mekanik özelliklerdeki kayıpların azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılabilir.

Kaynaklar

- Biblis, E.J., CF, Lo., 1968. Sugars and other extractives: effect on the setting of southern pine-cement mixtures. For Prod J, 18(8): 28-34.
- Bugrina, M.C., Buchevich, G.A., 1968. Effect of carbohydrates on hydration and hardening of cement. Chem Abstr, 71: 128218k.
- Davis, T.C., 1966. Effect of blue stain on setting of excelsior-cement mixture. For Prod J, 16(6): 49-50.

- EN 310, 1993. Ahşap Esaslı Levhalar, Eğilme ve Eğilme Direnci Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara.
- English B., 1994. Wastes into Wood. Composites Are a Promising, Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin.
- Forest Products Laboratory, 2001. Wood Handbook. Department of Agriculture, Forest Service, Madison, Wisconsin.
- Goodell, B., Daniei, G., 1997. Decay resistance and microscopic analysis of wood-cement composite. For Prod J, 47(11-12): 75-80.
- Hochmi, M., Moslemi, A.A., 1989. Correlation between wood-cement compatibility and wood extractives. For Prod J, 39(6): 55-58.
- Hofstrand, A.D., Moslemi, A.A., 1984. Curing characteristics of wood particles from nine northern Rocky Mountain species mixed with Portland cement. For Prod J, 34(2): 57-61.
- Imai, T., Suzuki, M., Aoyama, K., Kawasaki, Y., Yasuda S., 1995. Manufacture of wood cement boards. 6. Cement hardening inhibitory compound of beech (*Fagus crenata* blume). Mokuzai Gakkaishi, 41: 44-50.
- Infei, M.A., Pulido, O.R., Yamauehi, H., Kawai, S., Sasaki, H., 1998. Manufacture of bamboo-cement composites. V. Effect of sodium silicate on bamboo-cement composite by hot pressing. Mokuzai Gakkaishi, 44: 425-432.
- Kalaycıoğlu, H., 2005. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Basılmamış Yonga levha Üretim Teknolojisi Ders Notları.
- Liu, Z.T., Moslemi, A.A., 1986. Influence of chemical additives on the hydration characteristics of western larch wood-cement-water mixtures. For Prod J, 35(7-8): 37-43.
- Mallick, P.K., 1997. Composites Engineering Handbook. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Maloney, T.M., 1986. Terminology and products definitions a suggested approach to uniformity worldwide. In Proceedings, 18 th International Union of Forest Research Organization World Congress, Yugoslavia, September, pp. 450.
- Matuana, L.M., Herden, P.A., 2004. Wood composites. Encyclopedia of Polymer Science and Technology, 12: 521-546.
- Mengeloğlu, F., Alma, M.H., 2002. Buğday saplarının kompozit levha üretiminde kullanılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 5(2): 37-48.
- Moslemi, A.A., 1974. Particleboard (2 vols). Southern Illinois University Press, Carbondale, IL, pp. 185-186.
- Moslemi, A.A., Lim, Y.T., 1984. Compatibility of southern hardwoods with portland cement. For Prod J, 34(7-8): 22-26.
- Moslemi, A.A., 1988. Inorganically bonded wood composites. Chemtech, 18:504-510.
- Nagadomi, W., Kuroki, Y., Eusebio, D.A., Linfei, M.A., Kawai, S., Sasaki, H., 1996. Rapid curing of cement-bonded particleboard. V. Mechanism of strength development with fortifiers and accelerators during steam injection pressing. Mokuzai Gakkaishi, 42: 977-991.
- Nagadomi, W., Kuroki, Y., Kawai, S., Sasaki, H., 1996. Rapid curing of cement-bonded particleboard with silica

- fume. II. Effect of autoclave curing on cement hydration. *Mokuzai Gakkaishi*, 42: 1202-1210.
- Prestemon, D.R., 1975. Preliminary evaluation of a wood-cement composite. *For Prod J*, 26: 43-58.
- Ramirez-Coretti, A., Eckelman, C.A., 1998. Inorganic-bonded composite wood panel systems for low-cost housing: a Central American perspective. *For Prod J*, 48(8): 62-68.
- Sandermann, W., Preusser, H.J., Schwiens W., 1960. The effect of wood extractives on the setting of cement-bonded wood materials. *Holzforschung*, 14(3): 70-77.
- Sandermann, W., Kholer, R., 1964. Studies on mineral-bonded wood materials. *Holzforschung*, 18(12): 53-59.
- Sauvat, N., Sell, N., 1999. A study of ordinary portland cement hydration with wood by isothermal calorimeter. *Holzforschung*, 53: 104-108.
- Simatupang, M.H., Seddig, N., Habighorst, C., Geimer, R.L., 1991. Technology for rapid production of mineral-bonded wood composites boards. *For Prod Res Soc*, 2: 18-27.
- Sudin, R., Ibrahim, W.A., 1990. Cement bonded particleboard from *Acacia mangium*, a preliminary study. *J Trop For Sci*, 2: 267-273.
- TS EN 633, 1999. Çimentolu Yonga Levhalar - Tarif ve Sınıflandırma, TSE, Ankara.
- TS EN 13446, 2005. Ahşap esaslı levhalar – Bağlayıcıların geri çıkma kapasitesinin tayini, TSE, Ankara.
- Weatherwax, R.C., Tarkow, H., 1964. Effect of wood on setting of Portland cement. *Forest Product J*, 14: 567-570.