



Yüzey Tabaka Yonga Oranının Yonga Levha Özelliklerine Etkisi

Abdullah İSTEK¹, Coşkun KURŞUN¹, Deniz AYDEMİR¹, Süheyla Esin KÖKSAL^{2,*},
Orhan KELLEÇİ²

¹Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Odun Fiziyi ve Mekaniği A.B.D, Ağdacı Kampüsü 74100/Bartın

²Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mudurnu Süreyya Astarıcı Meslek Yüksek Okulu, 14000/Bolu

Öz

Bu araştırmada, yonga levha üretiminde ürün kalitesini ve maliyeti etkileyen faktörlerden biri olan, yüzey (üst-alt) tabaka yonga oranlarının levha özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Test örnekleri Yıldız Entegre Mudurnu tesisinde üretim hattı kullanılarak üretilmiştir. Çalışmada üretilen 3 katlı yonga levhalarda üst-alt yüzey tabaka yonga oranları birinci gurup deney levhaları için % 18,5-18, ikinci gurupta % 18-17,5, üçüncü gurupta % 17,5-17 ve dördüncü gurupta ise % 17-16,5 olacak şekilde seçilmiştir. Üretilen deney levhalarının fiziksel ve mekanik özellikleri, ilgili standartlara göre belirlenerek değerlendirilmiştir. Testler Yıldız Entegre Mudurnu tesislerinde bulunan laboratuvarlarda yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre su alma ve kalınlığına şişme değerleri ile vida tutma direncinin yüzey tabaka kalınlığına bağlı olarak diğer özelliklerden daha fazla etkilendiği ve en uygun % 18,5-18 alt-üst tabaka oranına sahip levhalarda olduğu belirlenmiştir. Diğer özelliklerin ise anlamlı olarak değişmediği tespit edilmiştir. Dolayısıyla, yonga levha kullanım alanları dikkate alınarak üretim şartlarının revize edilebileceği kanaatine varılmıştır. Rutubetli ortamlar için üretilecek yonga levhaların yüzey yonga kullanım oranının daha yüksek, kuru şartlarda genel amaçlı levha üretimleri için yüzey tabaka kalınlıklarının daha düşük tutulabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yonga Levha, Üst-Alt Tabaka Oranı, Yonga Levha Özellikleri.

The Effect of Particle Ratios of Surface Layers on Particleboard Properties

Abstract

Particleboard industry is one of the most important sectors in Turkey. Significant studies were carried out in this sector as to make balance in quality and cost of production. In this study, we aimed to investigate mechanical and physical resistance of particle boards which have different surface layer material proportions that is important in that it can affect production quality and cost of manufacturing process directly. Test samples were produced in Yıldız Entegre Mudurnu factory. In this study, four-test groups were produced according to their weight proportions. Surface layer material proportions were used in test samples based on weight proportions in as % 18,5-18(1st group), %18-17,5(2nd group), %17,5-17(3rd group) and%17-16,5(4th group) respectively. Test samples, which are 1m length and 2,1m width, were taken during process at the sawing station then those were conditioned for 24 hour at the room temperature. Test samples were sanded after they conditioned. After samples calibrated at sanding station they were cut by means of diagonal saw. Laboratory tests were conducted in Yıldız Entegre Mudurnu Factory. In the screw withdrawal test, the best result was obtained from %18,5-18 surface layer proportion. In the other mechanical tests no meaningful results were obtained. On the other hand, in the density test no significant difference was determined. But the best results in the swelling test and water intake test were taken out of %18,5-18 test samples. According to the results of this study it can be said that if manufacturers want to sell their products to clients who use particle board for indoors, they can use surface layer material quantity at %17-16,5 level.

Keywords: Particle Board, Surface Layer, Particle Board Properties.

***Sorumlu Yazar (Corresponding Author):**

Süheyla Esin KÖKSAL; Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mudurnu Süreyya Astarıcı
Meslek Yüksek Okulu, 14000/Bolu. E-mail: esinkoksal@ibu.edu.tr

Geliş (Received) : 21.04.2017

Kabul (Accepted) : 19.05.2017

Basım (Published) : 01.06.2017

1. Giriş

Yonga levha odun veya diğer lignoselülozik hammaddelerden elde edilen yongaların, tutkallanarak, sıcaklık ve basınç altında preslenmesiyle elde edilmektedir. Yonga levhaların özellikle mobilya üretimi başta olmak üzere birçok kullanım alanında tercih edilmesinin sebebi istenilen özelliklerde üretilebilmesi ve masif oduna göre ucuz ve birçok olumlu özelliğe sahip olmasıdır. Yonga levhalar düzgün ve geniş yüzeyli olup, çivi, vida ve çeşitli yapıştırıcılarla kolayca birleştirilebilmektedir. Mantar, böcek gibi mikroorganizmalara karşı dirençlidir ve masif ağaç malzemede görülen budak, çürüklük, lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunmamaktadır (Akbulut, 2000; Özlüsoylu ve İstek, 2015; İstek ve ark., 2017). Yonga levha üretiminde kullanılan lignoselülozik hammadde cinsi, yonga boyutları ve geometrisi, yapıştırıcı cinsi ve miktarı, pres şartları, taslak rutubeti ve levha yoğunluğu gibi faktörler levha kalitesini ve üretim maliyetini etkilemektedir (İstek et al., 2010; Bardak, 2010; Sanabria et al., 2013; İstek ve Sıradağ, 2013). Yonga levha üretiminde kullanılan yonga geometrisinin levhaların özelliklerini etkileyen temel faktörlerden olduğu belirtilmektedir (Frybort vd., 2008; Aydın, 2016). Yonga boyutları küçüldükçe yonga levha yüzey özellikleri iyileşmektedir (Kehr 1966). Kehr ve Jensen (1969) yonga boyutlarının küçülmesiyle boyutsal değişikliklerin arttığını ve direnç özelliklerinin azaldığını belirtmektedir. 1 mm ve 2 mm'lik iki farklı boyuttaki yongalardan üretilen levhaların özellikleri karşılaştırılmış ve 2 mm'lik yongaların daha iyi fiziksel ve mekanik özellikler verdiği saptanmıştır (Lias vd., 2014). Yonga levhaların fiziksel, mekanik ve işleme özelliklerini etkileyen bir diğer faktör de levha yoğunluğudur. Levha yoğunluğunun artmasıyla direnç özelliklerinin arttığı, ancak su alma ve kalınlığına şişme özelliklerinin sadece yoğunluğa bağlı olmadığı belirtilmektedir (Gündüz ve Masraf, 2005; İstek ve Sıradağ, 2013). Yonga rutubeti, parafin kullanımı ve ağaç cinsinin yonga levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri ile yüzey pürüzlülüğü üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Dış tabaka yonga rutubetinin artmasının tüm özellikleri iyileştirdiği, dış tabakada kavak odunu kullanılmasının daha uygun olduğu ve parafin kullanımının ise yüzey düzgünlüğünü arttırdığı ifade edilmektedir (Nemli vd., 2006). Yongaların dış tabaka kullanım oranının artması yonga levhaların hem yüzey düzgünlüğünün artmasına hem de fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileşmesine sebep olmaktadır (Akbulut, 1995). Dış:orta tabaka yonga oranlarının %30:70'den %45:55'e değiştirilmesiyle fiziksel ve mekanik özelliklerin iyileştiği, bunun yüzey tabakalarında daha fazla yonga kullanılmasına bağlı olarak daha sıkı bir yapı oluşmasından kaynaklandığını belirtilmektedir (Nemli 2003). Yonga levha üretiminde kullanılan yongalar küçüldükçe yüzey alanına bağlı olarak daha fazla yapışma ve daha yoğun yüzeyler oluşmaktadır. 3 tabakalı yonga levhaların eğilme elastikiyet değerlerinin tek tabakalı yonga levhalara göre daha yüksek olduğu vurgulanmaktadır. Buna karşılık iç yapışma direncinin tek tabakalı yonga levhada daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Ayrıca eğilme ve elastikiyet dirençlerinin de yüzey yoğunluğu ile doğru orantılı değiştiği vurgulanmaktadır (E.D Wong vd. 1999).

Yonga levha üretiminde yüzeylerde orta tabakaya göre daha ince yongaların kullanılması yüzey düzgünlüğü ve kaplama performansı bakımından önemlidir. Ancak levha üretiminde üst-alt yüzey tabaka kalınlıkları ile orta tabaka kalınlıklarının kullanım oranları levha üretim maliyetlerini bir miktar etkilemektedir. Yüzey tabaka kalınlığı arttıkça üretim maliyetleri de artmaktadır. Bu çalışmada yonga levhaların üretiminde üst-alt yüzey tabaka yonga kullanım oranlarının levha özelliklerine etkisi belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Deney levhalarının üretiminde % 50 karaçam (*Pinus nigra*), % 30 sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve % 20 kavak ağaç (*Populus alba*) yongaları hammadde olarak kullanılmıştır. Yapıştırıcı olarak kullanılan üre formaldehit tutkalı Yıldız Entegre tutkal tesislerinden temin edilmiştir. Yapıştırıcı E2 sınıfı olup viskozitesi 450 cp, yoğunluğu 1,284 gr/cm³ ve pH değeri 8,1'dir. Üre formaldehit tutkalı % 50 konsantrasyonda yonga ağırlığına oranla % 11 oranında yüzey tabakalarında, % 65 konsantrasyonda yonga ağırlığına oranla % 7 oranında orta tabakada kullanılmıştır. Sertleştirici olarak % 33' lük amonyum sülfat ((NH₄)₂SO₄) çözeltisi, tutkal katı madde oranına göre % 1 oranında kullanılmıştır. Deney levhalarının su alma ve şişme özelliklerini iyileştirmek amacıyla % 32'lik parafin emisyonundan % 2,5 oranında kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan deney levhaları Türkiye'de ticari üretim yapan Yıldız Entegre Mudurnu tesisi üretim hattı kullanılarak üretilmiştir. Tüm test örneklerinde toplam yonga ağırlığına oranla yüzey tabakalarında % 11 oranında % 50 konsantrasyona sahip üre formaldehit, orta tabakada % 7 oranında % 65 konsantrasyonda üre-formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Serme işleminde dört farklı serme oranı kullanılmıştır. Toplam yonga ağırlığına oranla üst-alt yüzey tabaka yonga oranları birinci grup deney levhalarının üretiminde % 18,5-18, ikinci grupta % 18-17,5, üçüncü grupta % 17,5-17 ve dördüncü grupta ise % 17-16,5 olacak şekilde hazırlanmıştır. 18 mm kalınlıktaki yonga levhalar 400 mm/sn hızla sürekli preslerde üretilmiştir. Pres sıcaklığı 185 °C, pres spesifik basıncı ise 35 kg/cm² olarak ayarlanmıştır. Deney levhalarının fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla Türk standartları kullanılmış olup, Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo1. Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan test standartları

Numune Alma Kesme ve Muayene	TS EN 326-1 (1999)
Yoğunluk Tayini	TS EN 323 (1999)
Su Alma ve Kalınlığına Şişme (2 saat suda)	TS EN 317 (1999)
Yüzeye Dik Çekme Dayanımı	TS EN 319 (1999)
Eğilme Dayanımı ve Eğilmede Elastikiyet Modülü	TS EN 310 (1999)
Vida Tutma Mukavemeti	TS EN 320 (1999)
Yüzey Sağlamlığı	TS EN 311 (2005)

Elde edilen sonuçlar SPSS 2016 istatistik programı kullanılarak değerlendirilmiştir ve üst-alt tabaka yonga oranlarının levha özelliklerine etkileri saptanmıştır. Gruplar arasındaki farkların $p < 0,05$ önem düzeyine göre anlamlı olup olmadığı DUNCAN testi yapılarak belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Yapılan çalışmalarda elde edilen veriler istatistik analizlerle değerlendirilmiş ve gruplar arasındaki farklar A, B ve C gibi harflerle verilmiştir. Deney levhalarının fiziksel özellikleri ile ilgili ortalama veriler, standart sapmaları ve istatistik olarak gruplar arasındaki farkları ($P < 0,05$) Tablo 2’te gösterilmiştir.

Tablo 2. Fiziksel özelliklere ait bulgular.

Gruplar	Üst-Alt tabaka yonga oranı (%)	Levha Yoğunluğu (kg/m^3)	Su alma (%)	Kalınlığına Şişme (%)
I. Grup	18,5-18	590,0±15,5 A	34,7±5,8 A	5,0 ±2,1A
II. Grup	18-17,5	592,0±9,7A	49,6±12,1BC	9,5±3,2B
III. Grup	17,5-17	594,2±11,7A	42,4±4,9AB	8,3±1,5B
IV. Grup	17-16,5	595,8±9A	59,0±6,8C	11,1±1,6B

±’den sonra gelen sayılar standart sapma değerini, sütundaki aynı harfler önemli istatistiksel farkın olmadığını göstermektedir.

Tablo 2’de görüldüğü gibi üst-alt tabaka yonga oranlarının çalışmada belirlenen oranlarda değişmesiyle yoğunluğun önemli olarak değişmediği tespit edilmiştir. Gruplar arasında istatistiksel bir farkın bulunmadığı, homojen gruplar oluşturduğu belirlenmiştir. İstek ve Stradağ (2013) ahşap esaslı levhalarda levha yoğunluk farkları % 10’un altında olan levhaların benzer mekanik özellikler göstereceğini ve aynı tip levha grupları içerisinde yer alacağını belirtmektedir. Deney levhalarının su alma ve kalınlığına şişme özelliklerine bakıldığında ise en iyi sonuç I. Grup olan % 18,5–18 üst-alt yüzey yonga oranlarında elde edilmiştir. Su alma oranları incelendiğinde I. Grup ile III. Grup levhalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde II. Grup ile IV. Grup arasında % 95 önem düzeyinde anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Kalınlığına şişme oranlarında ise I. Grup levhalar ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar olduğu belirlenmiştir. Üst-alt yüzey yonga oranlarının azalması ile levhanın su alma ve kalınlığına şişme özelliklerinin kötüleştiği tespit edilmiştir. Deney levhalarının mekanik özellikleri ile ilgili ortalama veriler, standart sapmaları ve istatistik olarak gruplar arasındaki farkları Tablo 3’te gösterilmiştir.

Yonga levha üretiminde yonga boyutları ve kullanım oranları levha özelliklerini etkileyen önemli faktörlerdendir. Bu çalışmada yonga levha üretiminde yüzey tabaka yonga oranlarının levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında üst-alt tabaka yonga oranlarının artmasıyla fiziksel ve mekanik özelliklerin iyileştiği belirlenmiştir. Ancak levha yoğunluğu üzerine önemli bir etkinin olmadığı görülmüştür. Mekanik özelliklerinden eğilme direnci, yüzeye dik çekme direnci ve yüzey sağlamlık özellikleri yüzey tabaka yonga kullanım oranının artmasıyla beraber iyileşse de bu iyileşmenin istatistiksel olarak $p < 0,05$ önem düzeyinde anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Yüzey tabaka yonga oranının azalmasıyla vida tutma direncinin azaldığı, istatistiksel olarak bu azalmanın anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Üç tabakalı yonga levha üretiminde yüzeylerde genellikle 0,25-0,1 mm ince yongalar, orta tabakalarda ise 0,25-0,6 mm kalınlıklardaki daha kalın yongaların kullanılması tercih edilmektedir. Yüzey tabakalarında kullanılacak ince yonga üretim ve kullanım maliyetleri, orta tabaka yongalarına göre daha yüksektir. Bu bağlamda, mümkün olan en düşük yüzey tabaka oranıyla levha üretmek, maliyet ve girdileri azaltacaktır. Ancak, levha üretimi sonrası yapılan yüzey zımparalama işleminde kalınlık toleranslarına dikkat edilmelidir. Bu toleranslar dikkate alınarak yüzey

tabaka yonga oranları hesaplanmalıdır. Örneğin levhalarda kalınlık hatalarının 0,4-5 mm'yi aşması durumunda, levhanın yüzey tabaka kalınlıkları iyice azalmakta ve levha yüzey yoğunlukları ile bazı özellikleri düşmektedir. Bu nedenle yüzey tabaka yonga oranlarının azaltılabilmesi için, sıcak pres kalınlık toleranslarının dikkate alınarak uygulanması gerekmektedir.

Tablo 3. Test levhaları mekanik direnç test sonuçları.

Üst-Alt Tabaka Yonga Oranı (%)	Eğilme Direnci (N/mm ²)	Eğilmede Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)	Yüzey Sağlamlığı (N/mm ²)	Vida Tutma Direnci (N/mm ²)
18,5-18	13,6±2,1A	2757,0±190AB	0,42±0,01A	1,30±0,1A	67,0 ±5,2B
18-17,5	12,5±1A	2808,6±356B	0,44±0,0A	1,30 ±0,1A	65,0 ±6,2B
17,5-17	12,6±1,4A	2620,0±390A	0,39±0,0A	1,20 ±0,1A	60,4 ±4,4A
17-16,5	12,7±1,2A	2659,8±293,5A	0,41±0,0A	1,28±0,1A	63,0 ±2,7AB

±'den sonra gelen sayılar standart sapma değerini, sütundaki aynı harfler önemli istatistiksel farkın olmadığını göstermektedir.

Tablo 3'de görüldüğü gibi üst-alt yüzey tabaka yonga miktarının artmasıyla eğilme dirençlerinin bir miktar arttığı ancak bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Üst-alt yüzey tabaka yonga oranları arttıkça levhanın eğilme dirençlerinin de iyileştiği belirlenmiştir. Ancak eğilmede elastikiyet modülünün II. Grup levhaların III. ve IV. Grup levhalardan önemli oranlarda yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir araştırmada yüzey tabaka yonga oranlarının artmasıyla yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştiği belirtilmektedir (Nemli, 2003). Çalışmamızda kullanılan üst-alt yüzey yonga oranlarının azalmasıyla yüzeye dik çekme direnci ve yüzey sağlamlık özelliklerinin etkilerinin değişkenlik gösterdiği ve lineer bir azalmanın olmadığı tespit edilmiştir. Gruplar arasında istatistiksel olarak p<0,05 önem düzeyinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu durum yüzey tabaka yonga oranlarının % 16 oranına kadar düşürülebileceğini göstermektedir. Deney levhalarının vida tutma direncine bakıldığında en yüksek değer I. Grup levhalarda 67 N/mm² olduğu görülmektedir. En düşük değer ise III. Grup levhalarda 60,4 N/mm² olarak bulunmuştur. Bu iki grup arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Yonga levha üretiminde yonga boyutları ve kullanım oranları levha özelliklerini etkileyen önemli faktörlerdendir. Bu çalışmada yonga levha üretiminde yüzey tabaka yonga oranlarının levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında üst-alt tabaka yonga oranlarının artmasıyla fiziksel ve mekanik özelliklerin iyileştiği belirlenmiştir. Ancak levha yoğunluğu üzerine önemli bir etkinin olmadığı görülmüştür. Mekanik özelliklerinden eğilme direnci, yüzeye dik çekme direnci ve yüzey sağlamlık özellikleri yüzey tabaka yonga kullanım oranının artmasıyla beraber iyileşse de bu iyileşmenin istatistiksel olarak p<0,05 önem düzeyinde anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Yüzey tabaka yonga oranının azalmasıyla vida tutma direncinin azaldığı, istatistiksel olarak bu azalmanın anlamlı olduğu belirlenmiştir. Üç tabakalı yonga levha üretiminde yüzeylerde genellikle 0,25-0,1 mm ince yongalar, orta tabakalarda ise 0,25-0,6 mm kalınlıklardaki daha kalın yongaların kullanılması tercih edilmektedir. Yüzey tabakalarında kullanılacak ince yonga üretim ve kullanım maliyetleri, orta tabaka yongalarına göre daha yüksektir. Bu bağlamda, mümkün olan en düşük yüzey tabaka oranıyla levha üretmek, maliyet ve girdileri azaltacaktır. Ancak, levha üretimi sonrası yapılan yüzey zımparalama işleminde kalınlık toleranslarına dikkat edilmelidir. Bu toleranslar dikkate alınarak yüzey tabaka yonga oranları hesaplanmalıdır. Örneğin levhalarda kalınlık hatalarının 0,4-5 mm'yi aşması durumunda, levhanın yüzey tabaka kalınlıkları iyice azalmakta ve levha yüzey yoğunlukları ile bazı özellikleri düşmektedir. Bu nedenle yüzey tabaka yonga oranlarının azaltılabilmesi için, sıcak pres kalınlık toleranslarının dikkate alınarak uygulanması gerekmektedir.

Teşekkür

Çalışmanın yürütülmesine destek sağlayan Yıldız Entegre Mudurnu şubesi müdürü Sayın İbrahim Yavuz ve Üretim Müdürü Sayın Şener Bulut'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

1. **Akbulut T (1995)**. Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yonga Levhaların Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
2. **Akbulut T (2000)**. Yonga Levha Endüstrisi, Laminart Mobilya Dekorasyon Sanat Tasarım Dergisi, Nisan-Mayıs sayı: 7, s:112-119.
3. **Aydın U (2016)**. Yonga Geometrisi Ve Taslak Rutubet Değişimlerinin Yonga Levha Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
4. **Bardak S (2010)**. Bazı Faktörlerin Yonga Levhanın Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkileri, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt: V Sayfa: 1887-1898.
5. **Frybort S, Mauritz R, Teischinger A, Müller U (2008)**. Cement bonded composites–A mechanical review. *BioResources*, 3(2), 602-626.
6. **Gündüz G, Masraf Y (2005)**. Üç tabakalı yatık yongalı yonga levha üretiminde üretim şartlarının değiştirilmesinin levhaların mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine etkisi. *ZKÜ, Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 7(8): 49-57.
7. **İstek A, Aydemir D, Aksu S (2010)**. The effect of paper pattern and resin type on the physical, mechanical and surface quality properties of the particleboard coated with impregnated decor papers. *BioResources* 5(2); 951-960.
8. **İstek A, Sıradağ H (2013)**. The Effect of Density on Particleboard Properties. ICFS, International Caucasion Forestry Symposium. Artvin Turkey.
9. **İstek A, Özlüsoylu İ, Kızılkaya A (2017)**. Türkiye Ahşap Esaslı Levha Sektör Analizi, Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi.
10. **Kehr E (1966)**. On the improvements of particleboard surfaces. *Holz Roh- Werkst.* 24(7): 295-305.
11. **Kehr E, Jensen U (1969)**. On thickness variations of calibrated particleboards. *Holztechnologie* 10(2):97-104.
12. **Lias H, Kasim J, Johari NAN, Mokhtar ILM (2014)**. Influence of Board Density and Particle Sizes on the Homogenous Particleboard Properties from Kelempayan (*Neolamarckia cadamba*), *International Journal of Latest Research in Science and Technology*, Volume 3, Issue 6: Page No.173-176.
13. **Nemli G (2003)**. Effects of Some Manufacturing Factors on the Properties of Particleboard Manufactured from Alder (*Alnus glutinosa subsp. Barbata*), *Turk J Agric For* 27: 99-104.
14. **Nemli G, Demirel S, Zeković E (2006)**. Yonga Rutubeti, Parafin Kullanımı ve Ağaç Cinsinin Yonga Levhanın Bazı Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi, *Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 7(2), 81-93.
15. **Özlüsoylu İ, İstek A (2015)**. Mobilya Üretiminde Kullanılan Panellerden Salınan Formaldehit Emisyonu ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 14(2), 213-227.
16. **Sanabria SJU, Hilbers J, Neuenschwander P, Niemi U, Sennhauser H, Thömen JL, Wenker J (2013)**. Modeling and prediction of density distribution and microstructure in particleboards from acoustic properties by correlation of non-contact high-resolution pulsed air-coupled ultrasound and X-ray images, *Ultrasonics* 53(1):157-70.
17. **Türk Standartları Enstitüsü (1999)**. Birim ağırlığının tayini, Ahşap Esaslı Levhalar, TS EN 323, Ankara. Nisan 1999.
18. **Türk Standartları Enstitüsü (1999)**. Su içersine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini, Yonga levhalar ve Lif Levhalar, TS EN 317, Ankara. Nisan 1999.
19. **Türk Standartları Enstitüsü (1999)**. Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini, Yonga levhalar ve Lif Levhalar, TS EN 319, Ankara. Nisan 1999.
20. **Türk Standartları Enstitüsü (1999)**. Eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülünün tayini, Ahşap Esaslı Levhalar, TS EN 310, Ankara. Nisan 1999.
21. **Türk Standartları Enstitüsü (1999)**. Ahşap esaslı levhalar-Numune alma kesme ve muayene, TS EN 326-1, Ankara. Nisan 1999.
22. **Türk Standartları Enstitüsü (1999)**. Lif levhalar-Vida tutma kabiliyetinin (mukavemetinin) tayini, TS EN 320, Ankara. Nisan 1999.
23. **Türk Standartları Enstitüsü (2005)**. Ahşap esaslı levhalar, yüzey sağlamlığı, deney metodu, TS EN 311, Ankara Mart 2005.
24. **Wong ED, Zhang M, Wang Q, Kawai S (1999)**. Formation of the density profile and its effects on the properties of particleboard. *Wood Science and Technology*, 33(4), 327-340.