



Farklı formaldehit/üre oranına sahip UF tutkalı ile üretilmiş yönlendirilmiş yonga levhaların (OSB) bazı fiziksel ve mekanik özellikleri

Kadir Doğan^{1*} , Alperen Kaymakçı² 

Öz

Bu çalışmanın amacı; farklı formaldehit/üre oranı ile üretilmiş üre formaldehit (UF) tutkalı kullanılarak üretilmiş yönlendirilmiş yonga levhaların (OSB) bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesidir. Bu amaçla yerel bir levha tesisinde farklı formaldehit/üre oranına sahip tutkallar ile 2440 x 1220 x 11 mm ölçülerinde levhalar üretilmiştir. Elde edilen levhalar standartlara uygun boyutlarda kesildikten sonra TS EN standartlarına uygun olarak testleri yapılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde; 1.250 mol oranına sahip tutkal ile üretilen levhaların yoğunluk ortalaması 596 kg/m³, 24 saat kalınlık şişme değeri ortalama %26.3 iken, 1.10 mol oranına sahip tutkal ile üretilen levhaların yoğunluk ortalaması 603 kg/m³, 24 saat kalınlık şişme değeri ortalama değeri %25.9 olarak ölçülmüştür. Levhaların üretim yönüne doğru ve üretim yönüne dik olarak yapılan eğilme direnci değeri ve yüzeye dik çekme direnci değerlerinde önemli bir fark görülmemiştir. 1.250 mol oranına sahip tutkal ile üretilen levhaların serbest formaldehit değeri ortalama 14.1 mg/100g iken, 1.10 mol oranına sahip tutkal ile üretilen levhaların serbest formaldehit değeri 7.01 mg/100g ölçülmüştür.

Anahtar kelimeler: Mobilya, Ahşap malzeme, OSB, Formaldehit

Some physical and mechanical properties of oriented strand board (OSB) manufactured with UF glue with different formaldehyde/urea ratio

Abstract

The aim of this study is to determine some properties of oriented particle boards (OSB) produced by using urea formaldehyde (UF) resin produced different formaldehyde/urea ratios. For this purpose, boards that dimension 2440 x 1220 x 11 mm were produced with resins which has different formaldehyde/urea ratio in a local board facility. After the produced boards were cut to dimensions in accordance with the standards, its trials were carried out in accordance with TS EN standards. When the results are examined, average density of the boards produced with glue with 1,250 mol ratio is 596 kg/m³, the average thickness swelling value for 24 hours is 26.3%, average of the density of the boards produced with glue with 1.10 molar ratio is 603 kg/m³, the 24-hour thickness swelling value is average value was measured as 25.9%. There was no significant difference in the bending strength values longitudinally and transversely to the production direction and the internal bond strength values of the samples. Free formaldehyde value of the boards produced with the resin having 1,250 molar ratio is 14.1 mg/100g, free formaldehyde value of the boards produced with the glue having 1.10 molar ratio is 7.01 mg/100g.

Keywords: Furniture, Wooden material, OSB, Formaldehyde

Makale tarihçesi: Geliş: 09.11.2022, Kabul:24.12.2022, Yayınlanma:26.12.2022, *e-posta:k.dogan@kronospan.com.tr

¹Kronospan Orman Ürünleri Kalite Güvence ve Ar Ge Müdürü/Kastamonu/Türkiye,

²Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kastamonu/Türkiye,

Atf: Doğan, K., Kaymakçı, A., (2022), Farklı formaldehit/üre oranına sahip UF tutkalı ile üretilmiş yönlendirilmiş yonga levhaların (OSB) bazı fiziksel ve mekanik özellikleri, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 5 (2), 167-173, DOI:10.33725/mamad.1201505

1 Giriş

Yönlendirilmiş yongalardan levha yapımı, 1940'ların sonu ve 1950'lerin başlarında Amerika'da Armin Elmendorf'un ve Almanya'da Wilhelm Klauditz'in çalışmalarına dayanmaktadır. Elmendorf 1962 yılında araştırma laboratuvarında kurduğu pilot üretim tesisinde yaptığı çalışmalar sonucu 1965 yılında bu konuda yeni bir patent almış ve ilk olarak "Synthetic Plywood" deyimini kullanmıştır (Özen ve Kalaycıoğlu 2008). Avrupa'da ise ilk tesis 1978 yılında kurulmuştur (Thoemen ve ark., 2010). Yönlendirilmiş yonga levhalar (OSB), üretiminde genelde küçük çaplı yuvarlak odunlardan elde edilen yongalara (flake) tutkal ilave edilip ve bu tutkallı yongaların serme hattında yönlendirilmesi ile elde edilen pasta taslağının sıcaklık ve basınç altında preslenmesi ile üretilmektedir (Kalaycıoğlu, 2001).

Odun esaslı levhalarda bağlayıcı olarak kullanılan üre formaldehit, melamin üre formaldehit gibi kimyasalların kullanımını her geçen gün önemi artan bir sorun haline gelmiştir. Levhaları üreten ve satan işyerlerinde ve daha sonra son ürün olarak kullanılan ev, işyeri ve okul gibi mekânlarda kanserojen etki gösteren formaldehit salınımı insan sağlığını tehdit etmektedir (Gündüz ve Ayan, 2014). Formaldehit esaslı reçineler çeşitli avantajları ve mükemmel performansları nedeniyle odun kökenli levha endüstrisinde önemli ölçüde kullanılmaktadır. UF reçineleri ile üretilen levhalarda, üretim esnasında ve sonrasında çevre ve sağlık açısından problem olan formaldehit ayrışmasına neden olmakta ve bu işlem yıllarca sürebilmektedir. Levha içerisinden dış ortama salınımı devam eden formaldehit gazının salınım miktarının azaltılması zorunlu hale gelmiştir (Aydın ve ark.,2010). Subaşı ve ark., (2017) formaldehit emisyonuna etki eden faktörler ile ilgili yaptıkları çalışmada; odun türünün, üre ve formaldehit arasındaki kullanım oranının, sertleştirici türünün, pres şartlarının, tüketilen tutkal miktarının ve depolama süresinin önemini ortaya koymuşlardır. Formaldehit emisyon miktarının azaltılması için üre formaldehit mol oranının düşürüldüğü Fakat bu yapıldığında levhanın suya direnci ve levha yapışma direnci bozulduğu görülmektedir (Zhang ve ark., 2013).

Akbulut (1999) Yonga levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinden formaldehit emisyonu üzerine yaptığı bir çalışmada; formaldehit üre karışımında formaldehit oranının azalması ile eğilme direnci ve yüzeye dik çekme direncinde düşme olduğunu fakat formaldehit oranının azalmasının en büyük etkisini formaldehit emisyonunda gösterdiği ve formaldehit emisyonunda azalma olduğunu tespit etmiştir. Çamlıbel (2020) yaptığı çalışmada, üretim şartlarını değiştirmeden sadece farklı mol oranına sahip üre formaldehit tutkalı kullanmıştır. Tutkalın mol oranı düştükçe levha yoğunluğunda ve levhanın rutubetinde bir değişim gözlemlenmediği görülmüştür. UF tutkalının mol oranı düştükçe numuneleri 24 saat su içerisinde tutma deneyi sonucunda kalınlığına şişme ve su alma değerlerinin arttığı raporlanmıştır. Levhanın içerisinde serbest halde bulunan formaldehit gazı miktarı ise tutkalın mol oranı azaldıkça düştüğü tespit edilmiştir. İstek ve ark., (2018) Tutkal çözeltisine üre ilave ederek, levha içindeki formaldehitin emisyonu ve levha özelliklerinin değişimini araştırmak için bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmanın sonucuna göre, tutkal içerisine üre eklendikçe serbest formaldehitin azaldığını fakat levhaların bazı mekanik özelliklerinde azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Boran ve Usta (2010) Formaldehit miktarının düşürülmesini tutkal içerisine bazı kimyasalların ilave edilmesinin ya da tutkal üretiminde üre ilavesi ile elde edilmeye çalışılmıştır. Levha içerisindeki formaldehit miktarının düşürülmesi için ek kimyasalların kullanımının da hem ek bir maliyet getirdiği hem de tutkalın karakteristik özelliklerini olumsuz etkileyebileceği ihtimali göz önünde bulundurulması gerektiğini bildirmişlerdir. Özlüsoylu ve İstek (2015), mobilya üretiminde kullanılan levhaların çevreye yaymış oldukları formaldehit salınımının insan sağlığı üzerine olan etkilerini araştırmışlar ve çalışmalarında mobilyada kullanılan ahşap esaslı levhalarından etrafa yayılan formaldehitin insan sağlığına

olumsuz etki ettiğini, formaldehitin bu olumsuz etkisinin azaltılması için ahşap esaslı levhaların içeriğinde bulunan tutkalların sahip olduğu formaldehit miktarlarının azaltılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Yapılan çalışma ile farklı formaldehit/üre oranı (F/Ü) mol oranına sahip UF tutkalları, OSB üretiminde kullanarak levhada bulunan formaldehit emisyonuna F/Ü oranının etkisini görüp, bir taraftan çevreye ve insan sağlığına duyarlı diğer taraftan da mekanik ve fiziksel özellikleri standart değerlerde levhalar üretmek amaçlanmıştır.

2 Materyal ve Metot

2.1 Materyal

Bu çalışmada, tesis üretim şartlarında üretilen OSB levhalarında sahil çamı (*Pinus brutia*) ve karaçam (*Pinus nigra*) flakeleri kullanılmıştır. Flakelerin elde edilmesi için kullanılan Pallmann marka flaker yongalama makinesinde, çapları 8-25cm arasında değişiklik gösteren 1 metrelik odunlar kullanılmıştır. Odunlar, içerisinde döner rulo olan kabuk soyucuda kabukları soyulduktan sonra bir ringin üzerinde bıçaklar bulunan ileri geri hareket eden bir yongalayıcı içerisinde kalınlıkları 0.7–1.2 mm, genişlikleri 12–25 mm ve uzunlukları 60–80 mm olan flakeler elde edilmiştir.

Levha üretiminde (F/Ü) oranı 1.25 ve 1.10, katı madde miktarı %60'lık olan UF tutkalı kullanılmıştır. Tutkalın flake ile karışımı için katı tutkal miktarının kuru yongaya oranı yüzey tabakası için %11.5 orta tabaka için %11.0 olacak şekilde enjektörler vasıtasıyla 2 m çapında 10 m uzunluğunda silindir şekilde sürekli dönme hareketi yapan blender girişinden flakelerin üzerine püskürtülmüştür. Amonyum sülfat sertleştirici su içerisinde %10'luk olacak şekilde hazırlanmış ve yüzey tabakası için katı miktarın tutkal katı miktarına oranını %2, orta tabaka için sertleştirici katı miktarının tutkal katı miktarına oranı %2.6 olacak şekilde, sıvı sertleştirici çözeltisi blender içerisinde bulunan atomizer başlıkları ile flakelerin üzerine püskürtülmüştür. Konsantrasyonu %40 olan parafin emülsiyonu, katı madde miktarının kuru yongaya oranı %1 olacak şekilde blender içerisinde bulunan atomizer başlıkları ile flakelerin üzerine püskürtülmüştür. Çalışmada kullanılan tutkalın özellikleri, Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Tutkal özellikleri

Tutkal	F/Ü	Katı madde %	Yoğunluk (kg/l)	Viskozite (cPs)	pH	Jel süresi
1 UF	1.250	60	1.260	225	8.1	35
2 UF	1.100	60	1.260	180	8.0	53

Çalışmada kullanılan kimyasalların özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Kimyasal özellikleri

Kimyasal	Katı madde %	Yoğunluk (kg/l)	viskozite (cPs)	pH
1 Parafin Emülsiyonu	50	0.93	15	9.0
2 Sertleştirici Amonyum sülfat	10	1.1	10	5.5

2.2 Metot

Deneme levhaları aynı üretim şartlarında, farklı F/Ü oranı ile üretilmiş iki farklı UF tutkalı ile OSB üretim tesisinde standart OSB üretim şartlarında üretilmiştir. Levha üretim şartları, Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Üretim deseni

Üretim	Levha Yoğunluğu	Tutkal F/Ü
Pres sıcaklık - °c		190
Pres süre - sn	600	200
Presleme süresi / kalınlık - sn/mm		11.0
Tutkal katı / kuru flake - %		11.5

Flakeler, Stela adında sonsuz bant tipi kurutucuda, kurutma çıkış rutubeti % 2-4 olacak şekilde kurutulmuştur. Kurutulan yongalara tutkal ve parafin emülsiyonu, döner tip blender girişinde enjektörler vasıtasıyla ve sertleştirici ise blender içerisinde döner atomizer başlıkları ile flakelerin üzerine püskürtülmüştür. Tutkal ile karışan flakeler, alt ve üst yüzey tabakasını oluşturmak için belirli ebat ve aralıklarla sıralı şekilde dizilmiş olan yönlendiriciler ile kontrplak üretimine benzer şekilde üretim yönüne doğru serilir. Levhanın orta tabakasını oluşturmak için ise sıralı şekilde dizilmiş içerisinde palet şeklindeki yönlendiriciler olan bir çark ile üretim yönüne dik serilerek levha tabakaları oluşturulur. Üç kat şeklinde oluşturulan flake pastası, simultane kollar ile eş zamanlı olarak açılma ve kapanma hareketi yapan, altı katlı Siempelkamp marka preste toplam 200 sn presleme süresinde ve 190 °C sıcaklık altında bekletilmiştir. Pres çıkışında kalınlığı 11.0 mm bürüt ebatları 2500 mm x 5000 mm olan levhalar elde edilmiştir. Daha sonra bu levhalar ebatlama bölümünde dört adet 1220 mm x 2440 mm levha çıkacak şekilde ebatlanmıştır. Alınan numuneler üzerinde, deneyler bölümünde bahsedilen TSE Standartlarına uygun olarak deneyleri yapılmıştır. Üretilen levhalar için yapılacak deneyler ve ilgili standartları aşağıda belirtilmiştir;

- TS EN 323 (1999) Yoğunluğun belirlenmesi,
- TS EN 310 (1999) Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet deneyi,
- TS EN 319 (1999) Çekme direnci deneyi,
- TS EN 317 (1999) Kalınlıkça şişmenin belirlenmesi,
- TS EN 322 (1999) Rutubet içeriğinin belirlenmesi,
- TS EN ISO 12460-5 (2016) Formaldehit miktarının belirlenmesi,

3 Bulgular ve Tartışma

Çizelge 4'de farklı F/Ü oranına sahip tutkallarla üretilen OSB'lerin bazı fiziksel özelliklerine ilişkin veriler gösterilmiştir.

Çizelge 4. Levhaların fiziksel özellikleri

Levha ID*	Levha Rutubeti (Test Öncesi) (%)	Yoğunluk (kg/m ³)	Kalınlığına Şişme (%) (2 saat)	Kalınlığına Şişme (%) (24 saat)
A	4.20	603	15.96	25.90
B	4.57	596	20.30	26.39

*(A: Mol oranı: 1.1, B: Mol oranı: 1.25)

OSB levhaların yoğunluğuna ilişkin veriler incelendiğinde A grubu levhaların yoğunluk değerinin B grubu levhalardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak değerler birbirine oldukça yakın seyretmiştir. Que ve ark., (2007) yaptıkları çalışmada üre formaldehit reçinesi mol oranının yonga levhanın bazı özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonuçları incelendiğinde yüksek formaldehit/üre oranına sahip tutkalla üretilen yonga levhaların su alma ve kalınlığına şişme oranlarında artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu durumun esas olarak formaldehitin yetersiz çapraz bağlanmasından ileri geldiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 5’de farklı F/Ü oranına sahip tutkallarla üretilen OSB’lerin bazı mekanik özelliklerine ilişkin veriler gösterilmektedir.

Çizelge 5. Levhaların mekanik özellikleri

Levha ID*	Eğilme Direnci (Boyuna) (N/mm ²)	Çekme Direnci (N/mm ²)
A	27.32	0.45
B	26.47	0.48

*(A: Mol oranı: 1.1, B: Mol oranı: 1.25)

Farklı F/Ü mol oranına sahip tutkallarla üretilen OSB levhaların eğilme dirençlerine ilişkin sonuçlar incelendiğinde; F/Ü oranı küçüldükçe yani tutkal içindeki formaldehit oranı azaldıkça eğilme direnci de azalmaktadır. Bu çalışma neticesinde elde edilen eğilme direncine ilişkin sonuçlar literatürde yapılan çalışmalar ile benzerlikler göstermektedir. Akbulut (1999), F/Ü mol oranının formaldehit emisyonu ve yonga levhaların bazı özellikleri üzerine yaptığı çalışmada, üç farklı F/Ü mol oranı belirlenmek suretiyle yonga levhaların bazı teknolojik özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre F/Ü mol oranı düşük tutkal gruplarıyla üretilen yonga levhaların eğilme direncinin daha düşük sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada Çamlıbel ve Akgül (2021), F/Ü reçine mol oranının yüksek yoğunlukta lif levhanın (HDF) mekanik özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre; F/Ü oranının artmasına bağlı olarak eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve çekme direnci değerlerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada İstek ve ark., (2018), ürenin tutkal içerisine ilave edilmesi ile levha içerisindeki formaldehit miktarının levha özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, tutkal içerisinde ürenin artışı ile formaldehit miktarının azaldığı, bununla birlikte levhaların bazı mekanik değerlerinde düşme olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu durumun üre miktarının artışı ile çok fazla formaldehitin bağlanması ve bunun sonucu olarak da zayıf bir bağlanmanın gerçekleşmiş olabileceği şeklinde açıklamışlardır. Farklı F/Ü oranına sahip tutkallar ile yapılan çalışmada üretilen levhaların çekme ve eğilme değeri birbirine yakın çıktığından F/Ü oranı düşük olan tutkalın üretimde kullanılması daha uygun olacağından levhanın formaldehit içeriği düşük levha elde etmek mümkün olacaktır.

Çizelge 6’da farklı F/Ü oranına sahip tutkallarla üretilen OSB’lerin formaldehit gaz emisyonu değerlerine ilişkin veriler gösterilmektedir.

Çizelge 6: Levhaların formaldehit gaz emisyon değerleri

Levha ID*	Formaldehit gaz emisyonu (mg/100g)
A	7.01
B	14.1

*(A: Mol oranı: 1.1, B: Mol oranı: 1.25)

Farklı F/Ü mol oranına sahip tutkallarla üretilen OSB levhaların formaldehit gaz emisyon değerlerine ilişkin sonuçlar incelendiğinde; F/Ü oranı küçüldükçe yani tutkal içindeki formaldehit oranı azaldıkça formaldehit gaz emisyonu değeri de azalmaktadır. Bu çalışma neticesinde elde edilen formaldehit emisyonuna ilişkin sonuçlar literatürde yapılan çalışmalar ile benzerlikler göstermektedir. Akbulut (1999), yaptığı araştırmada taslak rutubeti ve F/Ü mol oranının formaldehit emisyonu ve yonga levhaların bazı teknolojik özelliklerini incelemiştir. Bu amaç doğrultusunda üç farklı F/U mol oranı belirlenmek suretiyle yonga levhaların bazı teknolojik özellikleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre F/U mol oranı düşük tutkal gruplarıyla üretilen Yönlendirilmiş yonga levhaların (OSB) formaldehit emisyonu değerlerinin daha düşük sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Formaldehit emisyon değerleri, Yonga levha, MDF ve OSB gibi odun esaslı levhaların üretimlerinde kullanılan tutkalın serbest formaldehit içeriği, TS EN ISO 12460-5 formaldehit perforatör yöntemi ile elde edilen, E1 emisyon sınır değeri 8 mg/100 g'dan küçük ise E1, emisyon sınır değeri 8 mg/100 g değerinden büyük ise E2 olarak sınıflandırılmaktadır. Bu bağlamda elde edilen sonuçlar incelendiğinde; düşük F/U oranı ile üretilen A grubu levhalar E1 sınıfında yer alırken, B grubu levhalar E2 sınıfı içerisinde yer almıştır.

4 Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada farklı F/Ü oranına sahip UF tutkalı ile üretilmiş yönlendirilmiş yonga levhaların (OSB) fiziksel ve mekanik özelliklerinden bazıları araştırılmıştır.

- Farklı F/Ü mol oranına sahip tutkallarla üretilen OSB levhaların fiziksel özellikleri ilişkin veriler incelendiğinde; F/Ü oranı büyüdükçe kalınlığına şişme oranları artış göstermiştir.
- Farklı F/Ü mol oranına sahip tutkallarla üretilen OSB levhaların mekanik özellikleri azalan F/Ü oranına bağlı olarak azalmaktadır.
- Formaldehit gaz emisyonu değerlerine ilişkin sonuçlar incelendiğinde, düşük F/Ü mol oranına sahip OSB levhaların daha düşük sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri koordinasyon birimi başkanlığı tarafından KÜ-BAP03/2021-05 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Yazar Katkıları

Kadir Doğan: Deneylerin yapılması, verilerin elde edilmesi, verilerin analiz edilmesi, makalenin yazılması, **Alperen Kaymakçı:** Çalışma konusunun belirlenmesi ve deney tasarımının yapılması, verilerin analiz edilmesi, makalenin yazılması.

Kaynaklar

- Akbulut, A. (1999), Çeşitli üretim değişkenlerinin yonga levhanın teknolojik özellikleri üzerine etkisi, *İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi.*
- Aydın, İ., Demirkır, C., Çolak, S., Çolakoğlu G., (2010), Çeşitli ağaç kabuğu unlarının kontrplaklarda dolgu maddesi olarak değerlendirilmesi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt: V S: 1825-1833.
- Boran, S., Usta, M., (2010), Odun esaslı panellerde açığa çıkan formaldehit ve formaldehit sınırları hakkında bilgiler. Karadeniz Teknik Üniversitesi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt: V S: 1968-1975.

- Çamlıbel, O., (2020), Farklı mol oranlarıyla sentezlenen üre reçinelerinin yüksek yoğunlukta lif levhaların (HDF) fiziksel özelliklerine ve formaldehit emisyonuna etkisi. *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Türkiye Ormanlık Dergisi Araştırma Makalesi*, 21(4) 49-55.
- Çamlıbel, O., Akgül, M., (2021), Üre-formaldehit reçine mol oranının yüksek yoğunlukta lif levhanın (HDF) mekanik özellikleri üzerine etkileri, *Müh. Bil. ve Araş. Dergisi*, 3(1), 1-8.
- Gündüz, M., Ayan, S., (2014), Melamin Kaplı Yonga ve Lif Levhalarda Formaldehit Emisyonu Belirleme Yöntemleri. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2014) 433–443.
- İstek, A., Özlüsoylu, İsmail., Bakar, Selim., Öz, Enes., (2018), Tutkal Çözeltiline Üre İlavesinin Formaldehit Emisyonu ve Levha Özelliklerine Etkisi. Kırıkkale Üniversitesi, II. Uluslararası Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresi.
- Kalaycıoğlu, H., (2001), Neden OSB, *Laminart Dergisi*, Sayı:12, Şubat- Mart, İstanbul.
- Özen, R., Kalaycıoğlu, H., (2008), Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları. Trabzon, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi.
- Özlüsoylu, İ., İstek, A., (2015), Mobilya üretiminde kullanılan panellerden salınan formaldehit emisyonu ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Selçuk Üniversitesi, Selçuk-Teknik Dergisi*, Özel Sayı-1 (UMK-2015), 213-227.
- Subaşı, Tolga., Çınar, Hamza., Çağatay Kubulay., (2017), Mobilya sektöründe kullanılan kompozit malzemelerin insan yaşamına ve çevreye etkileri, *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 557-571.
- Thoemen, H., Irle, M., Sernek, M., (2010), Wood based panel an introduction for specialists. *Published by Brunel University Press*, 55-56.
- TS EN 323 (1999) Ahşap esaslı levhalar, Birim hacim ağırlığı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 310 (1999) Ahşap esaslı levhalar, Eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 319 (1999) Yonga levhalar ve lif levhalar, Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 317 (1999) Yonga levhalar ve lif levhalar, Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 322 (1999) Ahşap esaslı levhalar, Rutubet miktarının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 4894 EN 120 (1999), Ahşap esaslı levhalar, formaldehit miktarının tayini, ekstraksiyon metodu ile ayırma, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN ISO 12460-5 (2016) Ahşap esaslı levhalar, Formaldehit salınımının belirlenmesi. Bölüm 5: ekstraksiyon (perforatör yöntemi), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Zhang, J., Wang, X., Zhang, S., Gao, Q., Li, J., (2013), Effects of Melamine Addition Stage on the Performance and Curing Behavior of Melamine-Urea-Formaldehyde (MUF) Resin, *BioResources*, 8(4), 5500-5514.
- Que, Z., Furuno, T., Katoh, S., Nishino, Y., (2007), Effects of urea-formaldehyde resin mole ratio on the properties of particleboard, *Building and Environment*, 42, 1257–1263.