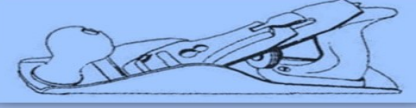


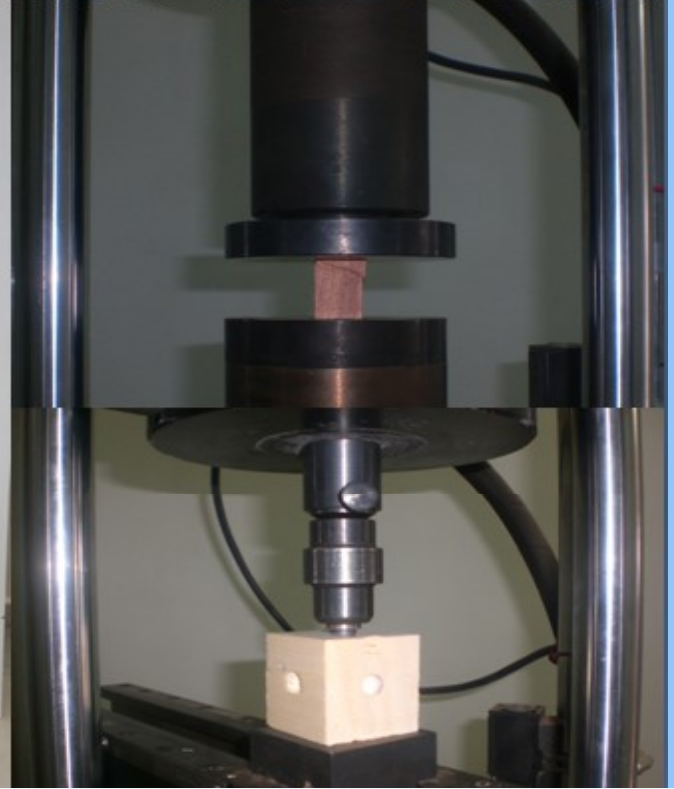
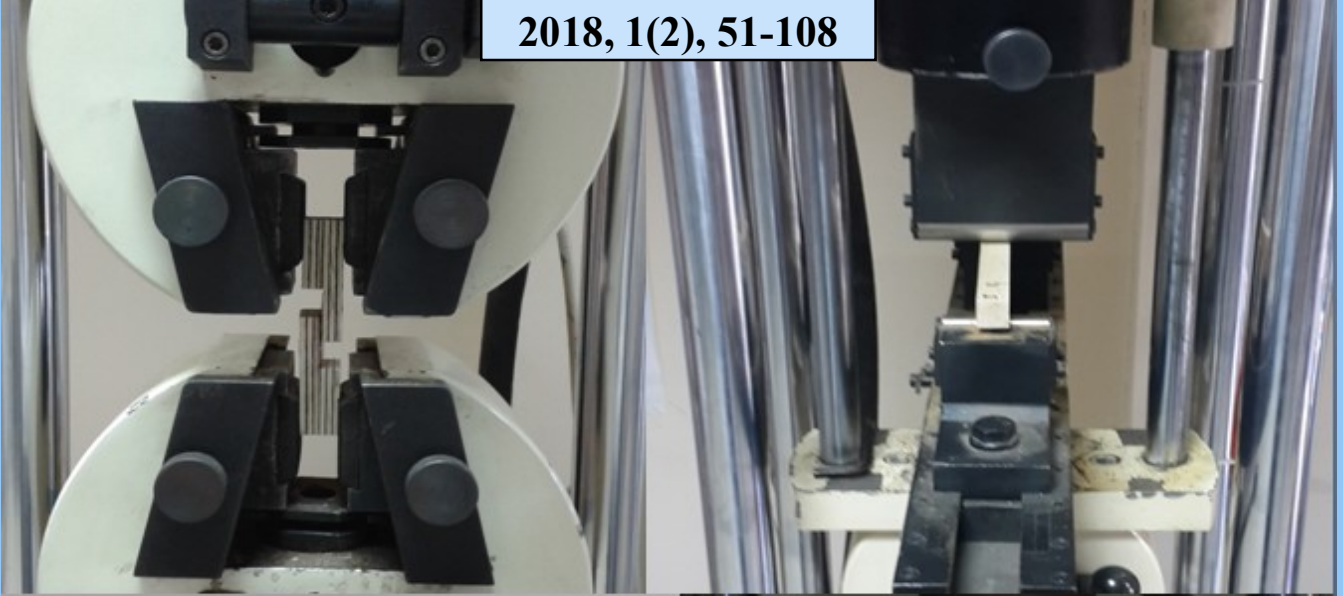
MOBİLYA ve AHŞAP MALZEME ARAŞTIRMALARI DERGİSİ



—MAMAD—



2018, 1(2), 51-108

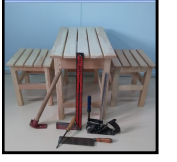
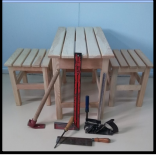


FURNITURE and WOODEN MATERIAL RESEARCH JOURNAL



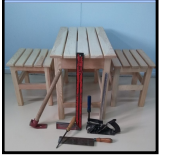
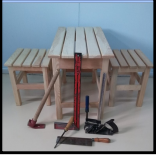
—FURMAJ—





İÇİNDEKİLER

Odunun yoğunluğu ile bazı mekanik özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi üzerine bir araştırma Bekir Cihad Bal, İbrahim Bektaş	51-61
Ahşap ve mimarlık eğitimi: İstanbul örneği Gül Yücel	62-77
Evaluation of furniture industry wastes in polymer composite production Nasır Narlıoğlu, Tufan Salan, Nihat Sami Çetin, Mehmet Hakkı Alma	78-85
The effects of step over, feed rate and finish depth on the surface roughness of fiberboard processed with CNC machine Bekir Cihad Bal, Elif Akçakaya	86-93
Manolya ağacı, akçaağaç ve tespih ağacı odunlarında vida tutma direnci üzerine bir araştırma Vedat Çavuş, Ümit Ayata	94-102
Yonga levha üretiminde pirinç kavuzu kullanımının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi Fatih Şahin, Emre Birinci, Alperen Kaymakçı	103-108



KURULLAR

BAŞ EDITÖR

Doç. Dr. Bekir Cihad BAL, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

EDİTÖR KURULU

- **Dr. Öğr. Üyesi Alperen KAYMAKÇI**, Kastamonu Üniversitesi
- **Dr. Öğr. Üyesi Fatih Tuncay EFE**, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
- **Dr. Öğr. Üyesi Ümit AYATA**, Erzurum, Atatürk Üniversitesi
- **Dr. Öğr. Gör. Nasır NARLIOĞLU**, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
- **Doç. Dr. Canan Gamze BAL**, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

DANIŞMA KURULU

- **Prof. Dr. Abdülkadir MALKOÇOĞLU**, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye
- **Prof. Dr. Tuncer DİLİK**, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
- **Prof. Dr. Vasil JIVKOV**, University of Forestry, Sofia, Bulgaria
- **Prof. Dr. Marko PETRİC**, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia
- **Doç. Dr. Milan GAFF**, Czech University of Life Sciences Prague, Prague, Czech Republic
- **Doç. Dr. Murat ÖZALP**, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, Türkiye
- **Doç. Dr. Sait Dünder SOFUOĞLU**, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, Türkiye
- **Dr. Öğr. Üyesi A. Cihangir YALINKILIÇ**, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, Türkiye
- **Dr. Öğr. Üyesi Erkan AVCI**, Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Türkiye
- **Dr. Öğr. Üyesi Önder TOR**, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye
- **Dr. Öğr. Üyesi Füsun CURAOĞLU**, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye



Odunun yoğunluğu ile bazı mekanik özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi üzerine bir araştırma

Bekir Cihad Bal^{1*}, İbrahim Bektaş²

Öz

Odunun, fiziksel, mekanik, kimyasal ve biyolojik özellikleri kullanım yeri için önemli özellikleridir. Kullanım yeri belirlenirken bu özelliklerine göre karar verilmektedir. Yük taşıyan yerlerde mekanik özelliklerinin yüksek olması istenir. Dış ortamlarda kullanılacak odunun biyolojik dayanıklılığının yüksek olması istenir. Odunun bu özellikleri üzerine; ağaç türü, rutubet miktarı, odun türü, ağaçtan alındığı yer ve odun kusurlarının etkili olduğu iyi bilinmektedir. Bu çalışmada, odunun mekanik özellikleri ile yoğunluğu arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu amaç için, kayın (*Fagus orientalis* L.) ve kavak (*Populus x euramericana* I-214) odunları üzerinde bazı mekanik özellikler ve yoğunluk belirlenmiştir. Testlerde, odunun yoğunluğu, eğilme direnci, elastikiyet modülü, şok direnci ve basınç direnci belirlenmiştir. Denemelerde TS 2470, TS 2474, TS 2478, TS 2477 ve TS 2595 numaralı standartlar kullanılmıştır. Yoğunluk ile mekanik özellikler arasındaki ilişki regresyon denklemleri ile belirlenmeye çalışılmıştır. Bu ilişkiler dağılım grafikleri ile gösterilmiştir. Elde edilen bulgulara göre; yoğunluk miktarı arttıkça mekanik özelliklerin arttığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: yoğunluk, mekanik özellikler, kayın odunu, kavak odunu

A research on the determination of the relationship between density and some mechanical properties of wood

Abstract

Physical, mechanical, chemical and biological properties of wood are important properties for usage area. When determining usage area, it is decided according to these properties. High mechanical properties are desirable in load bearing sections. It is desirable that the biological durability of the wood used in the external environment is high. It is well known that wood species, moisture content, wood type, place taken from the tree and wood imperfections are effective on wood properties. In this study, the relationship between mechanical properties and density of wood investigated. For this purpose, mechanical properties and density were determined on beech (*Fagus orientalis* L.) and poplar (*Populus x euramericana* I-214) woods. In the tests, the density, bending strength, modulus of elasticity, impact strength and compression strength of wood were determined. Experiments conducted according to TS 2470, TS 2474, TS 2078, TS 2077 and TS 2595 standards. The relationship between density and mechanical properties was determined using regression equations. These relationships showed by distribution graphs. According to findings; it was determined that as the density of wood increased, mechanical properties increased.

Keywords: density, mechanical properties, beech wood, poplar wood

Makale tarihçesi: Geliş: 05.10.2018, Düzeltme: 10.12.2018, Kabul: 11.12.2018, Yayınlanma: 26.12.2018

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Malzeme Bölümü, Kahramanmaraş/Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Kahramanmaraş/Türkiye

*Sorumlu yazar: e-posta: bcbal@hotmail.com, Tel: 03443001811, orcid:orcid.org/0000-0001-7097-4132

Atıf: Bal B.C., Bektaş İ., (2018), Odunun yoğunluğu ile bazı mekanik özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 1(2), 51-61.

1 Giriş

Ağaçlardan elde edilen odun hammaddesi, geçmişten günümüze, bazı ürünlerin üretilmesi için önemli bir hammadde ve ayrıca en önemli mühendislik malzemelerinden birisi olmuştur. Günümüzde, odun hammaddesinden elde edilen yonga levha, liflevha, heraklit, duralit, kontrplak, MDF profiller, panel kapı ve masif panel gibi kompozit yarı mamul malzemeler, mobilya ve dekorasyon işleri başta olmak üzere değişik amaçlar için kullanılmaktadır (Bal ve Bektaş 2018). Odunun fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mekanik özelliklerinin bilinmesi, kullanım yerine karar verirken son derece önemlidir. Örneğin; mekanik özellikleri yüksek olan odun türleri yük taşıyan elemanlarda, görünüş özellikleri iyi olan türler estetik bakımdan önem arz eden mobilya ve dekorasyon işlerinde kullanılmaktadır. Ekstraktif madde içeriği nedeniyle bazı türler reçine, tanen vb. üretiminde, düzgün gövde ve geniş çapa sahip türler kaplama levha üretiminde, makinelerle işlemesi kolay, maliyeti düşük olan ve kolay temin edilebilen türler doğrama sektöründe kullanılmaktadır.

Odunun fiziksel özellikleri; yoğunluk, rutubet içeriği, daralma ve genişleme özellikleri, lif doygunluk noktası, termik özellikleri, elektriksel özellikleri ve akustik özellikleri olarak sıralanmaktadır (Kollmann ve Cote, 1968; Bozkurt ve Göker, 1996; Örs ve Keskin, 2001). Bu fiziksel özelliklerle yoğunluk arasında önemli bir ilişki olduğu yapılan önceki çalışmalarda belirlenmiştir. Örneğin; odun yoğunluğu arttıkça daralma ve genişleme yüzdelerinin arttığı (Kollmann ve Cote, 1968; Bektaş ve Güler, 2001; Pliura ve ark., 2005; Kord ve ark., 2010; Bal ve Bektaş 2018), suda bekletme sonunda ulaştığı rutubet yüzdesinin azaldığı belirlenmiştir (Bal ve Bektaş 2018). Ayrıca, termik, akustik ve elektriksel özelliklerinin değiştiği (Kollmann ve Cote, 1968) bildirilmiştir.

Ağaçlarda enine kesit incelendiğinde odun oluşumu bakımından, öz odun ve diri odun şeklinde iki farklı odun kısmının meydana geldiği ve bunun yanında genç odun ve olgun odun olarak da iki farklı odun kısmının oluştuğu bilinmektedir. Çoğu ağaç türünde genç odun kısmı öz odun kısmının ortasında kalan ve ilk 5 ile 30 yıl sonunda oluşan yıllık halkaları kapsamaktadır (Bozkurt ve Erdin 1997). Yapılan önceki çalışmaların büyük bir kısmında, test örnekleri bütün enine kesiti kapsayacak şekilde hazırlanmış ve bu öz odun-diri odun veya genç odun-olgun odun farklılıkları göz önüne alınmamıştır. Bu farklılıkları göz önünde tutarak yapılan sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Örneğin; öz odun ve diri odun kısımlarından hazırlanan test örnekleri üzerinde, morfolojik özellikler (Ay ve Şahin 1998; İstek ve ark., 2010; Bal 2012), biyolojik dayanıklılık (Çetin ve ark., 2010) fiziksel özellikler (Bal ve Bektaş 2012; Bal ve ark. 2012) ve mekanik özellikler (Bal ve Bektaş 2013) ayrı ayrı tespit edilmiş ve önemli farklılıklar ortaya konulmuştur.

Odunun bazı üstün özelliklerinin yanında üç temel yönde farklı özellikler göstermesi (anizotropi), yoğunluğuna bağlı olarak fiziksel, mekanik, kimyasal ve diğer teknolojik özelliklerinin değişiklik göstermesi ve çürümeye karşı dayanıksız olması gibi istenmeyen özellikleri bulunmaktadır. Masif ahşap malzemedeki yoğunluk arttıkça genel bir kural olarak mekanik özellikler artmaktadır. Eğilme direnci, elastikiyet modülü ve şok direnci ile yoğunluk arasında artan-doğrusal bir ilişki vardır. Yapılan önceki çalışmalarda, birçok araştırmacı bu ilişkiyi belirlemiştir (Kollmann ve Cote, 1968; Malkoçoğlu 1994; Bozkurt ve Erdin 1995; Bektaş ve ark., 2002). Ancak, ağacın enine kesitinde, öz odun ve diri odun gibi farklı bölgelerden alınan numunelerde mekanik özelliklerin nasıl değiştiğine dair kapsamlı bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada, önemli kullanım alanlarına sahip olan ve aralarında yoğunluk bakımından önemli farklılıklar bulunan kayın ve kavak odunlarında öz odun ve diri odun kısımları ayrı gruplar halinde çalışılarak yoğunluk ile mekanik özellikler arasındaki ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır.

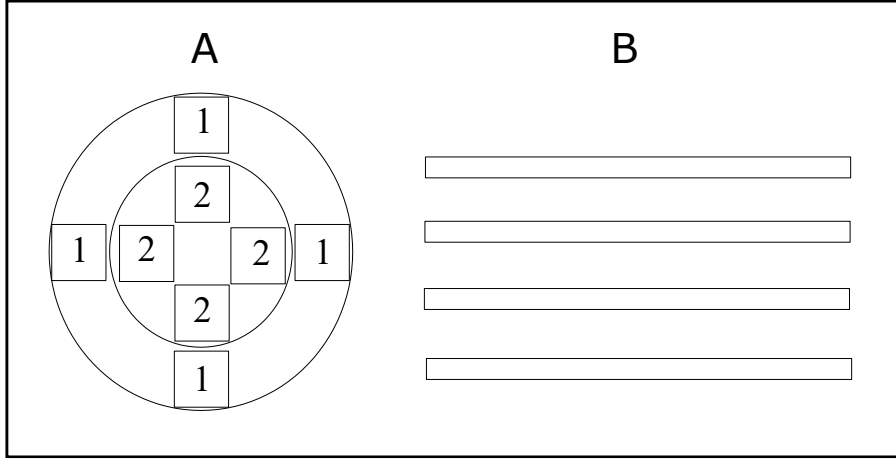
2 Materyal ve Metot

2.1 Materyal

Bu çalışmada, materyal olarak kayın (*Fagus orientalis*L.) ve kavak (*Populus x euramericana* I-214) odunları kullanılmıştır. Kayın tomrukları Karabük ili, Yenice ilçesinde bir kereste tüccarından ve kavak tomrukları Karabük ili, Eskipazar ilçesinde özel bir şahsa ait kavak sahasından alınmıştır. Kayın ve kavak tomruklarından test örneklerinin hazırlanacağı kısa kadronlar alınmıştır. Daha sonra bu kadronlardan mekanik özelliklerin belirlenmesi için laboratuvar numuneleri kesilmiştir. Her bir test için hazırlanan örneklerin boyutları ve nasıl elde edildikleri metot kısmında anlatılmıştır. Mekanik özelliklerin belirleneceği testlerde her iki ağaç türünde, öz odun-diri odun kısımlarından test örnekleri ayrı ayrı hazırlanmıştır.

2.2 Metot

Yuvarlak odundan laboratuvar numunesi için 60 x 60 mm kesitinde kadron kesimi Şekil 1’de gösterildiği gibi TS 2470’e göre yapılmıştır. Her deney için aynı tomruktan eşit sayıda kadron alınmıştır. Test örnekleri alınırken, öz odun ve diri odundan alınan test örnekleri sayısı eşit tutulmuştur. Her grup için 30 adet test örneği hazırlanmıştır.



Şekil 1. Tomruk enine kesitinden öz odun (2'ler) ve diri odundan (1'ler) kadronların alınması (A), kadronlardan elde edilen test örnekleri (B)

2.2.1 Yoğunluk miktarının belirlenmesi

Yoğunluk ölçümleri TS 2472'ye göre yapılmıştır. Buna göre örnekler kurutma dolabına konmuş ve sıcaklığı kademeli olarak 103 ± 2 °C'ye çıkarılarak, yüksek ısıda zarar görmesi önlenmiştir. Kurutma dolabında örnek ağırlıklarının sabit hale gelmesini müteakip, dolaptan çıkarılan örneklerin ağırlıkları ve üç yöndeki boyutları ölçülerek Formül (1)'e göre tam kuru yoğunluk değerleri hesaplanmıştır. Yoğunluk örnekleri, eğilme direnci ve şok direnci test örneklerinden test yapıldıktan sonra kesilip alınmıştır. Basınç direnci testinde ise, test örnekleri hava kurusu yoğunlukların belirlenmesinde de kullanılmıştır. Test örneğinin tamamında test yapılmadan önce hava kurusu yoğunluk belirlenmiştir. Sonra basınç testi yapılmıştır.

$$D_o = M_o / V_o (\text{kg/m}^3) \quad (1)$$

Burada; D_o , tam kuru yoğunluk (kg/m^3), M , tam kuru ağırlık (kg), V , tam kuru hacimdir (m^3)

2.2.2 Eğilme Direnci ve elastikiyet modülünün belirlenmesi

Eğilme direnci test örnekleri, ölçüleri 20 x 20 x 300 mm (kalınlık x genişlik x uzunluk) olacak şekilde, odunun lif yönü test örneğinin uzunluğuna paralel olacak şekilde ve yıllık halka yönü bir kenara paralel diğer kenara dik gelecek şekilde TS 2474 numaralı standarda göre hazırlanmıştır. Hazırlanan test örnekleri 20°C sıcaklık ve %65 bağıl nem ortamında iklimlendirme yapılmıştır. Sonra statik malzeme test cihazında (Zwick Roell) test edilmiştir (Şekil 2-A). Test edilen örneklerden rutubet ve yoğunluk ölçümü için parçalar kesilmiştir. Rutubet ölçümü sonucu elde edilen rutubet yüzdeleri ile test örneklerinin rutubetleri Formül (3)'e göre %12 rutubete tahvil edilmiştir. Deney esnasındaki rutubet miktarı M, statik eğilme direnci σ_{SE} Formül (2)'ye göre hesaplanmıştır.

$$\sigma_{SE} = \frac{3.P_{max}.L}{2.b.h^2} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2)$$

Burada; P_{max} : Kırılma anında uygulanan maksimum yük (N), b: deney parçasının genişliği (mm), h: deney parçasının kalınlığı (mm).

$$\sigma_{SE12} = \sigma_{SEM} (1 + \alpha(M-12)) \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (3)$$

Burada, M rutubet, α : düzeltme faktörü olup, bu değer 0.04'dür.

Elastikiyet modülünün belirlenmesinde ise TS 2478 numaralı standart kullanılmıştır. Denemeler statik eğilme direncinin belirlenmesinde kullanılan aynı örnekler üzerinde Formüle (4)'e göre yapılmıştır.

$$\sigma_{EM} = \frac{\Delta F.L^3}{\Delta f.4.b.h^3} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (4)$$

Burada; ΔF : Elastik deformasyon bölgesinde uygulanan kuvvet farkı, Δf : Örnekteki eğilme miktarı, rutubetleri %12'den farklı olan örneklerin %12 rutubetteki elastikiyet modülleri (σ_{EM12}) Formül (5)'e göre hesaplanmıştır.

$$\sigma_{EM12} = \sigma_{EMM} [1 + \alpha(M-12)] \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (5)$$

Burada: σ_{EMM} : M rutubetteki elastikiyet modülü α : düzeltme faktörü olup 0.02'dir.

2.2.3 Şok direncinin belirlenmesi

Denemeler TS 2477 numaralı standarda göre yapılmıştır. Bu standarda göre; deney parçaları en kesiti 20x20 mm ve lif doğrultusunda boyu 300 mm olan kare dik prizma biçiminde her grup için 30 adet test örneği hazırlanmıştır. Şok direnci test makinesinde (Şekil 2-B) deney parçası bir çarpma ile kırılmıştır. Deneyin tamamlanmasından sonra kırılma bölgesine yakın bir yerden rutubet ve yoğunluk miktarının tayini için 20x20x30 mm boyutlarında örnek alınmıştır. Şok direnci aşağıdaki Formülle (6) hesaplanmıştır. Şok direnci tüm gruplarda radyal yüzeyde (teğet yönde) uygulanmıştır.

$$\sigma_{SD} = \frac{Q}{b \times h} \text{ (kgm/cm}^2\text{)} \quad (6)$$

Burada; Q: deney parçasının kırılması için gerekli enerji 0.1 (kgm), b ve h: deney parçasının radyal ve teğet yönlerdeki boyutları (cm). Şok direncinin %12 rutubete ayarlanması aşağıdaki formül (7) ile yapılmıştır.

$$\sigma_{SD12} = \sigma_{SDM} (1 + \alpha (M-12)) \quad (7)$$

Burada; σ_{SDM} : M rutubet seviyesindeki şok direncidir, σ_{SD12} : %12 rutubet seviyesindeki şok direncidir, α : düzeltme faktörü olup bunun değeri 0.025'dir.

2.2.4 Basınç direncinin belirlenmesi

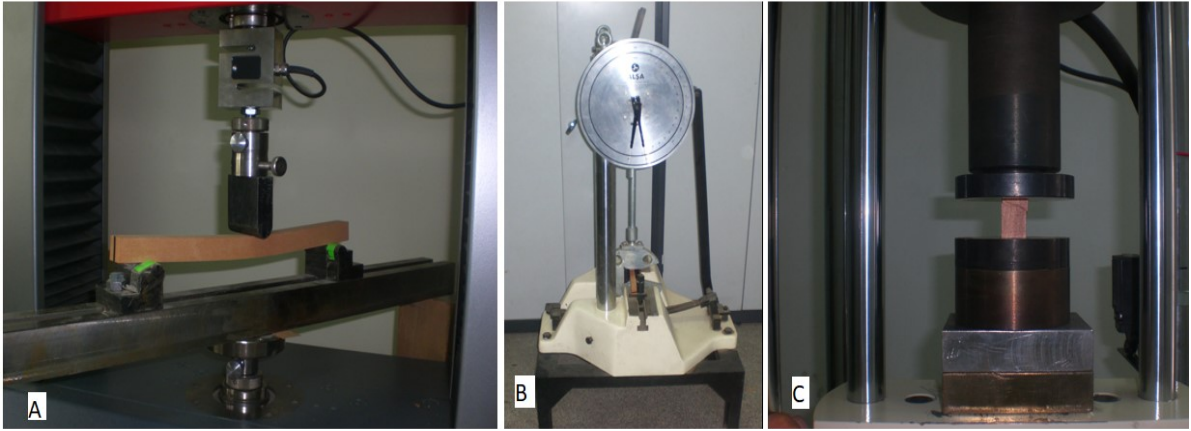
Denemeler TS 2595 numaralı standarda göre yapılmıştır. Bu standarda göre deney parçaları lif doğrultusundaki boyu 30 mm ve en kesit kenarları 20 mm olan kare dik prizma biçiminde hazırlanmıştır. Öz odundan 150 ve diri odundan 150 adet test örneği hazırlanmıştır. Deney hızı teste başladıktan 1.5±0.5 dakika sonra ezilme sınırına ulaşacak şekilde ayarlanmıştır. Deneyler Losenhausen model bir statik malzeme test cihazında yapılmıştır (Şekil 2-C). Deneyin tamamlanmasından sonra rutubet miktarının tayini için deney parçasının tamamı alınmıştır. Liflere paralel basınç direnci $\sigma_{B//}$ aşağıdaki Formül (8) ile hesaplanmıştır.

$$\sigma_{B//} = \frac{P_{\max}}{axb} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (8)$$

Burada; P_{\max} : kırılma anında uygulanan maksimum yük (N), a ve b: deney numunesinin genişlik ve kalınlığı (mm), M rutubet miktarında belirlenen liflere paralel basınç direncinin %12 rutubet miktarına tahvili aşağıdaki formülle (9) yapılmıştır.

$$\sigma_{B//12} = \sigma_{B//M} (1 + \alpha(M-12)) \quad (9)$$

Burada; α : rutubet miktarı için düzeltme faktörü olup bu değer 0.05'dir. M: odunun deney yapıldığı andaki rutubet miktarıdır.



Şekil 2. Eğilme direnci (A), Şok direnci (B), Basınç direnci (C) test esnasındaki görüntü

2.2.5 İstatistik değerlerin hesaplamalar

Denemeler sonunda elde edilen tüm veriler Excel programına yüklenmiştir. Tüm test sonuçları bu programda hesaplanmıştır. Ayrıca, yoğunluk değerleri ile mekanik özellikler arasındaki ilişkiler, regresyon denklemleri ve belirtme katsayılarının hesaplanması ile yapılmıştır. Bu regresyon denklemleri ve belirtme katsayıları grafikler içerisinde verilmiştir.

3 Bulgular ve Tartışma

Denemelerde kullanılan test örneklerinin ayrı ayrı hava kuru yoğunluk değerleri hesaplanmış ve Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelgede verilen yoğunluk değerleri incelendiğinde genel olarak kavak odununun yoğunluğunun kayın odunundan daha düşük olduğu görülmektedir. Çalışma planlanırken, önceki çalışmalar göz önüne alındığında bu sonuç beklenen bir sonuçtur. Bu konuda yapılan önceki çalışmalarda benzer sonuçlar kayın ve kavak odunu yoğunlukları için farklı araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir. Ancak, Çizelgede verilen kavak öz odunu yoğunluğu diri odun yoğunluğundan daha düşüktür. Buna karşın kayın öz odunu yoğunluğu kayın diri odunundan daha yüksektir. Odun yoğunluğu üzerine yapılan çalışmalarda, ya ortalama yoğunluk hesaplanmakta ya da özden çevreye doğru yoğunluk değişimi incelenmektedir. Bu şekilde yapılan çalışmalarda özden çevreye doğru yoğunluğun değiştiği birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Malkoçoğlu 1994; Doğu 2000; Bao ve ark., 2001; Calvo ve ark., 2006; Kord ve ark., 2010; Kiaei 2011). Ağaç türleri bakımından bu şekildeki farklılıkların önemli bazı sebepleri bulunmaktadır. Örneğin; öz odun içerisinde yüksek oranda (enine kesit alanı bakımından) genç odun kısmı bulunmakta ise bu durumda öz odun yoğunluğu daha düşük çıkmaktadır (Kord ve ark., 2010; Kiaei 2011; Bal ve Bektaş 2012). Ancak, öz odun kısmında yüksek oranda reçine bulunmakta ise bu durumda öz odun yoğunluğu daha yüksek olabilmektedir (Bal ve ark. 2012). Bu ikinci durum özellikle doğal reçine kanalları içeren iğne yapraklı ağaçlar için söz konusudur. Geniş yapraklı ağaçlarda, özellikle bazı türlerde öz odun traheleri tüllerle dolu olmaktadır. Bu durumda, öz odun kısmı yoğunluğu daha yüksek olmaktadır (Malkoçoğlu 1994; Doğu 2000). Ağacın yetiştirme yerinde meydana gelen değişik dış etkenlerde, bu yoğunluk farklılıklarına sebep olabilmektedir. Örneğin, ormanda yapılan aralama kesimleri sonrası ağacın hızlı gelişmesi ile çap artımı hızlanmakta ve daha geniş yıllık halka oluşturmaktadır.

Çizelge 1. Test örneklerinin tam kuru yoğunluk değerleri (kg/m³)

İ.D.	Kavak öz odun	Kavak diri odun	Kayın öz odun	Kayın diri odun
x	323.7	377.3	632.5	616.2
ss	29.1	31.3	46.6	48.6
v	9	8.3	7.4	7.9

İ.D.: istatistik değerler, x:aritmetik ortalama, ss: standart sapma, v: varyasyon katsayısı

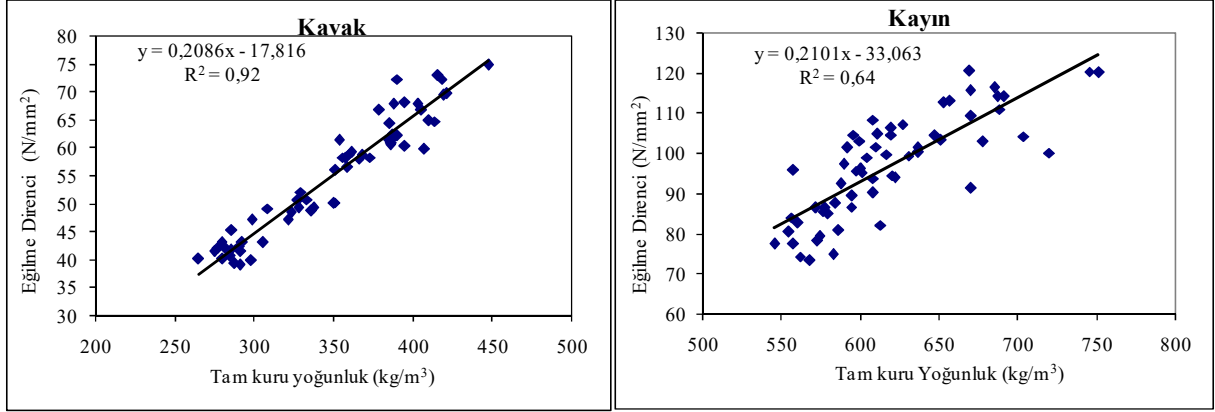
Eğilme testleri sonunda elde edilen bulgular Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelgede verilen eğilme direnci testlerine ait aritmetik ortalama değerleri incelendiğinde kayın odununda elde edilen eğilme direncinin kavak odunundan elde edilenden daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca, kavak öz odununda elde edilen eğilme direnci kavak diri odunundan ve kayın diri odununda elde edilen eğilme direnci değeri ise kayın öz odununda daha düşük ölçülmüştür. Bu durumda, öz odun diri odun farklılığından kaynaklanan eğilme direnci farklarına yoğunluğun etkili olduğu söylenebilir.

Çizelge 2. Eğilme direnci testine ait bulgular (N/mm²)

İ.D.	Kavak öz odunu	Kavak diri odunu	Kayın öz odunu	Kayın diri odunu
x	45.8	64.1	98.3	95.7
ss	5.2	5.2	12	13.7
v	11.3	8.1	12.2	14.3

İ.D.: istatistik değerler, x:aritmetik ortalama, ss: standart sapma, v: varyasyon katsayısı

Hava kuru yoğunlukla eğilme direnci arasında belirlenen regresyon denklemleri ve belirtme katsayısı (R^2) değeri Şekil 3’de verilmiştir. Şekilde verilen grafikte görüldüğü gibi, her iki ağaç türü içinde regresyon ilişkisi pozitif yönlü lineer bir ilişkidir. R^2 belirtme katsayısı kavak odununda 0.92 ve kayın odununda 0.64 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre her iki odun türünde yoğunluk değeri ile eğilme direnci arasında güçlü bir ilişki olduğu söylenebilir. Odunun mekanik özellikleri üzerine yapılan bazı önceki çalışmalarda da benzer sonuçlar rapor edilmiştir (Malkoçoğlu 1994; Bektaş 1997; Bektaş ve ark., 2002; Kiaei 2011).



Şekil 3. Kavak ve kayın odunlarında eğilme direnci ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişki

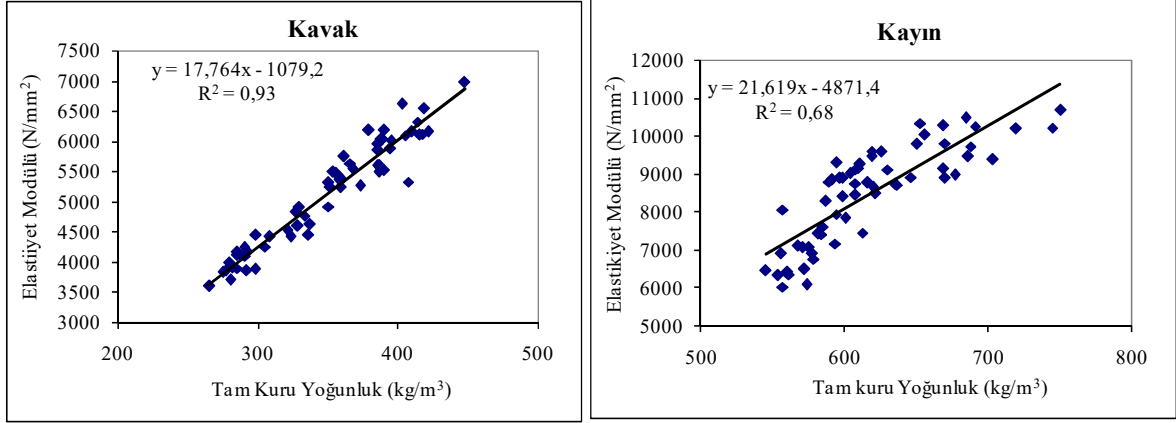
Çizelge 3’de elastikiyet modülü testine ait bulgular verilmiştir. Çizelge incelendiğinde kavak odunu elastikiyet modülü değerlerinin kayın odunundan daha düşük olduğu görülmektedir. Her iki ağaç türünde de öz odun ile diri odun test örnekleri arasında önemli farklılıklar vardır. Eğilme direncine ait aritmetik ortalama değerlerinde olduğu gibi, elastikiyet modülü testine ait bulgularda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kavak diri odununu kavak öz odunundan ve kayın öz odunu kayın diri odunundan daha yüksek elastikiyet modülüne sahiptir.

Çizelge 3. Elastikiyet modülüne ait bulgular (N/mm^2)

İ.D.	Kavak öz odunu	Kavak diri odunu	Kayın öz odunu	Kayın diri odunu
x	4357	5882	8710	8306
ss	489.8	430.3	1270	1270
v	11.2	7.3	14.6	15.3

İ.D.: istatistik değerler, x:aritmetik ortalama, ss: standart sapma, v: varyasyon katsayısı

Elastikiyet modülü ile tam kuru yoğunluk değeri arasındaki ilişkiyi gösteren grafik, regresyon denklemi ve belirtme katsayısı Şekil 4’de verilmiştir. Şekilde verilen grafikler incelendiğinde yoğunluk ile elastikiyet modülü arasında artan doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. Ayrıca, ilişkinin gücü R^2 belirtme katsayıları incelendiğinde kavak odununda 0.93 ve kayın odununda 0.68 olarak belirlendiği görülmektedir. Bu verilere göre tam kuru yoğunluk ile elastikiyet modülü arasında oldukça güçlü bir ilişki olduğu söylenebilir. Odunun elastikiyet modülü üzerine yapılan bazı önceki çalışmalarda da benzer sonuçlar rapor edilmiştir (Malkoçoğlu 1994; Bektaş 1997; Bektaş ve ark., 2002; Kiaei 2011). Belirtme katsayısının kavak odununda kayın odunundan daha yüksek olmasının nedeni ise kavak odununda öz odun ile diri odun arasındaki farkın kayın odunundaki farktan daha yüksek olmasından (Çizelge 1’de görüldüğü gibi) kaynaklandığı söylenebilir.



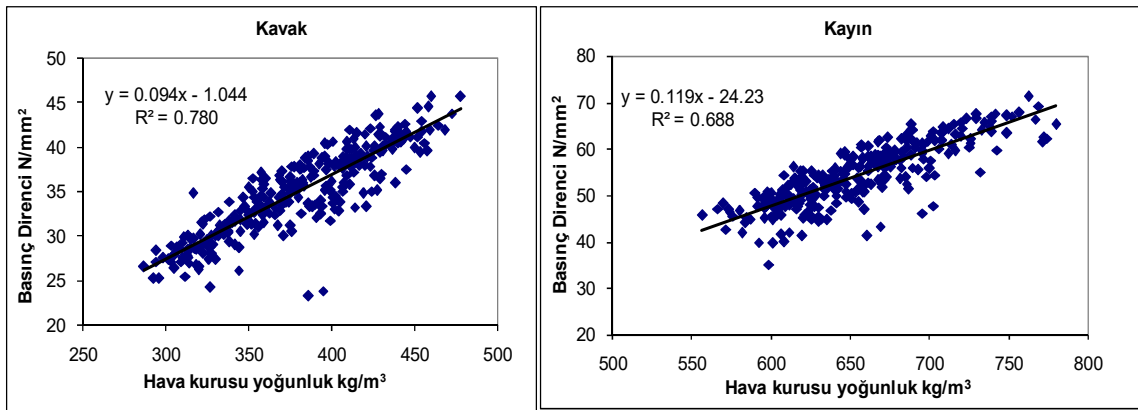
Şekil 4. Kavak ve kayın odunlarında elastikiyet modülü ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişki

Basınç direnci testine ait aritmetik ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri Çizelge 4’de verilmiştir. Çizelgede verilen kavak öz odunu basınç direnci değerlerinin kavak diri odunundan düşük olduğu ve kayın diri odunun basınç direncinin ise kayın öz odunundan düşük olduğu görülmektedir. Eğilme direnci ve elastikiyet modülüne ait sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bazı istisnalar hariç, genel olarak odunun mekanik özellikleri ile yoğunluğu arasında artan doğrusal bir ilişki olduğu bilinmektedir. Bu konuda yapılan önceki çalışmalarda da benzer sonuçlar rapor edilmiştir (Malkoçoğlu 1994; Bektaş 1997; Bektaş ve ark., 2002; Kiaei 2011; Bal ve ark. 2012). Şok direnci gibi diğer bazı testlerde ise, odun hücrelerinin uzunluğu ve hücre çeperinin kimyasal içeriğinin ölçülen mekanik özellik üzerine etkili olduğu da bilinmektedir. Ancak, basınç direnci testinde en önemli faktör yoğunluktur. Bu ilişkiyi gösteren grafik Şekil 5’de verilmiştir. Şekildeki belirtme katsayıları dikkate alındığında artan güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Basınç direnci testine ait bulgular (N/mm²)

İ.D.	Kavak öz odunu	Kavak diri odunu	Kayın öz odunu	Kayın diri odunu
x	31.6	37.8	55.1	53.3
ss	3.5	3.8	6.7	6.6
v	11.1	10	12.1	12.4

İ.D.: istatistik değerler, x:aritmetik ortalama, ss: standart sapma, v: varyasyon katsayısı



Şekil 5. Kavak ve kayın odunlarında basınç direnci ile hava kuru yoğunluk arasındaki ilişki

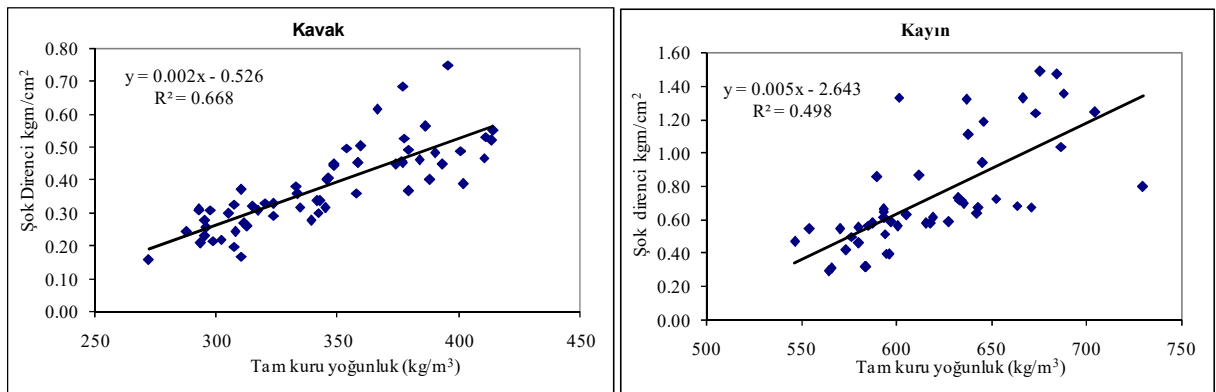
Şok direnci testine ait bulgular Çizelge 5’de verilmiştir. Çizelgede verilen bulgular incelendiğinde, kavak diri odununun kavak öz odunundan ve kayın diri odununun kayın öz odunundan daha yüksek şok direncine sahip olduğu görülmektedir. Bu çalışmada verilen diğer mekanik özelliklerle karşılaştırıldığında şok direnci sonuçlarının kayın odununda diğerlerinden farklı olduğu görülmektedir. Eğilme direnci, elastikiyet modülü ve basınç direncine ait bulgularda kayın öz odunu kayın diri odunundan daha yüksek performansa sahiptir. Ancak, şok direncinde bu durum farklı sonuçlanmıştır. Bunun önemli sebeplerinden birisinin kayın öz odununda bulunan liflerin diri odun kısmındaki liflerden daha kısa olmasıdır. Daha önce birçok farklı ağaç türü üzerinde yapılan çalışmalarda, ağaç enine kesitinde özden çevreye doğru olan yönde hücre boylarının uzadığı belirlenmiştir (Doğu 2000; Bao ve ark. 2001). Şok direnci sonrasında kırılma şekilleri bakımından yapılan görsel incelemelerde 3 mm’den kısa kıymıklı kırılmaların gevrek odunu, 3 mm’den uzun kıymıklı odunların ise esnek odunun işareti olduğu ilgili TS standardında belirtilmiştir. Bu konuda yapılan bazı önceki çalışmalarda da benzer sonuçlar rapor edilmiştir (Malkoçoğlu 1994; Bektaş 1997; Bektaş ve ark., 2002; Bal ve ark., 2012). Hücre çeperi bileşenlerinden lignin oranı da şok direncini etkilemektedir. Lignin miktarının artması ile şok direnci düşmektedir. Şok direnci denemelerinde kırılmaların lignin miktarının fazla olduğu orta lamelde gerçekleştiği belirtilmiştir (Kollman ve Cote 1968; Bozkurt ve Erdin 1997).

Çizelge 5. Şok direnci testine ait bulgular (kgm/cm^2)

İ.D.	Kavak öz odunu	Kavak diri odunu	Kayın öz odunu	Kayın diri odunu
x	0.300	0.459	0.600	0.840
s	0.074	0.112	0.166	0.363
v	24.81	24.46	27.64	43.25

İ.D.: istatistik değerler, x:aritmetik ortalama, s: standart sapma, v: varyasyon katsayısı

Kavak ve kayın odunlarında, şok direnci ile tam kuru yoğunluk değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren grafik Şekil 6’da verilmiştir. Bu ilişkiye ait regresyon denklemleri ve belirtme katsayıları da şekil içinde verilmiştir. Grafik incelendiğinde şok direnci ile tam kuru yoğunluk arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Benzer sonuçlar Malkoçoğlu (1994), Bektaş (1997), Bektaş ve ark., (2002), Bal ve ark. (2012) tarafından da tespit edilmiştir. Kavak odununda bu ilişkinin gücü kayın odunundan yüksektir. Bunun önemli bir sebebinin, yukarıda anlatıldığı gibi, kayın diri odununda lif uzunluklarının daha yüksek olması ve öz odununda lignin miktarının fazla olmasından kaynaklandığı söylenebilir.



Şekil 6. Kavak ve kayın odunlarında şok direnci ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişki

4 Sonuçlar

Çalışma sonunda elde edilen bulgulara göre şu sonuçlar söylenebilir;

- Kavak ve kayın öz ve diri odunlarında yoğunluk arttıkça eğilme direnci, elastikiyet modülü, basınç direnci ve şok direnci artmaktadır.
- Şok direnci hariç, diğer mekanik özelliklerde kavak diri odununda ve kayın öz odununda daha yüksek mekanik özellikler belirlenmiştir.
- Tam kuru yoğunluk ile mekanik özellikler arasında artan doğrusal güçlü bir ilişki belirlenmiştir.
- Şok direncinin, kayın diri odununda öz odunundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun önemli bir nedeninin lif uzunluğu ve kimyasal içeriğinden olduğu söylenebilir. Yük taşıyan kullanım yerlerinde ve özellikle esnek ağaç malzemenin arandığı kullanım yerlerinde diri odundan elde edilen malzemenin kullanılması önerilir.

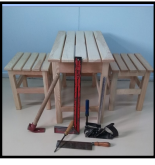
Teşekkür

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı tarafından 2009/3-2D numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Bu destekten dolayı KSÜ BAP birimine teşekkür ediyoruz.

Kaynaklar

- Ay,N., ve Şahin, H. (1998), An investigation on internal morphological properties of sapwood and heartwood of oriental spruce [*Picea orientalis* (L.) Link.], *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22(2), 203-208.
- Bal, B.C., (2012), Genç odun ve olgun odunun lif morfolojisindeki farklılıklar üzerine bir araştırma, *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 8(2), 29-36
- Bal, B.C., and Bektaş, İ. (2012), The physical properties of heartwood and sapwood of *Eucalyptus Grandis*, *Proligno*, 8(4), 35–43.
- Bal, B. C., and Bektaş İ. (2013), The mechanical properties of heartwood and sapwood of flooded gum (*Eucalyptus grandis*) grown in Karabucak, Turkey. *Düzce Üniveristesi, Ormancılık Dergisi*, 9(1), 71–76.
- Bal, B. C., Bektaş İ., ve Kaymakçı, A. (2012), Toros sedirinde genç odun ve olgun odunun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri, *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(2), 17–27.
- Bal, B.C., ve Bektaş, İ, (2018), Kayın ve kavak odunlarında fiziksel özelliklerle yoğunluk ilişkisinin belirlenmesi, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 1-10.
- Bao, F. C., Jiang, Z. H., Jiang, X. M., Lu, X. X., Luo, X. Q., and Zhang, S. Y. (2001), Differences in wood properties between juvenile wood and mature wood in 10 species grown in China, *Wood Science and Technology*, 35(4), 363–375.
- Bektaş, İ. (1997), Kızılcım odununun teknolojik özellikleri ve yörelere göre değişimi, İÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Bektaş, İ., ve Güler, C. (2001), Andırın yöresi doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odununun bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi, *Turk J Agric For*, 25(4), 209–215.
- Bektaş, İ., Güler, C., and Baştürk, M. A. (2002), Principal mechanical properties of eastern beech wood (*Fagus orientalis* L.) naturally grown in Andırın northeastern mediterranean region of Turkey, *Turk J Agric For*, 26(2002), 147–154.

- Bozkurt, Y., ve Erdin, N. (1995), Yoğunluk ile mekanik özellikler arasındaki ilişkiler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 45(2), 11-34.
- Bozkurt, Y., ve Erdin, N. (1997), Ağaç teknolojisi, İstanbul Üniversitesi, *Orman Fakültesi Yayınları*, No 445, İstanbul,1997.
- Bozkurt, Y., ve Göker, Y. (1996), Fiziksel ve mekanik ağaç teknolojisi, Yılmaz Bozkurt, Yener Göker İÜ, *Orman Fakültesi Yayınları*, No:3944, İstanbul.
- Calvo, CF, Cotrina, A.D., Cuffré, A.G., Piter, J. C., Stefani P. M., Torrán, E.A., (2006),Radial and axial variation of swelling, anisotropy and density, in Argentinean *Eucalyptus Grandis*, *Maderas Ciencia y tecnologia* 8(3), 159-168.
- Çetin, N. S., Birinci, E., ve Özmen, N. (2010), Doğu ladini (*Picea orientalis*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris*) öz ve diri odunlarının kahverengi (*Comiophora puteana*) ve beyaz (*trametes versicolor*) çürüklük mantarlarına karşı dayanımının araştırılması. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongres,20-22 Mayıs 2010, Cilt: IV Sayfa: 1639-1648.
- Doğu, A.D. (2000), Batı karadeniz bölgesinde yetişen adi ceviz (*Juglans regia* L.), odununun bazı anatomik ve fiziksel özellikleri, İÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- İstek, A, Gülsoy, S. K., ve Eroğlu, H. (2010), karaçam öz odunu ve diri odunu lifsel özelliklerinin karşılaştırılması, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi,20-22 Mayıs 2010, Cilt: V, Sayfa: 1916-1924.
- Kiaei, M., (2011),Anatomical, physical, and mechanical properties of eldar pine (*Pinus eldarica*) grown in the Kelardasht region, *Turk J Agric For.* 35 (2011), 31-42.
- Kord, B., Kialashaki A., and Kord B. (2010), The within-tree variation in wood density and shrinkage and their relationship in *Populus euramericana*, *Turk J Agric For*, 34, 1-6.
- Kollmann, F., and Cote, W. A. (1968), Principles of wood science and technology, Springer Verlag.
- Malkoçoğlu, A. (1994), Doğu kayını (*Fagus Orientalis* L.) odununun teknolojik özellikleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Örs, Y., ve Keskin, H. (2001), Ağaç malzeme bilgisi, Gazi üniversitesi ders kitabı, S:77, Ankara.
- Pliura, A., Yu, Q., Zhang, S. Y., and Mackay, J. (2005), Variation in wood density and shrinkage and their relationship to growth of selected young poplar hybrid crooes. *Agricultural and Environmental Database*, 51(5), 472.
- TS 2470, (1976),Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için numune alma metotları ve genel özellikler,TSE, Ankara.
- TS 2471, (1976), Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini, TSE, Ankara.
- TS 2472, (1976), Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2474, (1976), Odunun statik eğilme dayanımının tayini, TSE, Ankara.
- TS 2477, (1976), Odunun çarpmada eğilme dayanımının tayini, TSE, Ankara.
- TS 2478, (1976), Odunun statik eğilmede elastiklik modülünün tayini, TSE, Ankara.
- TS 2595, (1977), Odunun liflere paralel doğrultuda basınç dayanımının tayini, TSE, Ankara.



Ahşap ve mimarlık eğitimi: İstanbul örneği

Gül Yücel

Öz

Çalışma, ahşabın mimarlık lisans eğitimindeki yerinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Mimarlık meslek eğitimi ahşabın tasarım ve koruma ile bütünleştirilmesinde temel oluşturmaktadır. İstanbul, ahşap mimarlık mirası ve mimarlık eğitiminde okul ve kontenjan açısından merkez konumdadır. Araştırma İstanbul'da bulunan üniversitelerin mimarlık bölümleri lisans düzeyi sınırlılığında gerçekleştirilmiştir. Ahşapla ilgili bağımsız ders araştırmasında; ders kategorisi, bulunduğu yarıyıl, kredisi, ders süresi, uygulama, teorik ve laboratuvar bilgisi ve ders içeriği incelenmiştir. Ders içeriğinde yapı malzemesi ahşap ve ana maddesi ağaçların yapısal özellikleri, ahşabın yapıda kullanım alanları, ahşap mimari miras, taşıyıcı sistem, standart ve yönetmelikler dikkate alınmıştır. Mimarlık müfredatında ahşap, seçmeli grupta ve teorik ders olarak yer bulmaktadır. Ahşap konulu ders içerikleri ahşabın ve ana kaynağı ağacın özelliklerine odaklıdır. Yapılan araştırma sonuçları, mimarlık eğitiminde ahşap ve ahşap yapıların daha fazla yer almasına ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Ahşap, ahşap mimarlık mirası, mimarlık eğitimi, İstanbul

Wood and architectural education: Istanbul case

Abstract

The study is carried out to examine the place of wooden material in architectural education at undergraduate level. The architectural vocational education is the bases for integration of wood with design and conservation. Istanbul is as the center of wooden architecture heritage and architecture education. Research is restricted with universities, located in Istanbul, including undergraduate level architectural education. In the independent course research on wooden; course category, semester, credit, course duration, application, theoretical and laboratory knowledge and course content are examined. In the content of the course investigation; the structural properties of wood, wooden building materials, usage areas of wood in the structure, wooden architectural heritage, carrier system, standards and regulations are taken into consideration. In the curriculum of the architecture, wood related courses are elective and theoretical courses. The content of courses is focused on wooden building material and the main source as trees. The study results show that information of wood and wood related issues are needed to be more involved in architectural education.

Keywords: Wooden material, wooden architectural heritage, architectural education, Istanbul

Makale tarihçesi: Geliş: 25.11.2018, Düzeltme: 16.12.2018, Kabul: 16.12.2018, Yayınlanma: 26.12.2018

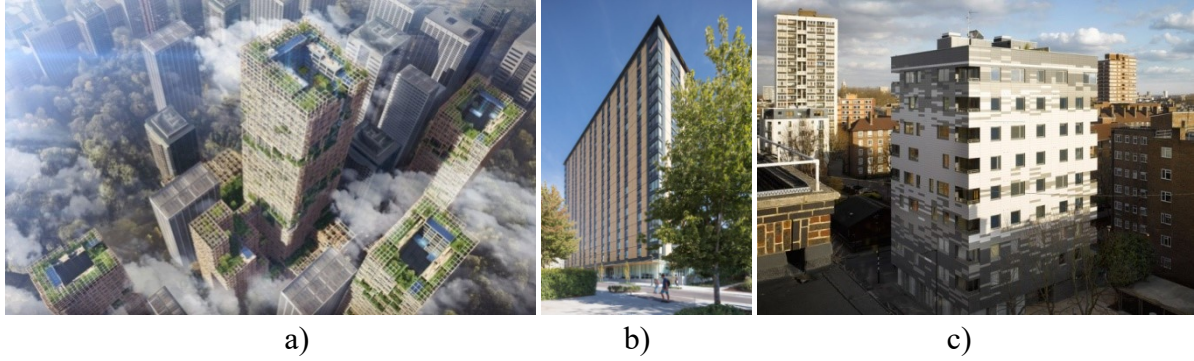
İstanbul Gelişim Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul/Türkiye

Sorumlu yazar: e-posta: gyucel@gelisim.edu.tr, orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3722-6479>

Atıf: Yücel, G., (2018), Ahşap ve mimarlık eğitimi: İstanbul örneği, Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 1(2), 62-77

1 Giriş

Ahşap, ilk barınaklardan gelişmiş tekniklerin uygulandığı günümüz yapılarına kadar yaygın olarak kullanılan doğal malzemedir. İşleme kolaylığı, ihtiyaca karşılık verebilir esnek yapısı ve doğal malzeme oluşu ahşabın yaygın olarak kullanımında etkindir. Teknolojik gelişmelerle birlikte ahşabın yapı malzemesi olarak özelliklerinin geliştirilmesi ve mimari tasarımda daha çok ön plana çıkmasını sağlamıştır. Güncel uygulama örnekleri 21. yüzyılda ahşabın yapı dünyasına yeni teknoloji ve yapısı daha da güçlendirilmiş olarak giriş yaptığını göstermektedir. 2018'in ilk aylarında Japonya'da bir ahşap firması 350 metre yüksekliğinde 70 katlı ahşap hibrid gökdeleni 2041 yılında inşa edeceğini duyurmuştur (Şekil 1-a). Ahşap hibrid taşıyıcı sistemli 18 katlı öğrenci yurdu ise (Brock Commons Tall Wood House) Kanada Vancouver'da 2017 yılında tamamlanarak kullanıma açılmıştır (Şekil 1-b). İngiltere Londra'da 2009'da ahşaptan inşa edilen 9 katlı konut/apartman (Murray Grove) ise gelişmiş teknoloji ile tasarlanarak uygulanmış ilk ahşap apartman örneği olarak gösterilmektedir (Şekil 1-c).

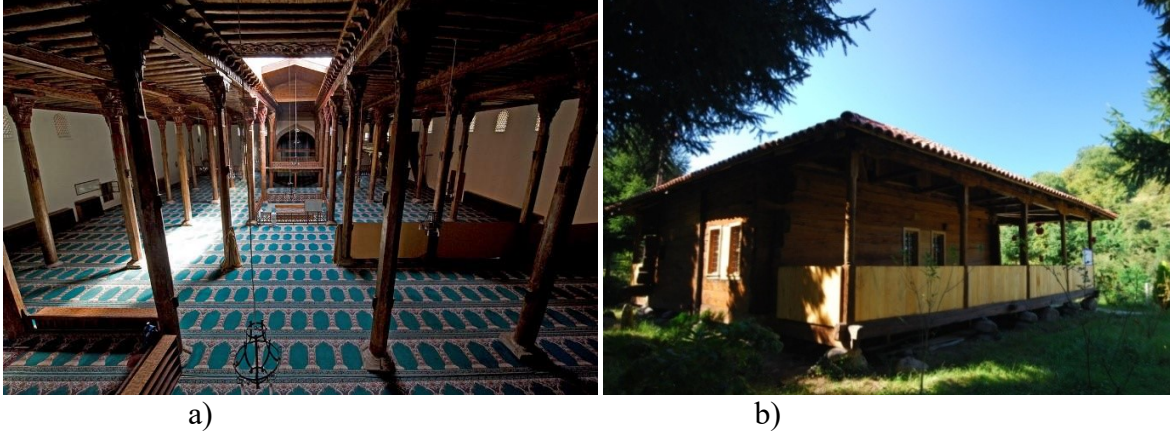


Şekil 1 Çok katlı ahşap yapı örnekleri a) Japonya'da 2041'de inşa edilecek 350 m yüksekliğinde hibrid gökdelen (Sumitomo Forestry, 2018), b) Yurt Binası, Kanada Vancouver (Brock Commons Tallwood House (Acton Ostry Architects, 2018), c) Ahşap apartman, Murray Grove, 2009, Hackney, Londra, (Waugh Thistleton Architects , 2018).

Türkiye'nin birçok bölgesinde ahşabın kullanımı ve uygulama teknikleri, yapı bütününden yapı bileşenlerine kadar çeşitlilik içermektedir. Aynı zamanda konut, köprü, cami gibi farklı fonksiyon üstlenmiş tipolojilerde ve farklı ahşap kullanım teknikleri ile de zengin bir ahşap mimari mirastan söz etmek mümkündür. Konya Beyşehir Eşrefoğlu Camii (1299), Samsun Göğçeli Cami, Kastamonu Kasaba Köyü Mahmut Bey Cami, Afyonkarahisar Ulucami, Ordu İkizce ilçesi Laleli Camii (1560-1600) ahşabın kullanıldığı, yüzlerce yılı aşan tarihiyle önemli birkaç örnek olarak gösterilebilir (Şekil 2).

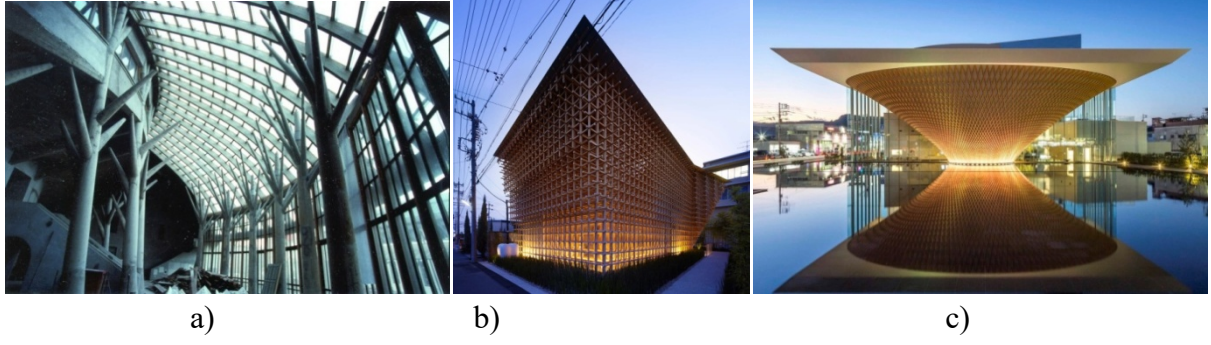
İstanbul'da, ahşap sivil mimarlık örnekleri açısından oldukça zengindir. İstanbul Boğaziçi'nde her iki kıyı boyunca sıralanmış yalılar ve gerisinde ahşap konutların yer aldığı yerleşimler, ahşap yapıların en seçkin örneklerini oluşturmaktadır. Köprülü Amcazade Hüseyin Paşa Yalısı (1699) 300 yılı aşan tarihiyle Boğaziçi Anadolu yakasının en eski yalıdır (Eldem, 1933; Tamer, 1947). İstanbul Büyükkada'da 20. yüzyılın başında Mimar Alexandre Vallauray tarafından otel olarak tasarlanmış ve yetimhane olarak kullanılmış olan ahşap yapı, dünyada döneminin ender örneklerden biri sayılmaktadır. Günay (2017)'a göre 20.Yüzyılın başında İstanbul'daki konutların %95'i ahşaptır. Günay (2017), ahşabın

kullanımında ülkelere göre farklılık oluşmasındaki nedenlerden iklim ve coğrafya gibi etkenlerin yanında en önemli nedenin yaşam biçimi ve gelenekler olduğunu belirtmektedir.



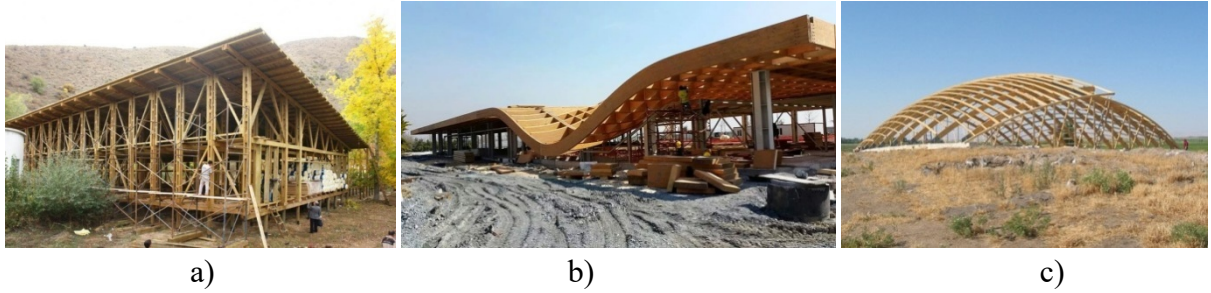
Şekil 2 Ahşap mimarlık mirası cami örnekleri a) Konya Beyşehir Eşrefoğlu Camii, 1299 (Türkiye Kültür Portalı, 2018), b) Ordu İkizce İlçesi Laleli Camii, 1560-1600 (Ordu Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2018)

20. yüzyıl ilk çeyreğinden itibaren İstanbul'u belgeleyen önemli sigorta haritalarından olan Pervititch Haritaları'ndan da görülebildiği gibi İstanbul'da tarihi yarımada ve Boğaziçi'nin önemli kısmında ahşap yapım sistemli yapı yoğunluğu oldukça yüksektir (Pervititch, 2000). Ancak diğer taraftan İstanbul'daki yangınlar ahşap yapılar için çok önemli bir tehdit oluşturmuş, mahallelerin yok olmasıyla sonuçlanmıştır (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2018). Kuban'ın (1973) 70'li yıllarda işaret ettiği ahşap konut mimarisinin korunması sorunu, günümüzde azalmış ancak yine de korunabilecek yerleşim karakteristiği oluşturabilir düzeydeki ahşap mimarlık örnekler için de geçerli durumdadır (Kuban, 1973). Kuban'a göre ahşap sivil mimarlık örneklerinin korunmasında malzemenin yapısı, mülkiyet ve yeni sahip sorunu korumadaki önemli konulardır (Kuban, 1973). Mülkiyetin bölünmesi ve kullarındaki müdahaleler yapıda önemli etki oluşturmaktadır. Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi (International Council on Monuments and Sites, ICOMOS), Ahşap Mimari Mirasın Korunması İçin İlkeler Tüzüğü'nde, eğitim ve öğretim alt başlığında: "*ahşap mimarlığın tanınması, değerlerinin ve kültürel önemini anlaşılmasını sağlayan eğitim programları*" ile bu konuda bilinçlenmenin önemli bir parçası olduğu vurgulanmaktadır (ICOMOS, 2017). Bu çerçeveden bakıldığında ahşap mimari mirasın korunması ve aynı zamanda ahşap yapı malzemesinin mimarlık alanında kullanımında eğitimin önemli rol oynadığını söylemek mümkündür. Ahşap konusundaki eğitim malzeme, el sanatları, ustalık ve yapı alanındaki ekonomik değerinin devamlılığında da önemlidir. Mimarlık alanıyla bağlantılı olarak restorasyon alanındaki koruma odaklı eğitim ve çalışmalar için önemli olmakla beraber yeni tasarım çalışmalarında da ahşabın kullanımı gittikçe artmaktadır. Bu süreçte ahşap malzemenin mimarideki yeri ve kullanımındaki zenginliğin geleceğe aktarımında mimarlık ve ilgili eğitimlerin önemli görev üstlendiğini söylemek mümkündür (UAB, 2014).



Şekil 3 Ahşabın kullanıldığı çağdaş mimarlık örnekleri a) 1995 Piliscsaba, Stefaneum, mimar Makovecz İmre (URL-1), b) GC Prostho Museum Research Center, Tokyo, mimar Kengo Kuma (URL-2), c) Mt.Fuji World Heritage Centre, 2017, mimar Shigeru Ban (URL-3)

Ahşap yapı malzemesi ile bütünleştirilmiş yapı tasarım örneklerine son yıllarda daha çok rastlanabilmektedir (Şekil 3). Ahşap kullanımını ön plana çıkaran yapı örneklerinin ahşabın görünürlüğünü arttırdığı söylenebilir. Türkiye’de zengin geleneksel ahşap mimari ile birlikte, yeni ahşap tasarım örnekleri farklı işlevlerde uygulamada yer bulmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4 Ahşabın kullanıldığı çağdaş mimarlık örnekleri, Türkiye a) Gümüşhane Kültür Merkezi, 2008, mimar Nevzat Sayın (URL-4), b) İstanbul Büyükşehir Belediyesi İBB Avcılar Kültür Merkezi, 2017 (URL-5), c) Çatalhöyük Koruganı 2007, mimar Sinan Omacan (URL-6)

Ahşap, özellikle 1999 Marmara depreminden sonra deprem karşısındaki performansı nedeniyle yeniden gündeme gelmiş, konut, eğitim yapısı benzeri kullanım tercihinde artış gözlenmiştir. Deprem bölgeleri için taşınabilir okul yapıları tasarım ve uygulaması buna örneklerden biri gösterilebilir (ARKİV, 2018; Oran Mimarlık, 2018).

Ahşabın yapı malzemesi olarak özelliklerindeki gelişim, tasarımla bütünleştirilmesinde etkili olmuştur. Yapısal ahşap malzeme (Engineered Wood Products, EWP) grubunda olan Çapraz Tabakalı Ahşap (CLT) ve Tutkallı Tabakalı Ahşap (Glulam) sistemler, taşıyıcı sistemde geniş olanaklar sağlamaktadır. Ahşabın elde edilmesi, üretimi, kullanımını ve geri dönüşümüne kadar birçok aşamada sürdürülebilir özellikte olması, yapıda kullanımında ön plana çıkmasında etkili olduğu düşünülebilir.

Türkiye’de ahşap yapılar konusunda TS 647, “Ahşap Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları” standardı geçerlidir. Ahşap yapılar konusunda 2019’da yürürlüğe girecek “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği”ne “*deprem etkisi altında ahşap bina taşıyıcı sistemlerin tasarımı için özel kurallar*” kısmı eklenmiştir. Yönetmelikte ahşap ile ilgili konuların yer alması yeni

yapılan ahşap yapılar açısından önemlidir. Eurocode 5 ise ahşap yapılar için yapım standartlarını belirleyen Avrupa standardı olmakla birlikte ülkemiz için de esas alınmaktadır.

Ahşap mimari mirasın başta Boğaziçi'nde olmak üzere birçok semtinde örneğinin yer aldığı İstanbul, mimarlık eğitimi ve ahşap kültürünü birleştirebileceği olanağı barındırmaktadır. Temel sorun ahşap mimari miras açısından zenginliğin, günümüze ve günümüz mimarisine nasıl yansıdığıdır. Yeni teknoloji ile geliştirilmiş ahşap malzemenin mimari uygulamalardaki kullanımı artmakla birlikte, ahşap ve ahşap mimari kültürün geçmiş ve bugün bağlantısının daha güçlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bütün bunlarla birlikte mimarlık eğitim programlarında ahşaba daha çok yer verilmesi, tasarım ve yapı malzemesi bütünlüğünün ahşap açısından daha derinlikli çalışılmasını sağlayabilir. Geleneksel yapı üretimindeki yerini bölgesel olanaklar çerçevesinde bulan ahşap, günümüz teknolojisiyle daha da güçlendirilmiş yapısı ile birlikte tasarımda daha fazla olanaklar sağlayabilmektedir.

Ahşap, mimarlık eğitimi boyunca yapı malzemesinden, taşıyıcı sistem tasarımına kadar derslerin içinde kısmen yer almaktadır. Ahşap malzeme ve/veya ahşap yapı özelinde bağımsız dersin bulunması, ahşap malzeme ve tasarım konusuna dikkatin daha çok çekilmesini sağlayabilir. Ulusal Ahşap Birliği'nin (UAB) raporunda (2014) yer aldığı gibi sadece mimarlık değil, inşaat mühendisliği eğitimi içinde daha çok yer alması önemlidir (Akça ve ark., 2018). Eğitim programlarında daha fazla yer alabilmesi, ahşap mimari mirasın korunmasına ilişkin çalışmalar ve yapı malzemesi olarak ahşabın tasarımda en uygun şekilde yer bulmasında olumlu etki edebileceği düşünülmektedir.

Ahşap, mimarlık eğitiminde özel bir program çerçevesinde dünyada birçok mimarlık okulunda yer bulmaktadır. Münih Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Mimari Tasarım içinde "Ahşap Konstrüksiyon ve Mimari Tasarım" kürsüsünde ahşap ve tasarımla ilişkili lisans seviyesinde eğitim programı bulunmaktadır (TUM, 2018). Almanya'da Rosenheim Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Teknoloji Çalışmaları, ahşap, enerji ve yapım ana başlığında lisans seviyesinde ahşap binalar ve yapım, ahşap teknolojisi alanlarında bir dönemi uygulamalı olmak üzere yedi sömestreden oluşan mühendislik lisans eğitimi verilmektedir (Rosenheim University of Applied Sciences, 2018). Ahşap binalar ve yapım programında ders planı ahşap konstrüksiyon, statik, planlama ve üretim mühendisliği, yapı fiziği, yapı kimyası, malzeme bilimi, yapı teknolojisi, operasyon yönetimi ve planlama, şantiye yönetimi ve yapı kanun ve yönetmelikleri kapsamında şekillenmektedir. İsviçre Bern Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Mimarlık, Ahşap ve İnşaat Mühendisliği altında Ahşap Mühendisliği alanında lisans ve yüksek lisans seviyesinde eğitim verilmektedir (Bern University of Applied Science, 2018). Lisans seviyesindeki eğitim şartları arasında ahşap sektöründe tamamlanmış mesleki eğitim ile meslek lisesi, ahşap sektöründe stajın tamamlandığı yüksek ortaokul veya ahşapla ilgili yüksek teknik okul mezunu olma bulunmaktadır. Bölümden mezuniyet dokuz ay süreli uygulamalı eğitim ve altı sömestr farklı konuların işlendiği derslerin tamamlanmasından (180'i derslerden olmak üzere toplam 210 Avrupa Kredi Transfer Sistemi, AKTS) oluşmaktadır. İlk yılda teknik bilgi, yasal ve ekonomik çerçeve ve malzeme bilgileri ile tanımlanmış dersleri takiben ikinci yıl için ahşap strüktür ve teknoloji veya süreç ve üretim

yönetimi olarak iki ana daldan birinde eğitim derinleştirilmektedir. Üçüncü yıl ise yapım yönetimi, iç mimari yapımı, bina dış kabuğu, ahşap konut konstrüksiyonu ve ahşap yapım ve mühendislik alt dallarında ayrıntılı eğitim söz konusu olmaktadır. Genel olarak bakıldığında eğitimin ahşabın mühendislikle birleşen kısmıyla, strüktür, üretim ve üretim yönetimi ağırlıklı olduğunu söylemek mümkündür. Aalto Üniversitesi Sanat, Tasarım ve Mimarlık Okulu, Mimarlık Bölümünde Ahşap ve Ahşap Mimariyle ilgili bir yıllık yoğun programda ise ahşabın ekolojik, teknik ve mimari özellikleri araştırılmaktadır. Ahşap konusundaki eğitim, ağaçtan başlayarak deneysel bir yapı ile biten aşamaları içermektedir. Bir yılın sonunda yüksek lisans programına da aktarılabilir kredi (toplam 60 AKTS) ile sertifika sağlanmaktadır. Program, mimarlık alanında lisans derecesine sahip olan veya mühendislik, peyzaj mimarlığı veya iç mimari gibi ilgili alanlarda çalışan adaylara yöneliktir. Eşdeğer mesleki deneyime ve / veya üç yıl deneyime sahip olanlar da programa kayıt için çalışmalarını ile birlikte değerlendirilebilmektedir (Aalto University, 2018). Söz konusu bir yıllık program ahşap konusunda uzmanlaşmayı hedefleyen, başvuru için ilgili alan deneyimi istenen lisans sonrası yüksek lisansa aktarılabilir kredili gruptadır.

Türkiye’de ahşap ve ahşap yapı sistemleri, lisans eğitimi öncesi lise seviyesinde de meslek eğitim programlarında yer almaktadır. Beş tanesi İstanbul’da olmak üzere Türkiye’nin birçok ilinde olmak üzere 38 Meslek ve Teknik Anadolu Lisesi’nde “İnşaat Teknolojisi” alanında “Ahşap Yapım Sistemleri” dalında lise seviyesinde eğitim bulunmaktadır (MEB, 2018). Devamında üniversitelerin teknoloji fakülteleri, ilgili bölümlerinde de eğitimi sürdürme olanağı bulunmaktadır. Buna yönelik hâlihazırda iki program bulunmaktadır. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi ve Ankara Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümleri’nde ağırlıklı olarak malzeme yapısı, işleme, üretim ve mobilya tasarım ve üretimi kapsamında lisans seviyesinde eğitim verilmektedir. Geleneksel ve günümüz ahşap yapı ve yapım sistemlerine ilişkin seçmeli derslerle bölüm ders programı tamamlanmaktadır. Lisans eğitimi dışında ahşapı konu alan İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) Koruma Uygulama ve Denetim Müdürlüğü (KUDEB) tarafından düzenlenen "Geleneksel Ahşap Yapılarda Koruma ve Onarım Eğitim Programı" ise Restorasyon Meslek Yüksekokulu Mimari Restorasyon Bölümü mezunlarının katılabileceği dört aylık kurs programı bulunmaktadır.

Mimarlık eğitiminde ahşap, kültür varlıkları koruma kapsamında ahşap mimarlık mirası, yapı malzemesi bilgisi ve kısmen tasarım atölyelerinde tasarımın bir parçası olarak yer almaktadır. Ahşabın özellikleri, üretim süreci ve kullanımı dolayısıyla birçok alanla teması da beraberinde getirmektedir. Mimarlık eğitiminin temel eksenini oluşturan tasarım atölyelerinde, farklı bina programlarının geliştirilmesi sürecinde strüktürden yapı dış kabuğuna birçok bileşende uygun yapı malzemesi seçimi, paralelindeki ilgili birçok dersle desteklenmektedir. Bu nedenle yapı fiziksel çevreyle ilişkili olarak tasarım alanında ahşap yapı malzemesinin ve ahşabın ne şekilde yer bulduğunun mimarlık lisans eğitiminden izlenebileceğini söylemek mümkündür. Bu kapsamda çalışmada mimarlık eğitiminde ahşap ve ahşap yapılar konusunda bağımsız ders araştırması yapılmıştır. Mimarlık bölümleri lisans seviyesinde yapılan söz konusu araştırmada mevcut durum, ahşabın mimarlık eğitiminde yer alma biçiminin değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2 Materyal ve Metot

2.1 Materyal

Çalışmada, İstanbul adresli üniversiteler sınırlılığında, ahşap ve ahşap yapılar konusunda bağımsız olarak hazırlanmış ders araştırması kapsamında mimarlık bölümleri müfredat incelemesi gerçekleştirilmiştir. Üniversitelerin kontenjan bilgileri için 01 Ağustos 2018 tarihli ÖSYM kontenjan dokümanındaki bilgiler esas alınmıştır (ÖSYM, 2018). Mimarlık Bölümü ders içerik araştırması ise üniversitelerin resmi internet sayfalarından bilgi alınmak suretiyle, Ağustos 2018 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

2.2 Metot

Çalışmada mimarlık Türkiye genelinde ve İstanbul özelinde güncel mimarlık okul sayı ve kontenjanları incelenmiştir (ÖSYM, 2018). İstanbul'daki mimarlık okulları müfredatında bulunan ahşap dersler ayrıntılı ele alınmıştır. Müfredat incelemesi, İstanbul'da kurulu üniversitelerin resmi internet sitelerinden gerçekleştirilmiştir. Araştırmada temel soru, zengin ahşap mimarlık mirası barındıran Türkiye'de mimarlık eğitiminde ahşap yeterince yer buluyor mu? Eğer yer buluyor ise hangi konular kapsamında ağırlıklı yer almaktadır? İstanbul hem ahşap mimari hem de mimarlık eğitimi açısından önemli bir merkezdir. Bu sorulara yanıt İstanbul merkezli okullar çerçevesinde aranmaya çalışılmıştır.

Mimarlık bölümü lisans düzeyinde ders içerik araştırmasında ahşap konusunda bağımsız ders varlığı araştırması; bulunduğu yarıyıl, ders kategorisi (seçmeli/zorunlu) yerel kredisi, Avrupa Kredi Transfer Sistemi (AKTS), ders süresi, uygulama, teorik ve laboratuvar bilgisi ve ders içeriği incelenmiştir. Derslerin içerik incelemesinde, İstanbul'da ve mimarlık bölümü bulunan 34 üniversite içinde bir üniversitenin (Şehir Üniversitesi) ders planına ulaşamamıştır. İstanbul adresli on bir mimarlık bölümü ders planında yer alan ahşap konulu ders örnekleri ayrıntılı incelenmiştir. Ders içerik incelemesinde ders kapsamında ele alınan konular, yapı malzemesi ahşap ve ana maddesi ağaçların yapısal özellikleri, ahşabın yapıda kullanım alanları, ahşap mimari miras, taşıyıcı sistem, standart ve yönetmelikler şeklinde gruplandırılmıştır.

3 Bulgular ve Tartışma

3.1 Üniversiteler ve mimarlık bölümleri

Türkiye'de özel üniversitelerle birlikte toplam 206 üniversite bulunmaktadır (YÖK, 2018). Bu sayı diğer ülkelerdekilerle birlikte (Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, Azerbaycan, Kazakistan, Kırgızistan, Makedonya, Bosna-Hersek, Moldova) toplam 215'e ulaşmaktadır (ÖSYM, 2018). Söz konusu üniversitelerin yaklaşık yarısında, toplam 108 üniversitede (51'i devlet üniversitesinde) mimarlık eğitimi verilmektedir (ÖSYM, 2018). Türkiye genelinde 2018-2019 öğretim dönemi için Mimarlık Programına (Türkçe ve İngilizce) yaklaşık dokuz bin (Okul birincisi kontenjanı da dâhil olmak üzere kontenjan toplamı 8786) kontenjan ayrılmıştır. İstanbul'da yer alan üniversitelerin içinde mimarlık bölüm sayısı ise dördü devlet üniversitesi olmak üzere toplam 34'tür. Türkiye genelindeki mimarlık bölümü kontenjanının yüzde 39'u (3402 kontenjan) İstanbul'dadır. İstanbul, bölüm sayısı ve ayrılan kontenjan açısından mimarlık eğitiminde önemli konumdadır. Türkiye genelinde üniversitelerden

38’inde mimarlık için İngilizce dilinde eğitim olanağı bulunmaktadır. Bunlardan 18’i İstanbul’dadır. Genel olarak bakıldığında üniversite sayısı, kontenjan ve öğretim üyesi açısından İstanbul’un mimarlık eğitiminde önemli bir merkez olduğunu söylemek mümkündür.

3.2 İstanbul’da bulunan Mimarlık Bölümleri ve Bağımsız Ahşap Dersleri

Üniversitelerin mimarlık bölümü ders planlarında lisans düzeyinde yer alan ahşap ile ilgili bağımsız derslerin içerikleri üniversitelerin resmi internet sitelerinden ulaşılmıştır. Araştırmada İstanbul’da mimarlık bölümü bulunan 34 üniversite içinde 11 mimarlık bölümünde ahşap ile ilgili bağımsız dersin ders planında yer aldığı görülmüştür. İçeriklerin değerlendirilmesinde yapı malzemesi ahşap ve ana maddesi ağaçların yapısal özellikleri, ahşabın yapıda kullanım alanları, ahşap mimari miras, taşıyıcı sistem, standart ve yönetmelikler, tasarım ve uygulama ana başlıkları dikkate alınmıştır. Ahşap derslerine ilişkin ayrıntılar üniversite ölçeğinde Çizelge 1-11’de gösterilmiştir. Çizelgedeki bilgiler ders kataloglarından olduğu gibi aktarılmıştır.

Çizelge 1. Doğu Üniversitesi Mimarlık Bölümü, “Ahşap Yapılar” dersi (Doğu Üniversitesi, 2018)

Üniversite Adı	Ders Kodu	Ders Adı	Teori	Uygulama	Kredi	AKTS	Yarıyıl	Ders Türü
Doğu Üniversitesi	MİMA235	Ahşap Yapılar	3	0	3	5	4, 5, 6,8	Bölüm Seçmeli
Ders İçeriği	Ağaç malzeme, yıllardır konstrüksiyon malzemesi olarak kullanılması ve tüm yapılar içinde en iyi çevresel ve yenilenebilir malzeme olması, yapıdaki kullanım yeri ile ağaç malzeme ilişkisi, ağaç malzeme ile ilgili bazı önemli özellikler, ağaç malzemenin korunması, kurutma, buharlama, emprenye ve yüzey işlemleri, ahşap kökenli yapı elemanları ve malzemeler, yapılarda kullanım yönünden ağaç malzemenin fiziksel, mekanik ve teknolojik özelliklerinin irdelenmesi, ahşabın yapıda kullanım olanakları, ahşap yapı sistemleri, yığma, karkas, lamine sistemler.							

Doğu Üniversitesi Mimarlık Bölüm müfredatında yer alan “Ahşap Yapılar” dersi 4. yarıyıldan itibaren seçilebilen, üç saatlik teorik olarak kurgulanmış bölüm seçmeli ders grubundadır (Çizelge 1). Ders içeriğini ahşabın malzeme özellikleri, koruma, işleme teknikleri, yapıda kullanım olanakları, yapı sistemleri oluşturmaktadır. Ders içeriğinden, yapı malzemesi olarak ahşabın özelliklerine odaklandığı ve bu kapsamda yapıda kullanım alanlarının irdelendiği söylenebilir.

Çizelge 2. Fatih Sultan Mehmet Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, “Mimaride Ahşap Kullanımı” dersi (Fatih Sultan Mehmet Üniversitesi, 2018)

Üniversite Adı	Ders Kodu	Ders Adı	Teori	Uygulama	Kredi	AKTS	Yarıyıl	Ders Türü
Fatih Sultan Mehmet Üniversitesi	MİM014	Mimaride Ahşap Kullanımı	2	0		4	3,4	Seçmeli
Ders İçeriği	Ahşabın Nitelikleri/ Ahşap Yapı Ürünleri/ Türkiye’ de Geleneksel Ahşap Yapı Üretimi, Taşıyıcı Sistem Sınıflandırması, Yöresel Yapım Yöntemleri/ Dünya’ da Ahşap Yapı Üretimi, Yapım Yöntemleri/ Türkiye’ de Günümüzde Ahşap Yapı Üretimi.							

Fatih Sultan Mehmet Üniversitesi, Mimarlık Bölümü'nde "Mimaride Ahşap Kullanımı" adıyla seçmeli ders kapsamında yer alan ders iki saatlik teorik temelli ve ikinci sınıfta alınabilmektedir (Çizelge 2). Ders içeriğinde, ahşap birleşimi, ilgili standart ve yönetmelikler dışında taşıyıcı sistemden Dünya'da ahşap yapı üretimine kadar birçok konunun yer aldığı gözlenmiştir.

Çizelge 3. Haliç Üniversitesi Mimarlık Bölümü, Ahşap Strüktürlerin Tasarım İlkeleri dersi (Haliç Üniversitesi, 2018)

Üniversite Adı	Ders Kodu	Ders Adı	Teori	Uygulama	Kredi	AKTS	Yarıyıl	Ders Türü
Haliç Üniversitesi	MİM264	Ahşap Strüktürlerin Tasarım İlkeleri	2	0	4	4	4	Alan Seçmeli
Ders İçeriği	Ahşap malzemenin tanıtılması, Ahşabın yapıda kullanılması, Ahşap birleşim araçları, Ahşap yapılarda bağlantılar, Ahşap yapılarda taşıyıcı sistemlerin incelenmesi, ahşap yığma sistemler ve örnekleri, Ahşap karkas (iskelet) sistemler ve ahşap karkas sistemlerde taşıyıcı sistem elemanları, Tutkallı tabakalı ahşap elemanlarla oluşturulan sistemler (lamine ahşap sistemler) ve örnekleri, Ahşap panel sistemler ve örnekleri; Ahşap yapılara ilişkin Türkiye'de mevcut kanun, yönetmelik ve standartlar, Literatürde yer alan ahşap yapı örneklerinin incelenmesi.							

Haliç Üniversitesi Mimarlık Bölümü ders planında alan seçmeli olarak tanımlanan ve iki saatlik teorik ders ikinci sınıfta alınabilmektedir (Çizelge 3). "Ahşap Strüktürlerin Tasarım İlkeleri" adlı ders, ahşabın malzeme olarak özellikleriyle birlikte ahşabın taşıyıcı sistemde bulunuşu ve ayrıntılarına odaklanmaktadır. Ders içeriğinde, ahşap yapılara ilişkin Türkiye'deki mevzuatın yer aldığı gözlenmiştir. Ağırlıklı taşıyıcı sistem konularının yer aldığı ders, yapısal ahşap ürünleri bilgisini de içermektedir.

Çizelge 4. İstanbul Gelişim Üniversitesi Mimarlık Bölümü, "Ahşap Yapılar" dersi (İstanbul Gelişim Üniversitesi, 2018)

Üniversite Adı	Ders Kodu	Ders Adı	Teori	Uygulama	Kredi	AKTS	Yarıyıl	Ders Türü
İstanbul Gelişim Üniversitesi	TSD446	Ahşap Yapılar	2	0	2	5	8	Seçmeli Ders
Ders İçeriği	Ahşap özellikleri, geleneksel ahşap yapılar, endüstriyel ahşap yapı ürünleri. Modern ahşap yapılar: hafif ahşap sistemler, tutkallı tabakalı masif ahşap sistemler, çapraz tabakalı lamine masif ahşap sistemler. Bileşim elemanları. Kullanım alanları: mobilya, kaplama, kalıp sistemleri. Yönetmelik ve standartlar *Araştırma tarihinde seçmeli ders olarak görünen ders, yenilenerek 2018-2019 Öğretim Yılı Ders planında zorunlu ders olarak görünmektedir.							

İstanbul Gelişim Üniversitesi Mimarlık Bölümü ders planında "Ahşap Yapılar" dersi sekizinci yarıyılıda seçmeli ders kapsamındadır. Söz konusu ders 2018-2019 Öğretim Yılı Ders planında üçüncü sınıf altıncı yarıyılıda MİM328 ders kodu ile "Ahşap Yapılar" olarak zorunlu ders kapsamına alınmıştır. Değişiklik inceleme tarihinden sonra söz konusudur. Bu nedenle seçmeli ders içeriği incelenmiştir. Söz konusu ders iki saatlik teorik kapsamda olup, içeriğini ahşap malzeme özellikleriyle birlikte geleneksel ahşap yapılar, endüstriyel ahşap

yapı ürünleri, ahşap yapım sistemleri, ahşabın kullanım alanları, birleşim elemanları ve ilgili mevzuat oluşturmaktadır.

Çizelge 5. İstanbul Kültür Üniversitesi Mimarlık Bölümü, “Ahşap Yapım Sistemleri” dersi (İstanbul Kültür Üniversitesi, 2018)

Üniversite Adı	Ders Kodu	Ders Adı	Teori	Uygulama	Kredi	AKTS	Yarıyıl	Ders Türü
İstanbul Kültür Üniversitesi	MIM0209	Ahşap Yapım Sistemleri	3	0	-	4	3,4,5,6,7,8	Seçmeli
Ders İçeriği	Ahşap malzemenin tanıtılması, Ahşabın yapıda kullanılması, Ahşap birleşim araçları, Ahşap yapılarda bağlantılar, Ahşap yapılarda taşıyıcı sistemlerin incelenmesi, ahşap yığma sistemler ve örnekleri, Ahşap karkas (iskelet) sistemler ve ahşap karkas sistemlerde taşıyıcı sistem elemanları, Ahşap karkas (iskelet) sistemler ve ahşap karkas sistemlerde taşıyıcı sistem elemanları, Tutkallı tabakalı ahşap elemanlarla oluşturulan sistemler (lamine ahşap sistemler) ve örnekleri, Ahşap panel sistemler ve örnekleri; Ahşap yapılara ilişkin Türkiye’de mevcut kanun, yönetmelik ve standartlar, Literatürde yer alan ahşap yapı örneklerinin incelenmesi.							

İstanbul Kültür Üniversitesi Mimarlık Bölümü ders planında yer alan “Ahşap Yapım Sistemleri” dersi ikinci sınıftan itibaren alınabilir seçmeli ders olarak düzenlenmiştir (Çizelge 5). Üç saatlik teorik ders olarak kurgulanan ders içeriğini, ahşap malzeme özellikleri, taşıyıcı sistem yapısı, yapısal ahşap ürünler, mevcut mevzuat bilgisi ve mevcut ahşap yapı örneklerinin incelenmesi oluşturmaktadır.

Medipol Üniversitesi Mimarlık Bölümü ders planında yer alan “Ahşap Yapı Uygulamaları” adlı ders diğer üniversitelerden farklı olarak bir saat teorik ve iki saat uygulamadan oluşmaktadır. Programa bağlı seçmeli ders sınıfındadır. İkinci sınıfta alınabilmektedir (Çizelge 6). Ders Ahşap malzeme özellikleri, işleme ve koruma, ağaç çeşitleri, geleneksel mimaride ahşap yapı elemanları, taşıyıcı sistem, yapıda kullanım alanlarına odaklanmaktadır.

Çizelge 6. Medipol Üniversitesi Mimarlık Bölümü, “Ahşap Yapı Uygulamaları” dersi (Medipol Üniversitesi, 2018)

Üniversite Adı	Ders Kodu	Ders Adı	Teori	Uygulama	Kredi	AKTS	Yarıyıl	Ders Türü
Medipol Üniversitesi	MIM214839	Ahşap Yapı Uygulamaları	1	2	2	3	3	Programa Bağlı Seçmeli
Ders İçeriği	Ahşap Malzemenin tanımı. Ahşap-Su ilişkisi, kurutma, korunması. Ağaç çeşitleri (iğne ve Geniş yapraklı). Geleneksel Mimaride Ahşap Yapı elemanları. Taşıyıcı sistem elemanları. Ahşap Karkas. Tavanlar ve Döşemeler. Duvarlar. Çatı Elemanları. Ahşap Kapılar,Ahşap Pencereler,Ahşap Merdivenler,Ahşap Birleştirmeler.							

Sabahattin Zaim Üniversitesi Mimarlık Bölümü ders planında yer alan “Ahşap ve Çelik Yapılar” adlı derste altıncı yarıyıldan itibaren çelik malzeme ile birlikte ahşap malzeme ile taşıyıcı sistem tasarımı ele alınmaktadır (Çizelge 7). Taşıyıcı sistem elemanlarının tasarımına yönelik konular ağırlıklı olduğu gözlenmiştir. İkinci diğer bağımsız ders içeriğinde ise ahşap

malzeme özellikleri ile birlikte proje ve model çalışması da yer almaktadır. Her iki ders aynı şekilde iki saatlik teorik olarak düzenlenmiştir. Üçüncü sınıfta birbirini takip eden iki ders öncelikle taşıyıcı sistem çözümü ve diğer derste ise geleneksel ahşap yapılardan yapısal ahşap ürünleri yer almaktadır. Ahşap yapı malzemesinin taşıyıcı sistemde yer bulması ve farklı bir yapı malzemesi çelik ile birlikte değerlendirilmesi bakımından diğer okullarda bulunan ahşap konulu derslerden ayrılmaktadır.

Çizelge 7. Sabahattin Zaim Üniversitesi Mimarlık Bölümü, “Ahşap ve Çelik Yapılar” ve “Ahşap Yapılar” dersleri (İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, 2018)

Üniversite Adı	Ders Kodu	Ders Adı	Teori	Uygulama	Kredi	AKTS	Yarıyıl	Ders Türü
Sabahattin Zaim Üniversitesi	MIM 336	Ahşap ve Çelik Yapılar	2	0	2	3	6	Bölüm Seçmeli
Ders İçeriği	Ahşap ve Çelik yapı tasarımı ve malzeme özellikleri anlatılır. Ahşabın sınıflandırılması ve mekanik özellikleri. Ahşap yapı elemanlarının tasarımında kullanılan yönetmelikler. Ahşap yapı elemanlarının birleşimlerinin tasarımı. Çekmeye çalışan ahşap yapı elemanlarının tasarımı. Basınca çalışan ahşap yapı elemanlarının tasarımı. Ahşap kafes kirişlerin tasarımı. Eğilmeye çalışan ahşap yapı elemanlarının tasarımı. Çok katlı yapılarda birleşimler. Çok katlı çelik yapılarda döşeme sistemleri. Çok katlı yapılarda yangın problemi. Çok katlı yapılarda uygulama örnekleri tartışması. Çok katlı yapılarda uygulama örnekleri tartışması.							
	MIM 425	Ahşap Yapılar	2	0	2	3	7	Bölüm Seçmeli
Ders İçeriği	Ahşap malzemenin özellikleri, Türkiye’de geleneksel ahşap yapılar, günümüz teknolojisi ile üretilen ahşap yapıların sistem analizleri, yapım yöntemleri ve uygulama örnekleri. Ağacın yapısı, sınıflandırmalar, özellikler, ahşaba zarar veren etkenler, kurutma ve koruma, kereste üretimi, ahşap levha üretimi, hazır ahşap ürünler, yapıda kullanım. Türkiye’de geleneksel ahşap yapılar; sistem kurguları, yapım yöntemleri. Ahşap kütük yapılar; sistem kurgusu, yapım yöntemleri, ahşap panel yapılar; sistem kurgusu, yapım yöntemleri. Kaburgalı ahşap çerçeve yapılar; sistem kurgusu, yapım yöntemleri. Tabakalı ahşap elemanlar; üretim yöntemi, formlar. Büyük açıklıklı ahşap yapılar; sistem kurguları, uygulama yöntemleri. Proje ve model çalışması.							

İstanbul Ticaret Üniversitesi Mimarlık Bölümü ders planında yer alan “Mimaride Ahşap Kullanımı” adlı ders genel bilgilerine ulaşılmış olmakla birlikte içeriğine ulaşılamamıştır. Bu nedenle içerik değerlendirmesi yapılamamıştır (Çizelge 8). Ders üç saatlik teorik kapsamda olup dördüncü sınıf seçmeli dersleri içinde planlanmıştır.

Çizelge 8. İstanbul Ticaret Üniversitesi Mimarlık Bölümü, “Mimaride Ahşap Kullanımı” dersi (İstanbul Ticaret Üniversitesi, 2018)

Üniversite Adı	Ders Kodu	Ders Adı	Teori	Uygulama	Kredi	AKTS	Yarıyıl	Ders Türü
İstanbul Ticaret Üniversitesi	MIM 440	Mimaride Ahşap Kullanımı	3	0	3	5	8	Seçmeli
Ders İçeriği	*** Ders içeriğine ulaşılamamıştır.							

Çizelge 9. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Bölümü, “Ahşap Yapım Sistemleri” ve “İleri Teknolojili Ahşap Yapım Sistemleri” dersleri (Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, 2018)

Üniversite Adı	Ders Kodu	Ders Adı	Teori	Uygulama	Kredi	AKTS	Yarıyıl	Ders Türü
Mimar Sinan Güzel Sanatlar	Mim 231	Ahşap Yapım Sistemleri	2	0	-	3	3	Seçmeli
Ders İçeriği	Ahşap yapım sistemlerinin sistematik olarak açıklanması, temel konuların ve detayların çözümü ile ilgili bilgilerin aktarılması ve bölgelere göre dağılımın açıklanması. Ahşap yapı sistemleriyle ilgili teknik bilgilerin verilmesi ve strüktür sistemlerinin sınıflandırılmasına dayanan teorik öğretisi.							
	Mim 230	İleri Teknolojili Ahşap Yapım Sistemleri	2	0	-	3	4	Seçmeli
Ders İçeriği	İleri Teknolojili Ahşap Yapım Sistemleri ile ilgili temel bilgiler, detaylandırma ve uygulama ilkeleri							

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Bölümü ders planında ahşap konusunda iki bağımsız ders bulunmaktadır (Çizelge 9). Her iki ders de ikinci sınıfta seçmeli ders statüsünde ve iki saatlik teorik ders olarak tanımlıdır. Ahşap Yapım Sistemleri adlı ders içeriği taşıyıcı sistem ağırlıklıdır. İleri Teknolojili Ahşap Yapım Sistemleri adlı diğer ders içeriğini ise konuyla ilgili temel bilgi ve uygulama ilkeleri oluşturmaktadır.

Çizelge 10. Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü, “Ahşabın Yapılarda Kullanımı” dersi (Yıldız Teknik Üniversitesi , 2018)

Üniversite Adı	Ders Kodu	Ders Adı	Teori	Uygulama	Kredi	AKTS	Yarıyıl	Ders Türü
Yıldız Teknik Üniversitesi	MİM3212	Ahşabın Yapılarda Kullanımı	2	0	2	4	5,6	Seçmeli
Ders İçeriği	Ahşap malzemenin özellikleri, Türkiye’de geleneksel ahşap yapılar, günümüz teknolojisi ile üretilen ahşap yapıların sistem analizleri, yapım yöntemleri ve uygulama örnekleri.							

Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü ders planında “Ahşabın Yapılarda Kullanımı” dersi beş ve altıncı yarıyılta seçmeli ders kapsamındadır (Çizelge 10). Söz konusu ders iki saatlik teorik kapsamda olup, içeriğini ahşap malzeme özellikleriyle birlikte geleneksel ahşap yapılar, endüstriyel ahşap yapı ürünleri, ahşap yapım sistemleri, oluşturmaktadır.

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü ders planında “Wood in Arch. Design&Construction” (Mimari Tasarım ve Yapımda Ahşap) dersi yedinci yarıyılta seçmeli ders kapsamında ve hâlihazırda İngilizce olarak yürütülmektedir (Çizelge 11). Söz konusu ders üç saatlik teorik kapsamda olup, içeriğini yapı malzemesi olarak ahşap özellikleriyle birlikte, ahşabın mimaride kullanımı, ahşap teknolojisi, yapı uygulamaları, Türkiye ve Dünya örneklerinin incelenmesi, ahşap ve yapı elemanları ve ilgili mevzuat oluşturmaktadır.

Çizelge 11. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü, “Wood in Arch. Design & Construction” (Mimari Tasarım ve Yapımda Ahşap) dersi (İTÜ, 2018)

Üniversite Adı	Ders Kodu	Ders Adı	Teori	Uygulama	Kredi	AKTS	Yarıyıl	Ders Türü
İstanbul Teknik Üniversitesi	MIM379 E	Wood in Arch. Design&Construc	3	0	3	4	7	Seçmeli
Ders İçeriği **Ders içeriği dersin yürütücüsünde n temin edilmiştir.	Ahşabın mimaride kullanımı: taşıyıcı sistem, yapı elemanları, kaplama, mobilya, bina dışı kullanım; Yapı malzemesi olarak ahşap: teknik özellikler, performans testleri; Ahşap teknolojisi: ağaç türleri, üretim, endüstriyel işlemler; Ahşap taşıyıcı sistemler; Ahşap konstrüksiyon boyutlandırma, birleştirme yöntemleri; Ahşap ile ilgili kaynakça ve mevzuat; Ahşap yapı uygulamaları: Türkiye ve dünyadan ahşap yapı örnekleri; Yapı elemanı olarak ahşap: çatı, duvar, döşeme, kapı, pencere, merdiven; Ahşap yapıda servis sistemleri; Ahşap yapıda alt sistemlerin bütünlmesi.							

Ahşap dersi bölümlerin bölüm/alan seçmeli ders havuzunda yer almakta ve birçoğunda ikinci sınıf 3. yarıyıldan itibaren alınabilmektedir (Çizelge 2, 6 ve 9). Dersler ikinci sınıf veya dördüncü sınıf seçmeli ders havuzunda da yer alabildiği gibi bazı üniversitelerde çoğu yarıyıllarda alınabilmektedir (Çizelge 1 ve 5). İncelenen ahşap ile ilgili ders örneklerinin tamamı seçmeli ders statüsündedir. Bazı üniversitelerde önkoşullu seçmeli ders olarak ders planında yer almaktadır. Ders adları ahşap yapı ve ahşap yapım sistemleri olarak ön plana çıkmaktadır. İki üniversitede (Sabahattin Zaim ve Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversiteleri) ahşap konusunda iki farklı içerikte kurgulanmış ders bulunmaktadır (Çizelge 7 ve 9).

Mimarlık Lisans derecesi toplam asgari 240 AKTS ile sağlanmaktadır. Derslerin yerel kredi ve AKTS incelemesinde yerel kredi ve AKTS değerlerinin üniversiteler arası farklılık içerdiği görülmüştür. Bu değer yerel kredide 2-4 arası, AKTS olarak 3-5 arası değişkenlik göstermektedir. İncelenen örneklerde ders süresi çoğunlukla iki saattir. Diğerlerinde bu süre üç saate çıkmaktadır (Çizelge 1, 5, 6, 8 ve 11). Ahşap ile ilgili derslerin biri hariç (Çizelge 6) tamamlı teorik kapsamdadır. Ders kataloglarındaki içeriklerden, teorik/uygulama yapısından bağımsız derslerde uygulamaların yer alabildiğini söylemek mümkündür.

Müfredatta yer alan derslerden ulaşılabilen içerik bilgileri derslerin tamamına yakınında malzeme özellikleri ile ilgili bilgilendirme yapıldığını göstermektedir. Geleneksel ahşap yapı ve yapım sistemleri birçok derste yer bulmaktadır (Çizelge 2, 4, 6, 7, 8, 9 10). Bununla birlikte geleneksel ahşap yapılar, ahşap sivil mimarlık örnekleri kendi başına bir ders içeriği oluşturacak kadar kapsamlı ele alınabilir özelliktedir. Ahşap ve ahşap yapılarla ilişkin yönetmelik ve standart bilgisi derslerin büyük kısmında yer aldığı görülmektedir. Yapısal ahşap konusu, birleşim ve birleşim araçları gibi konular ise benzer şekilde bazı dersler kapsamında ele alınmıştır.

Mimarlık bölümü sayısı ve kontenjan açısından ülkedeki toplam kapasitenin önemli bir bölümü İstanbul'dadır. Mimarlık eğitimi açısından İstanbul önemli bir merkez olarak görünmektedir. Aynı şekilde, ahşap mimarlık miras örnekleri açısından da İstanbul öne çıkan kentlerden biridir. Bununla birlikte ahşap yapılar konusunda mimarlık bölümlerinde bağımsız ders, az sayıda üniversitede yer almaktadır. Yapı malzemesi, yapı elemanları ve mimari

tasarım derslerinde kısmi olarak yer alabilen ahşaba, bağımsız ders olarak da mimarlık bölümlerinde daha fazla yer verilmesi ahşabın mimarideki konumunu güçlendirecektir. Bunun yanında eğitimin ahşapla ilişkili üretim bölgeleriyle bağlantılı biçimde diğer disiplinlerle geliştirilebilmesi, üretimden tasarıma bütünsel bakışa olanak sağlayabilir. Üretim merkezleriyle bütünleşmiş ve gelişmiş ahşap yapı kültürünün eğitimle daha çok temas halinde olması ve bilgi alışverişi, ahşap yapı kültürünün sürekliliğinde katkı sağlayıcı etki oluşturabilir. Bağımsız ders içerikleri ahşabın ve ana kaynağı ağacın özelliklerine odaklıdır. Teorik ders olması tasarım ve uygulama ile bütünleştirmede ilave zaman veya devamlılık içeren ders gerektirmektedir. Derslerin tamamı seçmeli olması, seçmeli havuzundaki alternatiflere bağlı olarak ilgiyi değişken kılmaktadır. Geleneksel ahşap yapı sistemlerinden günümüz yapım sistemlerine kadar öğrencilerin konuyu tasarım aşamasında ele alabilmeleri, öğrenme sürecinde meslekle bağlantılı ilgili alanlarının seçimini de destekleyici olabileceği düşünülmektedir.

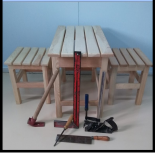
4 Sonuçlar ve Öneriler

- İstanbul'da bulunan mimarlık bölümleri kapsamında yapılan araştırma sonuçlarına göre; ahşap ve ahşap yapılar konusunun mimarlık lisans eğitiminde yeterince bulunduğuna ilişkin güçlü bir veri saptanamamıştır.
- Mimarlık meslek eğitiminde restorasyon, yapı elemanları, yapı malzemesi gibi dersler dışında daha fazla sayıda ahşap ve ahşap yapılar konusunda bağımsız derslerin olması, ahşap konusuna ilginin artmasında olumlu etki sağlar.
- Öğrencilerin mimari tasarım atölyelerinde geliştirdikleri tasarımları ahşap malzeme ile bütünleştirebilmesine yönelik uygulama olanakları, konuyu çok yönlü irdelenebilmesinde katkı sağlayabilir.
- Mimarlık meslek alanı ile birlikte diğer ilgili disiplinlerle ortaklaşa çalışmalar ahşabın çok yönlü ele alınması açısından önemli katkı sağlayabilir.
- Ahşap mimarlık mirasının korunmasında, ahşap yapı malzemesi ve yapım sistemlerini tanımak ve yeni tasarımlarla buluşturmak önemli olmaktadır.
- Ahşap, kaynağı ağaç ve ormanla birlikte insanlığın varoluşundan bugüne insan yaşamının her bölümünde yer almıştır. Bu durumun devamlılığının sağlanması önemsenmelidir.
- Mimarlık Fakültelerinde ahşabın esas alındığı özel programların kurgulanması, yeni teknoloji, tarihi yapı, malzeme laboratuvarı, tasarım ve uygulama içeren programların geliştirilmesi, ahşabın uygun kullanımı ve ahşap mirasın korumasına katkı sağlayabilir.
- İstanbul merkezli yapılan çalışmanın Türkiye geneli için de yapılması ve bu alandaki eğitimcilerin, üretici ve uygulamacıların görüşlerinin alınması programların geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Kaynaklar

- Aalto University. (2018), The Department of architecture at Aalto university, wood program. Aalto university, <http://woodprogram.fi/introduction/>
- Acton Ostry Architects. (2018), Brock commons tallwood house. acton ostry architects: <https://www.actonostry.ca>
- Akça, C., Akarca, H., Erdoğan, E., & Demirel, A. (2018), Yapı ahşabı ve ahşap yapı sektörü (2013-2014). Ulusal Ahşap Birliği UAB: <http://www.ahsap.org>
- ARKİV. (2018), Afet bölgeleri için taşınabilir okul yapıları, 1999. Arkiv: <http://www.arkiv.com.tr>
- Bern University of Applied Science. (2018), Bachelor of science in wood engineering. Bern university of applied science, <https://www.ahb.bfh.ch>
- Doğuş Üniversitesi. (2018), Ders programı, sanat ve tasarım fakültesi, mimarlık bölümü, <https://www.dogus.edu.tr>
- Fatih Sultan Mehmet Üniversitesi. (2018), Ders planı, mimarlık ve tasarım fakültesi, mimarlık bölümü, <http://www.fsm.edu.tr>
- Eldem, H., S. (1933), Amca Hüseyin Paşa yalısı. *Arkitekt* 1933(12), 377-381.
- Haliç Üniversitesi. (2018), Ders planı, mimarlık fakültesi. mimarlık bölümü, <https://obs.halic.edu.tr>
- ICOMOS (2017), Principles for the conservation of wooden built heritage. Retrieved from ICOMOS international council on monuments and sites, <https://www.icomos.org>
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2018), İstanbul yangınları. İstanbul itfaiyesi, <http://itfaiye.ibb.gov.tr>
- İstanbul Gelişim Üniversitesi. (2018), Ders planı. mühendislik ve mimarlık fakültesi. mimarlık bölümü, <http://gbs.gelisim.edu.tr>
- İstanbul Kültür Üniversitesi. (2018), Program ders planı. mimarlık fakültesi. mimarlık bölümü, <https://legacy.iku.edu.tr>
- İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi. (2018), Ders planı ve AKTS kredileri. mühendislik ve doğa bilimleri fakültesi. mimarlık bölümü: <https://www.izu.edu.tr>
- İstanbul Ticaret Üniversitesi. (2018), Müfredat raporu, mimarlık ve tasarım fakültesi: <https://www.ticaret.edu.tr>
- İTÜ. (2018), Ders Planı, mimarlık fakültesi, mimarlık bölümü: <http://www.sis.itu.edu.tr>
- Kuban, D. (1973). Türkiye’de ve özellikle istanbul’da ahşap konut mimarisi ve korunması ile ilgili sorunlar. *Mimarlık Dergisi* 1973(6), 15-16.
- MEB. (2018), Meslekî ve teknik Eğitim Genel Müdürlüğü, Milli Eğitim Bakanlığı: <http://mtegm.meb.gov.tr>
- Medipol Üniversitesi. (2018), Mimarlık programı. güzel sanatlar tasarım ve mimarlık fakültesi - mimarlık programı: <https://mebis.medipol.edu.tr>
- Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi . (2018), Ders planı, mimarlık fakültesi, mimarlık bölümü, <http://www.msgsu.edu.tr>
- Oran Mimarlık. (2018), Marmara taşınabilir ahşap deprem okulları - marmara 1999. Oran Mimarlık: <http://www.oranmimarlik.com.tr>
- Ordu Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (2018), Ordu çivisiz camii. Ordu kültür ve turizm müdürlüğü: <http://www.ordukulturturizm.gov.tr>
- ÖSYM. (2018). 2018 Yükseköğretim programları ve kontenjanlar kılavuzu. öğrenci seçme ve yerleştirme merkezi: <http://www.osym.gov.tr>
- Pervititch, J. (2000), Sigorta haritalarında İstanbul. İstanbul: Axa-Oyak, Tarih vakfı yurt yayınları.
- Rosenheim University of Applied Sciences. (2018), Technology studies, rosenheim university of applied sciences, <https://www.th-rosenheim.de>

- Sumitomo Forestry. (2018), Changing cities into forests: creating environmentally-friendly and timber-utilizing cities, sumitomo forestry Co., Ltd, <http://sfc.jp>
- Tamer, C. (1947), Kanlıca'daki Amcazade Hüseyin Paşa yalısı ve yapılan onarım, *Arkitekt*, 1947(11-12), 248-251.
- TUM. (2018), Professorship of architectural design and timber construction. Technical university of Munich, department of architecture, <https://www.ar.tum.de>
- Türkiye Kültür Portalı. (2018), Beyşehir Eşrefoğlu câmii ve külliyesi, Konya, Kültür ve Turizm Bakanlığı-Türkiye Kültür Portalı: <https://www.kulturportali.gov.tr>
- UAB, (2014), Ulusal Ahşap Birliği, <http://www.ahsap.org/>
- URL1 <https://makovecz.hu/makoveczimre/epuletek/1995-piliscsaba-stefaneum/>
- URL2 <https://www.archdaily.com/199442/gc-prosthо-museum-research-center-kengo-kuma-associates>
- URL3 http://www.shigerubanarchitects.com/works/2017_fujisan/index.html
- URL4 http://www.nsmh.com/proje_detay.asp?lang=tr&ID=55
- URL5 <http://www.nasreddingroup.com/cpanel/galeri.php?proid=1>
- URL6 <http://www.burostatik.com/mobile/eng/catalhoyuk-korugan-yapisi.asp?id=109&id2=22>
- Waugh Thistleton Architects. (2018), Murray grove the original timber tower. waugh thistleton architects, <http://waughthistleton.com>
- Yıldız Teknik Üniversitesi. (2018), Dersler. mimarlık fakültesi. mimarlık bölümü. mimarlık bölümü, <http://www.bologna.yildiz.edu.tr>
- YÖK. (2018), Yükseköğretim bilgi yönetim sistemi, yükseköğretim istatistikleri, yükseköğretim kurulu, <https://istatistik.yok.gov.tr/>



Evaluation of furniture industry wastes in polymer composite production

Nasır Narlıoğlu^{1*}, Tufan Salan², Nihat Sami Çetin³, Mehmet Hakkı Alma⁴

Abstract

In this study, composite materials were produced by using PVC polymer matrix along with medium density fiberboard (MDF) waste and massive timber waste remained from the furniture industry. For the production of composite materials, each waste material was mixed with PVC polymer and then, they were converted into pellets by using a twin screw extruder and combined pelletizer. The obtained pellets were molded into composite boards in 250 x 250 x 2 mm dimensions via hot press molding technique. The mechanical properties of the produced composites were compared with each other and with pure PVC based board in order to determine whether they can be used in various applications. The result of the mechanical tests showed that the tensile strength value of 10% wood flour-added PVC composites had the highest tensile strength value of 24.51 MPa. On the other hand, the highest bending strength value of 61.20 MPa was found for composite material with 10% MDF powder.

Keywords: Furniture industry wastes, composite material, PVC, MDF, mechanical properties

Mobilya endüstrisi atıklarının polimer kompozit üretiminde değerlendirilmesi

Nasır Narlıoğlu^{1*}, Tufan Salan², Nihat Sami Çetin³, Mehmet Hakkı Alma⁴

Öz

Bu çalışmada, PVC polimer matrisi ile mobilya endüstrisi atıklarından orta yoğunluklu lif levha (MDF) ve masif kereste atıkları kullanılarak kompozit malzemeler üretilmiştir. Kompozit malzemelerin üretimi için her bir atık malzeme PVC polimeri ile çift vidalı bir ekstruder ve peletleyici kullanılarak pelet haline getirilmiştir. Elde edilen peletler, sıcak pres kalıplama tekniği ile 250x250x2 mm boyutlarında kompozit levhalar haline getirilmiştir. Kompozitlerin çeşitli uygulamalarda kullanılıp kullanılmayacaklarını belirlemek için yapılan testler ile elde edilen kompozitlerin birbirleriyle ve saf PVC ile mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır. Mekanik testlerin sonucu %10 odun unu katkılı PVC kompozitlerin çekme mukavemeti değerinin 24.51 MPa ile en yüksek çekme dayanım değerine sahip olduğunu göstermiştir. Öte yandan en yüksek eğilme direnci değeri, %10 MDF tozu katkılı kompozit malzemede 61.20 MPa bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Mobilya endüstrisi atıkları, kompozit malzeme, PVC, MDF, mekanik özellikler

Article history: Received: 05.12.2018, Revised: 20.12.2018, Accepted: 21.12.2018, Published: 26.12.2018

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Technical Vocational School, Department of Material, Kahramanmaraş/Turkey.

²Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Department of Materials Science and Engineering, Kahramanmaraş/Turkey

³İzmir Kâtip Çelebi University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, 35620, İzmir/Turkey.

⁴Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industry Engineering, K.maraş/Turkey.

*Corresponding author: e-mail: nasirnarlioglu@hotmail.com, Tel: 90 344 300 2538, Orcid:0000-0002-1295-6558

Citation: Narlıoğlu, N., Salan, T., Çetin, N.S., and Alma, M.H., (2018), Evaluation of furniture industry wastes in polymer composite production, Furniture and Wooden Material Research Journal, 1 (2), 78-85.

1 Introduction

With the widespread use of natural fiber-reinforced composite products in recent times, sawmill waste left in the lumber mills after mowing and fiberboard waste used in the furniture factories became an important raw material for the production of composite materials. These raw materials can be evaluated in composite production after they are completely dried and classified according to their type, class and size.

By evaluating recyclable materials in composite production, natural fiber-reinforced composites can be considered as eco-friendly materials. Wood plays an important role in the production of thermoplastic composites reducing the production costs in comparison with pure polymer-based products. The wood-based fibers used composites are usually obtained from sawdust waste that is occurred during timber production or from the recycling of wood-based products (such as solid wood, fiber and particleboard). Because raw wood is generally cheaper than plastics, it contributes to producers who use plastics as raw material or thermoplastic composite manufacturers lowering the production costs (Klyosov 2007, Schwarzkopf and Burnard 2016).

When the coniferous timber logs are turned into the timber and the final product, 30-40% of wood or timber generally appears as a waste. Residues are generally used for energy production or heating purposes in underdeveloped and developing countries. In the case of developed countries, these wastes are used in the production of particleboard, fiberboard or paper pulp in integrated plants (Sofuoğlu and Kurtoğlu2006). On the other hand, it was reported that the percentage of wastes occurred during the production and use of particleboard and fiberboard was between 5% and 25% (Bromhead 2003).

When thermoplastic polymers are heated, the polymer chains are separated and shifted on each other and thus, they can be easily reprocessed. High-density polyethylene (HDPE), polypropylene (PP) and polyvinyl chloride (PVC) are the most common thermoplastic polymers used in natural fiber reinforced composites (Klyosov 2007). HDPE accounts for the majority of the thermoplastics used in natural fiber reinforced composites (83%) followed by PP (9%) and PVC (7%), respectively (Caulfield et al. 2005).

Thermoplastics are useful for the production of natural fiber reinforced composites because the thermal degradation temperature of the wood is above the composite processing temperatures of 180-200 °C. In addition, these polymers can be cut, screwed and formed in various forms using grinders, crushers and sieves (Schwarzkopf and Burnard 2016).

In this study, it was aimed to produce composite materials by using PVC polymer matrix along with sawdust and MDF (Medium Density Fiberboard) powder wastes obtained from furniture factories.

2 Experimental Procedure

In this study, two different types of filling material consisting of sawdust wastes of black pine (*Pinus nigra* subsp.) from a lumber mill and MDF waste powder were used. On the other hand, PVC (GPC-K65) was used as the polymer matrix and lead stearate was used as the thermal stabilizer. Wood sawdust and MDF waste were sieved separately and the parts over 60 mesh size were taken. Then, they were dried in a furnace at 103 ± 2 °C and then kept in a desiccator containing phosphorus pentoxide until the temperature reached room temperature. In this study, a total of 10 composite mixtures were obtained by adding 10-50% of wood sawdust and MDF waste powder into the PVC polymer matrix separately (Table 1).

Table 1. Composition ratios of composites materials

ID	Ligno cellulosics (%)	Polymer (%)	Additives (%)
C	-	PVC (97)	
W1	Black pine (10)	PVC (87)	
W2	Black pine (20)	PVC (77)	
W3	Black pine (30)	PVC (67)	
W4	Black pine (40)	PVC (57)	
W5	Black pine (50)	PVC (47)	PbSt ₂ (3)
MDF1	MDF powder (10)	PVC (87)	
MDF2	MDF powder (20)	PVC (77)	
MDF3	MDF powder (30)	PVC (67)	
MDF4	MDF powder (40)	PVC (57)	
MDF5	MDF powder (50)	PVC (47)	

Mixtures of wood flour and MDF powder in different weight ratios (10-50%) were mixed homogeneously in a mixer. Then each mixture was extruded with GULNAR brand twin screw extruder at 100 rpm and then pelletized in an automatic pellet machine with an average size of 3-5 mm. After the pellets were dried at 103 ± 2 °C, they were allowed to cool to room temperature in a desiccator containing phosphorus pentoxide. Then composite boards were obtained according to ASTM D4703 standards from the pellets obtained with extrusion. The boards were produced using a press temperature of 185 °C and a pressure of 9 tons/m².

Test specimens were prepared from the resulting composites according to the relevant standard for the tensile, flexural, and impact strength tests. Composite specimens were conditioned at $65 \pm 5\%$ relative humidity and 23 ± 2 °C for one week before being subjected to mechanical testing. Tensile, flexural, and impact strength tests were performed to determine the mechanical properties of composites according to ASTM D790, ASTM D638, and ASTM D256 standard, respectively. Ten test samples were used for each mechanical test.

3 Results and Discussion

Figure 1 shows the tensile strength values of the wood flour-added PVC composites. The tensile strength values of the composites gradually decreased with the addition of wood flour into the PVC matrix. The highest tensile strength value was determined as 24.51 MPa for 10% wood flour-added PVC composite sample, while the lowest tensile strength was found as 14.03 MPa for 50% wood flour-added PVC composite sample.

Sombatsompop et al. (2003) investigated the use of wood sawdust as a filler in PVC and the effects of sawdust content on mechanical properties along with several structural and thermal changes. Generally, they found that all mechanical properties decreased with the increasing sawdust content in a very similar trend. The addition of sawdust had a more pronounced effect on the tensile properties at concentrations below 16.7 wt%. Beyond these concentrations, the tensile properties were affected to a lower extent by the sawdust content.

The tensile strength values of MDF powder-added PVC composites were given in Figure 2. Addition of MDF powder into the PVC matrix resulted in a decrease in the tensile strength values of the composites. For these values, any statistical correlation was found between the MDF powder ratio and the tensile strengths. It has been found that 10% and 40% MDF powder-added composites from MDF powder-added composites exhibited the highest tensile strength values with statistically similar values.

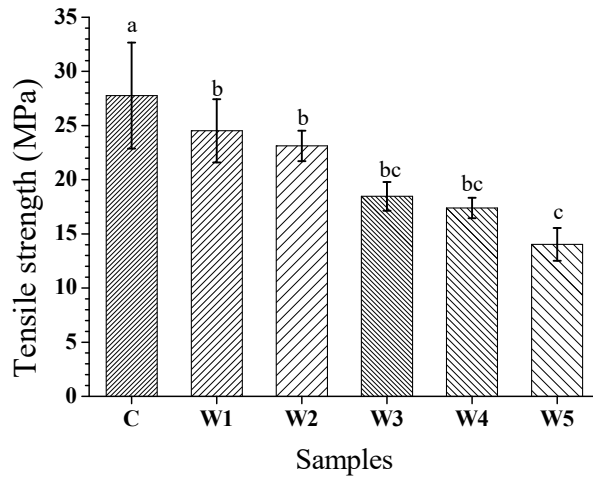


Figure 1. Tensile strength values of wood flour-added PVC composites

It was also found that composites with 20% and 50% MDF powder have the lowest tensile strength values and they were statistically similar. The highest tensile strength value of MDF powder-added PVC composites was found as 22.96 MPa for 10% MDF powder-added composite, while the lowest tensile strength value was determined for 20% MDF powder-added composite as being 19.9 MPa.

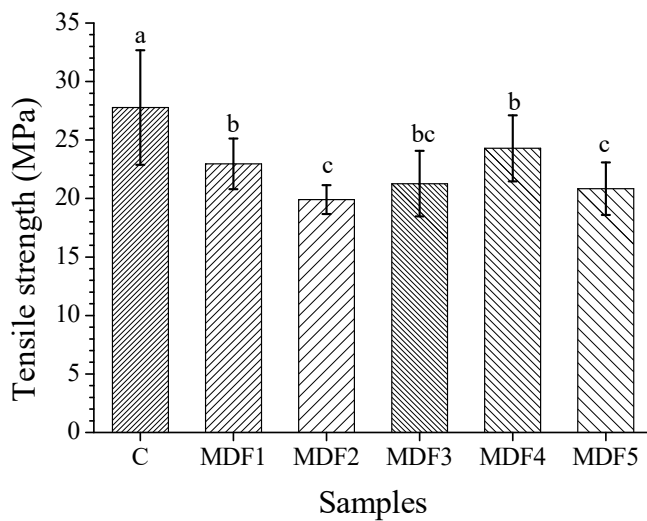


Figure 2. Tensile strength values of MDF powder-added PVC composites

In Figure 3, flexural strength values of wood flour-added PVC composites were given. As shown in the figure, it was determined that the flexural strength values of composites increased over 50 MPa with the addition of wood flour into PVC matrix up to 30%. However, it evidently decreased under 40 MPa with the addition of 40% and 50% wood flour. Flexural strength values of pure polymer and 10% and 20% wood flour added composites showed statistically similar values of 56.81, 56.26 and 54.4 MPa, respectively. On the other hand, composite samples with 40% and 50% wood flour have the lowest flexural strength values among all composites with a 38.13 MPa and 38.02 MPa flexural strength, respectively.

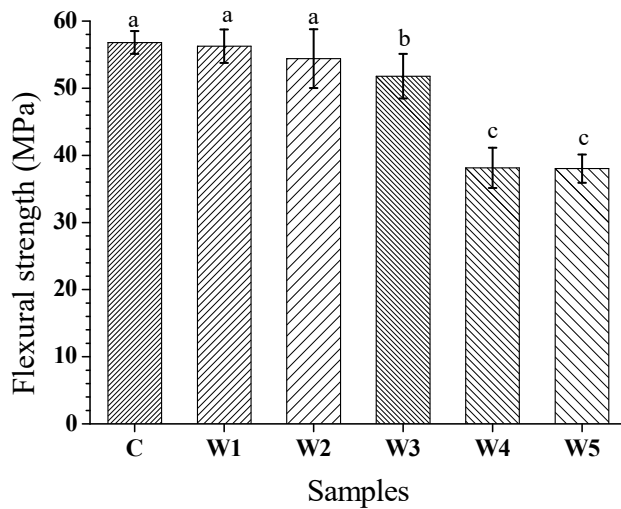


Figure 3. Flexural strength values of wood flour-added PVC composites

The flexural strength values of MDF powder-added PVC composites were given in Figure 4. As can be seen, the highest (62.59 MPa and 59.47 MPa) flexural strength values were obtained with the addition of 10% and 50% MDF powder into the PVC matrix. On the other hand, by adding 20% MDF powder into the PVC matrix, the lowest (49.94 MPa) flexural strength value was obtained. The 30% and 40% MDF powder-added composite specimens showed statistically similar flexural strength values of 54.36 MPa and 53.49 MPa, respectively.

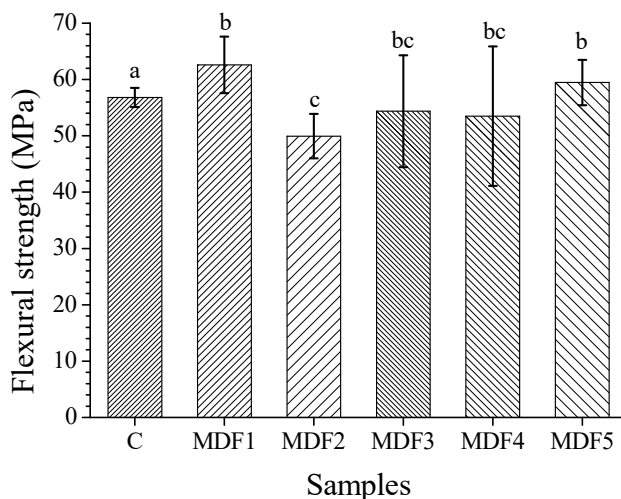


Figure 4. Flexural strength values of wood MDF powder-added PVC composites

Chaharsoughi et al. (2018) produced wood plastic composites containing PVC and 10, 15, and 20% sanding dust of medium density fiberboard as a wood-based panel waste. They determined that the flexural strength of the composites considerably decreased with the 10% MDF sanding dust. They also reported that increase in MDF dust content from 10 to 20% did not change the flexural strength of the composites.

In Figure 5, the impact strength values of wood flour added PVC composites were given. As shown in the figure, impact strength values of composites were decreased with the addition of wood flour into the PVC matrix. The impact strength values of 10-20-30% wood flour added composites showed statistical similarity. The highest impact strength value of composites was found as 20.88 J/m for 30% wood flour added composite sample. On the other hand, the lowest impact strength value was determined as 17.31 J/m for PVC composite with 50% wood flour filler.

Iulianelli et al., (2010) were tested the impact strength of PVC/wood flour composites. They found that the impact strength of the composites changed substantially at low wood content. They also reported that impact strength of composite sample with 10% of wood flour reduced approximately 60%, while samples produced with 25 and 40% of wood flour showed a similar result with approximately 75% decrease in impact strength.

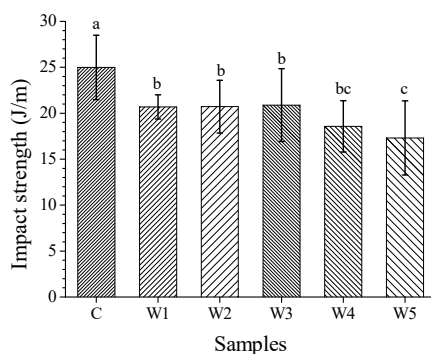


Figure 5. Impact strength values of wood flour-added PVC composites

Impact strength values of MDF powder-added PVC composites were given in Figure 6. As can be seen, the impact strength values of the composites gradually decreased with the increasing ratio of the MDF powder in the composite mixture. Among MDF powder added composites, the highest impact strength (23.6 J/m) was determined for 10% MDF powder added composite and the lowest impact strength value was found as 16.32 J/m for the composite containing 50% MDF powder. On the other hand, the impact strength values of 30% and 40% MDF powder added composite samples were statistically similar to each other with an impact strength value of 19.88 J/m and 19.36 J/m, respectively.

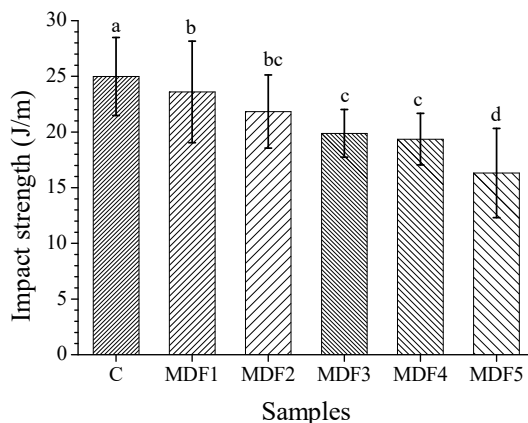


Figure 6. Impact strength values of MDF powder-added PVC composites

4 Conclusion

In this study, the evaluation of the furniture industry wastes in polymer composite production was investigated. Composite materials were obtained by adding 10% to 50% MDF powder waste and sawdust into PVC matrix. The results showed that:

- It was determined that the tensile, flexural and impact strength values of composites obtained by using wood flour gradually decreased with the increasing ratio of wood filler. On the other hand, the increase in the ratio of MDF powder caused a decrease in tensile and impact strength values in comparison with pure PVC polymer, and an increase in some flexural strength values.
- The tensile and flexural strength values of MDF powder-added PVC composites did not show a regular decrease with the addition of filler material. As a result, it was determined that the pine wood flour and MDF powder added PVC composites can be evaluated in structural applications requiring low mechanical properties such as wallboard, siding, door-window frame etc. Moreover, they can be used in various applications in the automotive sector as a plastic substitution.

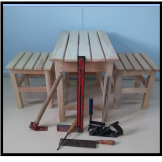
Acknowledgment

The authors acknowledge the financial support from Scientific Research Projects Coordination Unit of Kahramanmaraş Sütçü İmam University with a grand number of 2015/3-61D.

References

- ASTM, D. 638. (2001), Standard test methods for tensile properties of plastics, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- ASTM, D. 790. (2003), Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- ASTM, D. 256. (2005), Standard test methods for impact resistance of plastics and electrical insulating materials, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- ASTM. D. 4703-10. (2010), Standard practice for compression molding thermoplastic materials into test specimens, plaques, or sheets, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- Bromhead, A. (2003), Reducing wood waste in furniture manufacture, Fauna & Flora International, Cambridge, UK.
- Caulfield, D.F., Clemons, C., Jacobson, R.E. and Rowell, R.M. (2005), Wood thermoplastic composites, handbook of wood chemistry and wood composites, Rowell, R.M. (Ed.), Boca Raton, FL: CRC Press, USA.
- Chaharsoughi, M.A., Najafi, S.K. and Behrooz, R. (2018), Formaldehyde emission from PVC-wood composites containing MDF sanding dust, *J Vinyl Addit Technol*, doi:10.1002/vnl.21637

- Iulianelli, G., Tavares, M.B. and Luetkmeyer, L. (2010), Water absorption behavior and impact strength of PVC/wood flour composites, *Chemistry & Chemical Technology*, 4 (3), 225-229.
- Klyosov, A.A. (2007), Wood-plastic composites, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 720s.
- Schwarzkopf, M.J. and Burnard, M.D. (2016), Wood-plastic composites-performance and environmental impacts, Environmental impacts of traditional and innovative forest-based bioproducts, Springer, pp. 19-43.
- Sofuoğlu, S.D. ve Kurtoğlu, A. (2006), Masif ağaç malzemenin işlenmesinde fire oranları, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11, 189-204.
- Sombatsompop, N., Chaochanchaikul, K., Phromchirasuk, C. and Thongsang, S. (2003), Effect of wood sawdust content on rheological and structural changes, and thermo-mechanical properties of PVC/sawdust composites, *Polymer international*, 52(12), 1847-1855.



The effects of step over, feed rate and finish depth on the surface roughness of fiberboard processed with CNC machine

Bekir Cihad Bal^{1*}, Elif Akçakaya²

Abstract

Fiberboard is used extensively in furniture production in all over the world. One of the most important reasons for the preference of fiberboard is the easy shaping of its surfaces. In the past, the surfaces of the fiberboard were processed using conventional machines. Nowadays, Computer Numerical Control (CNC) machines are used in the processing of the fiberboard. CNC machines is operated using some computer control commands which provide the action of the machine. The code file consisting of these commands contains some adjustments such as step over, spindle speed, feed rate, finish depth, machining strategy, step down, plunge rate etc. These adjustments change the surface roughness of the processed section of fiberboard. In this study, the influence of finish depth (2 and 6 mm), step over (40%, 60% and 80%) and feed rate (3, 5 and 7 m/min) settings on the surface roughness of fiberboard were investigated. *Ra* roughness value of processed section of fiberboard test samples was determined using contact stylus method. According to the obtained data, it was concluded that the surface roughness increased as finish depth, feed rate and step over are increased.

Keywords: CNC machines, surface roughness, step over, feed rate, finish depth

CNC makineleri ile işlenen lif levhaların yüzey pürüzlülüğü üzerine bıçak adımı, besleme hızı ve kesme derinliğinin etkileri

Öz

Lif levha tüm dünyada mobilya üretiminde büyük miktarlarda kullanılmaktadır. Lif levhanın tercih edilmesinin en önemli nedenlerinden biri yüzeyinin kolay şekillendirilmesidir. Geçmişte, Lif levhaların yüzeyleri konvansiyonel makinelerle işlenmiştir. Günümüzde, Bilgisayar Sayısal Kontrol (CNC) makineleri lif levhaların işlenmesinde kullanılmaktadır. CNC makineleri, makinenin hareketini sağlayan bilgisayar kontrol komutları kullanılarak çalıştırılmaktadır. Bu komutlardan oluşan kod dosyaları, bıçak adımı, bıçak motoru hızı, besleme hızı, kesme derinliği, işleme taktığı, bıçak dalma derinliği, dalma hızı gibi birçok ayarlamaları içermektedir. Bu ayarlamalar, lif levhanın işlenen kısmının yüzey pürüzlülüğünü değiştirmektedir. Bu çalışmada, kesme derinliği, (2 mm ve 6 mm) bıçak adımı (%40, %60 ve %80) ve besleme hızı (3, 5 ve 7 m/min) ayarlarının lif levhanın yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri araştırılmıştır. Lif levha test örneklerinin işlenen kısımlarının *Ra* pürüzlülük değeri iğne taramaları temas yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre; kesme derinliği, besleme hızı ve bıçak adımı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün arttığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: CNC makineleri, yüzey pürüzlülüğü, bıçak adımı, besleme hızı

Article history, Received:10.11.2018, Revised: 11.12.2018, Accepted: 12.12.2018, Published: 26.12.2018

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Vocational School of Technical Sciences, Kahramanmaraş/Turkey

²Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Kahramanmaraş/Turkey

*Corresponding author: e-mail: bcbal@hotmail.com, Tel: 03443001811, orcid:orcid.org/0000-0001-7097-4132

Citation: Bal, B.C., and Akçakaya, E., (2018), The effects of step over, feed rate and finish depth on the surface roughness of fiberboard processed with CNC machine, Furniture and Wooden Material Research Journal, 1 (2), 86-93

1 Introduction

CNC machines have emerged primarily to meet the needs of aircraft and helicopter factories. It has been developed and widespread during the application in the automotive industry. With the introduction of CNC machines, the design and use of new machines have been completely changed, and new possibilities for engineers, workshops and factory owners have begun to emerge (Erer, 2000).

CNC machines are used in many different areas to process materials in all over the world. Today, there are many different types and special CNC machines developed for different types of production and for different purposes.

Many different parameters have to be adjusted on the CNC machines for the processing of material using code file. These are spindle speed, feed rate, cutter step over, cutter plunge speed, tool strategy etc. According to these adjustments, the surface of the material has different surface roughness. These adjustments effect the quality of processed surface.

CNC machines are used to cut, drill, shape, and other process of the wooden materials such as particleboard, fiberboard and solid wood. Particularly, the surfaces of the fiberboards are processed in workshops and factories to manufacture furniture parts and decoration objects.

Many researchers have been studied the effect of the settings made in the code files of the CNC machines on the material surface quality in the past. For example, review studies conducted by Benardos and Vosniakos (2003) and Karagöz (2011) revealed general criteria on this issue. In these studies, parameters effecting roughness are the parameters related to the cutting tool, to cutting, to machining, and to the material being machined.

In another study conducted by Sütçü and Karagöz (2012), the effects of parameters such as feed rate, spindle speed, finish depth and step over on the surface roughness of the fiberboards were investigated. According to the results of this study; as the spindle speed increased and as the feed rate, step over and cutting depth decreased, the surface roughness decreased. Similar results were obtained by Deus at al., (2015) and Lou et al., (1998). In the study conducted by Sofuoğlu (2015), it was determined that the surface roughness increased as the feed speed increased, and the offset strategy gave better results than the raster strategy.

The processing time is extremely important for work pieces machined on CNC machines. Increasing or decreasing the total number of work pieces per day depends on the CNC machine adjustments. Very slow feed rate or step over reduces the number of work pieces. On the other hand, very high feeding speed and blade step increase the number of work pieces per day, but the surface roughness is badly affected. In a study on this subject, it has been investigated how CNC machine adjustment change the process time and surface roughness of the work pieces. Bal (2018) studied the effects of step over and feed rate on the surface roughness and processing time of the fiberboard. According to obtained data; it was reported that surface roughness decreases as the step over and feed rate increases, but processing time decreases.

In previous studies, the effects of some CNC machines adjustments using different spindle speed on the surface roughness of the fiberboards were investigated. The aim of this study is to determine the effects of step over, feed rate and finish depth on the surface roughness of fiberboard using the same spindle speed.

2 Material and Method

2.1 Material

Fiberboards were supplied by means of purchase from the market. The obtained fiberboards are single-sided lamination fiberboards. These type fiberboards are used to produce kitchen cabinet doors. The dimensions of the supplied fiberboards are 18x2100x2800 mm (thickness x width x length).

The codes necessary for the test samples to be processed in the CNC machine were created in the ArtCAM program. The code file was transferred to the CNC control program (Mach3), and the machine was controlled by Mach3 program. The cutting speed of the CNC machine's spindle motor is set to 4000 rpm, the feed rate is 3, 5 and 7 m/min, and the step over is set to 40%, 60% and 80% processing raster strategy. Finish depth was set to 2 and 6 mm.

In the processing of the test specimens, two flute cutters produced from high speed steel (HSS) were used. A total of 6 cutters were used. The cutter showed in Fig. 1.



Fig. 1. Cutter used in the tests

CNC machine used to perform the tests is a 3-axis CNC machine (CNC router). The CNC machine is a specially manufactured machine by US Mekatronik Company (Fig. 2).

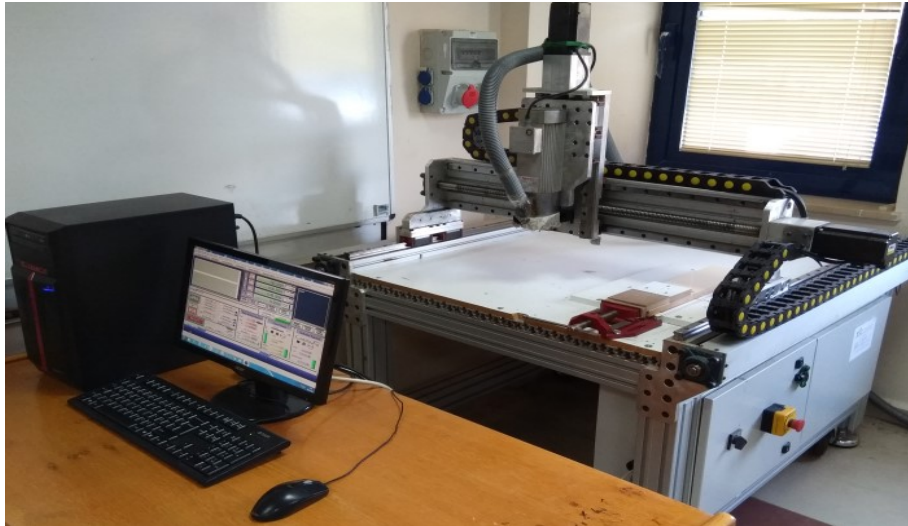


Fig. 2. CNC machine

2.2 Method

In the experiments, fiberboard test specimens were prepared as 18x120x120 mm (thickness x width x length) and 10 test specimens were prepared for each group. In the middle of the test specimens, 100x100 mm squares were processed using the CNC machine. Roughness measurements were made in this section.

The surface roughness of the test specimens was measured using Mitutoyo surfstest SJ-210 (Fig 3). Surface roughness meter settings and features; cutting length λ_c : 2.5 mm, stylus angle: 60° , drive unit speed: 0.75 mm/sn, x-axis measurement range: 12.5 mm, z-axis: 360 μm . The roughness value (R_a) was determined using TS 971 standard.



Fig. 3. Surface roughness tester

3 Results and Discussion

The results of surface roughness obtained from tests were given in Fig. 3 and Fig. 4. When the data given in Fig 3 and 4, it can be seen easily that the R_a values of test samples processed 6 mm depth is higher than that of test samples processed 2 mm depth. In addition, the highest R_a value (14.9 μm) was measured from group processed using 7 m/min feed rate and 80% step over. The lowest R_a value (9.9 μm) was measured from group processed using 3 m/min feed rate and 40% step over in 2 mm finish depth.

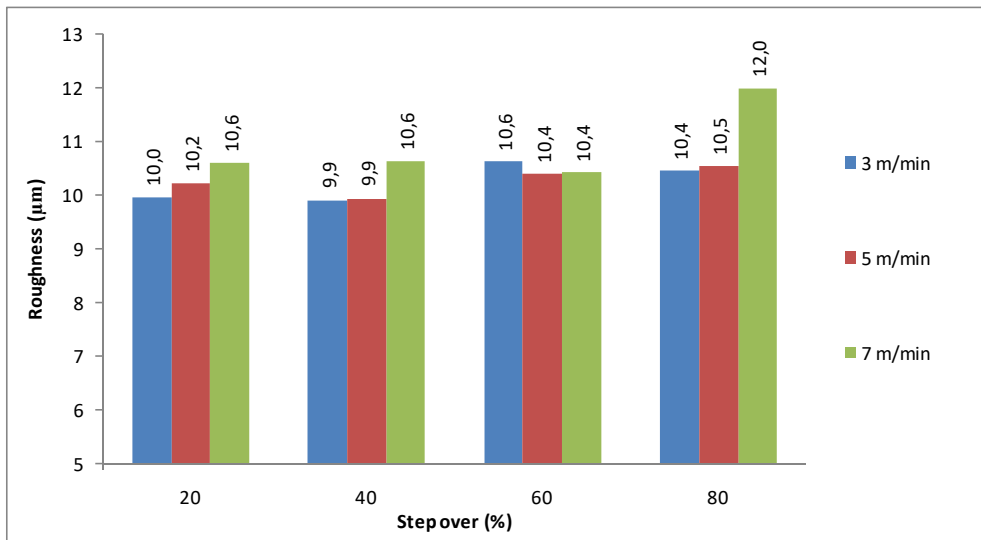


Fig. 3. Surface roughness (finish depth: 2 mm)

When the data given in Fig. 4 analyzed, it can be said that the differences of Ra values among groups is very evident. But, the Ra values given in Fig. 3 aren't very evident. It is thought that the reason of this difference is that the density of the fiberboard is variable on outer layers than that of on inner layers. As the density of the fibres board increases, the surface roughness values of fiberboard processed with CNC machines decreases. Similar results were reported by Lou et al., (1998), Sütçü and Karagöz (2012) and Deus et al., (2015).

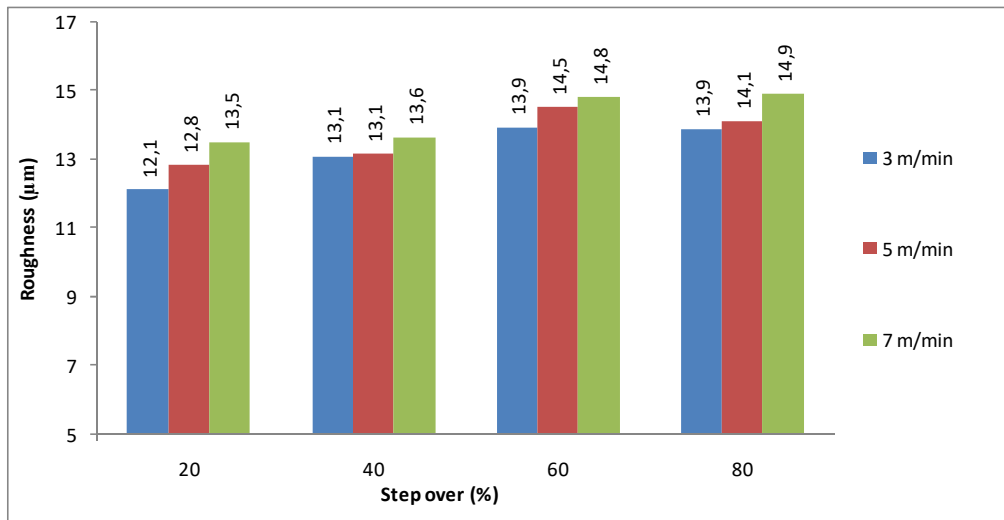


Fig 4. Surface roughness (finish depth: 6 mm)

Three-Way ANOVA test results were given in Table 1. The table shows the effects of finish depth, step over, feed rate and their interactions. The effects of main factors were statistically significant. In other words, finish depth, step over and feed rate affect the surface roughness of fiberboard. Three-Way ANOVA test results are statistically significant.

Table 1. Three-Way ANOVA test results

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Finish depth (FD)	656.373	1	656.373	1148.484	0.000
Step over (SO)	59.063	3	19.688	34.448	0.000
Feed rate (FR)	37.517	2	18.758	32.822	0.000
FD * SO	22.313	3	7.438	13.014	0.000
FD * FR	2.741	2	1.371	2.398	0.093
SO * FR	3.525	6	.587	1.028	0.408
FD * SO * FR	10.310	6	1.718	3.007	0.008

Table 2 shows Duncan test results about the effects of step over on the Ra values. When the Table 2 analyzed, it can be seen that step over of 20% and 40% was differ from step over percentages of 60% and 80%. According to mean values of groups; the lowest Ra values was $11.53 \mu\text{m}$, and the highest value was $12.62 \mu\text{m}$. Similar results were reported about the effects of step over on the surface roughness by other researchers (Lou et al. 1998; Sütçü and Karagöz 2012; Bal 2018).

Table 2. Duncan test results of step over

Step over (%)	Replicate (number)	<i>Ra</i> (µm)
20%	60	11.53 A
40%	60	11.72 A
60%	60	12.59 B
80%	60	12.62 B

Table 3 shows Duncan test results about the effects of feed rate on the *Ra* values. According to given results, it can be said that feed rate of 7 m/min was higher *Ra* value than that of other feed rate. It can be seen easily that surface roughness increases as the feed rate increase. In addition, considering the step over, feed rate and finish depth, the lowest effect on the surface roughness is the feed rate according to Table 1. There is no difference between feed rate groups of 3 and 5 m/min. Similar results were reported about the effects of feed rate on the surface roughness by some researchers (Davis 1962; Lou et al. 1998; Deus et al. 2015; Sedlecký 2017; Sedlecký et al. 2018; Bal 2018).

Table 3. Duncan test results of feed rate

Feed rate (m/min)	Replicate (number)	<i>Ra</i> (µm)
3	80	11.73 A
5	80	11.95 A
7	80	12.66 B

Table 4 shows Duncan test results about the effects of finish depth on the *Ra* values. It can be seen that *Ra* value of 2 mm finish depth was lower than that of 6 mm finish depth. The difference between two results was statistically significant. Similar results were obtained by Sütçü and Karagöz (2012) and Lin et al. (2006). They determined that surface roughness increase with increasing finish depth due to the difference density between the layers in fiberboard panels. Density of the material is the most important wood properties related to the physical (Kollmann and Cote 1968; Bozkurt and Göker 1996; Bal and Bektaş 2018) mechanical (Kollmann and Cote 1968; Bozkurt and Göker 1996; Bektaş 1997) and machinability (Davis 1962; Sütçü and Karagöz 2013) properties.

Table 4. Duncan test results of finish depth

Finish depth (mm)	Replicate number	<i>Ra</i> (µm)
2	120	10.46 A
6	120	13.77 B

4. Conclusion

In this study, the effects of the step over, feed rate and finish depth on the surface roughness of fiberboards were investigated. According to data obtained, following results can be said;

- Surface roughness value increases, as the feed rate increases. Especially, roughness of the test samples processed using 7 m/min feed rate are higher than that of other feed rate. The difference is statistically significant.
- Surface roughness value increases, as the step over increases. Roughness of the test samples processed using 20%, 40% step over are lower than that of step over of 60% and 80%. The differences between these two groups are significant.
- Roughness value increases, as the finish dept increases. It can be said that the reason of difference is the density of fiberboard. The outer layers of the fiberboard have higher density than that of inner layers.

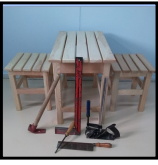
Acknowledgement

Some part of the data presented in this study was obtained from the project 215 O 899 supported by TÜBİTAK. We thank TÜBİTAK for this support. This study presented as a poster presentation at “International Forest Product Congress 2018”. The abstract section of the study published in abstracts book (Page; 165).

References

- Bal, B.C., and Bektaş, İ, (2018), Determination of relationship between density and some physical properties in beech and poplar wood, *Furniture and Wooden Material Research Journal*, 1(1), 1-10.
- Bal, B.C.,(2018), The effects of some tool paths adjustments of CNC machines on surface roughness and processing time of fiberboards, *Furniture and Wooden Material Research Journal*, 1(1), 21-30.
- Bektaş, İ.(1997), Kızılçam odununun teknolojik özellikleri ve yörelere göre değişimi, İÜ, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, İstanbul.
- Benardos, P.G., and Vosniakos, G. C., (2003), Predicting surface roughness in machining: a review, *International journal of machine tools and manufacture*, 43(8), 833-844.
- Bozkurt, Y., ve Göker, Y. (1996), Fiziksel ve mekanik ağaç teknolojisi, Yılmaz Bozkurt, Yener Göker İÜ, *Orman Fakültesi Yayınları*, No:3944, İstanbul.
- Davis, E.M., (1962), Machining and related characteristics of United States hardwoods, *Technical Bulletin* No: 1267, US Department of Agriculture Forest Service.
- De Deus, P. R., de Sampaio Alves, M. C., and Vieira, F. H.A. (2015), The quality of MDF work pieces machined in CNC milling machine in cutting speeds, feed rate, and depth of cut, *Meccanica*, 50 (12), 2899-2906.
- Erer, H., (2000), CNC takım tezgâhlarının gelişimi, <http://www.turkcadcam.net/rapor/cnc-ttg/index.html>, son erişim tarihi: 18.06.2018.
- Karagöz, Ü., (2011), CNC ile işlemede ahşap malzemenin yüzey kalitesini etkileyen faktörler, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11(1), 18-26.

- Kollmann, F., and Cote, W.A. (1968), Principles of wood science and technology. Springer Verlag.
- Lin, R.J.T., Houts, J.V., Bhattacharyya, D., (2006), Machinability investigation of medium density fiberboard, *Holzforschung*, 60(1), 71-77.
- Lou, M. S., Chen, J. C., and Li, C. M., (1998), Surface roughness prediction technique for CNC end-milling, *Journal of industrial technology*, 15(1), 1-6.
- Sedlecký, M., (2017), Surface roughness of medium-density fiberboard (MDF) and edge-glued panel (EGP) after edge milling, *BioResources*, 12(4), 8119-8133.
- Sedlecký, M., Kvietková, M. S., and Kminiak, R. (2018), Medium-density fiberboard (MDF) and edge-glued panels (EGP) after edge milling-surface roughness after machining with different parameters. *BioResources*, 13(1), 2005-2021.
- Sofuoglu, S.D. (2015), Determination of Optimal machining parameters of massive wooden edge-glued panels made of European larch (*Larix decidua* Mill.) using Taguchi Design Method, *BioResources*, 10(4), 7772-7781.
- Sütçü, A., and Karagöz, Ü. 2012), Effect of machining parameters on surface quality after face milling of MDF, *Wood Research*, 57(2), 231-240.
- Sütçü, A., and Karagöz, Ü. (2013), The influence of process parameters on the surface roughness in aesthetic machining of wooden edge-glued panels (EGPs), *BioResources*, 8(4), 5435-5448.
- TS 971, Surface roughness-parameters, their values and general rules for specifying requirements, TSE, Ankara, 1999.



Manolya ağacı, akçaağaç ve tespih ağacı odunlarında vida tutma direnci üzerine bir araştırma

Vedat Çavuş^{1*}, Ümit Ayata²

Öz

Masif odunun, mobilya üretiminde, dekorasyon işlerinde ve yapı malzemesi olarak kullanılmasında farklı birleştirme yöntemleri kullanılmaktadır. Metal, plastik veya odundan hazırlanmış gereçler birleştirme için kullanılmaktadır. Çivi, vida, cıvata ve zımba en fazla kullanılan metal birleştirme gereçleridir. Birleştirme noktalarının mekanik performansı birleştirme gerecine ve malzemeye göre değişmektedir. Bu çalışmada, manolya (*Magnolia grandiflora* L.) ağacı, akçaağaç (*Acer trautvetteri* Medw.) ve tespih ağacı (*Melia azedarach*) odunlarının vida tutma direnci üç farklı yüzeyde (teğet, radyal ve enine yüzey) araştırılmıştır. Denemeler, TS EN 13446 numaralı standarda göre yapılmıştır. Denemelerde, 4 x 50 mm ölçülerinde çinko vida kullanılmıştır. Deneme örnekleri 50 x 50 x 50 mm (genişlik x kalınlık x uzunluk) ölçülerinde hazırlanmıştır. Vidalar takılmadan önce test örneklerine 2.5 mm çapında öndelik açılmıştır. Denemelerde vida test örneklerine 30 mm vidalanmıştır. Denemeler, statik malzeme test cihazında yapılmıştır. En yüksek vida tutma direnci Akçaağacın teğet yüzeyinde (39.91 N/mm²), en düşük vida tutma direnci Tespih ağacının enine yüzeyinde (24.02 N/mm²) belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre; vida tutma direnci üzerine ağaç türü ve vidanın takıldığı yüzeyin önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Manolya ağacı, Akçaağaç, Tespih ağacı, Vida tutma direnci,

An investigation on screw holding strength on woods of magnolia tree, maple and chinaberry tree

Abstract

Different joining methods are used in solid wood for use in furniture production, decoration and construction materials. Materials made of metal, plastic or wood are used for joining. Nails, screws, bolts and staples are the most commonly used metal joining tools. The mechanical performance of the joining points varies depending on the joining device and the material. In this study, the screw holding resistance of magnolia (*Magnolia grandiflora* L.) tree, maple (*Acer trautvetteri* Medw.) and chinaberry tree (*Melia azedarach*) wood was investigated on three different surfaces (tangential, radial and transverse surface). Tests were carried out according to standard EN 13446. In the experiments, 4 x 50 mm zinc screw was used. Trial samples were prepared in 50 x 50 x 50 mm (width x thickness x length) dimensions. The test specimens were drilled for pilot hole with a diameter of 2.5 mm before the screws were inserted. In the trials, the screw test specimens were screwed to 30 mm. Experiments were performed on a static material test machine. The highest screw resistance was determined in tangential surface of maple tree, and the lowest screw resistance was determined in cross-section of chinaberry tree. According to the data obtained; it was determined that the wood type and the surface, on which the screw was attached, were significantly effective on the screw holding resistance.

Keywords: Magnolia tree, Maple tree, Chinaberry tree, screw holding strength

Makale tarihçesi: Geliş:13.12.2018, Düzeltme: 23.12.2018, Kabul: 23.12.2018, Yayınlanma: 26.12.2018

¹İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İzmir/Türkiye

²Atatürk Üniversitesi, Oltu Meslek Yüksekokulu, Ormanlık ve Orman Ürünleri Bölümü, Erzurum/Türkiye

*Sorumlu yazar: e-posta: vedat.cavus@ikc.edu.tr, orcid: 0000-0002-3289-7831

Atıf: Çavuş, V., ve Ayata Ü., (2018), Manolya ağacı, akçaağaç ve tespih ağacı odunlarında vida tutma direnci üzerine bir araştırma, Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 1(2), 94-102

1 Giriş

Ahşabın mobilya alanında kullanımına değer katan önemli özelliklerinden birisi de vida tutma direnci olmaktadır. Her ağaç türü farklı anatomik yapısı itibarıyla farklı vida tutma direncine sahiptir. Bu konu ile ilgili olarak çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bunlara örnek olarak; uzunluğu 70 mm, baş çapı 5 mm, kök çapı 3 mm, diş adımı 2.2 mm olan yıldız başlı vidaların kullanılması ile doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), meşe (*Quercus borealis* Lipsky), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), ceviz (*Juglans regia*) ve kestane (*Castanea sativa*) ağaç türlerinde enine, teğet ve radyal yüzeylerde (Çağatay ve ark., 2012), 21 * 40 numaralı (4.5 * 40 mm) ağaç vidası kullanılarak sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununda (Çelik ve ark., 2017), 21 x 40 anma boyutlarında 4.5 mm çap ve 40 mm uzunluktaki düz başlı, düşük karbonlu çelikten üretilmiş vidalar kullanılarak sakallı kızılbaş (*Alnus glutinosa* subsp. barbata (C.A.Mey) Yalt.), doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) odunlarında (Akyıldız ve Malkoçoğlu 2001), 3.5 x 50 mm (vida çapı x vida uzunluğu) anma ölçülerine sahip yıldız başlı çinko vidalar kullanarak doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve melez kavak (*Populus x euramericana* I-214) ağaç türlerinde (Bal ve ark., 2013) vida tutma direnci belirlenmiştir. Bir başka çalışmada ise; toros sediri (*Cedrus libani*), uludağ göknarı (*Abies bommülleriana* Mattf.), kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), meşe (*Quercus petraea* L.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağaçlarının odunlarında, teğet, radyal ve enine yüzeylerde vida tutma direnci belirlenmiştir (Ferah 1995).

Manolya (*Magnolia grandiflora* L.) ağacı, tespih (*Melia azedarach*) ağacı ve akçaağaç (*Acer trautvetteri* Medw.) günümüzde farklı alanlarda değerlendirilmektedir. Manolya (*Magnolia grandiflora* L.) ağacı çürüme direncine karşı dayanıklı olmayıp, kaplama, kontrplak, iç kaplama, döşemeli mobilya çerçeveleri ve genel amaçlı ahşap olarak kullanılmaktadır (URL 1). Tespih (*Melia azedarach*) ağacının öz odunu genellikle orta derecede dayanıklı olup ve böcek saldırısına karşı biraz dirençli kabul edilmekte, oymacılıkta, kaplama üretiminde, mobilya yapımında ve tornacılık alanlarında değerlendirilmektedir (URL 2). Akçaağaç (*Acer trautvetteri* Medw.) ise Türkiye’de bobin ve makara imalinde, tornacılık, alet sapları, yapı malzemesi, mobilya, travers, kaplama ve kontrplak, parke ve tüfek kundağı yapımında, müzik aletleri, cetvel tahtaları, uçak pervanesi, ayakkabıcılık, ev ve süs eşyaları ile spor aletlerinde kullanılabilir (Yaltırık 1970, Bozkurt ve Göker 1996, Bozkurt ve Erdin 1997).

Yapılan önceki çalışmalarda, özellikle endüstriyel olarak fazlaca kullanılan, bir çok farklı ağaç türünün, vida tutma direnci belirlenmiştir. Günümüzde, farklı bazı ağaç türlerinin odunlarının mobilya ve dekorasyon işlerinde ya da ahşap yapı sektöründe kullanıldığını bilinmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada, daha önce vida tutma direnci üzerine bir çalışma bulunmayan, manolya ağacı, tespih ağacı ve akçaağaç türlerinde teğet, radyal ve enine yüzeylerde vida tutma dirençleri belirlenmiştir.

2 Materyal ve Metot

2.1 Materyal

Bu çalışmada, İzmir bölgesinde yetişmiş olan manolya (*Magnolia grandiflora* L.) ağacı, akçaağaç (*Acer trautvetteri* Medw.) ve tespih ağacı (*Melia azedarach*) odunları deneme materyali olarak kullanılmıştır. Test örneklerinin hazırlanması için 15 cm x 15 cm x 110 cm ölçülerinde laboratuvar örnekleri elde edilmiştir. Sonra bu örneklerden test örnekleri 50 x 50 x 50 mm ölçülerinde kesilip hazırlanmıştır.

2.2. Metot

2.1.1 Rutubetin Belirlenmesi

Manolya ağacının, akçaağacın ve tespih ağacının rutubetleri TS 2471 (1976) numaralı standarda göre belirlenmiştir. Rutubet belirlenirken, vida tutma direnci test örnekleri kullanılmıştır. Aşağıda verilen Formül (1) yardımıyla rutubet değerleri hesaplanmıştır.

$$R: [(m_r - m_0) / (m_0)] \times 100 \quad (1)$$

R: (%)

m_r : % 60±5 bağıl nem ve 20±3 °C’de ulaşılan değişmeyen rutubetli ağırlık (g),

m_0 : Tam kuru ağırlık (g), değerlerini ifade etmektedir.

2.1.2 Hava Kuru Yoğunluğun Belirlenmesi

Manolya ağacı, akçaağaç ve tespih ağacının hava kuru yoğunluklarının belirlenmesinde vida tutma direnci test örnekleri kullanılmıştır. TS 2472 (1976) numaralı standarda belirtilen esaslara göre yoğunluk hesaplanmıştır. Bu işlemde ±0.01 g duyarlıklı analitik terazi yardımıyla deney örnekleri tartılmış ve deney örneklerinin boyutları ±0.01 mm duyarlıklı kumpas ile ölçülmüştür. Daha sonra ise örneklerin hacimleri belirlenmiştir. Aşağıda verilen formül (2) yardımıyla hava kuru yoğunlukları hesaplanmıştır.

$$\delta_{12}: (M_{12} / V_{12}) \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (2)$$

Bu eşitlikte;

δ_{12} : Hava kuru yoğunluk (g/cm³),

M_{12} : Hava kuru haldeki ağırlık (g),

V_{12} : Hava kuru haldeki hacmi (cm³), değerlerini ifade etmektedir.

2.1.3 Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi

Denemelerde, vida tutma direnci, odunun üç farklı yüzeyinde (teğet, radyal ve enine yüzey) belirlenmiştir. Vida tutma direnci testleri TS EN 13446 numaralı standarda göre yapılmıştır. Denemelerde, 4 x 50 mm ölçülerinde çinko vida kullanılmıştır. Deneme örnekleri 50 x 50 x 50 mm (genişlik x kalınlık x uzunluk) ölçülerinde hazırlanmıştır (Şekil 1). Vidalar takılmadan önce test örneklerine, Bosch marka PBD40 model lazer işaretlemeli dikey matkap ile 2.5 mm çapında öndelik açılmıştır (Şekil 2). Denemeler yapılmadan önce test örnekleri 21 ± 3° sıcaklık ve % 60 ± 5 bağıl nem ortamında hava kuru hale getirilmiştir. Denemeler statik malzeme test cihazında 5 m/dk hız ile yapılmıştır. Aşağıda verilen formül (3) ile ahşap malzemelerin vida tutma dirençleri hesaplanmıştır.

$$f = [(F_{\max}) / (d \times l_p)] \text{ N/mm}^2 \quad (3)$$

Burada;

f = Vidanın geri çekilmeye karşı gösterdiği direnç (N/mm²)

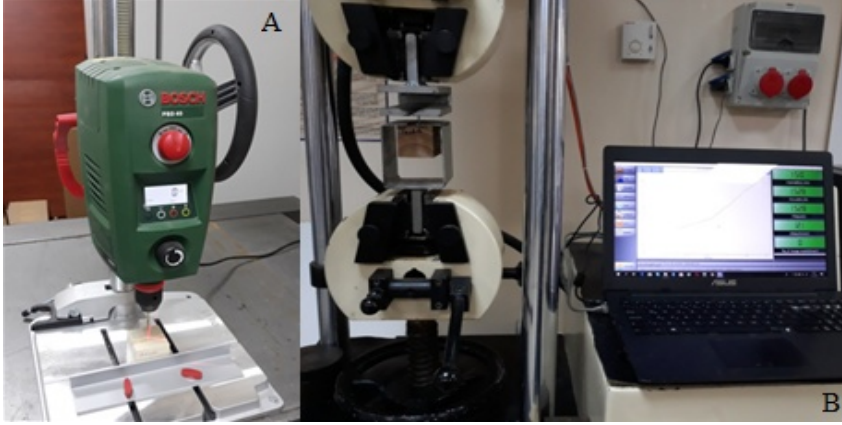
l_p = Bağlayıcının girme derinliği (mm),

d = İmalâtçı tarafından verilen vida çapı (mm),

F_{\max} = En büyük geri çıkma yükü (N)



Şekil 1. Teğet yüzeyde vidalanmış deney örnekleri



Şekil 2. Ahşap malzemelere dikey matkapta ön deliklerin açılması (A) ve Test cihazında testlerin yapılması (B)

2.2 İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada, manolya ağacı, akçaağaç ve tespih ağacına ait odunlardan hazırlanan test örnekleri üzerinde, hava kurusu yoğunluk, hava kurusu rutubet, teğet, radyal ve enine yüzeylerde vida tutma direnci deneyleri belirlendikten sonra elde edilen veriler kullanılarak, varyans analizleri, aritmetik ortalama, standart sapma, maksimum değer ve minimum değerler, tekli ve ikili duncan testleri hesaplanmış olup bu sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur.

3 Bulgular ve Tartışma

Çizelge 1’de hava kurusu yoğunluk üzerine belirlenen varyans analizi sonuçları gösterilmektedir. Çizelge 1’e göre ağaç türü faktörü anlamsız elde edilmiştir.

Çizelge 1. Hava kurusu yoğunluk üzerine belirlenen varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	P, $\alpha \leq 0.05$
Ağaç Türü	4957.733	2	2478.867	1.817	0.175**
Hata	57309.067	42	1364.502		
Toplam	1.824E+07	45			

**: Anlamsız

Çizelge 2’de ağaç türlerine ait hava kurusu yoğunluk değerleri (D_{12}) verilmiştir. Çizelge 2’ye göre en düşük D_{12} değeri tespih ağacı odununa ait deney örneklerinde (621.67 kg/m^3) elde edilirken, en yüksek D_{12} değeri manolya ağacına ait deney numunelerinde (647.00 kg/m^3) belirlenmiştir. Yoğunluk ve rutubet masif odunun mekanik özelliklerini belirleyen önemli fiziksel özelliklerdir. Yoğunluğun etkisi rutubetin etkisinden daha yüksektir. Yoğunluğun değişmesi ile odunun çalışması (daralma-genişleme) ve lif doygunluk noktası

gibi fiziksel özellikleri değişmektedir (Kollman ve Cote 1968; Bozkurt ve Göker 1996; Bal ve Bektaş 2018) Masif odunda genel olarak, rutubet arttıkça ve yoğunluk azaldıkça, mekanik özellikler azalmaktadır. Bunun aksine, rutubet azaldıkça ve yoğunluk arttıkça mekanik özellikler artmaktadır. Yoğunluk arttıkça vida tutma direnci artmaktadır (Bal ve ark. 2013, Bal ve ark., 2016). Bu ilişkiyi etkileyen faktörler ise özellikle iğne yapraklı ağaçlarda reçinenin varlığı ve rutubet yüzdesinin lif doygunluk noktası üzerine çıkmasıdır. Bal ve ark., (2012) tarafından sedir odunu üzerinde yapılan çalışmada, yoğunluğun artması ile doğrusal bir şekilde mekanik özelliklerin artmamasının nedeninin reçine olduğu bildirilmiştir. Lif doygunluk noktasına kadar, rutubet miktarının artması ile mekanik özelliklerin azaldığı birçok çalışmada not edilmiştir (Kollman ve Cote 1968, Bozkurt ve Göker 1996).

Çizelge 2. Ağaç türlerine ait hava kuru yoğunluk değerleri (D_{12})

Ağaç Türü	Ölçüm Sayısı	D_{12} (kg/m ³)	HG	SS	Minimum Ölçüm (kg/m ³)	Maksimum Ölçüm (kg/m ³)
Manolya Ağacı (<i>Magnolia grandiflora</i> L.)	15	647.00	A*	63.30	532.00	719.00
Akçaağaç (<i>Acer trautvetteri</i> Medw.)	15	638.13	A	5.46	630.00	650.00
Tespah Ağacı (<i>Melia azedarach</i>)	15	621.67	A**	7.51	603.00	634.00
HG: Homojenlik Grubu, SS: Standart Sapma, *: En yüksek değer, **: En düşük değer						

Çizelge 3’de hava kuru yoğunluk üzerine belirlenen varyans analizi sonuçları gösterilmektedir. Çizelge 3 incelendiği zaman ağaç türü faktörünün anlamlı olarak elde edildiği görülmektedir.

Çizelge 3. Rutubet üzerine belirlenen varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	P, $\alpha \leq 0.05$
Ağaç Türü	2.242	2	1.121	9.063	0.001*
Hata	5.195	42	0.124		
Toplam	7693.25	45			
*: Anlamlı					

Çizelge 4’de ağaç türlerine ait rutubetlere ait sonuçlar gösterilmektedir. En yüksek rutubet tespih ağacında (% 13.34) bulunurken, bunu akçaağaç (% 13.07) ve manolya ağacı (% 12.79) takip etmiştir (Çizelge 4). Çizelge 4’de verilen bulgular incelendiği zaman, ağaç türleri için rutubet değerlerinin % 12 rutubet seviyesine oldukça yakın oldukları görülmektedir. Ayrıca, ölçülen denge rutubeti yüzdelerinin birbirlerine çok yakın olduğu görülmektedir. Bu nedenle elde edilen vida tutma direncine ait bulgular arasındaki farkların rutubetten kaynaklandığı düşünülemez. Farklı Rutubet yüzdelerine sahip test örneklerinin mekanik özellikleri arasında farklar oluşabilir. Ancak bu belirgin rutubet farklılıklarında ortaya çıkmaktadır. Örneğin, Bal (2016) kontrplak test örnekleri üzerinde yapmış olduğu çalışmada bunu %10 rutubet farklılığı için belirlemiştir. Benzer bir çalışmada, kayın, kızılğaç, kestane, ladin ve sarıçam odun örneklerinde rutubetin ve ağaç türünün vida tutma direnci üzerine etkisi araştırılmış ve en yüksek vida tutma direnci denemelerde kullanılan en yüksek yoğunluğa sahip kayın odununda elde edilmiş ve rutubet artışının vida tutma direncini düşürdüğü belirlenmiştir (Akyıldız ve Malkoçoğlu 2001).

Çizelge 5’de vida tutma direnci üzerine varyans analizi sonuçları verilmiştir. Çizelge 5’e göre, ağaç türü (A) ve vidama yüzeyi (B) faktörleri anlamlı elde edilirken, bu faktörlerin etkileşimi (AB) anlamsız olarak belirlenmiştir ($\alpha \leq 0.05$ ’e göre).

Çizelge 4. Ağaç türlerine ait rutubet sonuçları

Ağaç Türü	Ölçüm Sayısı	Ortalama Rutubet (%)	HG	SS	Minimum Ölçüm (%)	Maksimum Ölçüm (%)
Manolya Ağacı (<i>Magnolia grandiflora</i> L.)	15	12.79	C**	0.31	11.90	13.10
Akçaağaç (<i>Acer trautvetteri</i> Medw.)	15	13.07	B	0.47	12.60	14.60
Tespah Ağacı (<i>Melia azedarach</i>)	15	13.34	A*	0.23	13.00	13.70
HG: Homojenlik Grubu, SS: Standart Sapma, *: En yüksek değer, **: En düşük değer						

Çizelge 5. Vida tutma direnci üzerine varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	P, $\alpha \leq 0.05$
Ağaç Türü (A)	1004.652	2	502.326	32.157	0.000*
Vidalama Yüzeyi (B)	1710.033	2	855.017	54.735	0.000*
Etkileşim (AB)	136.485	4	34.121	2.184	0.074**
Hata	1968.263	126	15.621		
Toplam	156122.250	135			
*: Anlamlı, **: Anlamsız					

Çizelge 6’da ağaç türü ve vidalama yüzeyinde tekli Duncan testi karşılaştırma sonuçları verilmiştir. Çizelge 6’ya göre, ağaç türü düzeyinde en yüksek vida tutma direnci akçaağaç odununa ait örneklerde (36.66 N/mm^2) tespit edilirken, bunu sırası ile manolya ağacı (33.78 N/mm^2) ve tespih ağacı (30.00 N/mm^2) izlemiştir. Vidalama yüzeyi düzeyinde ise en yüksek vida tutma direnci teğet (37.99 N/mm^2) yüzeyde elde edilirken, bunu radyal (33.36 N/mm^2) ve enine (29.29 N/mm^2) yüzeyler izlemiştir (Çizelge 6). Bunun en önemli nedenlerinin ise teğet yüzeyde yapılan vida testi esnasında yıllık halkaların vidaların çıkmasını önleyen birer bariyer olarak görev yapması ve enine kesitte odun hücrelerinin bir birinden ayrılmasının daha kolay olmasıdır denebilir. Benzer bir çalışmada, Kılıç ve ark., (2007) ceviz, göknar, meşe ve kiraz ağaçlarının odunlarının teğet, radyal ve enine kesit yüzeylerinde vida ve çivi tutma direnci testleri uygulamışlar ve benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Bir başka çalışmada Gasparic ve ark., (2015) tarafından Avrupa ladini odunu üzerinde yapılmıştır. Bu çalışma sonuçlarında göre en yüksek vida tutma direnci teğet yüzeyde (radyal yönde) elde edilmiştir. Örs ve ark., (1998) tarafından yapılan çalışmada, vida tutma direnci üzerine, ön delik çapı, vida çapı, yüzey (paralel-dik) tutkal kullanılması gibi faktörlerin etkisi olduğu gösterilmiştir. Bir başka çalışmada ise, ön delik çapı, vida tipi ve lamine ahşap malzemenin katman kalınlığının vida tutma direnci üzerine etkisi belirlenmiştir (Özçiftçi 2009).

Çizelge 6. Ağaç türü ve vidalama yüzeyine ait tekli Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Ağaç Türü	Ölçüm Sayısı	Aritmetik Ortalama (N/mm^2)	HG
Manolya Ağacı (<i>Magnolia grandiflora</i> L.)	45	33.78	B
Akçaağaç (<i>Acer trautvetteri</i> Medw.)	45	36.66	A*
Tespah Ağacı (<i>Melia azedarach</i>)	45	30.00	C**
Vidanın takıldığı yüzey	Ölçüm Sayısı	Aritmetik Ortalama (N/mm^2)	HG
Teğet	45	37.99	A*
Radyal	45	33.36	B
Enine	45	29.29	C**
HG: Homojenlik Grubu, *: En yüksek değer, **: En düşük değer			

Çizelge 7’de ağaç türü - vidalama yüzeyi ikili etkileşimine ait Duncan karşılaştırma sonuçları verilmiştir. Çizelge 7’ye göre, en yüksek vida tutma direnci akçaağaç odununun teğet yüzeyinde yapılan örneklerinde (39.91 N/mm²) elde edilirken, en düşük vida tutma direnci tespih ağacı odununun teğet yüzeyinde yapılan örneklerinde (24.02 N/mm²) belirlenmiştir. Bütün ağaç türlerinde yapılan vida tutma direnci büyükten küçüğe doğru en yüksek teğet yüzeylerde sonra radyal yüzeylerde ve en son enine yüzeylerde olacak şekilde bulunmuştur.

Çizelge 7 incelendiğinde, en düşük yoğunluğa sahip olan tespih odununun en düşük vida tutma direncine sahip olduğu görülmektedir. Diğer iki ağaç türünün yoğunluğu birbirine yakındır. Manolya odununun vida tutma direnci akçaağaç odunundan yoğunluğu biraz yüksek olmasına rağmen daha düşük ölçülmüştür. Bunun sebebinin ise odunun hücre yapısından ve lignin miktarından kaynaklandığı söylenebilir. Bazı odunlarda öz ışıını paranzim hücreleri miktarı diğer hücre tiplerine göre daha fazla bulunmaktadır. Bunun doğal sonucu olarak odunun yapısı daha girift bir hal olmaktadır. Liflere paralel yönde yarıma direnci artmaktadır. Daha sıkı bir odun yapısı oluşmaktadır. Lignin miktarının artması ile hücrelerin birbirlerine bağlanma kuvveti de artmaktadır. Bunun gibi nedenlerle farklı ağaç odunlarının yoğunlukları benzer olsa dahi mekanik özellikleri arasında farklılıklar oluşmaktadır. Benzer çalışmalarda elde edilen sonuçlar bu çalışmada elde edilen sonuçları doğrulamaktadır (Taj ve ark., 2009, Çağatay ve ark., 2012).

Çizelge 7. Ağaç türü - vidalama yüzeyi ikili etkileşimine ait Duncan karşılaştırma sonuçları

Ağaç Türü	Vidanın takıldığı Yüzey	Ölçüm Sayısı	Aritmetik Ortalama (N/mm ²)	HG	SS	Minimum Ölçüm (N/mm ²)	Maksimum Ölçüm (N/mm ²)
Manolya Ağacı (<i>Magnolia grandiflora</i> L.)	Teğet	15	38.40	AB	6.61	25.20	47.20
	Radyal	15	32.53	DE	4.40	26.10	43.40
	Enine	15	30.40	E	4.72	23.80	40.00
Akçaağaç (<i>Acer trautvetteri</i> Medw.)	Teğet	15	39.91	A*	1.97	34.60	42.60
	Radyal	15	36.63	B	2.78	31.50	40.80
	Enine	15	33.45	CD	3.50	22.90	37.70
Tespih Ağacı (<i>Melia azedarach</i>)	Teğet	15	35.66	BC	0.81	34.30	36.80
	Radyal	15	30.31	E	4.38	22.20	37.00
	Enine	15	24.02	F**	3.38	20.50	31.90

HG: Homojenlik Grubu, SS: Standart Sapma, *: En yüksek değer, **: En düşük değer

4 Sonuçlar ve Öneriler

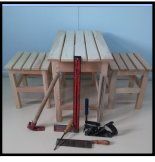
Bu çalışmada, manolya ağacı, akçaağaç ve tespih ağacı türlerinin odunlarından elde edilen test örneklerinin teğet, radyal ve enine kesit yüzeylerinde vida tutma direnci testleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre şu sonuçlar söylenebilir:

- Ağaç türü, vida tutma direnci üzerine istatistiksel olarak önemli seviyede etkilidir. Özellikle yoğunluğu yüksek olan türlerin vida tutma direnci daha yüksektir.
- Odunun üç temel yönünün, diğer mekanik özelliklerde olduğu gibi, vida tutma direnci üzerine de etkisi vardır. Odunun vida tutma direnci, bu üç temel yönde farklılık göstermektedir. Bu çalışma sonunda elde edilen verilere göre; vida tutma direncinin her üç yönde birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. En yüksek vida tutma direnci teğet yönde belirlenmiştir. En düşük ise enine yüzeyde belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Akyıldız, M. H., ve Malkoçoğlu, A., (2001), Doğu Karadeniz bölgesinde yetişen önemli bazı ağaç odunlarının vida tutma dirençleri, *Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 2(1), 54-60.
- Bal, B.C., Bektaş, İ., ve Kaymakçı, A., (2012), Toros sedirinde genç odun ve olgun odunun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri, *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(2), 17-27.
- Bal, B.C., Özdemir, F., ve 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., (2016), The effect of moisture content on the screw holding capacity of birch and pine plywood, International Forestry Symposium-IFS2016, 7-10 December 2016, Proceedings books P: 1020-1026, Kastamonu.
- Bal, B.C., Akçakaya, E., Gündeş, E., (2016), Farklı ağaç türlerinden üretilmiş kontrplakların yanıl çivi dayanımı üzerine bir araştırma, *Düzce Üniversitesi, Ormancılık Dergisi*, 12(1), 145-153.
- Bal BC, Bektaş İ, (2018), Kayın ve Kavak odunlarında fiziksel özelliklerle yoğunluk ilişkisinin belirlenmesi, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 1-10.
- Bozkurt, Y., ve Göker, Y., (1996), Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İ.Ü., Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: 3944, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y., ve Erdin, N., (1997), Ağaç Malzeme Teknolojisi Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3998, Fakülte Yayın No: 445, ISBN 975-404-449-X.
- Çağatay, K., Efe, H., Burdurlu, E., ve Kesik, H. İ., (2012). Bazı ağaç malzemelerin vida tutma mukavemetlerinin belirlenmesi, *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 12(2), 321-328.
- Çelik, İ., Yılmaz, H., Bideci, A., (2017), Sarıçam ağaç odunlarının çivi ve vida tutma dirençlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 360-368.
- Ferah, O., (1995). Bazı önemli ağaç türlerimizin vida ve çivi tutma direnç özelliklerinin belirlenmesi, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik bülten No:252.
- Gašparík, 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.
- Kılıç, M., Burdurlu, E., Usta, I., Berker, U. Ö., and Oduncu, P., (2007), Comparative analysis of the nail and screw withdrawal resistances of fir (*Abies Mill.*), cherry (*Prunus Avium L.*), walnut (*Juglans Regia L.*) and oak (*Quercus L.*) wood, *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 2(2), 61-75.
- Kollmann, F.F., Cote Jr W.A., (1968), Principles of wood science and technology. vol. I. Solid Wood, *In Principles of Wood Science and Technology*, Vol. I. Solid Wood, Springer-Verlag.
- Özçifçi, A., (2009), The effects of pilot hole, screw types and layer thickness on the withdrawal strength of screws in laminated veneer lumber, *Materials & Design*, 30(7), 2355-2358.

- Taj, M. A., Najafi, S. K., and Ebrahimi, G., (2009), Withdrawal and lateral resistance of wood screw in beech, hornbeam and poplar, *European Journal of Wood and Wood Products*, 67(2),135-140.
- TS 2471, (1976), Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2472, (1976), Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 13446, (2005), Ahşap esaslı levhalar - bağlayıcıların geri çıkma kapasitesinin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- URL 1. Manolya (*Magnolia grandiflora* L.) Ağacı Hakkında Bazı Bilgiler, <https://www.wood-database.com/southern-magnolia/>, (11.09.2018)
- URL 2. Tespih Ağacı (*Melia azedarach*) Ağacı Hakkında Bazı Bilgiler, <https://www.wood-database.com/chinaberry/>, (11.09.2018)
- Yaltırık, F., (1970), Türkiye’de akçaağaçların kullanılışı ve değerlendirilmesi imkânlarının irdelenmesi, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 20(1), 29-33.



Yonga levha üretiminde pirinç kavuzu kullanımının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi

Fatih Şahin¹, Emre Birinci², Alperen Kaymakçı^{3*}

Öz

Dünyadaki hammadde yetersizliği ve çevresel baskılardan dolayı farklı lignoselülozik hammadde kaynakları arayışı giderek artmaktadır. Bu kapsamda, orman ürünleri endüstrisi fabrika atıkları, odun unu/talaşı, orman kesim atıkları, yıllık bitki atıkları vb. lignoselülozik malzemelerin kullanım olanakları hakkında çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Türkiye’de buğday, pamuk, ayçiçeği, pirinç vb. ürünler en çok üretilen tarımsal ürünler arasında yer almaktadır. Bu ürünlerin üretimi esnasında ortaya çıkan atıkların çoğu yasak olmasına rağmen üreticiler tarafından tarlalarda yakılarak imha edilmektedir. Bu çalışma kapsamında %0, 10, 20 ve 30 oranlarında pirinç kavuzları kullanılarak üretilen formaldehit reçinesi yardımı ile 4 tip yonga levha üretilmiştir. Elde edilen yonga levhaların yüzey pürüzlülüğü parametreleri belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; pirinç kavuzlarının yonga levha üretiminde kullanılmasının yüzey pürüzlülüğünü genel olarak azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca yonga levha içerisinde pirinç kavuzu kullanım oranının artmasına bağlı olarak tüm yüzey pürüzlülüğü parametrelerinin genel olarak azalmış olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Yonga levha, pirinç kavuzu, yüzey pürüzlülüğü

The Effect of Rice Husks on the Surface Roughness of Particleboard

Abstract

Due to lack of raw materials and, environmental concerns in the world, the search for different sources of lignocellulosic raw materials is increasing. In this context, the forest products industry factory wastes, wood flour / wood sawdust, foliage, annual plant waste etc. there are various researches on the use of lignocellulosic materials. In Turkey, wheat, cotton, sunflower, rice etc. the products are among the most-produced agricultural products. Although most of the wastes generated during the production of these products are prohibited, they are destroyed by the producers in the fields by burning. In the scope of this study, 4 types of particleboard were produced with the help of urea formaldehyde resin by using rice husks at 0, 10, 20 and 30% ratios. The surface roughness parameters of the obtained particleboards were determined. According to the results of the research, it was determined that the use of rice husks in the production of particleboard reduced the surface roughness. In addition, it was determined that all surface roughness parameters were decreased due to the increase of the use of rice husks in the particleboard.

Keywords: Particleboard, rice husk, surface roughness

Makale tarihçesi: Geliş: 13.12.2018, Düzeltme: 25.12.2018, Kabul: 25.12.2018, Yayınlanma: 26.12.2018

¹Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş., Kastamonu/Türkiye

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

³Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kastamonu/Türkiye

*Sorumlu yazar: e-posta: akaymakci@kastamonu.edu.tr, Tel:+903662801773, orcid:orcid.org/0000-0002-8009-7775

Atıf: Şahin, F., Emre B., ve Kaymakçı, A. (2018), Yonga levha üretiminde pirinç kavuzu kullanımının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi, Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 1(2), 103-108

1 Giriş

Ahşap malzeme insanlığın ilk çağlarından beri kullanılan ve popülerliği artarak devam eden yenilenebilir bir materyaldir. Son yıllarda ahşap malzemeye olan talebin artması, masif malzemeye alternatif yeni mühendislik malzemelerinin ortaya çıkmasını kaçınılmaz kılmıştır. Bu gelişmeye paralel olarak yonga levha başta olmak üzere birçok odun esaslı levha ürünü üretilmiştir.

Yonga levha, genellikle lignoselülozik materyallerden elde edilen yonga veya küçük parçaların termoset tutkal ya da uygun bir bağlayıcı ile sıcaklık ve basınç altında preslenmesi sonucu elde edilen bir malzemedir (Akyüz, 2004; Martins ve ark., 2018). Yonga levha üretiminde iğne yapraklı ve yapraklı ağaçların yanı sıra odunsu yapılar barındıran kenevir, şeker kamışı, pamuk sapları, keten, bambu, saman, yer fıstığı kabuğu, buğday sapı gibi yıllık bitkilerde kullanılabilir (Mengeloğlu ve Alma, 2002; Çöpür ve ark., 2006).

Yıllık bitki atıkları önemli bir potansiyele sahip olmasına karşın yeterli derecede değerlendirilememektedir. Dünyada yıllık bitkilerin kullanımını konusunda birçok araştırma yapılmıştır (Cooper ve Balatinecz, 1999). Bu tür malzemelerin yonga levha üretimine uygunluğunun araştırılması levha üreticilerinin dikkatini çekeceği düşünülmektedir (Liew ve ark., 2018).

Arkeolojik bulgulara göre yaklaşık 9000 yıl önce Çin’de tüketilmeye başlanan pirinç, sıcak, özellikle bol yağış alan sulak bölgelerde yetiştirilen bir bitkidir. International Grains Council raporlarına göre dünya pirinç üretim miktarı ortalama 600 milyon ton civarındadır. Bu üretimin en önemli kısmını Çin, Endonezya, Hindistan, Vietnam ve Bangladeş üretmektedir. Bu ülkelerin yıllık pirinç üretim miktarları Çin 143 milyon ton, Hindistan 104 milyon ton, Endonezya 40 milyon ton, Bangladeş 32 milyon ton, Vietnam 30.6 milyon ton ve Tayland 21.3 milyon tondur. TÜİK verilerine göre Türkiye’de ise yıllık pirinç üretimi 600 bin tondur (Yavuz ve ark., 2016).

Pirinç üretiminde karşılaşılan sorunların başında hasat sonrasında tarlada kalan kavuzların ortadan kaldırılması gelmektedir. Pirinç bitkisinin kavuz/tane oranının fazla olmasından dolayı 1 tonluk pirinç hasadından sonra tarlada yaklaşık 350-400 kg arasında kavuz kalmaktadır. Pirinç kavuzunda yüksek oranda silisyum bulunduğundan dolayı parçalanması güçtür. Bu nedenle pirinç kavuzları bir sonraki ekime kadar tarlada kendiliğinden çürüyerek ortadan tamamen kalkmamaktadır. Bu sorunu üreticiler yasak olmasına rağmen tarlada kalan pirinç kavuzlarını yakarak bertaraf etmeye çalışmaktadırlar. Bu durum küresel karbon emisyonunun artmasını sağlamaktadır. Pirinç kavuzunun farklı alanlarda odun hammaddesinin yerine ikame edilmesi hem ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacak hem de küresel karbon emisyonunun azaltılmasına katkıda bulunacaktır (Kayışoğlu ve ark., 2016).

Bu çalışma kapsamında, yonga levha üretiminde %0, 10, 20 ve 30 oranlarında pirinç kavuzu kullanılmıştır. Elde edilen yonga levhaların yüzey pürüzlüğü testleri gerçekleştirilmiştir.

2 Materyal ve Metot

2.1 Materyal

Çalışma kapsamında, Kastamonu Entegre AŞ. Kastamonu Yonga Levha Fabrikası'nda 18 mm kalınlığında, 630 kg/m³ yoğunluğunda ve 2100×2800 mm ebatlarında yonga levhalar üretildi. Üretilen bu levhalara çeşitli oranlarda pirinç kavuzu ilave edilerek TS EN 325 (2014) standartlarına uygun olacak şekilde, istenilen boyutlarda örnekler kesildi. Üretim reçetesine ilişkin detaylar Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Üretilen yonga levhalara eklenen pirinç kavuzu oranı

Gruplar	Orta Tabakada (%)	Üst Tabakada (%)
A	0	0
B	10	10
C	20	20
D	30	30

2.2 Metot

2.2.1 Yonga Levhaların Üretilmesi

Bu araştırmada, deneme levhaları üretiminde yonga levha iş akışına bağlı olarak yongalama, kurutma, eleme, tutkallama, serme, ön presleme, sıcak presleme, klimatizasyon, ebatlama, zımparalama ve depolama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Deneme levhalarının üretimi esnasında proses şartlarına bağlı kalınarak, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* L, *Pinus brutia*, *Quercus petraea* ve *Populus alba* odunları karışım halinde kullanılmıştır. Kuru silolardan dozajlanarak alınan ~%1.0–1.2 rutubet derecesindeki yongalar/talaşlar ile pirinç kavuzu ayrı ayrı orta ve üst tabaka tutkallama makinalarında pulverize şeklinde püskürtülen ÜF tutkal çözeltisi ile karıştırılmıştır. Deneme levhalarının üretiminde, 1.06 gr/cm³ yoğunluğa sahip amonyum klorürün (NH₄Cl) %20'lik sulu çözeltisi kullanılmıştır. Levhaların su alma ve kalınlık artışını azaltmak için katı madde oranı %60'lık ve yoğunluğu 0.96 gr/cm³ olan beyaz renkli parafin emülsiyonundan yararlanılmıştır.

2.2.2 Yüzey Pürüzlülüğünün Belirlenmesi

Test örnekleri 18 x 50 x 50 mm boyutlarında kesilmiş, 2 hafta süre ile %65±5 bağıl nem ve 20±2 °C sıcaklıkta hava kurusu rutubet derecesine gelinceye kadar klimatize edilmiştir. Testler Tokyo Seimitsu Accretech Handysurf E-35 B iğne taramalı portatif yüzey ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Test örneklerinin yüzey pürüzlülüğü özelliklerini belirlemek için ISO 4287 standardına uygun şekilde ölçümler yapılmıştır. Profil girintileri ile çıkıntıları arasında bulunan merkez çizgisi ortalama pürüzlülük değerleri (Ra), on nokta pürüzlülüğü ortalama değeri (Rz) ve kuadratik ortalama pürüzlülük (RSm) değerleri ölçülmüştür. Ölçümler oda sıcaklığında, ölçme hızı 0.5 mm/sn, tarama uzunluğu 12.5 mm ve sınır dalga boyu, λc= 0.25 mm olacak şekilde yapılmıştır. Her bir parametredeki bir deney levhası için 10 ölçüm yapılmış ve 10 levha tekrarlı olmak üzere toplam 100 ölçüm yapılmıştır.

2.2.3 Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi için IBM SPSS 23.0 paket programından yararlanılmıştır. Çalışmada faktörlerin elde edilen sonuçlar üzerinde anlamlı olup olmadığını belirleyebilmek için basit varyans analizi, anlamlı bulunan faktörler üzerinde de Duncan testi yapılmıştır. Ayrıca 2 saat suda bekleme neticesinde yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen farklılıkları belirleyebilmek için eşleştirilmiş T testi uygulanmıştır.

3 Bulgular ve Tartışma

Çeşitli oranlarda pirinç kavuzu kullanılarak üretilen yonga levhaların hava kurusu rutubet hali ve 2 saat suda bekletilmesi sonucunda yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen değişimlere ilişkin sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Hava kurusu ve 2 saat suda bekletilmiş yonga levhaların yüzey pürüzlülük değerlerinin eşleştirilmiş t testi sonuçları

Gruplar	Hava Kurusu Rutubet (HK)			2 Saat Su Alma Sonrası (TY)		
	Ra (µm)	Rz (µm)	RSm (µm)	Ra (µm)	Rz (µm)	RSm (µm)
A	4.45a ¹ (0.80)	21.18a (4.48)	120.10ns (25.43)	4.80a (1.16)	22.30a (5.00)	132.38a (28.95)
B	3.62b (0.99)	18.02b (4.65)	113.65ns (24.12)	4.27b* (0.88)	20.03b (4.39)	122.94ab (25.08)
C	3.49b (0.93)	17.52b (4.73)	113.23ns (24.12)	4.26b* (0.87)	19.91b (3.89)	122.03ab (20.74)
D	3.14b (0.97)	15.78b (4.46)	110.90ns (23.56)	4.05b* (0.85)	18.85b* (4.04)	116.09a (25.62)

*Eşleştirilmiş t testi sonucunda hava kurusu ölçüm değerleri ile fark gösterenler (p<0.05)

¹ Küçük harfler Duncan testi sonucunu göstermektedir.

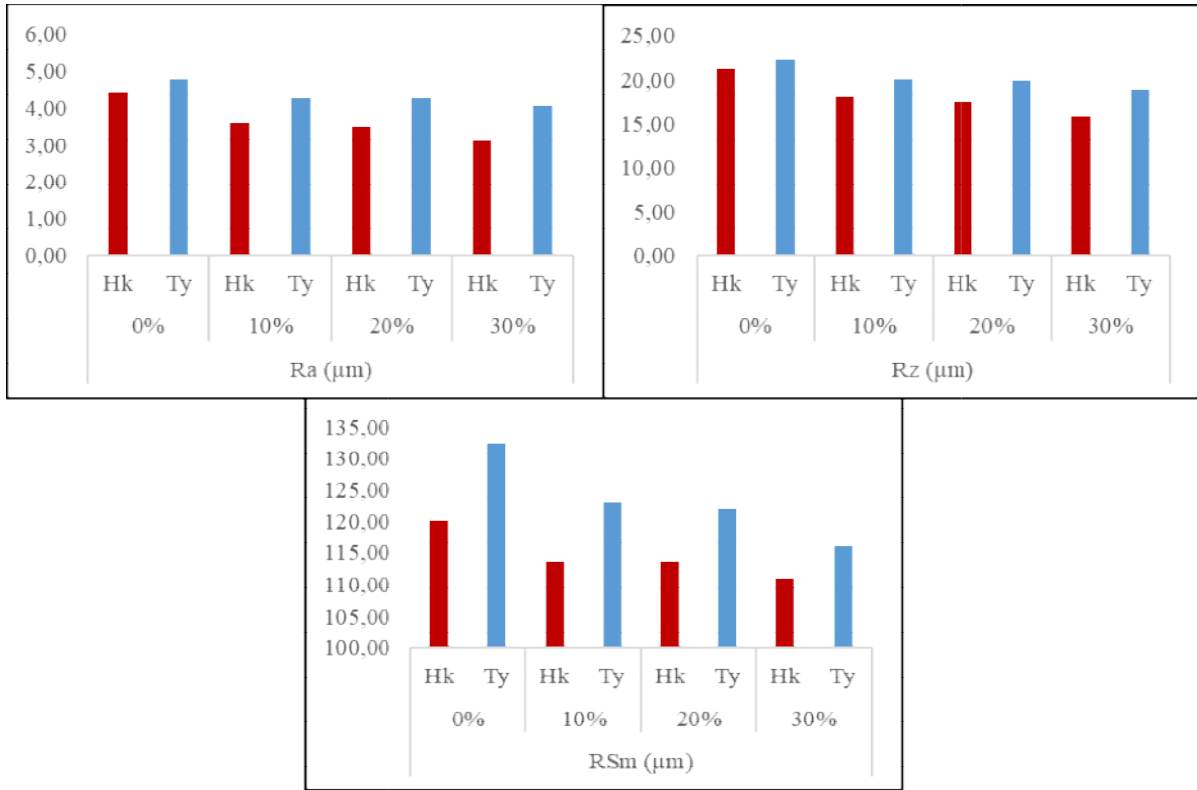
Çizelge 2 incelendiğinde yonga levha içerisinde pirinç kavuzu kullanım oranının artmasına bağlı olarak tüm yüzey pürüzlülüğü parametrelerinin azalmış olduğu tespit edilmiştir. En yüksek yüzey pürüzlülük değerlerine kontrol grubu olarak belirlenen A grubunda rastlanırken (Ra: 4.45 Rz: 21.18 ve RSm: 120.10), en düşük sonuçlara yonga levhaların orta ve üst tabakalarında % 30 oranına pirinç kavuzu kullanılarak üretilen deneme örneklerinde ulaşılmıştır (Ra: 3.14 Rz: 15.78 ve RSm: 110.90). Merkez çizgisi ortalama pürüzlülük değeri (Ra) ele alındığında. Ra değerinin kontrol grubu olarak nitelendirilen A grubunda 4.45 µm, alt ve üst tabakalarda % 30 pirinç kavuzu kullanılarak üretilen D grubunda ise 3.14 µm olduğu görülebilecektir. Orta ve üst tabakalarda %30 oranında pirinç kavuzu kullanımının Ra değerinde %29.43 oranında bir azalma sağladığı tespit edilmiştir. Benzer durumu tüm yüzey pürüzlülüğü parametrelerinde görmek mümkündür.

Çizelge 3. saat süre ile suda bekletilen yonga levhaların yüzey pürüzlülük değerlerinin hava kurusu yonga levhalara göre değişimi

Yonga Levhalar	Ra (%)	Rz (%)	RSm (%)
A	7.87	5.29	10.22
B	17.96	11.15	8.17
C	22.06	13.64	7.77
D	28.98	19.46	4.68

Çizelge 2'deki verilere göre 2 saat suda bekletilmiş yonga levhaların yüzey pürüzlülüğü değerlerinin hava kurusu yonga levhalardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Çizelge 3'te ise 2 saat süre ile suda bekletilmiş yonga levhaların yüzey pürüzlülük değerlerinin hava kurusu yonga levhaların yüzey pürüzlülük değerlerine göre yüzde değişim oranları görülmektedir. Suda bekletme işlemi Ra değerlerini A grubu yonga levhalarda %7.87 oranında artırırken B grubu yonga levhalarda %17.96 C grubu yonga levhalarda %22.06 ve D grubu yonga levhalarda ise % 28.98 oranında artırdığı gözlemlenmiştir. Rz değerleri için benzer eğilimden söz etmek mümkündür. Bu durum pirinç kavuzlarının katılım oranının artması ile yonga levhalardaki yüzey pürüzlülük değerlerinin genel olarak oransal olarak çok daha hızlı arttığını göstermektedir (Şekil 1).

Yine Çizelge 2'de ki Duncan testi sonuçları incelendiğinde sonuçların hava kurusu rutubet halindeki yonga levhalara ilişkin Ra ve Rz yüzey pürüzlülüğü parametrelerinde % 0.05 hata payı ile anlamlı olduğu, RSm yüzey pürüzlülüğü parametresinde ise anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Buna göre yonga levha içerisindeki pirinç kavuzu miktarı arttıkça hava kurusu haldeki Ra ve Rz yüzey pürüzlülüğü parametrelerinde %0.05 düzeyinde anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Yine aynı tablodan yonga levha içerisindeki pirinç kavuzu miktarı arttıkça 2 saat suda bekletme işlemi sonrasında yüzey pürüzlülüğü parametrelerin tümünde %0.05 önem düzeyinde anlamlı sonuçlar elde edildiği tespit edilmiştir. Çizelge 2'de ki eşleştirilmiş t testi sonuçlarına göre Ra değerinin B, C ve D grubu yonga levhalarda. Rz değerinin ise D grubu yonga levhada 2 saat suda bekletme işlemi sonucunda anlamlı sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 1.Hava kurusu (Hk) ve 2 saat süre ile suda bekletilmiş (Ty) yonga levhaların yüzey pürüzlülük değerlerinin eşleştirilmiş t testi sonuçları

4 Sonuçlar ve Öneriler

Pirinç kavuzlarının yonga levhaların yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi isimli bu çalışmada;

- Pirinç kavuzlarının yonga levha üretiminde kullanılmasının yüzey pürüzlülüğünü azalttığı tespit edilmiştir.
- Yonga levha içerisinde pirinç kavuzu kullanım oranının artmasına bağlı olarak tüm yüzey pürüzlülüğü parametrelerinin azalmış olduğu belirlenmiştir.
- 2 saat suda bekletme işleminin çeşitli oranlarda pirinç kavuzu kullanılarak üretilen yonga levhaların bazı yüzey pürüzlülüğü parametrelerinde anlamlı sonuçlar doğuracak bir artış sağladığı belirlenmiştir.
- Pirinç kavuzunun yonga levha endüstrisinde kullanımına ilişkin daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Pirinç kavuzunun yonga levha endüstrisinde kullanımının iktisadi analizinin yapılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Akyüz. İ. (2004), Avrupa birliğine giriş sürecinde Türkiye ile Avrupa birliği üye ülkelerin yonga levha dış ticareti, Kafkas Üniversitesi, *Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 3 (4), 124-134.
- Cooper, P.A., and Balatinecz, J.J. (1999), Agricultural waste materials for composites, centrefor management technology, *Global Panel Based Conference* (October 18-19), Kuala Lumpur, ML.
- Çöpür, Y., Güler, C., Akgül, M., and Taşçıoğlu, C. (2007), Some chemical properties of hazelnut husk and its suitability for particle board production, *Building and Environment*, 42:2568–2572.
- ISO 4287, (1997), Geometrical Product Specifications (GPS), Surface Texture: Profile Method, Terms, Definitions and Surface Texture Parameters, ISO.
- Kayışoğlu. B., Tuğ. S., Dalmış, İ.S., Aktaş, T., Durgut, M.R., ve Durgut, F.T. (2016), Farklı katkı maddeleri kullanılarak hazırlanmış çeltik sapı peletlerinin gazlaştırılması, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12(1),37-44.
- Liew, K.C., Ting, P.B.D., and Tan, Y.F. (2018), Physico-mechanical properties of particleboard made from seaweed adhesive and tapioca starch flour, *Journal of the Indian Academy of Wood Science*, 15(2),199-203.
- Martins, E.H., Vilela. A.V., Mendesi R.F., Mendes, L.M., Vaz, L.E.V.S.B., and Junior, J.B.G. (2018), Soybean waste in particleboard production, *Ciência e Agrotecnologia*, 42(2),186-194.
- Mengeloğlu, F. ve Alma, M.H. (2002), Buğday saplarının kompozit levha üretiminde kullanılması, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(2), 37-48.
- TS EN 325, (2014), Ahşap esaslı levhalar - deney parça boyutlarının tayini, TSE. Ankara.
- Yavuz, G.G., Miran, B., Gürer, B.B., Yüksel, N.Y. ve Demir, A. (2016), Buğday,dane, mısır ve çeltik üretiminde fark ödemesi desteklerinin etkisi, *Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE)*, TEPGE Yayın No: 266. Ocak 2016.