

Bazı odun türlerinde tanalit-e emprenye maddesinin eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülüne etkileri

Effects of tanalith-e impregnation substance on bending strengths and modulus of elasticity in bending of some wood types

Hakan KESKİN¹, Nihat DAĞLIOĞLU²

¹Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaççşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

²Gazi Üniversitesi, Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi, Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Bölümü, Ankara, Türkiye

Eser Bilgisi

Araştırma makalesi
DOI: 10.17474/acuofd.90044

Sorumlu yazar: Hakan KESKİN
e-mail: khakan@gazi.edu.tr

Geliş tarihi: 21.02.2016
Düzeltilme tarihi: 07.05.2016
Kabul tarihi: 08.05.2016

Anahtar Kelimeler:

Tanalith-E
Eğilme direnci
Elastiklik modülü
Odun türü

Keywords:

Tanalith E
Bending strength
Modulus of elasticity
Wood type

Özet

Bu çalışma, Tanalith-E ile emprenye edilen bazı odun türlerinde eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülüne etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ülkemiz orman ürünleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılan kayın, meşe, ceviz, kavak, dişbudak ve sarıçam odunlarından TS EN 345 esaslarına uyularak deney örnekleri hazırlanmış ve emprenye işlemi ASTM D 1413-76 esaslarına göre yapılmıştır. Emprenyesiz örneklerin emprenyeli örneklerle göre; eğilme direnci değeri kayında %6.83, dişbudakta %5.12, sarıçamda %5.93 olurken; eğilmede elastiklik modülü meşede %7.15, dişbudakta %6.58 olarak tesbit edilmiştir. Tanalith-E ile emprenye edilmiş odun türlerinde eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerleri en yüksek kayın ve dişbudakta, en düşük değerler ise kavak odununda elde edilmiştir.

Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of impregnation with Tanalith-E on the bending strengths and modulus of elasticity in bending of some wood types. The test samples prepared from beech, oak, walnut, poplar, ash and pine wood materials - that are of common use in the forest products industry of TURKEY - according to TS 345, were treated with according to ASTM D 1413-76 substantially. Un-impregnated samples according to impregnated wood materials, the bending strengths in beech to 6.83%, 5.12% in ash, 5.93% in pine, the elasticity module values to 7.15% in oak and ash, at a rate of 6.58% in the higher were found. The highest values of bending strengths and modulus of elasticity in bending were obtained in beech and ash woods impregnated with Tanalith-E, whereas the lowest values were obtained in the poplar wood.

GİRİŞ

Ahşap endüstrisinin temel hammaddesi olan ağaç malzeme günümüzde azalan doğal kaynaklar arasında yer almaktadır. Ancak uygun kullanımı ve korunması halinde artan odun hammaddesi ihtiyacını karşılayabilir düzeydedir. Odun hammaddesi gerek masif gerekse çeşitli levha ve kompozit ürünlere dönüştürülerek çok çeşitli alanlarda kullanılmakta, farklı kesitlerdeki tekstürü dekorasyonda diğer malzemelere göre daha ön plana çıkmasını sağlamakta; biyolojik yapıda olması sebebiyle çeşitli zararlı faktörlerden etkilenecek yapısında bozulmalar meydana gelmektedir. Fiziksel, mekanik, kimyasal ve biyolojik zararları engellemek amacıyla, yapısına müdahale edilebilen odun hammaddesi, işlenebilirliğinin kolay olması, ısı ve elektriğe karşı izolasyon özelliği göstermesi, akustik özelliklerinin istenilen düzeyde olması, özgül ağırlığının düşük olmasına

karşılık, yüksek mekanik özelliklere sahip olması ve yenilenebilir bir doğal kaynak olması nitelikleriyle de önemini sürdürmektedir (Örs ve Keskin 2008).

Suda çözünen tuzlarla emprenye edilen kayın ve ladin odunlarının eğilme direnci değerlerinde düşme, basınç direnci değerlerinde ise artış görülmüştür (Kollman 1959). Diğer bir çalışmada, antrasen ile emprenye edilen çam, ladin, köknar, kayın ve kavak odunlarının basınç direnci değerlerinde %6-10, eğilme direncinde %10-22 artış olduğu tesbit edilmiştir (Stabnikov 1957). Katran yağı ve UA tuzları ile emprenye edilen çam ve kayın odunlarından alınan örneklerde, katran yağı basınç direncini %10, UA tuzları%3 artırdığı diğer taraftan, katran yağının eğilme direncini bir miktar artırmaya karşın UA tuzlarının ise azaltıcı etki gösterdiği belirlenmiştir (Gillwald 1961). Tuzlu emprenye maddelerinin basınç direncini %4,6-9,6 arasında arttırmaya karşın, eğilme direncini %2,9-16

azalttığı tesbit edilmiştir (Wazny 1973). Diğer bir çalışmada CCA ve ACA empenye maddeleri ile empenye edilen ağaç malzemelerinin eğilmede elastiklik modülü değerleri kontrol örneklerine göre önemli bir değişiklik görülmemiştir (Bendtsen 1984).

Kartal (1998) çalışmasında, CCA çözeltisi ile empenye işlemlerinden sonra 70°C sıcaklıkta 72 saat süreyle yapılan tekrar kurutma işlemlerinin genel olarak ağaç malzemenin mekanik özelliklerinde değişiklikler yapmadığı belirlenmiş olmasına rağmen, eğilme direnci için 20°C ve 70°C sıcaklıkta fiksasyon işlemi uygulanan kontrol örneklerindeki farklılıkların istatistik bakımından %5 güven düzeyinde anlamlı olduğunu tespit etmiştir.

Yapılan diğer bir araştırmada, Doğu kayını odunundan hazırlanan lamine levhalar borlu empenye maddeleri ile empenye işlemine tabi tutulmuş daha sonra lamine levhaların çeşitli mekanik özellikleri test edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, % 1'lik borik asit ile işlem gören lamine levhaların elastiklik modülü kontrol örneklere göre %5.1 azaldığı tespit edilmiştir. Borik asit ile empenye işleminin eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünde az bir düşüşe sebep olduğu, yalnız bu düşüşün, istatistiksel anlamda önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir (Yıldız et al. 2004).

Diğer bir çalışmada, dişbudak yapraklı üvez (*Sorbus aucupana* Lipsky) odunu Tanalith-E, Vacsol Azure, Imersol-Aqua ve Borlu bileşiklerle çift vakum metodu ile empenye edilmiş ve empenye maddelerinin basınç direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülüne etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek eğilme direnci ve elastiklik modülü değerleri Tanalith-E ile empenye edilen üvez odunu örneklerinde bulunmuştur (Keskin et al. 2013).

Bu çalışma, Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.), Kara ceviz (*Junglans nigra* Lipsky), Kara kavak (*Populus nigra* Lipsky), Dişbudak (*Fraxinus excelsior* Lipsky) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) odunlarını Tanalith-E ile empenye etmenin eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülüne etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Ağaç Malzeme

Ülkemiz ağaçları endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.), Kara ceviz (*Junglans nigra* Lipsky), Kara kavak (*Populus nigra* Lipsky), Dişbudak (*Fraxinus excelsior* Lipsky) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) odunları deney materyali olarak seçilmiştir. Ağaç malzemeler, Ankara'daki kereste işletmelerinden tamamen tesadüfi yöntemle temin edilmiş ve seçiminde kerestenin kusursuz olmasına, liflerinin düzgün, ardaksız, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış olmasına özen gösterilmiştir.

Deney örneklerinin hazırlanması

Deney örnekleri, TS 2470 esaslarına göre önce 5x5x80 cm boyutlarında parçalar kesilerek 20±2°C sıcaklık ve %65±5 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme kabini içinde değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiş ve daha sonra vakum yöntemi ile empenye edilmişlerdir. Empenye edilen örnekler çözücünün buharlaşması için, hava dolaşımı sağlanan bir ortamda 15-20 gün bekletildikten sonra örnekler, 20±2°C sıcaklık ve %65±3 bağıl nem şartlarında %12 rutubete ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. 6 ağaç malzeme çeşidi (kayın, meşe, çam, dişbudak, kavak ve ceviz), 2 deney türü (eğilme direnci, elastiklik modülü) + 1 kontrol ve 10 tekerrür olmak üzere toplam 180 (6x3x10) deney örneği hazırlanmıştır.

Emprenye Maddesi (Tanalith-E)

Emprenye işleminde kullanılan Tanalith-E maddesi, Hemel (Hemel-Hickson Timber Products Ltd.) ürünüdür. Tanalith E, mantar, böcek ve termit saldırılarına karşı kullanılan, etkinliği bakır ve organik biosidlerden (triazol) oluşan bitki, hayvan ve insan sağlığına zarar vermeyen yeni nesil ahşap koruyucudur. Tanalith E, açık yeşil renkli, kokusuz, pH'sı 7, yoğunluğu 1,04 g/cm³, akıcı ve tamamen suda çözünebilen, su esaslı, metal kısımlarda korozyona sebep olmayan ve hazır çözelti şeklinde piyasaya sunulmaktadır. Empenye maddesi, çit, parmaklık, bahçe mobilyaları, hayvan barınakları, silolar, çiftlik binaları, çocuk oyun alanlarında kullanılacak ahşaba, vakum-basınç yöntemi ile uygulanmaktadır (Hemel Empenye A.Ş.).

Yöntem

Emprenye metodu

Emprenye işlemi ASTM D 1413-76 esaslarına göre yapılmıştır. Buna göre, Tanalith E ile emprenye edilen örnekler 60 cm HgP-1P (HgP-1P vakum) eşdeğerde uygulanan 60 dakikalık ön vakumun ardından 60 dakika süreyle normal atmosfer basıncında çözelti içinde difüzyona bırakılmıştır. Emprenye edilen örnekler çözücünün buharlaşması için, hava dolaşımı sağlanan bir ortamda hava kurusu hale ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Daha sonra, ağırlıkları 0,001g duyarlıklı analitik terazide tartılmış ve retensiyon (tutunma) miktarı (R),

$$R = \frac{G.C}{V} \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad G = T_2 - T_1 \quad (1)$$

eşitliklerinden hesaplanmıştır. Burada; T₁, Emprenye sonrası örnek ağırlığı (g); T₂, Emprenye öncesi örnek ağırlığı (g); V, Numune hacmi (cm³); C, Çözelti konsantrasyonu (%).

Hava kurusu yoğunluk

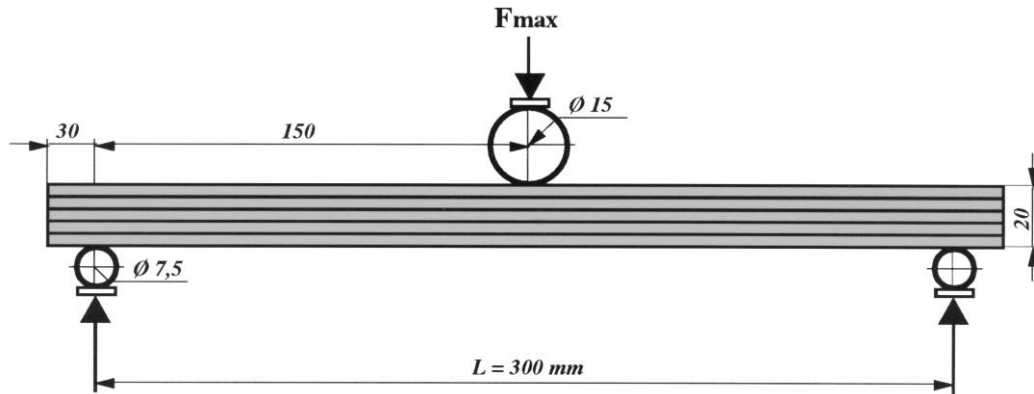
Yoğunluklar TS 2472 esaslarına göre belirlenmiştir. Buna göre; hava kurusu yoğunluk tayini için 20x30x30 mm boyutlarında hazırlanan örnekler, 20 ± 2 OC sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Bu durumda ağırlıkları ±0,01g duyarlıklı analitik terazide tartılıp, ±0,01mm duyarlıklı dijital kumpasla boyutları ölçüldükten sonra hacimleri hesaplanarak, hava kurusu yoğunluklar (δ₁₂) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır.

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

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada; M₁₂, Hava kurusu haldeki ağırlık (g); V₁₂, Hava kurusu haldeki hacimdir (cm³).

Eğilme direnci ve elastiklik modülü

Eğilme direnci ve elastiklik modülü TS EN 326'e göre belirlenmiştir. TS 2474'e göre eğilme direnci, TS 2478'e göre eğilmede elastiklik modülü denemeleri yürütülmüştür (Şekil 2).



Şekil 1. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü deneyi (Keskin, 2001)

Deneyler bilgisayar kontrollü 1000 kp kapasiteli Üniversal Test Makinesinde yapılmıştır. Kırılma anındaki maksimum kuvvet (Fmax) için eğilme direnci (σ_e);

$$\sigma_e = \frac{3F_{\max} \cdot L}{2bh^2} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (3)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada; L, Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm); b, Örneğin genişliği (mm); h, Örneğin kalınlığı (mm) dir.

Elastiklik modülünün belirlenmesinde eğilme direncinde kullanılan deney örnekleri kullanılmıştır. Elastik deformasyon bölgesinde uygulanan kuvvet farkı (ΔF) için

örnekteki eğilme miktarları farkı (Δf) yardımı ile elastiklik modülü (E),

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

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada; ΔF, Elastik deformasyon bölgesinde yüklemenin alt ve üst limitlerinin aritmetik ortalamaları arasındaki farka eşit kuvvet (N); L, Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm); Δf, Net eğilme alanındaki sehim, yüklemenin alt ve üst limitlerinde ölçülen sehimlere ait sonuçların aritmetik ortalamaları arasındaki fark (mm); b, Deney parçasının en

kesit genişliği (mm); h, deney parçasının en kesit kalınlığı (mm) dir.

Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin istatistiksel analizinde SPSS 15.0 for Windows programı kullanılmıştır. Kontrol örnekleri ile emprenye edilmiş ağaç malzemelerin eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerleri arasındaki farkın belirlenmesinde T testi, emprenye edilmiş Doğu kayını, sapsız meşe, Kara ceviz, Kara kavak, Dişbudak ve sarıçam odunlarının eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerleri arasındaki farkın belirlenmesinde ise F testi kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın önemli çıkması halinde ($\alpha = 0,05$) güven düzeyinde Duncan testi ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 1. Hava kurusu yoğunluk değerlerine ilişkin istatistik sonuçları

| İstatistik Değerler | Odun Türleri | | | | | |
|--------------------------|--------------|---------|---------|----------|----------|---------|
| | Kayın | Meşe | Ceviz | Kavak | Dişbudak | Sarıçam |
| X (g/cm ³) | 0.692 | 0.665 | 0.625 | 0.441 | 0.714 | 0.573 |
| Ss (g/cm ³) | 0.01961 | 0.02368 | 0.04479 | 0.021118 | 0.012 | 0.01305 |
| v (s ²) | 0.00042 | 0.00062 | 0.00223 | 0.000495 | 0.00016 | 0.00019 |
| min (g/cm ³) | 0.648 | 0.624 | 0.564 | 0.407 | 0.696 | 0.552 |
| max (g/cm ³) | 0.715 | 0.695 | 0.698 | 0.472 | 0.734 | 0.595 |
| N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

X: Aritmetik ortalama, v: Varyans, Ss: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Retensiyon Miktarı

Deneylerde kullanılan numunelerin retensiyon miktarları ortalamalarına ait istatistik değerler Tablo 2’de verilmiştir. Odun türlerine göre en yüksek retensiyon

BULGULAR

Yoğunluk Değerleri

Deneylerde kullanılan numunelerin hava kurusu yoğunluk ortalamalarına ait istatistik analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Hava kurusu yoğunluk değerleri, Doğu kayınında 0.692 g/cm³, sapsız meşede 0.665 g/cm³, kara cevizde 0.625 g/cm³, kara kavakta 0.441 g/cm³, dişbudakta 0.714 g/cm³ ve sarıçamda 0.573 g/cm³ olarak bulunurken; hava kurusu yoğunluk değerleri en yüksek Doğu kayını odununda elde edilmiş bunu sırasıyla dişbudak, sapsız meşe, kara ceviz, sarıçam ve kara kavak izlemiştir.

Doğu kayınında 138.357 kg/m³ elde edilmiş; bunu sırasıyla Dişbudakta 94.929 kg/m³, sapsız meşede 85.617 kg/m³, Kara cevizde 81.086 kg/m³, Kara kavakta 76.149 kg/m³ ve sarıçamda 70.391 kg/m³ izlemiştir.

Tablo 2. Retensiyon miktarına ilişkin istatistik analiz sonuçları

| İstatistik Değerler | Odun Türleri | | | | | |
|--------------------------|--------------|---------|---------|----------|-----------|---------|
| | Kayın | Meşe | Ceviz | Kavak | Dişbudak | Sarıçam |
| X (kg/m ³) | 138.357 | 85.617 | 81.086 | 76.149 | 94.929 | 70.391 |
| Ss (kg/m ³) | 5.46626 | 4.27868 | 2.03932 | 8.962018 | 3.1171408 | 4.55572 |
| v (s ²) | 33.2000 | 20.3412 | 4.62095 | 89.24197 | 10.796185 | 23.0607 |
| min (kg/m ³) | 129.481 | 76.348 | 79.035 | 66.356 | 90.032 | 62.348 |
| max (kg/m ³) | 146.321 | 93.024 | 86.356 | 91.662 | 99.032 | 78.356 |
| N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

X: Aritmetik ortalama, v: Varyans, Ss: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Eğilme Direnci

Eğilme dirençlerine ilişkin istatistik değerler Tablo 3’de verilmiştir. Emprenyeli masif ağaç malzemelerin eğilme dirençleri için yapılan F testine göre (Tablo 4.); eğilme direnci değerleri odun türlerine göre istatistiksel anlamda

önemli farklılıklar göstermiştir ($F(5;54)=74.695$, $P<0.05$). Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek eğilme direnci değeri Kayın ve Dişbudak odununda elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız meşe ile Kara ceviz, sarıçam ve Kara kavak izlemiştir (Tablo 5).

Tablo 3. Eğilme direncine ilişkin istatistik analiz sonuçları

| İstatistiki Değerler | Emprenyeli Odun Türleri | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|---------|----------|----------|-----------|----------|
| | Kayın | Meşe | Ceviz | Kavak | Dişbudak | Sarıçam |
| X (N/mm ²) | 112.266 | 103.705 | 107.503 | 79.606 | 116.226 | 91.517 |
| Ss (N/mm ²) | 5.05707 | 4.95851 | 6.025853 | 4.315299 | 4.8095894 | 3.072515 |
| v (s ²) | 28.4155 | 27.3187 | 40.34546 | 20.69089 | 25.70239 | 10.48928 |
| min (N/mm ²) | 103.866 | 96.535 | 98.204 | 69.688 | 109.556 | 86.347 |
| max (N/mm ²) | 119.257 | 111.543 | 116.335 | 88.238 | 125.645 | 95.447 |
| N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Kontrol Örnekleri | | | | | | |
| X (N/mm ²) | 119.958 | 106.417 | 110.616 | 82.861 | 122.176 | 96.952 |
| Ss (N/mm ²) | 3.24509 | 7.41443 | 7.974102 | 5.293030 | 3.7396043 | 2.589029 |
| v (s ²) | 11.7006 | 61.0820 | 70.65145 | 31.12908 | 15.538489 | 7.447858 |
| min (N/mm ²) | 114.824 | 96.343 | 99.374 | 71.342 | 114.375 | 92.338 |
| max (N/mm ²) | 126.384 | 118.652 | 124.362 | 90.243 | 128.354 | 100.353 |
| N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

X: Aritmetik ortalama, v: Varyans, Ss: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Tablo 4. Eğilme direnci varyans analizi sonuçları

| Varyans kaynağı | Kareler toplamı | Serbestlik derecesi | Kareler ortalaması | F değeri | SIG. |
|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------|----------|-------|
| Gruplar arası | 9521.330 | 5 | 1904.266 | 74.695* | 0.000 |
| Grup içi | 1376.661 | 54 | 25.494 | | |
| Toplam | 10897.99 | 59 | | | |

*P< 0.05

Tablo 5. Eğilme direnci DUNCAN testi sonuçları

| Gruplar | N | | | | |
|-------------|----|--------|--------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Kavak | 10 | 79.607 | | | |
| Sarıçam | 10 | | 91.517 | | |
| Meşe | 10 | | | 103.705 | |
| Ceviz | 10 | | | 107.503 | |
| Kayın | 10 | | | | 112.266 |
| Dişbudak | 10 | | | | 116.226 |
| Significant | | 1.000 | 1.000 | 0.098 | 0.085 |

Emprenye edilmiş masif ağaç malzeme ile kontrol örneklerinin eğilme dirençleri için yapılan T testine göre (Tablo 6); eğilme dirençleri arasındaki fark, sarıçamda hariç diğer kontrol örneklerinde (emprenyesiz) daha büyük olmak üzere 0.05 hata payı ile önemli çıkmıştır. Emprenye edilmiş masif ağaç malzeme ile kontrol örneklerinin (emprenyesiz) eğilme dirençleri için yapılan T testine göre; eğilme dirençleri arasındaki fark, kayın, dişbudak ve sarıçam kontrol örneklerinde (emprenyesiz) daha büyük olmak üzere 0.05 hata payı ile önemli çıkmıştır. Ceviz, kavak ve meşe odunlarında ise eğilme direnci değerlerindeki matematiksel farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Tablo 6. Eğilme direnci T testi sonuçları

| Ağaç Türü | N | X | Ss | SD | SIG. (T)* |
|-------------|----|--------|------|----|-----------|
| Sarıçam (E) | 10 | 91.52 | 3.24 | 18 | 0.001 |
| Sarıçam (K) | 10 | 96.95 | 2.73 | | |
| Ceviz (E) | 10 | 107.50 | 6.35 | 18 | 0.363ns |
| Ceviz (K) | 10 | 110.62 | 8.41 | | |
| Dişbudak(E) | 10 | 116.23 | 5.07 | 18 | 0.009 |
| Dişbudak(K) | 10 | 122.18 | 3.94 | | |
| Kavak (E) | 10 | 79.61 | 4.55 | 18 | 0.170ns |
| Kavak (K) | 10 | 82.86 | 5.58 | | |
| Kayın (E) | 10 | 112.27 | 5.33 | 18 | 0.002 |
| Kayın (K) | 10 | 119.96 | 3.42 | | |
| Meşe (E) | 10 | 103.71 | 5.23 | 18 | 0.376ns |
| Meşe (K) | 10 | 106.42 | 7.82 | | |

*P<0.05; N, Örnek sayısı; X, Ortalama; E, Emprenyeli örnek; K, Kontrol örneği (emprenyesiz); Ss, Standart sapma; SD, Serbestlik derecesi; ns, Fark önemsiz

Eğilmede Elastiklik Modülü

Emprenye edilmiş masif ağaç malzeme ve kontrol örneklerinin eğilmede elastiklik modülü değerine ait istatistik değerler Tablo 7’de verilmiştir. Emprenye edilmiş masif ağaç malzemelerin eğilmede elastiklik modülü değerleri için yapılan F testine göre (Tablo 8); elastiklik modülü değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir (F(5;54)=46.057, P<0.05). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek elastiklik modülü değeri Kayın ve Dişbudak odununda elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız meşe, Kara ceviz, sarıçam ve Kara kavak izlemiştir (Tablo 9).

Tablo 7. Eğilmede elastiklik modülü değerlerine ilişkin istatistik analizi

| İstatistik değerler | Emprenyeli odun türleri | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| | Kayın | Meşe | Ceviz | Kavak | Dişbudak | Sarıçam |
| X (N/mm ²) | 11629.46 | 10055.83 | 10603.51 | 8319.13 | 12093.65 | 9654.72 |
| Ss (N/mm ²) | 805.611 | 462.953 | 620.296 | 241.644 | 786.158 | 534.372 |
| v (s ²) | 721121.88 | 238139.51 | 427519.41 | 64880.30 | 686717.52 | 317282.35 |
| min (N/mm ²) | 9993.25 | 9444.15 | 9834.64 | 7978.37 | 10600.09 | 8760.98 |
| max (N/mm ²) | 12670.84 | 11058.65 | 11442.22 | 8801.24 | 13345.91 | 10384.78 |
| N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Kontrol örnekleri | | | | | | |
| X (N/mm ²) | 12215.95 | 10775.02 | 11017.81 | 8694.85 | 12889.57 | 9701.65 |
| Ss (N/mm ²) | 787.6839 | 891.2749 | 881.6488 | 481.2566 | 517.8302 | 545.4603 |
| v (s ²) | 689384.44 | 882634.55 | 863671.80 | 257342.1 | 297942.36 | 330585.52 |
| min (N/mm ²) | 10458.43 | 9065.33 | 9961.36 | 8041.39 | 11743.35 | 8564.03 |
| max (N/mm ²) | 13069.44 | 12065.25 | 12661.27 | 9439.62 | 13659.15 | 10560.32 |
| N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

X: Aritmetik ortalama, v: Varyans, Ss: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Tablo 8. Eğilmede elastiklik modülü değerine ilişkin varyans analizi sonuçları

| Varyans kaynağı | Kareler toplamı | Serbestlik derecesi | Kareler ortalaması | F değeri | SIG. |
|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------|----------|-------|
| Gruplar arası | 9.4E+07 | 5 | 1.9E+07 | 46.057* | 0.000 |
| Grup içi | 2.2E+08 | 54 | 409276.8 | | |
| Toplam | 1.2E+08 | 59 | | | |

*P< 0.05

Tablo 9. Eğilmede elastiklik modülü değerine ilişkin DUNCAN testi sonuçları

| Gruplar | N | | | | |
|-------------|----|---------|----------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Kavak | 10 | 8319.13 | | | |
| Sarıçam | 10 | | 9654.73 | | |
| Meşe | 10 | | 10055.83 | 10055.83 | |
| Ceviz | 10 | | | 10603.51 | |
| Kayın | 10 | | | | 11629.47 |
| Dişbudak | 10 | | | | 12093.68 |
| Significant | | 1.000 | 1.000 | 0.098 | 0.085 |

Emprenyeli masif ağaç malzeme ile kontrol örneklerinin elastiklik modülü değerleri için yapılan T testine göre (Tablo 10); eğilmede elastiklik modülü değerleri arasındaki fark, sarıçamda hariç diğer kontrol örneklerinde (emprenyesiz) daha büyük olmak üzere 0.05 hata payı ile önemli çıkmıştır.

Emprenye edilmiş masif ağaç malzeme ile kontrol örneklerinin (emprenyesiz) eğilmede elastiklik modülü değerleri için yapılan T testine göre (Tablo 10); elastiklik modülleri arasındaki fark, dişbudak ve sapsız meşe kontrol örneklerinde daha büyük olmak üzere 0.05 hata payı ile önemli çıkmıştır. Sarıçam, ceviz, kavak ve kayın odunlarında ise elastiklik modülü değerlerindeki matematiksel farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Tablo 10. Eğilmede elastiklik modülü değerine ait T testi sonuçları

| Ağaç türü | N | X | Ss | SD | SIG. (T)* |
|--------------|----|----------|----------|----|-----------|
| Sarıçam (E) | 10 | 9654.72 | 563.2782 | 18 | 0.856NS |
| Sarıçam (K) | 10 | 9701.65 | 574.9657 | | |
| Ceviz (E) | 10 | 10603.51 | 653.8497 | 18 | 0.266NS |
| Ceviz (K) | 10 | 11017.82 | 929.3394 | | |
| Dişbudak (E) | 10 | 12093.66 | 828.6842 | 18 | 0.022 |
| Dişbudak (K) | 10 | 12889.57 | 545.8410 | | |
| Kavak (E) | 10 | 8319.13 | 254.7161 | 18 | 0.056NS |
| Kavak (K) | 10 | 8694.85 | 207.2890 | | |
| Kayın (E) | 10 | 11629.47 | 849.1890 | 18 | 0.136NS |
| Kayın (K) | 10 | 12215.95 | 830.2918 | | |
| Meşe (E) | 10 | 10055.83 | 447.9954 | 18 | 0.050 |
| Meşe (K) | 10 | 10775.03 | 939.4863 | | |

*P<0.05, N: Örnek sayısı, X: Ortalama, E: Emprenyeli örnek, K: Kontrol örneği (emprenyesiz), Ss: Standart sapma, SD: Serbestlik derecesi, NS (Nonsignificant) : Fark önemsiz

SONUÇ ve TARTIŞMA

Ahşap malzemelerin hava kuruşu yoğunluk değerleri, Doğu kayınında 0.692 g/cm³, sapsız meşede 0.665 g/cm³, kara cevizde 0.625 g/cm³, kara kavakta 0.441 g/cm³, dişbudakta 0.714 g/cm³ ve sarıçamda 0.573 g/cm³ olarak bulunmuştur. Ahşap malzemelerin hava kuruşu yoğunluk değerleri Doğu kayını odununda elde edilmiş bunu sırasıyla dişbudak, sapsız meşe, kara ceviz, sarıçam ve kara kavak izlemiştir. Ağaç türlerine göre en yüksek retensiyon miktarları Doğu kayınında 138.36 kg/m³ elde edilmiş bunu sırasıyla dişbudakta 94.93 kg/m³, sapsız meşede 85.62kg/m³, Kara cevizde 81.09 kg/m³, Kara kavakta 76.15 kg/m³ ve sarıçamda 70.39 kg/m³ izlemiştir. Doğu kayını odununda retensiyon miktarının yüksek çıkmasının nedeni permabilite (geçirgenlik) oranının yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim, literatürde, Imersol-Aqua ile daldırma metodu kullanılarak emprenye edilen ağaç malzemelerin

retensiyon miktarları; Doğu kayınında 274.73 kg/m³ elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız meşede 44.94 kg/m³, sarıçamda 68.54 kg/m³, Uludağ göknarında 79.18 kg/m³, Doğu ladininde 92.23 kg/m³ ve Kara kavakta 75.41 kg/m³ izlemiştir. Doğu kayını odununda retensiyon miktarının yüksek çıkmasının nedeni permabilite olarak gösterilmiştir (Örs et al. 2005).

Emprenye edilmiş masif ağaç malzemelerin eğilme dirençleri için yapılan F testine göre; eğilme direnci değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir (F(5;54)=74.695, P<0.05). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek eğilme direnci değeri Kayın ve Dişbudak odununda elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız meşe ile Kara ceviz, sarıçam ve Kara kavak izlemiştir. Emprenye edilmiş masif ağaç malzeme ile kontrol örneklerinin elastiklik modülü değerleri için yapılan T testine göre; eğilme dirençleri arasındaki fark, sarıçamda hariç diğer kontrol örneklerinde (emprenyesiz) daha büyük olmak üzere 0.05 hata payı ile önemli çıkmıştır.

Tablo 11. Emprenyeli ve emprenyesiz ağaç malzemelerin eğilme direnci farkları

| Ağaç malzeme | Kayın | Meşe | Ceviz | Kavak | Dişbudak | Sarıçam |
|----------------------------------|--------|--------|--------|-------|----------|---------|
| Emprenyeli (N/mm ²) | 112.26 | 103.70 | 107.50 | 79.61 | 116.23 | 91.52 |
| Fark oranı (%) | 6.83 | 2.62* | 2.90* | 4.08* | 5.12 | 5.93 |
| Emprenyesiz (N/mm ²) | 119.96 | 106.42 | 110.62 | 82.86 | 122.18 | 96.95 |

*NS (Nonsignificant) : T testine göre fark önemsiz

Tanalith-E ile emprenye edilmiş ağaç malzemelerin eğilmede elastiklik modülü değerleri; Doğu kayınında 11629.46 N/mm², sapsız meşede 10055.83 N/mm², Kara cevizde 10603.51 N/mm², Kara kavakta 8319.13 N/mm², dişbudakta 12093.65 N/mm² ve sarıçamda 9654.72 N/mm² olarak bulunmuştur. Kontrol örneklerinin eğilmede elastiklik modülü değerleri; Doğu kayınında 12215.95 N/mm², sapsız meşede 10775.02 N/mm², Kara cevizde 11017.81 N/mm², Kara kavakta 8694.85 N/mm², dişbudakta 12889.57 N/mm² ve sarıçamda 9701.65 N/mm² olarak belirlenmiştir.

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin eğilmede elastiklik modülü değerleri için yapılan F testine göre; elastiklik modülü değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir (F(5;54)=46.057, P<0.05). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek elastiklik modülü değeri Kayın ve

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin eğilme direnci değerleri; Doğu kayınında 112.26 N/mm², sapsız meşede 103.70 N/mm², Kara cevizde 107.50 N/mm², Kara kavakta 79.61 N/mm², dişbudakta 116.23 N/mm² ve sarıçamda 91.52 N/mm² olarak bulunmuştur. Kontrol örneklerinin eğilme direnci değerleri; Doğu kayınında 119.96 N/mm², sapsız meşede 106.42 N/mm², Kara cevizde 110.62 N/mm², Kara kavakta 82.86 N/mm², dişbudakta 122.18 N/mm² ve sarıçamda 96.95 N/mm² olarak belirlenmiştir. Eğilme direnci, ağaç türlerine göre en yüksek dişbudak ve kayında elde edilmiş bunu sırasıyla ceviz, meşe, sarıçam ve kavak izlemiştir. Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin eğilme direnci değerleri, kontrol örneklerine göre; kayın odununda %6.83, dişbudakta %5.12, sarıçamda %5.93 oranında daha düşük bulunmuştur (Tablo 11). Bunun nedeni Tanalith-E emprenye maddesinin kayın, dişbudak ve sarıçam odunu lifleri arasındaki kohezyon kuvvetini zayıflatmasından kaynaklanabilir. Meşe, ceviz ve kavak odunlarındaki matematiksel farklar istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

Dişbudak odununda elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız meşe, ceviz, sarıçam ve kavak izlemiştir.

Emprenye edilmiş ağaç malzeme ile emprenyesiz kontrol örneklerinin eğilmede elastiklik modülü değerleri için yapılan T testine göre; elastiklik modülleri arasındaki fark, dişbudak ve sapsız meşe kontrol örneklerinde daha büyük olmak üzere 0.05 hata payı ile önemli çıkmıştır. Sarıçam, ceviz, kavak ve kayın odunlarında ise elastiklik modülü değerlerindeki matematiksel farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin elastiklik modülü değerleri, kontrol örneklerine göre; meşe odununda %7.15, dişbudakta %6.58 oranında daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeni Tanalith-E emprenye maddesinin meşe ve dişbudak odunu lifleri arasındaki kohezyon kuvvetini zayıflatmasından kaynaklanabilir. Kayın, ceviz, kavak ve sarıçam odunlarındaki

matematiksel farklar istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Emprenye maddesinin meşe ve dişbudak odunlarının eğilmede elastiklik modülü değerlerini olumsuz etkilediği diğer kayın, ceviz, kavak ve sarıçam odunlarında ise olumsuz etkilemediği söylenebilir.

Emprenyesiz kontrol örneklerinin eğilmede elastiklik modülü değerleri, emprenye edilmiş ağaç malzemelere

göre; meşe odununda %7.15, dişbudakta %6.58 oranında daha yüksek bulunmuştur. Kayın, ceviz, kavak ve sarıçam odunlarındaki matematiksel farklar istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır (Tablo 12.). Bunun nedeni Tanalith-E emprenye maddesinin meşe ve dişbudak odunu lifleri arasındaki kohezyon kuvvetini zayıflatmasından kaynaklanabilir.

Tablo 12. Emprenyeli ve emprenyesiz ağaç malzemelerin eğilmede elastiklik modülü değerleri farkları

| Ağaç malzeme | Kayın | Meşe | Ceviz | Kavak | Dişbudak | Sarıçam |
|----------------------------------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|
| Emprenyeli (N/mm ²) | 11629.46 | 10055.83 | 10603.51 | 8319.13 | 12093.65 | 9654.72 |
| Fark oranı (%) | 5.04* | 7.15 | 3.91* | 4.52* | 6.58 | 0.48* |
| Emprenyesiz (N/mm ²) | 12215.95 | 10775.02 | 11017.81 | 8694.85 | 12889.57 | 9701.65 |

*NS (Nonsignificant) : T testine göre fark önemsiz

Sonuç olarak, Tanalith-E ile emprenye edilmiş ağaç malzemelerin basınç direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerleri en yüksek Doğu kayını ve Dişbudakta, en düşük değerler ise Kara kavak odununda elde edilmiştir. Nitekim, literatürde çeşitli emprenye maddelerinin Dişbudak yapraklı üvez odununun bazı mekanik özelliklerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada; en yüksek eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerleri, Tanalith-E ile emprenye edilen dişbudak yapraklı üvez odununda bulunmuştur (Keskin et al. 2013).

Buna göre, basınç direnci, eğilme direnci ve elastiklik modülünün önemli olduğu kullanım yerlerinde, Tanalith-E ile emprenye edilmiş Doğu kayını ve dişbudak odunları tercih edilmesi avantaj sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- ASTM D 1413-99 (2005) Standart method of testing wood preservatives by laboratory soilblock cultures. Annual Book of ASTM Standards, USA
- Bendtsen BA (1984) Mechanical properties of longleaf pine treated waterborn salt preservatives. USDA Forest Service, 434, USA
- Gillwald W (1961) Der einfluss verschiedener impragnier mittel auf die physikallischen und festigkeitseigen schaften des holzes. Holtechnologie, 2: 4-16
- Hemel Emprenye Sanayi A.Ş. (2008) Tanalith-E Brochure. Data Sheets, Timber Treatment Products, No: 22, İstanbul

- Kartal S (1998) İÜ Orman Fakültesi CCA ve CCB emprenye maddeleri ile korunan ağaç malzemenin dayanıklılık, yıkanma ve direnç özellikleri. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi
- Keskin H (2001) GÜ Endüstriyel San. Eğt. Fakültesi Lamine masif ağaç malzemelerin teknolojik özellikleri ve ağaçşileri endüstrisinde kullanım imkânları. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi
- Keskin H, Atar M, Ertürk NS, Çolakoğlu MH, Korkut S (2013) Mechanical properties of Rowan wood impregnated with various chemical materials. Int J of Physical Sci (IJPS), 8(2): 73-82
- Kollman F (1959) Die eigenschaftänderung von gruben holz nach schutzsalzimpreg-nierung Forschungsber. Des Landes Nordrhein, Westfalen, Germany
- Stabnikov VM (1957) Puti uviliczenia sroka sluschby dreviesinyw konstrukcjach. Leningrad
- Örs Y, Atar M, Keskin H, Yavuzcan HG (2005) Impacts of impregnation with imersol aqua on the modulus of elasticity in bending. J of Applied Polymer Sci (JAPS), 99 (6): 3210-3217
- Örs Y, Keskin H (2008) Ağaç Malzeme Teknolojisi. Gazi Üniversitesi, No: 2000-352, Ankara
- TS 2472 (1972) Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için birim hacim ağırlığı tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 2470 (1976) Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için numune alma metotları ve genel özellikler. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS EN 326 (1997) Ahşap esaslı levhalardan numune alınması. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 2474 (1976) Odunun statik eğilmede dayanımının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 2478 (1976) Odunun statik eğilmede elastiklik modülünün tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Wazny J (1973) Investigations of the influence of wood preservatives on strength, dreviesiny. Sreda, 3: 181-185.
- Yıldız ÜC, Temiz A, Gezer ED, Yıldız S (2004) Effects of the wood preservatives on mechanical properties of yellow pine wood. Building and Environment, 39:1071-1075