



Tanalith-E ile emprenye işleminin masif ağaç malzemenin yüzey pürüzlülüğüne etkileri

Hakan Keskin^{1*} , Ramazan Bülül¹ 

Öz

Bu çalışma, Tanalith-E ile emprenye etmenin odunun yüzey pürüzlülüğüne etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu maksatla, Türkiye’de yaygın olarak kullanılan Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), Sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana subsp. Bornmüllerana* Mattf.) odunları Tanalith-E emprenye maddesi ile ASTM D 1413 standardı esaslarına göre kısa süreli (10 dakika) orta süreli (2 saat) daldırma metodu ile emprenye edilmiştir. Emprenye edilen deney örneklerinin yüzey pürüzlülüğü TS EN 971 standartları esaslarına göre belirlenmiştir. Deney sonuçlarına göre; ağaç türlerine göre en yüksek ortalama Ra yüzey pürüzlülüğü değerleri; kısa süreli emprenye edilen sapsız meşede (5.22 µm), sırası ile kayında (4.80 µm), göknarda (3.42 µm) ve sarıçamda (3.03 µm) elde edilmiştir. Orta süreli emprenye edilen sapsız meşede (6.42 µm), kayında (5.020 µm), göknarda (4.24 µm) ve sarıçamda (3.74 µm) elde edilmiştir. Sonuç olarak, Tanalith-E ile kısa ve orta süreli emprenye işlemi yüzey pürüzlülüğü değerlerini arttırmıştır. Yüzey pürüzlülüğü değerinin az olması istenilen yerlerde sarıçam odunu kullanımı önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Yüzey pürüzlülüğü, emprenye, Tanalith-E, ağaç malzeme

Impacts of impregnation with Tanalith-E on surface roughness of solid wood materials

Abstract

This study was carried out to determine the impacts of impregnation with Tanalith-E on surface roughness of solid wood materials. For this purpose, Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky), Scotchpine (*Pinus sylvestris* Lipsky), European oak (*Quercus petraea* Liebl.) and Uludağ fir (*Abies nordmanniana subsp. Bornmüllerana* Mattf.) woods widely used in Turkey are impregnated with Tanalith-E impregnation solution for short term (10 minutes) and medium term (2 hours) immersion method according to ASTM D 1413 standard. The surface roughness of the wood is determined according to the principles of TS EN 971 standards. According to tree species, the highest mean Ra roughness values; short-term impregnated European oak (5.22 µm) was obtained in Oriental beech (4.80 µm), Uludağ fir (3.42 µm) and Scotchpine (3.03 µm) respectively. Medium-term impregnated oval (6.42 µm), Oriental beech (5.020 µm), Uludağ fir (4.24 µm) and Scotch pine (3.74 µm) were obtained. As a result, short and medium time impregnation with Tanalith-E increased surface roughness values. In places where the surface roughness value is desired to be low, the use of solid Scotch pine wood may be recommended.

Keywords: Surface roughness, impregnation, Tanalith-E, wood material

1. Giriş

Geçmişten günümüze çok çeşitli alanlarda kullanılan ağaç malzeme; çevreye zarar vermeyen, kaynağı yenilenebilir tek doğal hammaddedir. Ayrıca ekonomik ve estetik bir malzeme olması gibi birçok üstün özelliklere sahiptir. Bununla beraber anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal bileşimi ağaç malzemenin çok farklı ürünler halinde kullanılmasına da olanak sağlamaktadır. Ağaç malzeme üstün özellikleri yanında doğal haldeki dayanıklılığı (başka bir deyişle, kullanım yerindeki değişik çevresel faktörlere karşı gösterdiği doğal dayanma süresi) yeteri kadar uzun olamamaktadır. Bunda, ahşabı tahrip ederek özelliğini bozan çeşitli biyotik (bitkisel, hayvansal) ve abiyotik (fiziksel, kimyasal, mekanik) zararlıların oldukça büyük bir etkisi vardır (Örs ve Keskin, 2001).

Ağaç malzemenin higroskopik bir özelliğe sahip olması nedeniyle, kullanım yerindeki havanın sıcaklık ve bağıl nemine uygun bir denge rutubetine ulaşmak için çevresindeki hava ile rutubet alışverişinde bulunmakta, bu alışveriş lif doygunluk noktası altında meydana geldiği takdirde boyutları ve hacmini değiştirmekte, yanabilmekte, biyotik ve abiyotik etkenlerle tahrip edilebilmektedir. Ahşaptan yapılan eşyalar, nemden, havadan, kimyasal maddelerden, vurma, aşınma ve sürtünme gibi fiziksel etkilerden bozulur. Bu etkiler ağaç eşyanın ömrünü kısaltır. Ayrıca, mikroorganizma adı verilen çok küçük canlılar ve bazı böcekler de yaşamlarını sürdürmek için ağacı yıkımlar (Bozkurt, 1986).

Ağaç malzemenin olumsuz özelliklerinin en aza indirilmesi ve olumlu özelliklerinin daha fazla artırılması amacıyla yapılan araştırma sonuçlarına göre ortaya çıkan yöntemlere “Odun Modifikasyonu Yöntemleri” denilmektedir. Odun modifikasyonu yöntemleri fiziksel ve kimyasal yönden etkili olabilmektedir. Fiziksel yönden etkili odun modifikasyonu yöntemlerinde, genellikle odunun hücre boşluklarının ve diğer kapılar boşlukların organik veya inorganik maddelerle doldurulması ve bir materyal olarak takviye edilmesi hedeflenmektedir. Kimyasal yönden etkili olan odun modifikasyonu yöntemlerinde, hücre çeperi bileşenleri ile reaksiyon veren ve böylelikle odunun kimyasal yapısını değiştiren kimyasal maddeler kullanılmakta ve böylece odunun kimyasal yapısının değiştirilerek sakıncalı özelliklerinin azaltılması yoluna gidilmektedir (Kartal ve ark., 2004).

Yüzey pürüzlülüğü, sadece ağaç malzemenin işlenme sürecine bağlı olmayıp, hücre boşlukları içerdiği için onun anatomik yapısı da yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir (Csan ály ve ark., 2015).

Yüzey pürüzlülük değerlerine ilişkin sayısal verilerin elde edilebileceği yöntemler, homojen yapıdaki malzemeler için geliştirilen standartlarda verilmiş olup, aynı zamanda ahşap yüzeyler için de kullanılmaktadır (Özcan, 2011).

Ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğünü ölçmede, denenmiş yöntemler içerisinde dokunmalı iğneli tarama yöntemi uygun olmaktadır (Sönmez ve Söğütü, 2005).

Ahşap ve ahşap-esaslı ürünlerin yüzey kalitesi genellikle yüzey düzensizlikleri ile belirlenir. Düzensizlikler, yüzey pürüzlülüğü olarak değerlendirilmekte olup bunların yüksekliği, genişliği ve şekli bir ürünün yüzey kalitesini belirler. Odun işleme endüstrisinin birçok alanında yüzey kalitesi önemli bir husustur. Çünkü odun iyi planyalanmış ve/veya zımparalanmış olsa bile yüzeydeki girintilerden dolayı çok düzgün ürün yüzeyi elde edilemeyebilir (Örs ve Keskin, 2008).

Pürüzlülük, üretimde gerçekleştirilen işlemlerin sonucunda oluşan yüzeydeki hataları yansıtır. Yüzey pürüzlülüğünün kontrol edilmesi ve izlenmesi ürün kalitesinin üretim boyunca aynı seviyede tutulması için gereklidir. Ayrıca, yüzey pürüzlülüğü üretimin ileriki safhalarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Şanıvar ve Zorlu, 1995).

Odunun yüzey pürüzlülüğü ile ilgili yapılan araştırmalarda karşılaşılan en büyük zorluklardan biri odun türlerinin içyapılarındaki değişkenliklerdir. Bu durum, her bir odun türünün ayrı işlenmesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle, işlenen odunun yüzey kalitesinin hem işleme koşullarından hem de odunun özelliklerinden etkilediğini söylemek mümkündür. İşleme koşulları ile ilgili önemli faktörler kesme hızı, diş aralığı, kesme açısı, bıçak körelmesi, kesme yönü, kesme derinliği, bıçak izi, iş parçasının titreşimi ve kesme şeklidir. Odun özelliklerine ilişkin önemli faktörler ise tür, yoğunluk, rutubet miktarı, ilkbahar-yaz odunu oranı, sertlik, elastikiyet modülü ve anizotropik yapıdır (Örs ve Keskin, 2008).

Lif yönü açısı, besleme oranı, kesme hızı, kesme derinliği, rutubet miktarı, kesme yönü, bıçak/diş sayısı ve odun türü gibi faktörler planyalama ve biçme sırasında odun yüzey pürüzlülüğünü doğrudan etkiler. Pürüzlülüğün azaltılması için rutubet miktarının, lif yönü açısının, besleme oranının ve kesme derinliğinin azaltılması, bıçak/diş sayısının ve kesme hızının artırılması gerekir (Yaltrık, 1988).

Ağaç malzemelere uygulanan 120, 150 veya 180°C'lik sıcaklıkların uygulama süresi arttıkça malzemelerdeki yüzey pürüzlülük değerini azaltıcı yönde etki yaptığı görülmüştür. Pürüzlü yüzeyler elde etmek için 8 m/dk sevk hızında teğet yönde kesilmiş ve 180°C de ısıl işlem görmüş Uludağ göknarı odunu tercih edilebilir (Eliğin, 1971).

Ahşap malzemedan üretilen mobilyayı son ürün halinde korumak, güzelleştirmek ve ekonomik değerini arttırmak amacıyla çeşitli üst yüzey işlemlerinin başarılı bir şekilde uygulanması da odun yüzeyinin kalitesine bağlıdır (Richter ve ark.,1995).

Ağaç malzemenin işlenmesinde, iş parçasından mekanik olarak yonga, talaş gibi parçaların uzaklaştırılması ile yüzeyde bazı istenmeyen kusurlar oluşabilmektedir. Yüzeyde oluşan bu düzensizlikler tutkallama ve üst yüzey işlemlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Masif mobilya ve doğrama üretiminde üst yüzey işlemlerinden önce kullanılan ağaç malzeme yüzeyinin düzleştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, rendeleme ve zımparalama gibi işlemler yapılmaktadır. Yeterli ve homojen bir yüzey düzgünlüğü oluşturulamadığında, yüzey işlemlerinden sonra daha da belirginleşen yüzey kusurları ürün kalitesini ve fiyatını olumsuz yönde etkilemektedir (Stumbo, 1963). Örneğin; ağaç malzemenin planyalanma aşamasında kusurlu bir yüzeyin oluşması, daha sonra yüzeyin çeşitli işlemlerle düzeltilmesini gerektirmektedir. Sonuç olarak; işgücü, malzeme, zaman vb. konularda kayıplar ortaya çıkabilmektedir. Yapılan bu işlemler sonucunda verimlilik oranında da azalma meydana gelebilmektedir (Sofuoğlu,2008).

Yüzey pürüzlülüğü, ağaç malzemedan üretilen ürünlerin yapışma direncini de etkileyebilmektedir. Düzgün yüzeylerin kaplanmasına kıyasla pürüzlü yüzeylere uygulanan kaplama işleminin yapışma kalitesini üçte bir oranında azaltabildiği bildirilmiştir (Jakub ve Martino, 2005).

Yeni nesil emprenye maddelerinden olan vacsol-aquaile emprenye işleminin, dış ortam şartlarında yaygın olarak kullanılan sapsız meşe, sarıçam ve Uludağ göknarı odunlarında yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı fakat yapışma direncini düşürdüğü tespit edilmiştir (Keskin ve ark., 2016).

Bu çalışma, Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *Bornmüllerana* Mattf.) odunlarının Tanalith-E ile kısa süreli (10 dakika) ve orta süreli (2 saat) emprenye edilmesinin yüzey pürüzlülüğüne etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç malzeme

Ülkemiz ağaç işleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *Bornmillerana* Mattf.) odunları deney malzemesi olarak seçilmiştir. Deney örnekleri, Ankara – Sitelerde bulunan kereste işletmelerinden tamamen tesadüf yöntemiyle temin edilmiş ve seçiminde kerestenin kusursuz olmasına, liflerinin düzgün, ardaksız, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış olmasına özen gösterilmiştir. Odunların türlerine ait olup olmadığı makroskopik tanı metodu ile belirlenmiştir.

2.1.2. Emprenye çözeltisi (Tanalith-E)

Tanalith-E çözeltisi, Hemel (Hemel-Hickson Timber Products Ltd.) ürünüdür. Bu çözelti mantar, böcek ve termit gibi zararlılara karşı kullanılan, etkinliği bakır ve organik biosidlerden oluşan ve insan sağlığına zarar vermeyen yeni nesil emprenye maddesidir. Tanalith-E, açık yeşil, kahve renkli, kokusuz, yoğunluğu 1,04 g/cm³ olan akıcı ve suda çözünebilir. Su bazlı, pH'sı 7 ve metal kısımlarda korozyona sebep olmayan ve çözelti şeklinde piyasaya bulunmaktadır. Emprenye çözeltisi, iç ve dış mekânda; çit, bahçe mobilyaları, hayvan barınakları, silolar, çocuk oyun sahalarında kullanılan ahşabın emprenyesinde kullanılmaktadır (Hemel, 2008).

2.2. Metot

2.2.1. Deney örneklerinin hazırlanması

Deneylede kullanılan ahşap malzemelerin kusursuz olmasına, liflerinin düzgün, budaksız, ardaksız, normal büyüme göstermiş, reaksiyon odunu bulunmayan, böcek ve mantar zararlarına uğramamış olmasına özen gösterilerek tamamen tesadüf yöntemiyle temin edilmiştir. Tam ve hava kurusu yoğunluk değerleri testleri için 4 ağaç türü, 1 emprenye maddesi, 2 deney örneği ve 11 tekrür olmak üzere toplam 88 adet deney örneği hazırlanmıştır. Deney örnekleri; planya ve kalınlık makinelerinde yüzey temizleme işleminden sonra, daire testere makinesinde 20x20x30 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Yüzey pürüzlülüğü deneyi için 4 ağaç türü, 2 emprenye işlemi (kısa ve orta süre) ve 11 tekrür olmak üzere toplam 88 adet deney örneği hazırlanmıştır. Deney örnekleri; planya ve kalınlık makinelerinde yüzey temizleme işleminden sonra, daire testere makinesinde 10x10x100 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Emprenye öncesi teste tabi tutulacak yüzeylerine 80 kum zımpara ile zımparalama işlemi yapılmıştır.

Yoğunluk değerleri ve yüzey pürüzlülüğü testleri için hazırlanan deney örnekleri sıcaklığı 20±2 °C ve rutubeti % 65±5 olan iklimlendirme odasında % 12 denge rutubetine kadar bekletilmiştir. Daha sonra emprenye çözeltisi ile kısa süreli (10 dakika) ve orta süreli (2 saat) olarak, daldırma metodu ile emprenye edilmişlerdir. Emprenye edilen deney örnekleri, çözücünün buharlaşması için hava dolaşımı sağlanan bir odada 15 gün bekletildikten sonra sıcaklığı 20±2°C rutubeti %65±3 ortamda %12 rutubete ulaşınca kadar bekletilmiştir.

2.2.2. Hava kurusu yoğunluk

Hava kurusu yoğunluk tayininde TS 2472 (TSE, 1976) esaslarına uyularak 20x20x30 mm ölçülerinde hazırlanan örnekler, 20±2 °C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir. Deney örneklerinin ağırlıkları ± 0,01 g

duyarlıklı analitik terazide tartılıp (M_{12}), $\pm 0,01$ mm duyarlıklı dijital kumpasla boyutları belirlendikten sonra hacimleri (V_{12}) hesaplanarak, hava kurusu yoğunluklar (δ_{12}) aşağıda verilen eşitlik (1) kullanılarak hesaplanmıştır

$$\delta_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}} \text{ g/cm}^3 \quad (1)$$

Burada; M_{12} : Hava kurusu halde ağırlık (g), V_{12} : Hava kurusu halde hacim (cm^3)

2.2.3 Emprenye işlemi ve retensiyon (tutunma) miktarının belirlenmesi

Doğu kayını, sarıçam, sapsız meşe ve Uludağ göknarı odunlarından hazırlanan deney örnekleri Tanalith-E ile ASTM D 1413 (ASTM, 2005) standardı esaslarına göre kısa süreli (10 dakika) ve orta süreli (120 dakika) olarak daldırma metodu ile emprenye edilmiştir. Daha sonra, ağırlıkları 0.001g duyarlıklı analitik terazide tartılmış ve retensiyon miktarı (R), aşağıda verilen eşitlik (2) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$R = \frac{G.C}{V} \times 10^3 \text{ kg/m}^3, \quad G = T_2 - T_1 \quad (2)$$

Burada; T_1 : Emprenye sonrası deney örneği ağırlığı (g), T_2 =Emprenye öncesi örnek ağırlığı (g), V: Numune hacmi (cm^3), C: Çözelti konsantrasyonu (%).

2.2.4. Yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi

Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri TS EN 971 (TSE, 1988) esaslarında belirtildiği üzere, ardışık profil değişimini ölçebilen TIME TR-200 dokunmalı yüzey pürüzlülüğü ölçüm test cihazı ile yapılmıştır. Ölçüm cihazına ait teknik özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Yüzey pürüzlülüğü test cihazına ilişkin teknik özellikler (EN 971)

Tipi	TR - 200
Ölçme Parametreleri	Ra, Rz, Ry, Rq, Rt, Rp, Rmaks, Rm, R3z
Ölçme Hassasiyeti	0,01 - 0,04 μm
Ölçme Standardı	ISO 4287, DIN 4768, JIS B601
Enerji Kaynağı	Lithiumion şarj edilebilir batarya
Ölçme Boyu	Otomatik, 0,25 mm, 0,8 mm, 2,5 mm
Ölçüm Sayısı (Cut-Off)	1 - 5 Adet (ayarlanabilir)
Uygun Çalışma Sıcaklık ve Nemi	0 - 40 $^{\circ}\text{C}$ ve < %90 Bağıl nem
Boyutlar ve Ağırlık	140*52*48 mm ve 500 g
Sonuç Alma	LCD Ekran, yazıcı veya PC'ye aktarma

Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri liflere dik yönde yapılmıştır. Cihaz, 2,5 mm ölçme adımı ve 3 ölçme sayısına (cut-off) ayarlandıktan sonra ölçme kolu, aralığı 20 mm olan iki çizgi arasına yerleştirilmiştir. Örneğin ve cihazın yer düzlemine paralellik durumu kontrol edildikten sonra ölçüm başlatılmıştır. Sonuç, cihazın LCD ekranından okunarak Ra cinsinden kaydedilmiştir (Sönmez ve Söğütlü, 2005). Yüzey pürüzlülüğü ölçme cihazı Şekil 1'de görülmektedir.

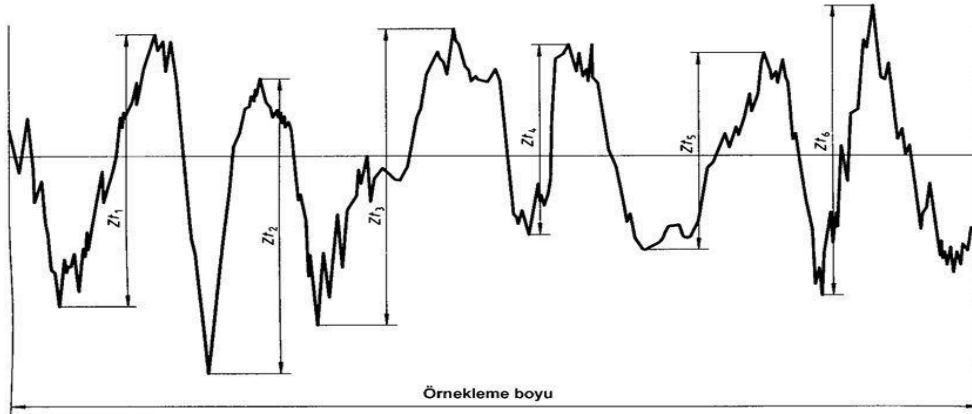


Şekil 1. Yüzey pürüzlülüğü ölçme cihazı

Ölçüm cihazı, yüzey pürüzlülüğünü, tarama iğnesinin 5 µm çaplı elmas ucunu, örnek yüzeyinde aşağı-yukarı hareket ettirerek yüzeyde bulunan girinti ve çıkıntıların profilini çıkartarak ölçmektedir. Profil girintileri (vadi) ile çıkıntıları (tepe) arasında bulunan ortalama sapma (Ra), düzensizliğin on noktadaki yüksekliğinin ortalaması (Rz) ve profilin en fazla yüksekliği (Ry) parametreleridir. Bu çalışmada, yüzey pürüzlülüğü Ra parametresi esasına göre değerlendirilmiştir. Ra yüzey pürüzlülük değeri; TS EN 971'e göre yüzey pürüzlülük profilinde profil sapmalarının (tepe ve çukur) aritmetik ortalamasıdır. Ra pürüzlülük değeri aşağıdaki formülle (3) hesaplanabilmektedir (TSE, 1988).

$$Ra = 1/I \int_0^I |Z(x)| dx \quad (3)$$

Burada; Z(x); örnekleme boyu içinde, mutlak değerlerin aritmetik ortalaması, dx; değerlendirilen profilin, X_i; konumundaki eğimi, I; örnekleme boyudur.



Şekil 2. Profil elemanlarının yüksekliği

2.3 Veri Analizi

Tanalit-E çözeltisi ile emprenye edilmiş Doğu kayını, sarıçam, sapsız meşe ve Uludağ göknarı odunlarının yoğunluk (tam kuru ve hava kurusu yoğunluk), yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki farkın belirlenmesinde varyans analizi (F testi) kullanılmıştır. Deneme grupları arasındaki farklılığın önemli çıkması halinde ($\alpha = 0,05$) güven düzeyinde Duncan testi ile karşılaştırılmıştır. Deneylerde elde edilen dataların istatistiksel analizinde SPSS 22 istatistik programı kullanılmıştır

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Hava kuruşu yoğunluk

Deneylerde kullanılan örneklerin hava kuruşu yoğunluk ortalamaları Çizelge 2’de varyans analizi (ANOVA) sonuçları ise Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 2. Hava kuruşu yoğunluk ortalamaları(g/cm^3)

İstatistik Değerler	Ağaç malzeme türü			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Gökmar
X	0.688	0.731	0.595	0.534
ss	0.02959423	0.03020946	0.04962487	0.02264056
v	0.0009634	0.00100387	0.00270889	0.00056385
min	0.642	0.692	0.543	0.509
max	0.744	0.788	0.687	0.591
N	11	11	11	11

Çizelge 3. Hava kuruşu yoğunluk varyans analizi (ANOVA)

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	*Önem Düzeyi
Gruplar arası	0.261	3	0.087	66.508	0.000
Grup içi	0.052	40	0.001		
Toplam	0.314	43			

* $P < 0,05$

Deney örneklerinin hava kuruşu yoğunluk ortalamaları için yapılan F testine göre; hava kuruşu yoğunluk değerleri ahşap türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılık göstermiştir ($P < 0.05$). Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek hava kuruşu yoğunluk değeri sapsız meşe odununda ($0.731 g/cm^3$) elde edilmiş bunu sırasıyla; Doğu kayını ($0.688 g/cm^3$), Sarıçam ($0.595 g/cm^3$) ve Uludağ gökmarı ($0.534g/cm^3$) izlemiştir. Deneylerden elde edilen değerler, literatür değerleri ile paralellik göstermektedir (Temel, 2016).

3.2. Retensiyon (tutunma) miktarı

3.2.1. Kısa süreli empenye edilmiş örneklerin retensiyon miktarı

Kısa süreli empenye edilmiş deney örneklerin retensiyon miktarına ait istatistik değerler Çizelge 4’de, örneklerin retensiyon miktarı ortalamalarına ait varyans analizi (ANOVA) F testi sonuçları Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 4. Kısa süreli retensiyon miktarları (kg/m^3)

İstatistik değerler	Kısa süreli empenyeli ağaç malzeme türü			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Gökmar
X	84.106	60.816	71.742	78.341
ss	3.18070916	6.35690233	5.73444922	4.214145273
$v(s)$	11.1286018	44.451228	36.1722987	19.53492242
min	79.496	54.161	59.094	73.265
max	88.802	77.302	80.294	89.551
N	11	11	11	11

Çizelge 5. Kısa süreli emprenyeli örneklerin retensiyon ortalamaları varyans analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	*Önem Düzeyi
Gruplar arası	3295.929	3	1098.643	39.489	0.000
Grup içi	1112.871	40	27.822		
Toplam	4408.800	43			

* $P < 0,05$

Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek retensiyon değeri Doğu kayını odununda (84.106 g/cm^3) elde edilmiş bunu sırasıyla; Uludağ göknarı (78.341 kg/m^3), sarıçam (71.742 kg/m^3) ve sapsız meşe (60.816 kg/m^3) izlemiştir.

3.2.2. Orta süreli emprenye edilmiş örneklerin retensiyon miktarı

Orta süreli emprenye edilmiş örneklerin retensiyon miktarı ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 6'da, varyans analizi sonuçları ise Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 6. Orta süreli retensiyon miktarları (kg/m^3)

İstatistik değerler	Orta süreli emprenyeli ağaç malzeme türü			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X	94.218	70.503	78.063	86.223
ss	3.44872383	4.03341184	6.45250668	5.636249043
$v(s)$	13.0830657	17.8952522	45.7983267	34.9440336
min	87.312	66.534	67.234	78.329
max	99.852	78.232	90.214	100.012

Çizelge 7. Orta süreli emprenyeli örneklerin retensiyon miktarları varyans analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	*Önem Düzeyi
Gruplar arası	3460.010	3	1153.337	41.294	0.000
Grup içi	1117.207	40	27.930		
Toplam	4577.217	43			

* $P < 0,05$

Orta süreli emprenye edilmiş ahşap malzemelerin retensiyon değerleri için yapılan F testine göre; retensiyon değerleri ahşap türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılık göstermiştir ($P < 0.05$). Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek retensiyon değeri Doğu kayını odununda (94.218 kg/m^3) elde edilmiş bunu sırasıyla; Uludağ göknarı (86.223 kg/m^3), sarıçam (78.063 kg/m^3) ve sapsız meşe (70.503 kg/m^3) izlemiştir.

3.3 Yüzey pürüzlülüğü

Tanalith-E ile kısa ve orta süreli emprenye edilen masif ağaç deney örnekleri ve emprenyesiz kontrol örneklerinin yüzey pürüzlülüğüne (R_a) ait istatistiksel değerler Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Yüzey pürüzlülüğü Ra değerleri (μm)

İstatistik değerler	Ra (Kısa süre emprenyeli)			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Gökmar
X	4.802	5.228	3.038	3.423
ss	0.423143	0.692892	0.55153	0.345618
v (s ²)	0.196955	0.528109	0.33461	0.131397
min	3.819	4.012	2.144	2.751
max	5.392	6.015	3.632	4.045
İstatistik değerler	Ra (Orta süre emprenyeli)			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Gökmar
X	5.028	6.421	3.741	4.246
ss	0.579763	0.777684	0.31031	0.421995
v (s ²)	0.369737	0.665272	0.10592	0.195888
min	4.099	5.377	3.395	3.615
max	5.758	7.579	4.416	4.89
İstatistik değerler	Ra (Kontrol örneği - emprenyesiz)			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Gökmar
X	4.5560909	5.0332727	2.93045	3.3548182
ss	0.5174974	0.3975868	0.52999	0.3679809
v (s ²)	0.2945839	0.1738828	0.30898	0.148951
min	3.356	4.239	2.014	2.333
max	5.187	5.484	3.972	3.885

Tanalith-E ile kısa ve orta süreli emprenye edilen ağaç malzemelerin ve kontrol örneklerinin Ra yüzey pürüzlülüğü değerleri için yapılan F testine göre (Çizelge 9); yüzey pürüzlülüğü değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($P < 0.05$).

Çizelge 9. Yüzey pürüzlülüğü (Ra) varyans analizi F testi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	*Önem Düzeyi
Gruplar arası	134.097	11	12.191	42.350	0.000
Grup içi	34.543	120	0.288		
TOPLAM	168.640	131			

* $P < 0,05$

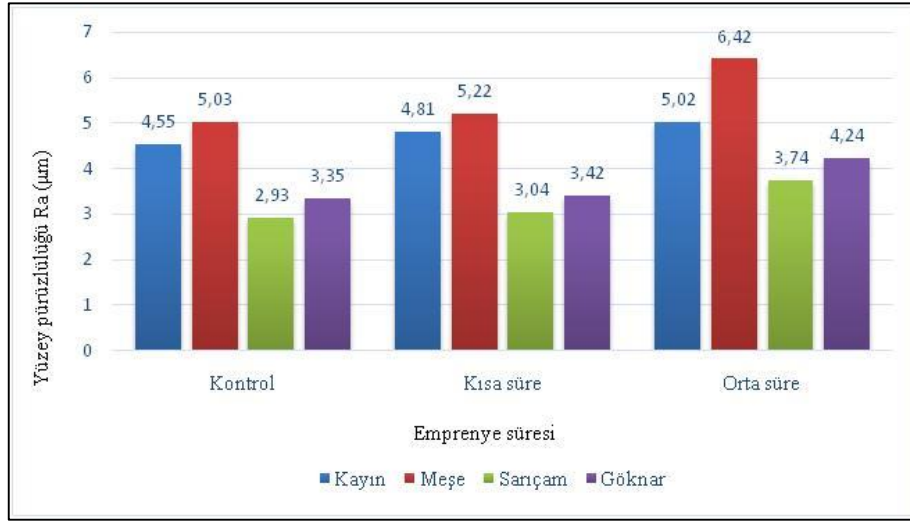
Yüzey pürüzlülüğü değerleri için yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri orta süre emprenyeli meşe odununda ($6.421 \mu\text{m}$) elde edilmiş, en düşük değerler ise emprenyesiz sarıçam kontrol örneğinde elde edilmiştir. Kontrol sarıçam ve gökmar örnekleri ile kısa süre emprenyeli sarıçam deney örnekleri arasındaki matematiksel fark, istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 10).

Varyans analizi sonuçlarına göre emprenyeli ağaç malzemelerin yüzey pürüzlülüğü Ra değerlerinin grafiksel ifadesi Şekil 3'de verilmiştir.

Çizelge 10. Yüzey pürüzlülüğü (Ra) Duncan testi

GRUP	N	Alt gruplar için $\alpha = 0,05$						
		1	2	3	4	5	6	7
Sc	11	2,930						
Sk	11	3,038	3,038					
Gc	11	3,354	3,354	3,354				
Gk	11		3,423	3,423				
So	11			3,741				
Go	11				4,246			
Kc	11				4,556	4,556		
Kk	11					4,802	4,802	
Ko	11					5,028	5,028	
Mc	11					5,033	5,033	
Mk	11						5,228	
Mo	11							6,421
ÖnemDüzeyi		0,82	0,115	0,114	0,179	0,058	0,092	1,000

G: Göknar, S: Sarıçam, M: Meşe, K: Kayın, k: kısa süreli emprenyeli, o: orta süreli emprenyeli, c: kontrol

**Şekil 3.** Yüzey pürüzlülüğü değerleri

Bu sonuğara göre; ağaç türü ve empenye işleminin yüzey pürüzlüğünü etkilediği, Tanalith-E ile empenye edilen ağaç malzemelerin yüzey pürüzlülüğünün, empenye süresi arttıkça yüzey pürüzlülüğünü de arttırmaktadır. Bulunan bu değerler, literatür değerleri ile paralellik göstermektedir (Sönmez ve Söğütlü, 2005).

4. Sonuđar ve Öneriler

Araştırmada, Tanalit-E çözeltisi ile empenye edilen Doğu kayını, Sapsız meşe, Sarıçam ve Uludağ göknarı odunlarının yüzey pürüzlülük özellikleri incelenmiş ve deneylerden elde edilen sonuğar ve öneriler aşağıda verilmiştir.

- Ağaç türlerine göre en yüksek ortalama hava kurusu yoğunluk değeri, sapsız meşe odununda elde edilmiş bunu sırasıyla; Doğu kayını, sarıçam ve Uludağ göknarı izlemiştir.
- Kısa süreli empenye işleminde ağaç türlerine göre en yüksek ortalama retensiyon miktarları Doğu kayını odununda olmak üzere sırasıyla; Uludağ göknarı, sarıçam, sapsız meşe odunlarında elde edilmiştir.
- Orta süreli empenye işleminde ağaç türlerine göre; en yüksek ortalama retensiyon miktarları Doğu kayını olmak üzere sırasıyla; Uludağ göknarı, sarıçam ve sapsız meşe odunlarında elde edilmiştir.
- Kısa ve orta süreli empenyeli sapsız meşe odununda retensiyon oranının düşük çıkması tül oluşumundan kaynaklanabilir.
- Kısa ve orta süreli empenye edilen ağaç malzemelerin en yüksek Ra yüzey pürüzlülüğü değerleri; sapsız meşe odununda elde edilmiş, bunu sırası ile Doğu kayını, Uludağ göknarı ve sarıçam izlemiştir.
- Tanalith-E ile empenye edilen ağaç malzemelerin Ra yüzey pürüzlülüğü değeri, empenye süresi arttıkça doğru orantılı olarak yüzey pürüzlülüğünü de arttırmaktadır.
- Tanalith-E empenye edilmiş ağaç malzemelerde; yüzey pürüzlülüğü az olması istenilen yerlerde ise sarıçam kullanımı önerilebilir.

Teşekkür

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında, Ramazan Bülül tarafından hazırlanan Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- ASTM D 1413-99, (2005), Standard method of testing wood preservatives by laboratory soil block cultures, *Annual Book of ASTM Standards*, West Conshohocken, PA.
- Bozkurt, Y., (1986), Ağaç teknolojisi, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, No: 3403, İstanbul
- Csan ály, E., Magoss, E., Tolvaj, L., (2015), Quality of machined wood surfaces, *Springer International Publishing*, Basel.
- Eli çin, G., (1971), Türkiye sarıçam (*Pinus silvestris* Lipsky) orijinlerinde morfo-genetik araştırmalar, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt XVII, sayı 1., İstanbul.
- Hemel Emprenye Sanayi A.Ş., (2008), Tanalith-E brochure, data sheets, *Timber Treatment Products*, No: 22.
- Jakub, S., Martino, N., (2005), Wood surface roughness-what is it?, Rosenheim Workshop, *BOKU University of Natural Sources and Applied Life Sciences*, 29-30 September, Vienna, Austria.
- Kartal, S.N., Dorau, B., Lebow, S.T., Green, F. (2004a), Effects of inorganicions on leachability of wood preserving n'n-hydroxynaphtalimide, *Forest Product Journal*, 54(1), 80-84, USA.
- Keskin, H., Kesik, H.İ., Temel, F., Öztürk, Y., (2016), Vacsol aqua ile empenye edilmiş bazı ağaç malzemelerin yüzey pürüzlülüğü ve yapışma direnç özellikleri, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(1), 181-189.

- Örs, Y., Keskin, H., (2001), Ağaç malzeme bilgisi, Ders Kitabı, *Atlas Yayınları*, İstanbul.
- Örs, Y., Keskin, H., (2008), Ağaç malzeme teknolojisi, *Gazi Yayınları*, No:2000/352, Ankara.
- Özcan S., (2011), Ağaç malzeme türü, sıcaklık farkı ve yüzey pürüzlülüğünün yapışma direncine etkileri, *Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Karabük.
- Richter, K., Feist. W.C., Knaebe, M.T., (1995), The effect of surface roughness on the performance of finishes, *Forest Products Journal*, 45(7), 91-97.
- Sofuoğlu, S.D., (2008), Bazı yerli ağaç türü odunlarının işleme özelliklerinin yüzey kalitesi üzerine etkileri, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- Sönmez, A., Söğütü, C., (2005), Rendeleme işleminin ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğüne etkisi, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Teknoloji Dergisi*, 8(3), 287-293.
- Stumbo, D.A., (1963), Surface texture measurement methods. *Forest Products Journal*, 13, 299-304.
- Şanıvar, N., Zorlu, İ., (1995), Ağaç işleri gereç bilgisi, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, 306-314, İstanbul.
- Temel, F., (2016), Vacsol-aqua ile emprenye işleminin ağaç malzemenin yüzey pürüzlülüğü ve yapışma direncine etkileri, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Ankara
- TS 2472, (1976), Odun fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 971, (1988), Yüzey pürüzlülüğü – parametreler ve pürüzlülük tespiti kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yaltrık, F., (1988), Dendroloji I, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi*, Yayın No: 2410, İstanbul.