



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.gov.tr/politeknik>



Doğal ahşap taneni ile modifiye edilmiş bazı ağaç türlerinde çürümeye karşı direncin incelenmesi

Investigation on the decay of some wood type modified with natural wood tannin

Yazar(lar) (Author(s)): Gamzenur KASAP OKUT¹, Mustafa ALTINOK²

ORCID¹: 0000-0002-8441-8636

ORCID²: 0000-0002-2048-1994

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Kasap Okut G. ve Altınok M., “Doğal ahşap taneni ile modifiye edilmiş bazı ağaç türlerinde çürümeye karşı direncin incelenmesi”, *Politeknik Dergisi*, 23(2): 343-350, (2020).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.gov.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.526782

Doğal Ahşap Taneni ile Modifiye Edilmiş Bazı Ağaç Türlerinde Çürümeye Karşı Direncin İncelenmesi

Araştırma Makalesi / Research Article

Gamzenur KASAP OKUT, Mustafa ALTINOK*

Ağaççileri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 13.02.2019 ; Kabul/Accepted : 11.04.2019)

ÖZ

Bu çalışmada, doğal ahşap tanen çözeltisinin Sarıçam, kestane ve meşe türlerinde toprak altında bekletme sürecindeki çürümeye karşı etkisi incelenmiştir. Bu maksatla, TS 2472 ve TS 2479 standartları esas alınarak hazırlanan deney örnekleri, ceviz taneni çözeltisi ile 3 kat fırça, 6 kat fırça, 4 saat daldırma ve 8 saat daldırma yöntemiyle modifiye edilmiştir. Kontrol örnekleri hariç işlemsiz ve modifiye edilmiş örnekler bitkisel toprak içerisinde 1 yıl süreyle doğal yaşlandırmaya uygulanmıştır. Doğal yaşlandırmadan sonra ilgili standartlara göre örneklerin yoğunluk ve sertlikleri ölçülmüştür.

Sonuç olarak, her üç ahşap türü işlemsiz örneklerinde kontrol örneklerine göre toprak altında doğal yaşlandırmadan dolayı % 8'lik madde kaybı (yoğunluk düşüşü) ve % 30 sertlik azalması meydana gelmiştir. Ancak, modifiye edilmiş ve toprak altında doğal yaşlandırılmış örneklerde yoğunluk ve sertlik işlemsiz örnekler göre daha yüksek elde edilmiş ve doğal ceviz taneni çözeltisinin çürümeyi önlediği belirlenmiştir. Bu bağlamda en iyi sonuç ise, 8 saatlik daldırma yönteminde elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ahşap malzeme, ahşap modifikasyonu, ahşap çürümesi, koruyucu doğal tanen çözeltisi.

Investigation on the Decay of Some Wood Type Modified with Natural Wood Tannin

ABSTRACT

In this study, the effect of natural wood tannin solution against decay in Scotchpine, chestnut and oak species was investigated. For this purpose, the test specimens prepared on the basis of TS 2472 and TS 2479 standards were modified by walnut tannin solution with 3-fold brush, 6-fold brush, 4-hour immersion and 8-hour immersion method. Except for the control samples, untreated and modified samples were applied to natural aging for 1 year in vegetable soil. After natural aging, the density and Hardness of the samples were measured according to the relevant standards.

As a result, according to the control samples in all wood type untreated samples, 8% loss of Material (density decreased) and 30% Hardness decreased occurred due to natural aging under the soil. However, it was determined that natural walnut tannin solution prevented decay. In this constant, the best result was obtained in 8 hour immersion method.

Keywords: Wood material, wood modification, wood decay, protective natural tannin solution.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ağaç malzeme insan yaşamında önemli bir yere sahiptir. Kolay işlenmesi, sese karşı yalıtkan olması ve hafif olmasına rağmen direncinin yüksek olması diğer malzemelere göre estetik olması gibi birçok olumlu özellik ve avantajlarından dolayı ağaç malzemeye duyulan ihtiyaç ve kullanım alanı her geçen gün artmaktadır [1].

Ağaç malzemenin yukarıda belirtilen olumlu özelliklerinin yanı sıra organik bir malzeme olmasından kaynaklanan yanabilme özelliği, böcekler tarafından tahrip edilebilmesi, mantarlar tarafından çürütülebilmesi, havanın sıcaklık ve bağıl nemine bağlı olarak değişen denge rutubetine göre boyutlarının değişmesi ve güneş ışınlarının etkisiyle renginin solması (eskime) onun dezavantajları olarak kabul edilmektedir [2].

Dış mekânda mantarlar, böcekler, güneşin ultraviyole ışınları gibi etkilere maruz kalan ağaç malzemeyi korumak, ömrünü uzatmak ve fiziksel dayanımını artırmak önemlidir. Bu etkenlere karşı ağaç malzemeyi korumak için kullanılan en yaygın yöntemlerden birisi emprenye (modifikasyon) dir [3].

Ale'n ve ark. (2002), yaptıkları bir çalışmada, Ladin (Picea abies L.) odununu 2 saat ile 8 saat 180-225 °C sıcaklıklarda ısıtma işlemi (modifikasyona) tabi tutmuşlardır. Deney sonucunda, modifiye edilmiş örneklerin kimyasal incelemelerinde ısıtma süresince karbonhidratların ligninden daha fazla bozucu reaksiyonlara maruz kaldığı belirlenmiştir [4].

Krom içerikli bazı emprenye maddeleri ile ön emprenye işlemi yapılan iğne yapraklı ağaçlarda emprenye sonrası uygulanan üst yüzey işleminin dış ortam koşullarında üst yüzey işlem maddelerinin ömrünü yaklaşık 2 kattan daha fazla artırdığı bildirilmiştir [5].

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta : altinok@gazi.edu.tr

Kayın ve kavak ağaçlarının, Protim-WR 230, Tanalith-C ve Celcure AC 500 emprenye maddeleri ile emprenye edildiği ve Desmodur-VTKA, Üre-formaldehit ve polivilasetat tutkalları ile yapıştırıldığı çalışmada, emprenye nin yoğunluğu artırdığı ve Tanalith-C emprenye maddesinin yapışma direncini en az etkilediği tespit edilmiştir [6].

TS 788-1 EN 599 esaslarına göre yapılmış emprenye işleminin, ağaç malzemedeki yapışma ve eğilme direncini düşürdüğü, yoğunluğunu artırdığı, sarıçamda sertliği düşürdüğü, kızılçamda sertliği artırdığı bildirilmiştir [7].

Zehirli emprenye maddelerinin kullanımına ilişkin devam eden baskı ve yasaklar, odun koruma endüstrisini organik ya da inorganik formülasyonlara dayalı odun koruyucu maddeleri kullanmaya ve geliştirmeye zorunlu kılmıştır. Bunların yanında son yıllarda gündeme gelen doğal koruyucu maddelerden olan bitkisel ekstraktlar, tanenler, bitkilerden elde edilen sıvı yağlar önemli bir yer tutmaya başlamıştır. Yağlar oduna su itici özellik kazandırarak hem odunun rutubetinin artmasını engellemiş hem de düşük odun rutubeti sağladığı için odunda mantar ve bakteri oluşumunu engellemiştir [8].

Birçok odun korucu madde sentetik veya inorganik olduğundan dolayı çevreye zararı büyüktür. Bu yüzden son yıllarda artan çevresel baskılar ve yaptırımlar yenilenebilir kaynaklar ile çevre dostu ve atıl hale geldiklerinde biyolojik olarak bozunabilir kimyasalların kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Bu odun koruma maddelerinin kullanılmasıyla gerek böceğe gerekse mantara karşı oduna dayanıklılık kazandırmaktadır. Bunlar genel olarak bitkisel yağlar ve bitkisel ekstraktlardır.

Olteanu (1997) araştırmada, kestane odunu ve diğer bazı odun kabuğu karışımından elde edilen bitkisel ekstraktların düşük karışımlarında (%1 -2) dahi mantarlara karşı iyi direnç sağladığı sonucunu elde etmiştir. Ladin odunu, kestane kabuğu ve meyvesi, köknar odunu ve kabuğundan elde edilen ekstraktların da %4 ve %5 'lik karışımlarının mantarlara karşı koruyucu etki sağladığını belirtmiştir [9].

Laks (1991) çürümeye karşı ağaçlarda bulunan doğal savunma sistemlerinin ağaçlarda zarar sonucu oluşan hastalıklı bölgenin etrafında toksik bazı kimyasalların çoğaldığını belirtmiştir. Çoğu ağaç türlerinin öz odunlarında mevcut olan toksik ekstraktiflerin ve patojen saldırılara karşı fiziksel bir bariyer olan kabuktaki suberinin pasif savunma mekanizmaları olduğunu açıklamıştır [10].

Smith ve ark. (1989), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) özodun örneklerini hekzan, etil asetat, metanol ve sulu aseton içeren bir dizi çözücüyle sırasıyla ekstraksiyona tabi tutarak, normalde sağlam olan odunları kahverengi çürüklük mantarı *Gloeophyllum trabeum* etkisine hassas hale getirilmiştir. Yalancı akasyadan elde edilen ekstraktlar normalde dayanıksız olan titrek kavak (*Populus grandidentata*) odun örneklerinde çürümeye karşı yüksek seviyede bir

koruyucu etki göstermiştir. Denemelerde en fazla direnci metanol ekstraktları göstermiştir [11].

Yamamoto ve Hong (1988) Chengal odununun sıcak su ve metanol ekstraktları ile emprenye edilmiş kauçuk odunlarında ağırlık kaybı %13-18 iken kontrol örneklerindeki ağırlık kaybı %53 olmuştur. Ekstraktlarla emprenyeli kauçuk odunlarında kontrol örneklerine göre %35-40 daha az ağırlık kaybı meydana gelmiştir [12].

Tall yağı ile emprenye edilen odunun 5 yıllık arazi testleri sonrasında dayanımı CCA ya da kreozota eşdeğer bulunmuştur [13]. Bunun yanı sıra palm, fındık, mısır, soya, kanola, ayçiçeği, koko ve hindistancevizi gibi bitkisel yağların kullanıldığı ve su itici etkinliğin sağlandığı çalışmalar da rapor edilmiştir [13, 14, 15].

Bitkisel yağlar, çevreye karşı zehirli etkilerinin olmaması, dünya genelinde geniş boyutlarda üretilebilir ve kısmen ekonomik olması gibi yararlarla sahiptir [15]. Bitkisel yağların yanı sıra kullanılmış kızartmalık atık yağların emprenyesi ile oduna iyi bir su itici etkinlik özelliği kazandırıldığı ve atık yağın potansiyel bir emprenye maddesi olarak değerlendirilebileceği de belirtilmiştir [16].

Yukarıda verilen literatürde ahşap koruma ve emprenye ile ilgili çalışmalar yer almakta, ancak bu çalışmada kullanılacak doğal tanen ahşap koruyucunun çalışmalarda yaygın olarak yer almadığı görülmektedir. Bu nedenle, bu araştırmada çevre dostu doğal ahşap koruyucu tanen çözeltilisinin toprak altında bekletme sürecinde ahşabın çürümeye karşı etkisi inceleme konusu seçilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL and METHOD)

2.1. Materyal (Material)

Ahşap malzeme: Bu araştırmada kullanılan I. Sınıf kusursuz Sarıçam, kestane ve meşe kereste Ağaççileri Sanayi Sitesinden rasgele yöntemle temin edilmiştir.

Doğal tanen çözeltisi: Türkiye' de yaygın olarak yetişen, meyvesinin yararlarından dolayı çeşitli devlet kurumlarınca daha da yaygınlaşması teşvik edilen, ceviz kabuğu ve yapraklarından ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen, çevreye zararsız doğal koruyucu çözeltisi araştırmada modifikasyon maddesi olarak kullanılmıştır. Çözelti, üretici firmadan sıvı olarak temin edilmiştir. Ceviz kabuğu ve yaprakları bol miktarda tanen maddesi içerir. Doğal olarak tanen maddesi ihtiva eden çam, meşe, kestane ve ceviz ağacı odunları doğal ortam şartlarına diğer ağaç türlerinin odunlarından daha çok dayanabildiği bilinmektedir. Tanen maddesi, geleneksel olarak dericilikte sepi maddesi olarak da kullanılmaktadır.

Bu çözeltinin toprak içi mikroorganizmalara karşı koruyuculuğu bu araştırma kapsamında incelenmiştir.

2.2. Ölçüm ve Deneysel Örneklerinin Hazırlanması (Measurement and Preparation of Test Samples)

Araştırmada yer alan her üç ahşap türünden yoğunluk ve sertlik belirleme örnekleri: TS 2472 ve TS 2479 standartları esas alınarak, kontrol düzeyinde ve toprak altı bekletme süreci için; işlemsiz, 3 kat fırça, 6 kat fırça, 4 saat daldırma, 8 saat daldırma düzeylerinde 10' ar adet ve toplamda 360 adet olarak hazırlanmıştır [17,18]. Kontrol ve işlemsiz örnekler hariç diğer örneklere fırça ve daldırma yöntemleri ile doğal tanen çözeltisi muamele edilmiştir. Kontrol, işlemsiz ve modifiye edilmiş örnekler $20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, 65 ± 5 nispi nem şartlarında ki cihazda toprak altında bekletmeden önce ve sonra iklimlendirme işlemine tutulmuştur.

2.3. İstatistiksel Değerlendirme (Statistical Evaluation)

Kontrol örnekleri ve toprak altında çürüme süreci için işlemsiz, 3 kat fırça, 6 kat fırça, 4 saat daldırma, 8 saat daldırma uygulamalı işlem görmüş (modifiye edilmiş) örneklerde sonuç değerlerine, yoğunluk ve sertlik özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla, çoklu varyans analizi uygulanmıştır. Varyans kaynaklarının karşılıklı etkileşimlerinin $\alpha = 0,05$ 'e göre anlamlı çıkması halinde, bunlara Duncan testi uygulanmıştır.

3. BULGULAR (RESULTS)

3 ahşap türünde (Sarıçam, kestane ve meşe) ve 6 modifikasyon düzeyi (işlem çeşidi: kontrol, işlemsiz, 3 kat fırça, 6 kat fırça, 4 saat daldırma, 8 saat daldırma) formatında doğal ahşap koruyucu çözelti ile modifikasyon uygulamasının 1 yıl süreyle toprak altındaki doğal yaşlandırma sürecinde ahşap malzemenin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimi etkileme durumu incelenmiştir. Bu araştırmadaki retensiyon miktarı, yoğunluk ve sertlik özelliklerindeki değişime ait bulgular aşağıda verilmiştir.

3.1. Retensiyon Miktarı (Retention Amount)

3 ahşap türünde ve kontrol ve işlemsiz hariç 4 modifikasyon düzeyi (işlem çeşidi: 3 kat fırça uygulaması, 6 kat fırça uygulaması, 4 saat daldırma, 8

Çizelge 1. Doğal koruyucu ile modifiye edilmiş ahşap türlerinde tespit edilen retensiyon miktarları (g) (Retention amount determined by natural preservative and modified wood species)

MODİFİKASYON DÜZEYİ	ÇAM	KESTANE	MEŞE
3 kat fırça uygulaması	0,334	0,254	0,158
6 kat fırça uygulaması	0,444	0,706	0,282
4 saat daldırma uygulaması	0,349	0,477	0,212
8 saat daldırma uygulaması	0,555	0,721	0,423

saat daldırma) formatında doğal ahşap koruyucu çözelti ile modifikasyon uygulamasının sonunda deney örneklerinde tutunan doğal ahşap koruyucu miktarları Çizelge 1'de verildiği gibi tespit edilmiştir.

Çizelge 1'e göre en fazla koruyucu çözelti tutunması (retensiyonu) tüm ahşap türlerinde 8 saatlik daldırma uygulamasında, daha sonra sırasıyla 6 kat fırça, 4 saat daldırma ve en az 3 kat fırça uygulamasında tespit edilmiştir. Bu değerlere ait grafik Şekil 1' de verilmiştir.

3.2. Yoğunluk Değişimi (Density Change)

Sarıçam, kestane ve sapsız meşede doğal ahşap taneni çözeltisi ile 6 farklı işlem düzeyinde örneklere uygulanan koruyucu modifikasyonun 1 yıllık toprak altında gerçekleştirilen doğal yaşlandırma sürecindeki yoğunluk değişimine ait değerler incelenmiştir. Bir yıl süreyle toprak altında doğal yaşlandırma sürecinde tutulmuş 5 farklı düzeydeki (kontrol örnekleri hariç) örneklerde TS 2472 standardına göre yoğunluk değerlerine uygulanan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 2' de verilmiştir.

Çizelge 2'ye göre yoğunluk değişiminde tüm faktörlerin (Ahşap tür: A, Modifikasyon: B, Ahşap türü x

Çizelge 2. Doğal koruyucu ile modifiye edilmiş ahşap türlerinde tespit edilen retensiyon miktarları (g) (Retention amount determined by natural preservative and modified wood species)

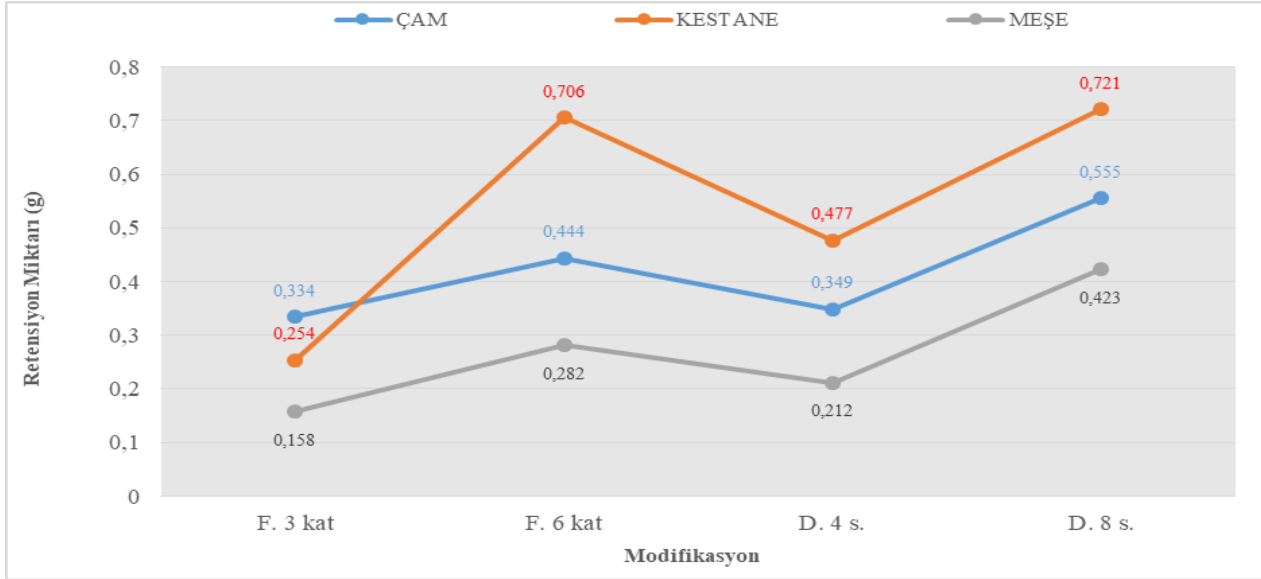
K-Değeri	Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama	F-Değeri	Prob.
1	Tekerrür	9	0,025	0,003	8,5314	0,0000
2	Faktör A	2	2,041	1,020	3162,6397	0,0000
3	Faktör B	5	0,117	0,023	72,2752	0,0000
4	AxB	10	0,018	0,002	5,6346	0,0000
5	Hata	153	0,049	0,000		
Toplam						

Çizelge 3. Ahşap türüne göre yoğunluk değerlerine ait homojenlik grupları (Homogeneity groups of density values according to wood type)

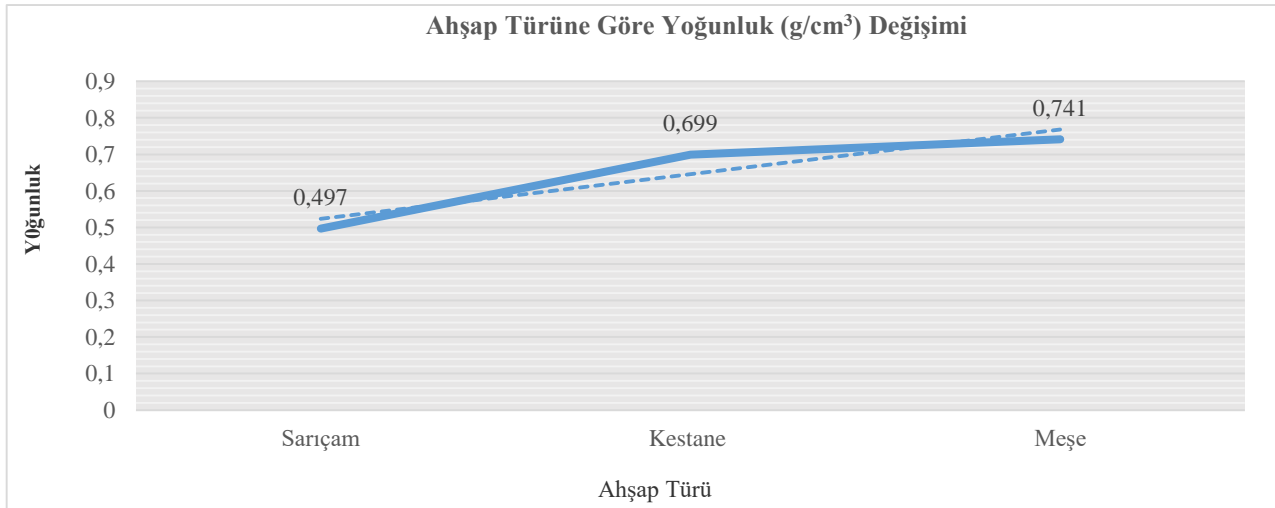
Ahşap Türü	Yoğunluk Ortalaması (g/cm ³)	Homojenlik Grubu
Sarıçam	0,497	C
Kestane	0,699	B
Meşe	0,741	A
Lsd	0,0001291	

Modifikasyon İkili Etkileşimi: AB) etkisinin anlamlı olduğu, bu faktörlerden değişimi en çok ahşap türünün, daha sonra sırasıyla modifikasyon faktörü ve ahşap türü-modifikasyon ikili etkileşimi faktörlerinin etkilediği görülmektedir. Ahşap türü düzeyinde yoğunluk değişiminin homojenlik grupları Çizelge 3' te verilmiştir.

Çizelge 3' e göre en büyük yoğunluk meşede 0,741 g/cm³, daha sonra sırasıyla kestanede 0,699 g/cm³ ve Sarıçamda 0,497 g/cm³ olarak bulunmuştur. Bunlara ait grafik Şekil 2' de verilmiştir.



Şekil 1. Doğal koruyucu ile modifiye edilmiş ahşap türlerinde retensiyon miktarları grafiği (Reprocessing amount of wood in natural preservative-modified wood type)



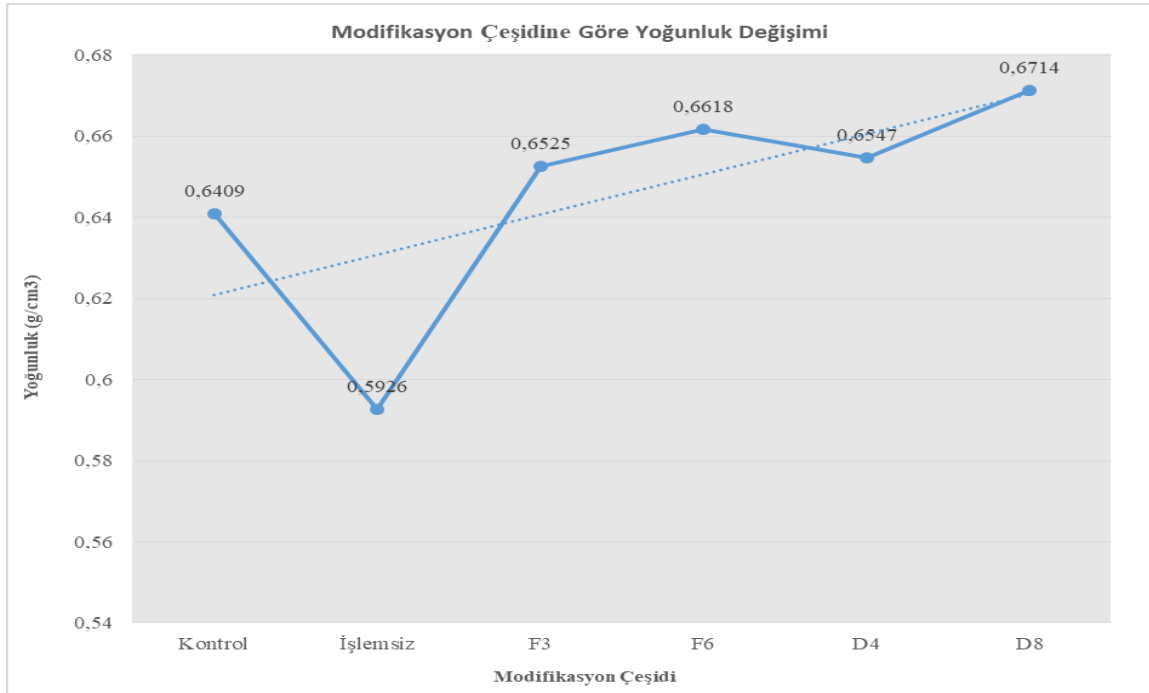
Şekil 2. Ahşap türüne göre yoğunluk değişim değerlerine ait grafik (Graph of density change values by wood type)

Çizelge 4. Modifikasyon çeşidine göre yoğunluk değerlerine ait homojenlik grupları (Homogeneity groups of density values according to the modification type)

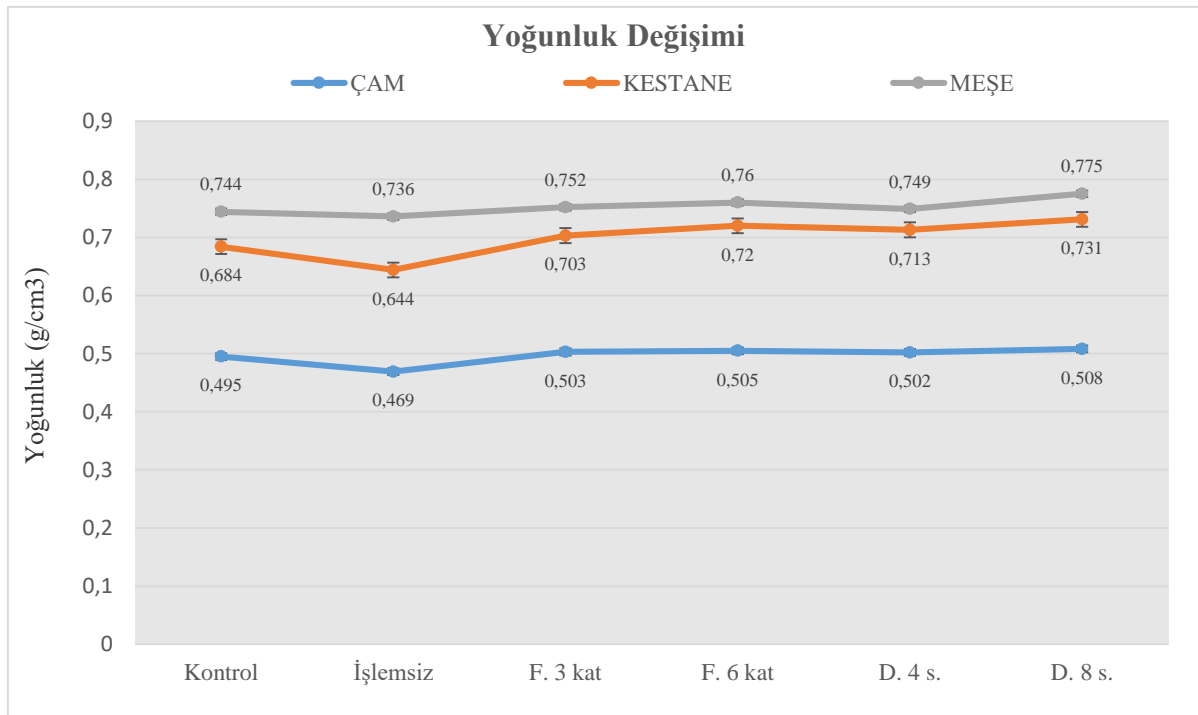
Modifikasyon çeşidi	Yoğunluk Ortalaması (g/cm ³)	Homojenlik Grubu
Kontrol	0,6409	E
İşlemsiz	0,5926	F
F3	0,6525	D
F6	0,6618	B
D4	0,6547	C
D8	0,6714	A
Lsd	0,0001826	

Çizelge 2'ye göre modifikasyon çeşidinin de yoğunluk değişimine anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir. Modifikasyon çeşidi düzeyinde yoğunluk değişiminin homojenlik grupları Çizelge 4' de verilmiştir. Çizelge 4' e göre en büyük yoğunluk 8 saat daldırma düzeyinde 0,6714 g/cm³, en düşük yoğunluk işlemsiz düzeyinde 0,5926 g/cm³ olarak bulunmuştur. Kontrol düzeyindeki yoğunluk esas alındığında 1 yıl toprak altında bekletme sürecinde İşlemsiz örneklerin madde kaybına uğraması sebebiyle yoğunluğun düştüğü görülmektedir. Bunlara ait grafik Şekil 3' de verilmiştir.

Çizelge 2' ye göre ahşap türü ve modifikasyon çeşidi ikili etkileşiminin yoğunluk değişiminde anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir. Ahşap türü - Modifikasyon çeşidi ikili etkileşim düzeyinde yoğunluk değişiminin homojenlik grupları Çizelge 5' de verilmiştir.



Şekil 3. Modifikasyon çeşidine göre yoğunluk değişim değerlerine ait grafik (Chart of density change values according to the modification type)



Şekil 4. Modifikasyon düzeyine göre yoğunluk değişimi grafiği (Density change graph according to the modification level)

Çizelge 5' e göre en büyük yoğunluk meşe 8 saat daldırma düzeyinde $0,775 \text{ g/cm}^3$, en düşük yoğunluk çam işlemsiz düzeyinde $0,469 \text{ g/cm}^3$ olarak bulunmuştur. Bunlara ait grafik Şekil 4' de verilmiştir. Şekil 4'e göre yoğunluk ağaç türü düzeyinde; en büyük meşede ($0,775 \text{ g/cm}^3$), sonra sırayla kestane ($0,731 \text{ g/cm}^3$) ve çamda ($0,508 \text{ g/cm}^3$) elde edilmiştir. Bu yoğunluk değerleri toprak altında doğal yaşlanma sürecinde tutulan örneklerden elde edilen değerlerdir. Yoğunluk değişimi 1 yıllık doğal yaşlandırma sürecinde tutulmayan kontrol örneklerinin yoğunluğu esas alınarak değerlendirilmiştir. Buna göre, yaşlandırma sürecinde işlemsiz örneklerin en çok yoğunluk (madde) kaybederek değişime uğradığı tespit edilmiştir. 3-6 kat fırça ile modifikasyon uygulamalı ve 4-8 saatlik daldırma modifikasyon uygulamalı örneklerde hem yoğunluk artışı sağladığı ve hem de toprak altında 1 yıllık

Çizelge 5. Ahşap türü - Modifikasyon çeşidi ikili etkileşime göre yoğunluk değerlerine ait homojenlik grupları (Type of wood - Modification type homogeneity groups of density values according to double interaction)

Modifikasyon çeşidi	Yoğunluk Ortalaması (g/cm^3)	Homojenlik Grubu
Çam-Kontrol	0,495	J
Çam-İşlemsiz	0,469	IJ
Çam-F3	0,503	I
Çam-F6	0,505	I
Çam-D4	0,502	I
Çam-D8	0,508	I
Kestane-Kontrol	0,684	G
Kestane - İşlemsiz	0,644	HI
Kestane -F3	0,703	F
Kestane -F6	0,719	DE
Kestane -D4	0,713	DE
Kestane -D8	0,731	E
Meşe-Kontrol	0,744	D
Meşe - İşlemsiz	0,665	H
Meşe -F3	0,751	C
Meşe -F6	0,760	B
Meşe -D4	0,749	C
Meşe -D8	0,775	A
Lsd		0,013101

doğal yaşlandırma sürecinde tutulmalarına rağmen işlemsiz örnekler kadar madde kaybına uğramadıkları ve doğal tanen çözeltisinin madde kaybına (çürümeye) karşı koruyucu özelliğinin olduğu tespit edilmiştir.

3.3. Sertlik Değişimi (Hardness Change)

Doğal ahşap taneni çözeltisi ile 6 farklı işlem düzeyinde ahşap örneklerine uygulanan koruyucu modifikasyonun 1 yıllık toprak altında gerçekleştirilen doğal yaşlandırma sürecindeki sertlik değişimine ait değerler incelenmiştir. Bunlardan, bir yıl süreyle toprak altında doğal

Çizelge 6. Sertlik ortalamaları çoklu varyans analizi (Hardness average multiple variance analysis)

K-Değeri	Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama	F-Değeri	Prob.
1	Tekerrür	9	130,629	14,514	0,5076	0,0000
2	Faktör A	2	30510,143	15255,071	533,4574	0,0000
3	Faktör B	5	3808,656	761,731	26,6371	0,0723
4	AxB	10	503,486	50,349	50,3490	
5	Hata	153	4375,281	28,597	28,5970	
Toplam						

yaşlandırma sürecinde tutulmuş 5 farklı düzeydeki (kontrol örnekleri hariç) deney örneklerinin sertlik değerlerine uygulanan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 6' da verilmiştir.

Çizelge 6' ya göre sertlik değişiminde ahşap türü ve modifikasyon faktörlerinin (Ahşap tür: A, Modifikasyon: B,) etkisinin anlamlı olduğu, bu faktörlerden değişimi en çok ahşap türünün, daha sonra modifikasyon faktörünün etkilediği görülmektedir.

Sertlik değişimi ahşap türü bakımından Şekil 5' de, modifikasyon bakımından Şekil 6' da verilmiştir.

Sertlik ahşap türü bakımından; en yüksek kestane, daha sonra meşe ve en düşük çamda meydana geldiği tespit edilmiştir.

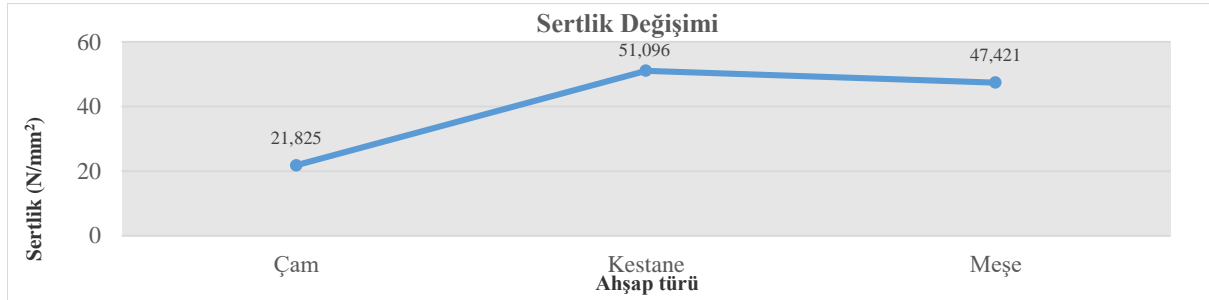
Sertlik modifikasyon bakımından; en düşük işlemsiz örneklerde toprak altında bekleme sürecinde koruyucusuz olmaları nedeniyle meydana geldiği görülmektedir. En yüksek sertlik miktarı ise; 8 saatlik daldırma ve 6 kat fırça uygulamalı örneklerde elde edilmiştir. Bu modifikasyon uygulamalarında ahşap malzemenin bünyesine daha çok koruyucu nüfuz ettiği ve toprak altında ahşabı daha iyi koruduğu tespit edilmiştir.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (CONCLUSIONS AND DISCUSSION)

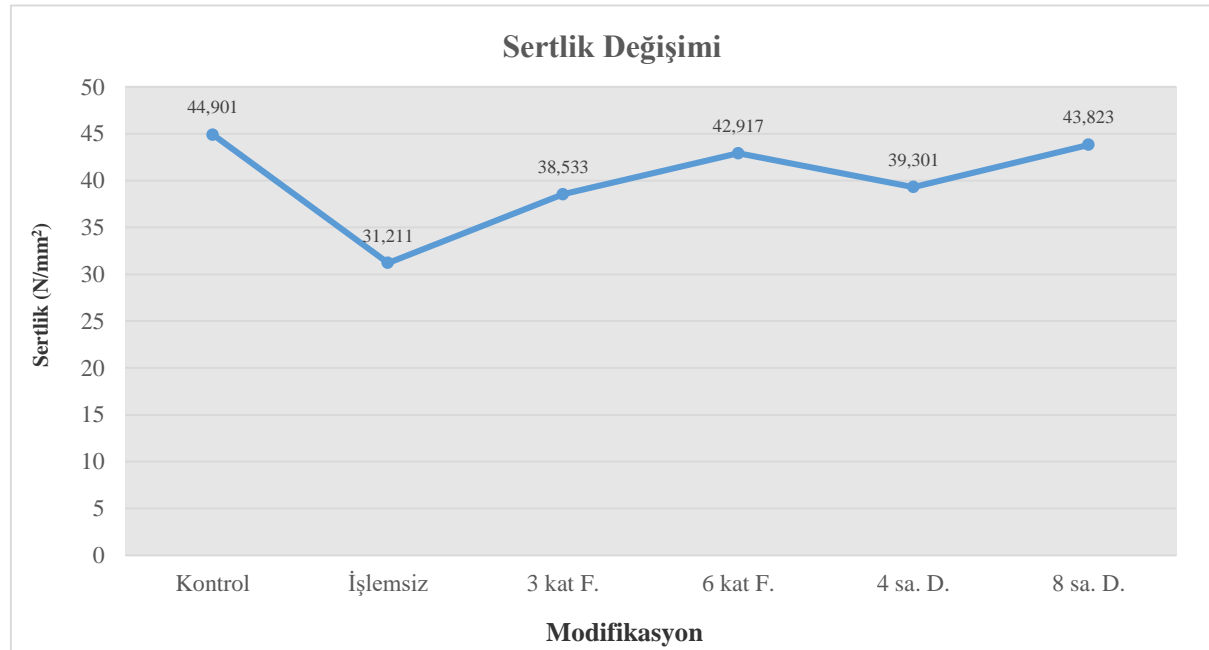
4.1. Yoğunluk (Density)

Çevreye herhangi bir olumsuz etkisi olmayan doğal ahşap taneni ile modifiye edilmiş çam, kestane ve meşe örneklerden elde edilen yoğunluk ve sertlik ile ilgili verilerden anlaşıldığına göre; genel olarak modifikasyon işleminin retensiyon olayından dolayı modifikasyon çözeltisi katı maddesi tutunma miktarı kadar yoğunluğu artırdığı tespit edilmiştir. Bu durum 6-7-12 nolu referanslar ile örtüşmektedir.

Ahşap türü bakımından kontrol örneklerinde yoğunluk çamda $0,495 \text{ g/cm}^3$, kestane $0,684 \text{ g/cm}^3$, meşede $0,744 \text{ g/cm}^3$ elde edilmiştir. Bu değerler en yüksek modifikasyonun 8 saat daldırma yönteminde çamda $0,508 \text{ g/cm}^3$, kestane $0,731 \text{ g/cm}^3$, meşede $0,775 \text{ g/cm}^3$ olarak gerçekleşmiştir. Buna göre çamda % 2.6, kestane %6.8 ve meşede %4.2 oranında yoğunluk artışı meydana gelmiştir. 6 kat fırça uygulamalı modifikasyon yönteminde bu değerlere yakın yoğunluk artışı bulunmuştur. Ancak bu yöntem 8 saat daldırma yönteminden daha kolay ve maliyeti düşük olduğundan öncelikli olarak uygulanması önerilebilir.



Şekil 5. Ahşap türü düzeyi bakımından sertlik değişimi grafiği (Hardness change graph in terms of wood type level)



Şekil 6. Modifikasyon düzeyi bakımından sertlik değişimi grafiği (Graph of Hardness change in terms of modification level)

1 yıl süreyle toprak altında bekletilme sürecinde işlemsiz örneklerin madde kaybına uğrayarak kontrol örneklerine göre; çamda ve kestanede %6, meşede yaklaşık %2 oranında yoğunluklarının azaldığı görülmüştür. Bu durum 9 nolu referans ile örtüşmektedir.

Doğal tanen çözeltisi ile modifiye edilmiş işlemsiz örneklerde madde kaybının ve buna bağlı olarak yoğunluk düşüşünün azaldığı belirlenmiştir. Toprak altında 1 yıl süreyle bekletme sürecinde işlemsiz örneklere göre; çamda %8.3, kestanede %13.5 ve meşede %5.3 daha yüksek oranda yoğunluk elde edilmiştir. Doğal tanen ile modifikasyon çam ve kestanede çürümeye (madde kaybına) karşı daha olumlu sonuç verirken meşe de olumlu etkinin düşük düzeyde gerçekleştiği görülmektedir. Bunun nedeni; tülmeden dolayı meşenin bünyesine az nüfuz eden çözeltinin toprak altındaki madde kaybını önlemede yetersiz kalmasından kaynaklandığı söylenebilir.

4.2. Sertlik (Hardness)

Bu çalışmada ahşap türü bakımından sertlik; en yüksek kestanede 51,096 N/mm², meşede 47,421 N/mm², en düşük ise çamda 21,825 N/mm² olarak elde edilmiştir. Ahşap malzemede sertliği en çok etkileyen özelliğin yoğunluk olduğu bilinmektedir. Meşede yoğunluk

kestaneden yüksek olmasına rağmen sertliğin kestaneden düşük çıkması 1 yıllık toprak altında bekletme sürecinde meşedeki ağırlık kaybının kestaneden fazla olmasından ve tülleşme sebebiyle koruyucu çözeltinin meşeye iyi nüfuz edemediğinden kaynaklandığı söylenebilir.

Modifikasyon bakımından sertlik; işlemsiz örneklerde 31,211 N/mm², kontrol örneklerinde 44,901 N/mm² olarak gerçekleşmiştir. Bu değerlere göre 1 yıllık toprak altında bekletme sürecinde işlemsiz örneklerde %30'dan fazla sertlik kaybı olduğu görülmektedir. Bu durum 7 nolu referansla örtüşmektedir.

Doğal koruyucu çözeltiyle modifiye edilmiş örneklerde en yüksek sertlik 8 saat daldırma yönteminde 43,823 N/mm² olarak elde edilmiştir. Bu değer kontrol örneği sertliğine çok yakın olup 1 yıllık toprak altında bekletme sürecinde herhangi bir sertlik kaybı meydana gelmediği ve doğal tanen çözeltisinin ahşabı çürümeye karşı koruduğu söylenebilir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu araştırma Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Merkezi tarafından desteklenmiştir. Destekleri için teşekkürler.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Özalp, M., "Su itici (Protim wr230) ve koruyucu (wolmanit-cb) emprenye maddeleri ile muamele edilmiş çam odunu örneklerinin su soğutma kulelerinde kullanımıyla fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerde meydana gelen değişimin incelenmesi" (Doktora Tezi), *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (2003).
- [2] Kurtoğlu, A., "Ağaç Malzeme Yüze İşlemleri Genel Bilgiler", *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman End. Müh. Böl.*, İstanbul, 1:31-32, (2000).
- [3] Ayar, S., "Basınç Ve Bekletme Süresinin Emprenye Maddelerinin Ağaç Malzemeye Nüfuzuna Etkisinin Belirlenmesi" (Bilim Uzmanlığı Tezi) *Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (2008).
- [4] Ale'n, R., Kotilainen, R. and Zaman, A., "Thermochemical behavior of Norway spruce (Picea abies L.) at 180-225°C ", *Wood Science and Technology* 36:163-171 (2002).
- [5] Feist, W.C., "Protection of wood surfaces with chromium trioxide", *Forest Products Laboratory, Research Paper FP 339*, Madison, Wis, 19-20 (1979).
- [6] Yörür, H., "Islak mekanlarda ahşap tutkallarının yapışma mukavemetlerinin belirlenmesi", (Yüksek Lisans Tezi) *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (2007).
- [7] Gür, İ., "Emprenye işleminin sarıçam ve kızılçamın bazı mekanik ve fiziksel özelliklerine etkilerinin belirlenmesi" (Yüksek Lisans Tezi) *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (2003).
- [8] Şen S., Hafızoğlu H., Dığrak M., "Bazı Bitkisel Ekstraktların Fungisit Olarak Odun Koruyucu Etkilerinin Araştırılması", *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5:1, (2002).
- [9] Olteanu M., "Research on Wood Preservation by Tanning Materials Extracted from Chestnut, Spruce and Fir Trees", *Revista Padurilor*, 112:5, (1997).
- [10] Laks PE., "Wood Preservation as Trees Do it". *Scottish - Forestry*, 454: 275-284, (1991).
- [11] Smith AL., Campbell CL., Walker DB., Hanover JW., "Extracts from Black Locust as Wood Preservatives: Extraction of Decay Resistance from Black Locust heartwood", *Holzforshung*, 43: 5: 293 – 296 (1989).
- [12] Yamamoto K., Hong LT., "Decay Resistance of Extractives from Chengal", *Journal of Tropical Forest Science*, 11: 51-55 (1988).
- [13] Jermer J, Bergman Ö, Nilsson T., "Fungus Cellar and Stake Tests with Tall Oil Derivates Progress Report After 5 Years Testing", *18. IRG Annual Meeting, Ontario, IRG - WP 3442* (1987).
- [14] Ulvcrone T., "Impregnation of Norway Spruce Picea Abies L. Karst. Wood with Hydrophobic Oil" (Ph.D Thesis) *Swedish University of Agricultural Sciences*, (2006).
- [15] Temiz A., Alfredsen G., Eikenes M., Terziev N., "Decay Resistance of Wood Treated with Boric Acid and Tall Oil Derivates", *Bioresource Technology*, 997: 2102 – 2106 (2008).
- [16] Tomak ED., "Masif Odundan Bor Bileşiklerinin Yıkınmasını Önlemede Yağlı Isıl İşlemin ve Emülsiyon Teknikleri ile Emprenye İşleminin Etkisi" (Doktora Tezi) *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (2011).
- [17] TS 2472, "Oduna, Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini", (1976).
- [18] TS 2479, "Odunun Statik Sertliğinin Tayini", (1976).
- [19] TS EN 599-1, "Ahşap Emprenye Maddeleri", (2012).