

T. C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

EKOLOJİK SİSTEMDE BAZI KARA YOSUNU (*Rhytidiadelphus triquetrus*
(Hedw.) Warnst.) EKSTRAKTLARININ BOR TÜREVLERİYLE AHŞAP
MALZEMEDE KULLANIM DÜZEYİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Görkem BOZKURT

Danışman

Prof. Dr. Hüseyin PEKER

ARTVİN-2025

T. C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

EKOLOJİK SİSTEMDE BAZI KARA YOSUNU (*Rhytidiadelphus triquetrus*
(Hedw.) Warnst.) EKSTRAKTLARININ BOR TÜREVLERİYLE AHŞAP
MALZEMEDE KULLANIM DÜZEYİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Görkem BOZKURT

Danışman

Prof. Dr. Hüseyin PEKER

ARTVİN-2025

TEZ BEYANNEMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “*Ekolojik Sistemde Bazı Kara Yosunu (Rhytidiadelphus Triquetrus (Hedw.) Warnst.) Ekstraktlarının Bor Türevleriyle Ahşap Malzemede Kullanım Düzeyi* ” başlıklı bu araştırmayı en baştan sonuna kadar danışman hocam Prof. Dr. Hüseyin PEKER’in gözetiminde bitirdiğim, bitki örneklerini kendim elde ettiğimi, çalışma içerisinde bulunan deneyleri/analizleri ilgili laboratuvar ortamlarında yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Lisansüstü Eğitim-ğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

- ☐ Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- ☐ Tezim sadece Artvin oruh niversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- ☐ Tezimin ... ay süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

...../...../2025

Görkem BOZKURT

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**EKOLOJİK SİSTEMDE BAZI KARA YOSUNU (*Rhytidiadelphus triquetrus*
(Hedw.) Warnst.) EKSTRAKTLARININ BOR TÜREVLERİYLE AHŞAP
MALZEMEDE KULLANIM DÜZEYİ**

Görkem BOZKURT

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25/08/2025

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 09/09/2025

Başkan : Prof. Dr. Şule CEYLAN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hüseyin PEKER

Jüri Üyesi : Doç.Dr.Hüseyin TAN

ONAY:

Bu Yüksek Lisans tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 09/09/2025 tarihinde **oybirliği** ile uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../2025 tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../2025

Prof. Dr. Mustafa Çağatay KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Organik (doğal) olan ve yeryüzünde yaygınca bulunan kara yosunlarının ekstraktları elde edilerek bor konsantrasyonu ile beraber sarıçam *Pinus sylvestris*) ve kestane (*Castaneasativa*) odunlarının teknolojik değerlerinin belirlenmesi amaçlarına yönelik olarak çalışma gerçekleştirilmiş ve tüm deneyler Artvin Çoruh Üniversitesi laboratuvarlarında yapılmıştır.

Akademik araştırmada her daim yanımda olan çalışmaların her safhasında yer alan danışmanım Sayın Prof. Dr. Hüseyin PEKER'e minnettarlığımı arz ederim. Ekstraktların hazırlığında bilimsel destek sağlayan Doç. Dr. Seda FANDAKLI, Prof. Dr. Şule CEYLAN ve Doç. Dr. Hüseyin TAN'a şükranlarımı arz ederim.

Çalışma süreci ve her süreçte benim hiç yalnız bırakmayan aileme en içten sevgi, saygı ve şükranlarımı arz ederim.

Görkem BOZKURT

Artvin-2025

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ BEYANNEMESİ	I
JÜRİ KABUL TUTANAĞI	II
ÖNSÖZ.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	V
SUMMARY.....	VI
TABLolar DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
KISALTMALAR DİZİNİ.....	IX
1 ARAŞTIRMAYA İLİŞKİN GENEL ÇERÇEVE	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
1.1.1 Araştırmada Kullanılan Mazemelerin Nitelikleri	4
2 KURAMSAL ve DENEYSEL ARKA PLAN	7
3 MAZEMELER ve YÖNTEM	11
3.1 Mazemeler.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.1.1 Araştırmada Kullanılan Ağaç türleri	11
3.1.2 Kullanılan Kimyasalar	11
3.2 Yöntem.....	11
3.2.1 Test Örneklerinin Hazırlanması	11
3.2.2 Odun Koruma Çözeltilisinin Hazırlığı	12
3.2.3 Emprenye Uygulaması.....	12
3.2.4 Fiziksel Özelliklerin İncelenmesi	14
3.2.5 Mekanik Niteliklerin İncelenmesi.....	16
3.2.6 Elde Edilen Verilerin Analizi	18
4 ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	20
4.1.1 Fiziksel Niteliklerin İncelenmesi	20
4.1.2 Mekanik Niteliklerin İncelenmesi.....	27
5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER	35
KAYNAKLAR.....	38
ÖZGEÇMİŞ.....	41

ÖZET

EKOLOJİK EKOLOJİK SİSTEMDE BAZI KARA YOSUNU (*Rhytidadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst.) EKSTRAKTLARININ BOR TÜREVLERİYLE AHŞAP MALZEMEDE KULLANIM DÜZEYİ

Bu çalışmada, doğal kaynaklı bir emprenye maddesi olarak kara yosunu ve borik asitçözeltisinin uygulanabilirliği ve bu maddenin Sarıçam (*Pinussylvestris*) ile Kestane (*Castaneasativa*) odunlarının fiziksel ve mekanik özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Deneysel çalışmada, karayosunu ekstraktı bor türevleriyle birlikte hazırlanarak %0,75, %0,80 ve %0,85 oranlarında çözeltiler elde edilmiştir. Bu çözeltiler, daldırma yöntemi kullanılarak 30 dakika, 6 saat ve 24 saat süreyle örneklerle uygulanmıştır. İşlem sonrasında örneklerin tutunma miktarı, yoğunluk, eğilme direnci, basınç direnci ve elastiklik değerleri ölçülmüştür.

Çalışmada emprenye işleminin ahşabın retensiyon, yoğunluk, basınç direnci, eğilme direnci ve elastikiyet modülüüzerinde önemli etkiler yarattığı görülmüştür. Hava kuru yoğunluk 0,32–0,72 g/cm³ arasında, tam kuru yoğunluk değerleri ise 0,30–0,68 g/cm³ arasında değişmiştir. Retensiyon miktarları 10,59–125,51 kg/m³ aralığında ölçülmüş olup, tür, çözelti konsantrasyonu ve işlem süresine bağlı olarak farklılık göstermiştir. Eğilme direnci bulgularında değerler 15,29–80,52 N/mm² arasında değişmiş, bazı türlerde ve işlem koşullarında artış, bazılarında ise azalma görülmüştür. Elastikiyet modülü ise 1570,97–10.541,63 N/mm² arasında bulunmuş ve yine konsantrasyon ile işlem süresine bağlı olarak farklılaşmıştır. Genel olarak emprenye uygulamalarının ahşabın fiziksel ve mekanik özelliklerini artırıcı veya azaltıcı yönde etkiler gösterebildiği, bu etkinin özellikle ağaç türü, çözelti oranı ve işlem süresinin ortak etkisine bağlı olarak şekillendiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Emprenye, Borik asit, Daldırma, Kara yosunu,Kestane, Odun teknolojisi, Sarıçam

SUMMARY

USAGE LEVEL OF SOME MOSS (*Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst.) EXTRACTS WITH BORON DERIVATIVES IN WOOD MATERIALS IN ECOLOGICAL SYSTEM

In this study, the applicability of moss and boric acid solution as a natural impregnation agent and its effects on the physical and mechanical properties of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and chestnut (*Castanea sativa*) wood were investigated. In this experimental study, solutions were prepared at concentrations of 0.75%, 0.80%, and 0.85% by combining moss extract with boron derivatives. These solutions were applied to the specimen using the dipping method for exposure durations of 30 minutes, 6 hours, and 24 hours. After the treatment, the retention level, air-dry density, oven-dry density, bending strength, compressive strength parallel to the fibers, and modulus of elasticity of the specimens were determined.

The study revealed that impregnation had significant effects on the density, retention, bending strength, and modulus of elasticity of the wood. Air-dry density value ranged between 0.32–0.72 g/cm³, while oven-dry density values varied between 0.30–0.68 g/cm³. Retention values were measured between 10.59–125.51 kg/m³, showing variations depending on the species, solution concentration, and treatment duration. Bending strength result ranged from 15.29 to 80.52 N/mm², within creases observed under certain species and treatment conditions, whereas decreases occurred in others. The modulus of elasticity ranged between 1570.97–10,541.63 N/mm² and also varied depending on the concentration and treatment duration. Overall, it was determined that impregnation applications may either enhance or reduce the physical and mechanical properties of wood, with the magnitude and direction of this effect largely shaped by the combined influence of wood species, solution concentration, and treatment duration.

Keywords: Impregnation, Boric Acid, Immersion, Moss, Chestnut, Wood technology, Scots Pine

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.Hava kuruşu yoğunluk değeri (g/cm ³)	21
Tablo 2. Ortalama tamkuruşoğunluk değeri (g/cm ³)	23
Tablo 3.Retensiyon miktarının ortalama değeri	25
Tablo 4. Eğilme direnci değeri (N/mm ²).....	29
Tablo 5. Elastikiyet modülünün değeri (MPa)	31
Tablo 6. Liflere paralel basınç direnci değeri (N/mm ²)	33

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Deney numunelerinin emprenyeli hali.....	13
Şekil 2. Mekanik deneylerin uygulanmasında kullanılan üniversal makine.....	14
Şekil 3. Yoğunluk (hava kurusu) ölçümü için hazırlanan örnekler	14
Şekil 4. Yoğunluk (tam kuru) ölçümü için hazırlanan örnekler	15
Şekil 5. Eğilme dayanımı testi için hazırlanan örnekler	16
Şekil 6. Elastikiyet modülü testi için hazırlanan örnekler.....	17
Şekil 7. Basınç dayanımı testi için hazırlanan örnekler	18
Şekil 8. Yoğunluk (hava kurusu) ortalama sonuçları	22
Şekil 9. Yoğunluk (tam kuru) ortalama Sonuçları.....	24
Şekil 10. Retensiyon miktarının ortalama sonuçları	27
Şekil 11. Eğilme dayanımı sonuçları.....	29
Şekil 12. Elastikiyet modülü sonuçları (MPa)	31
Şekil 13. Lif yönünde basınç dayanımı sonuçları	34

KISALTMALAR DİZİNİ

h	Saat
EN	Avrupa Standardı (European Standards)
N	Newton
TSE	Türk standartları (TS)
%R	Tutunma (%)



1 ARAŞTIRMAYA İLİŞKİN GENEL ÇERÇEVE

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Ülkemiz ormanları 22,9 milyon hektar olarak belirlenmiş olup, bu miktar ülke yüzölçümünün yaklaşık %29,4'üne karşılık gelmektedir. Sarıçam, 1.472.988 hektar; kestane ise 81.232 hektarlık alanda yayılış gösteren, ülkemizin önemli asli orman ağaç türleri arasında yer almaktadır (OGM, 2020). Her iki türün odunu da yapısal özelliklerinde yapılan çeşitli işlemler sayesinde farklı kullanım alanlarına uygun hale getirilebilmektedir. Sarıçam odunu; bina inşaatı, direk ve kalıp tahtası üretimi, mobilya ve marangozluk, taşıt araçları imalatı ile yonga levha ve kaplama sanayi gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca odun hamuru ve selüloz üretiminde de değerlendirilmektedir. Kestane odunu ise dayanıklılığı ve dekoratif görünümü sayesinde özellikle mobilya üretimi, kaplama sanayi, iç ve dış doğrama işleri, suya dayanıklı yapı elemanları ile gemi yapımı gibi alanlarda tercih edilmektedir.

Tarih boyunca insanlık için pek çok amaçla kullanılan ağaç malzeme, en temel ve vazgeçilmez hammaddelerden biri olmuştur. Teknolojideki hızlı gelişmeler, ahşabın kullanım alanlarını genişletmiş ve buna paralel olarak tüketim miktarında da dikkate değer bir artışa yol açmıştır. Ancak bu durum, ahşabın günümüzde tükenme tehlikesine yol açmaktadır (Kartal ve Unamura, 2004).

Ahşap malzeme, higroskopik özelliği sayesinde bulunduğu çevrenin sıcaklığı ve bağıl nemi ile uyum sağlayabilmek için çevresindeki hava ile nem alışverişinde bulunur. Lif doygunluk noktasının altındaki nem değişimleri, ağaç malzemede hacim ve boyut değişikliklerine neden olur. Bu durum, ağaç malzemenin mantar, böcek vb. biyotik etkilere ve abiyotik etkilere (nem, sıcaklık gibi) karşı duyarlılığını artırır. Ahşabı bu tür dış etkenlerden korumak için en yaygın uygulamalardan biri emprenye işlemidir. Emprenye, ahşaba kullanım amacına uygun şekilde çürüme, yangın ya da boyutsal değişimlere karşı dayanıklılık kazandırmak amacıyla koruyucu kimyasalların malzemeye nüfuz ettirme işlemidir. Bu yöntemin etkinliği, yalnızca uygulanan koruyucu maddenin nitelikleriyle sınırlı kalmaz, ayrıca maddenin ağaç

malzeme içinde yayılma derinliği ve retensiyon gibi faktörlerle de yakından ilişkilidir (Alkan, 2016).

Araştırmalar, odun için ideal emprenye işlemleriyle korunan ahşap malzemelerin, işlenmemiş örneklere kıyasla hizmet ömürlerinin yedi ila sekiz kat daha uzun olabileceğini ortaya koymaktadır. Buna karşılık, herhangi bir koruma yöntemi uygulanmamış doğal ahşap, çoğunlukla beş yıl gibi kısa bir süre içinde bozulma gösterebilmektedir. (Özçifçi ve Batan, 2009). Tıbbi ve aromatik bitki ekstraktlarının bor türevleriyle birlikte kullanılması, toksik kimyasalları azaltarak hem dayanıklılığı artırmakta hem de ekolojik restorasyon ve sürdürülebilir kaynak yönetimine katkı sağlamaktadır.

Ahşap yapı elemanlarının dayanıklılığını artırmada, emprenye işlemi ile kullanılan malzeme ve yöntemlerin önemi büyüktür. Standartlara uygun şekilde uygulanan emprenye işlemleri, ahşap malzemenin hizmet ömrünü belirgin biçimde uzatır. Özellikle tarihi ahşap yapılarda zaman ile meydana gelen biyotik (mantar, böcek vb.) ve abiyotik (nem, sıcaklık değişimleri vb.) bozulmalar, yerinde müdahaleler ve doğru emprenye teknikleri ile etkili biçimde giderilebilmektedir (Kartal, 2016).

Orman kaynakları, ekonomik açıdan büyük bir öneme sahip olmasının yanı sıra, ekolojik sistemlerin sağlıklı işleyişinde de hayati bir rol oynamaktadır. Karbondioksit salınımının dengelenmesi ve doğal döngülerin devam ettirilmesi orman ekosistemleri sayesinde mümkün olmaktadır. Ayrıca, ormanlar insanlara hem fiziksel hem de ruhsal dinlenme imkânı sunarak turizm hareketliliğine de önemli katkılar sağlamaktadır. Toplum sağlığı ve sürdürülebilir çevre için ormanların sunduğu bu hizmetler vazgeçilmezdir. İnsanlık tarih boyunca giyim, barınma, yiyecek ve yakacak gibi temel ihtiyaçlarını büyük ölçüde ormanlardan karşılamıştır. Günümüzde ise teknolojinin gelişmesi, modern ormancılık teknikleri ve işletmecilik anlayışındaki değişimler sayesinde, ormanlardan sağlanan ürünler ağırlıklı olarak odun hammaddesi üzerine odaklanmıştır (Özkan ve Akbulut, 2014). Bu noktada, odun malzemesinin dayanıklılığını artırmak amacıyla kullanılan borlu bileşikler önem kazanmaktadır. Bu bileşikler, biyolojik zararlılara karşı yüksek etkinlik göstermeleri, su ile kolayca uygulanabilmeleri, oduna difüzyon yetenekleri, ekonomik olmaları ve çevre dostu yapıları sayesinde diğer emprenye maddelerine göre avantaj

sağlamaktadır. Ayrıca, borlu bileşikler ağaç malzemelerin yanmaya karşı direncini de önemli ölçüde artırarak uzun ömürlü ve sürdürülebilir kullanımını desteklemektedir (Şimşek vd., 2009).

Bu araştırmanın başlıca amacı, çevre duyarlı ve sürdürülebilir emprenye çözeltilerinin geliştirilmesi ile bu çözeltilerin çeşitli ağaç malzeme türleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesidir. Bu kapsamda, doğal dayanıklılığı yüksek olan kestane (*Castaneasativa Mill.*) ve yaygın olarak kullanılan sarıçam (*Pinussylvestris L.*) odunları üzerinde gerçekleştirilen emprenye işlemlerinde, borik asit ile kara yosunu (*Bryopsida*) ekstraktının kullanım potansiyeli araştırılmıştır ahşabın mekanik özellikleri (basınç direnci, eğilme dayanımı, elastikiyet modülü,) ile fiziksel özellikleri (retensiyon, tam kuru yoğunluk ve hava kurusu) üzerindeki etkileri deneysel olarak incelenmiştir.

Ahşap, estetik görünümü, doğal yapıları ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilmeleri nedeniyle sürdürülebilir yapı uygulamalarında önemli bir yere sahiptir. Ancak biyolojik bozulmaya ve dış etkenlere karşı hassas yapıları nedeniyle korunmaları gerekmektedir. Geleneksel emprenye maddelerinin çoğu toksik bileşikler içerdiğinden hem çevre hem de insan sağlığı açısından risk oluşturabilmektedir. Bu durum, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen ve ekosistemle uyumlu alternatif koruma çözümlerinin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Kara yosunu ekstraktı, biyolojik olarak parçalanabilir yapısı ve antimikrobiyal özellikleri sayesinde ahşap koruma alanında umut verici bir malzeme olarak öne çıkmaktadır. Borik asit ile birleştirilmesi, ahşabın mantar ve böceklere karşı korunma düzeyini artırarak daha uzun ömürlü kullanım sağlamayı hedeflemektedir.

Bu çalışmada şu sorulara yanıt aranmıştır: Kara yosunu ekstraktı ve borik asit katkılı emprenye çözeltileri, sarıçam ve kestane türlerinin teknolojik özellikleri nasıl etkiler? Bu çevrenin dost çözeltiler, geleneksel koruyucu maddelerine kıyasla ne düzeyde performans gösterir? Ahşap türü, emprenye maddesinin etkinliğinde ne ölçüde rol oynar?

Araştırma sadece sarıçam ile kestane türleriyle sınırlı tutulmuş, emprenye maddesi olarak laboratuvar ortamında hazırlanmış kaya yosunu ekstraktı ve borik asit katkılı çözeltiler kullanılmıştır. Deneysel çalışmalar normal koşullarda yapılmıştır.

1.1.1 Araştırmada Kullanılan Malzemelerin Nitelikleri

1.1.1.1 Sarıçam (*Pinussylvestris*)

Sarıçam (*Pinussylvestris*), geniş yayılış alanı ve ekolojik uyum kabiliyeti ile öne çıkan iğne yapraklı bir türdür. Farklı coğrafyalarda çeşitli adlarla anılmakta olup, İngiltere’de *Scotch Pine* veya *Wild Pine*, Fransa’da *Pin de Riga*, Almanya’da ise *Gemeine Kiefer* olarak bilinmektedir. Türün bilimsel adı, 1753 yılında Carl von Linnæus tarafından verilmiştir. Gymnospermae sınıfı içerisinde yer alan ve Pinaceae familyasına dahil olan bu tür, Pinus cinsinin bir üyesidir. Farklı iklim koşullarına ve edafik özelliklere karşı yüksek adaptasyon yeteneğine sahip olması, çok sayıda alttür, varyete ve form geliştirmesine neden olmuştur(OGM, 2025).

Sarıçam, Kuzey Avrasya’da geniş bir yayılışa sahip olup İspanya’nın kuzeyinden Moğolistan’a kadar uzanır, güney sınırları Türkiye ve Kafkasya’ya kadar iner. Türkiye’de en güney noktası Afyon–İhsaniye, en yüksek yayılışı ise Sarıkamış’ta 2700 metredir. Genellikle 1000–2500 metre aralığında topluluklar oluşturur, bazı bölgelerde ise küçük ve izole popülasyonlar hâlinde bulunur(OGM, 2025).

Morfolojik olarak ince gövdeli, sivri tepeli ve narin dallara sahip formdan, düzgün ve kalın gövdeli forma kadar değişken yapılar sergileyebilir. Uygun ekolojik koşullarda 20–50 metre boya ulaşabilir. Genç bireylerde ve yaşlanmış ağaçlarda üst kısımlarında, kalınlaşmış dalların “tilki sarısı” rengine incecik levhalara halinde ayrılan bir kabuk yapısına sahiptir. Kök sistemi genellikle kuvvetlidir(OGM, 2025).

Toprak yapısı açısından toleranslı olan sarıçam, gevşek, derin ve nemli kumlu topraklarda optimal gelişim gösterir. Dona ve kuraklığa karşı yüksek toleranslıdır. Odunu reçineli, dayanıklı ve kolay işlenebilir özellikte olup, yüzeyi düzgün ve parlak bir görünüm sunar. Boya, cila ve tutkalı iyi emmesi ve çiviye sağlam tutması nedeniyle yapı elemanları, kapı ve pencere doğramaları, tavan ve taban kaplamaları ile mobilya ve oymacılık işlerinde yaygın şekilde kullanılmaktadır(OGM, 2025).

1.1.1.2 Kestane (*Castaneasativa*)

Kestane (*Castaneasativa*), Türkiye ve Avrupa'da yaygın olarak kullanılan, estetik görünümü ve yüksek dayanıklılığı ile öne çıkan önemli bir odun türüdür. Yapısal özellikleri açısından, kestane odunu göbek odunlu bir yapıya sahiptir; dış odunu dar, iç odunu ise geniş bir alan kaplamaktadır. Odunun çember gözenekli yapısı, ilkbahar dokusunda büyük ve belirgin gözenekler, sonbahar dokusunda ise küçük ve zor ayırt edilen gözenekler içermektedir. Lif yapısı uzun, ipliksi ve esnektir, bu da odunun bükülgenlik ve işlenebilirlik özelliklerini artırmaktadır. Genç ağaçlarda kabuk yüzeyi pürüzsüz ve grimsi renkte olurken, yaşlı bireylerde kabuk kalınlaşmakta, çatlaklı ve koyu renklere dönüşmektedir(URL 1, 2025; URL 2, 2025).

Kestane odunu, dayanıklılığı ve dekoratif görünümü sayesinde mobilya üretimi, döşeme, direk ve marangozlukta yaygın olarak kullanılmaktadır. İnşaat sektöründe özellikle dış mekân uygulamalarında tercih edilir. Ayrıca, yoğun yapısından dolayı iyi yanma özelliği sayesinde yakacak olarak da değerlendirilmektedir. Geleneksel el sanatları ve rustik dekorasyonlarda oyma işleri için sıkça kullanılmaktadır(URL 1, 2025; URL 2, 2025).

Ekolojik olarak kestane, Türkiye'de Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde doğal olarak yetişir. Ilıman iklim koşullarını seven bu tür, genellikle deniz seviyesinden 1000 ile 1500 metre yükseklikler arasında gelişim göstermektedir. Toprak tercihleri bakımından asidik yapıda, organik maddece zengin ve iyi drene edilmiş topraklarda daha iyi yetişmektedir(URL 1, 2025; URL 2, 2025).

Genel olarak, kestane odunu, doğal dayanıklılığı, estetik yapısı ve işlenebilirliği ile geleneksel ve çağdaş uygulamalarda değerli bir malzeme olarak yer almakta, ancak kuruma ve boyutsal stabilite problemlerinin önlenmesi için dikkatli bir kullanım gerektirmektedir.

1.1.1.3 Karayosunları (*Bryopsida*)

Briyofitler, ciğerotları, boynuzsu ciğerotları ve karayosunlarını kapsayan geniş bir damarsız bitki grubudur. Sistematik olarak üç sınıfta incelenirler: Anthocerotopsida (boynuzsu ciğerotları), Hepaticopsida (talluslu ve yapraksı ciğerotları) ve Bryopsida (karayosunları). Kökenleri yeşil alglerle ilişkili olan bu bitkiler, eğreltiotları, açık tohumlular ve kapalı tohumlular gibi karada yaşamaya uyum sağlamışlardır. Ancak üreme süreçleri hâlâ suya bağımlıdır; bu nedenle “bitkiler âleminin amfibileri” olarak da adlandırılırlar(Ursavaş ve Söyler, 2015).

Dünya genelinde yaklaşık 12.700 kara yosunu türü tanımlanmıştır. Tür zenginliği bakımından karayosunları, yaklaşık 11.500 tür içeren eğreltiotları (*Monilophytes*) ile benzer seviyededir; kara bitkileri arasında yalnızca çiçekli bitkiler (Angiospermiler) daha fazla tür çeşitliliğine sahiptir. Türkiye’de yapılan floristik çalışmalara göre, karayosunu sınıfından 774 tür kayıt altına alınmıştır ve bu sayı her geçen yıl artmaktadır(Ursavaş ve Söyler, 2015).

Briyofitlerin belirgin özellikleri arasında damar dokusunun bulunmaması, gerçek kök–gövde–yaprak yapılarının yerine rizoid adı verilen köksü tutunma yapılarının bulunması, klorofil içererek fotosentez yapmaları ve çoğunlukla nemli ortamlarda yaşamaları sayılabilir. Sporla çoğalan bu bitkilerde yaşam döngüsü gametofit (eşeyli üreme) ve sporofit (eşeysiz üreme) evrelerinden oluşur. Olgun bitkilerin uç kısımlarında gelişen spor keseleri çatlayarak sporların çevreye yayılmasını sağlar; sporlar uygun nem koşullarında çimlenerek yeni bireyleri oluşturur(URL 3, 2024).

2 KURAMSAL ve DENEYSEL ARKA PLAN

Atılğan ve ark.(2012)tarafından gerçekleştirilen çalışmada, sarıçam ve doğu kayını odunları, farklı oranlarda (%1–%3) amonyum tetrafluborat ile çimento ve boraks karışımı (%6–%9) kullanarak emprenye etmiş ve bu işlem sonrası odunların yanma özellikleri ile yoğunluklarını incelemiştir. Çalışmada, en yüksek tutunma değeri kayın odununda 42,43 kg/m³ olarak belirlenmiştir. Yanma sırasında ulaşılan en yüksek sıcaklık 587 °C olarak ölçülürken, maksimum yanma zamanı 29,03 dakika ile amonyum tetrafluborat uygulanmış sarıçam örneklerinde kaydedilmiştir. Ağırlık kaybının ise en yüksek oranda (%94) kontrol grubundaki sarıçam örneklerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Atılğan ve ark. (2013)tarafından gerçekleştirilen çalışmada, çay bitkisi ekstraktı kullanılarak gerçekleştirilen emprenye uygulamasında, farklı ağaç türlerinin retensiyon miktarları karşılaştırılmıştır. Denemelerde sarıçam, karaçam, kara kavak, doğu kayını, Avrupa melezi ve iroko odunları değerlendirilmiştir. Sonuçlar, doğu kayını odununda en yüksek retensiyon oranı ile toplam tutunma miktarının elde edildiğini, buna karşılık iroko odununda söz konusu değerlerin en düşük seviyede gerçekleştiğini göstermiştir. Bulgular, çay bitkisi özütünün ahşap malzemeler için hem çevre dostu hem de doğal bir emprenye maddesi olarak işlev görebileceğini kanıtlamaktadır.

Ulusoy vd., (2013)tarafından gerçekleştirilen çalışmada, farklı vakum/difüzyon sürelerinde, ladin odunu borik asit ve nanoteknolojik vernik kullanılarak emprenye edilmiş ve işlemin teknolojik özelliklere olan etkisi değerlendirilmiştir. Retensiyon oranı, eğilme direnci ve elastikiyet modülü ölçümlerine göre; en yüksek retensiyon %8,35 ile 20 dakika vakum–60 dakika kombinasyonunda, minimum retensiyon ise %3,10 20 dakika vakum–60 dakika süresinde kaydedilmiştir. Mekanik özelliklerde, maksimum eğilme direnci 89,68 N/mm² ile 20 dakika vakum–60 dakika difüzyon süresinde, maksimum elastikiyet modülü ise 10.300 N/mm² ile nanoteknolojik vernik uygulamasında belirlenmiştir.

Önduran (2015),Sarıçam (*Pinussylvestris* L.) ve Kestane (*Castaneasativa* Mill.) odunlarında 185 °C’de su buharı korumalı ısıt işlem ve doğal tanen çözeltisi ile yapılan emprenye uygulamaları, malzemenin yoğunluk ve mekanik özellikleri üzerinde belirgin etkiler oluşturmıştır. Isıt işlem sonrası, her iki türde de yoğunlukta belirgin azalmalar görülmüştür. Sarıçamda tam kuru özgül ağırlık 0,482 g/cm³, hava kurusu özgül ağırlık 0,503 g/cm³; Kestanenin tam kuru özgül ağırlığı 0,540 g/cm³, hava kurusu özgül ağırlık 0,599 g/cm³ olarak belirlenmiştir. Retensiyon miktarları sarıçamda kestanede 10,96 kg/cm³ ve 11,26 kg/cm³ değerlerine ulaşmıştır. Basınç performansında L-tipi örneklerde en yüksek değer kestanede 4098 N, tam çerçeve örneklerde ise sarıçamda 5273 N olarak ölçülmüş; istatistiksel açıdan ise her iki tür benzer grupta yer almıştır. Bu bulgular, yoğunluk ve retensiyon değerlerinin basınç dayanımı ile doğrudan ilişkili olduğunu belirlenmiştir.

Alkan (2016)tarafından gerçekleştirilen çalışmada, sarıçam odunu (*Pinussylvestris* L.), borik asit, boraks ve boraks+borik asit gibi borlu bileşikler ile tanen bakımından zengin doğal emprenye maddeleri (kebroka ve tara) ile %1, %3 ve %5 konsantrasyonlarında emprenye edilmiştir. Çalışma sonucunda, maksimum tam kuru özgül ağırlık %5 oranında arayla emprenye yapılan çözeltilerde, maksimum vida tutma ve eğilme dirençleri kebrakoyla emprenye işlemi yapılan numunelerde kaydedilmiştir. Ayrıca, basınç direnci ve elastikiyet modülü değerlerinde özellikle %3’lük boraks ve borik asit kombinasyonlarında belirgin yükseliş gözlenmiştir. Elde edilen veriler, doğal emprenye maddelerinin borlu bileşiklerle beraber kullanılması ahşabın mekaniksel ve fiziksel özelliklerini pozitif yönde geliştirdiğini göstermektedir.

Çakal (2018)tarafından gerçekleştirilen araştırmada, Doğu ladini (*Piceaorientalis* L.), Firetaxisimli taş suyuyla emprenye edilerek bazı mekanik ve fiziksel özelliklerindeki değişiklikler araştırılmıştır. İşlem sonrasında numunelerde retensiyon, özgül ağırlık, basınç direnci, eğilme direnciyle elastikiyet modülü sonuçları belirlenmiştir. Bulgulara göre, maksimum özgül ağırlık 35 dk vakum ve 30 dk difüzyon süresinde tespit edilmiştir. Ayrıca, selülozik vernik ile işlem gören örneklerde ise tüm mekanik özelliklerde maksimum değerler tespit edilmiştir.

Özdemir (2018) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, sarıçam (*Pinussylvestris*) ile doğu kayını (*Fagusorientalis Lipy*) odunları, %1 ve %3 konsantrasyonlarında ılgın bitkisi ekstraktıyla emprenye edilerek, retensiyon, özgül ağırlık ve mekanik dayanım özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, maksimum özgül ağırlık (0,63 g/cm³), retensiyon (%0,49) %3 ekstrakt ile işleme tabi tutulan kayın odununda saptanmıştır. Elde edilen bulgular, ılgın özütünün ahşabın teknolojik performansını artırma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Güray ark. (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, farklı sert ağaç türlerinde eğilme direnci üzerine yükleme yönü (radyal ve teğet) ile kesit geometrisi (kare ve daire) etkileri incelenmiştir. Akçaağaç, dişbudak, ceviz, ıhlamur, huş, doğu kayını, kiraz, kestane, meşe ve maun odunlarından temin edilen numuneler, kesit alanları eşit olacak biçimde hazırlanmış ve eğilme testleri uygulanmıştır. Toplam 400 numune üzerinde gerçekleştirilen deneyler sonucunda, maksimum eğilme direnci ceviz odununda, minimum değer ise maun odununda ölçülmüştür

Ulusoy ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, Antioksidan ve antibakteriyel özelliklere sahip çiriş otu özütü (%1 ve %3) kullanılarak kayın odunu emprenye edilmiştir. Deney sonuçlarına göre, %3'lük özüt uygulamasında en yüksek dinamik eğilme direnci (0,66 N/mm²) retensiyon değeri (%0,43) tespit edilmiştir. Malzeme özellikleri ile emprenye yöntemi eğilme direnci üzerinde belirleyici rol oynadığını ortaya koymuştur.

Tülüce (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Sarıçam odunu çiriş otu (*Asphodelusaestivus L.*) özü kullanılarak emprenye edilmiştir ve odunun bazı teknolojik nitelikleri incelenmiştir. Özgül ağırlık, retensiyon oranı, basınç ve eğilme dayanımı ile elastikiyet ve dinamik eğilme özellikleri analiz edilmiştir. Su bazlı vernik uygulanan numunelerde, tüm mekanik parametrelerde kayda değer artışlar görülmüştür.

Tan (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada; sarıçam odunu, çiriş otu (*Asphodelusaestivus L.*) ekstraktıyla emprenye edilerek çeşitli teknolojik performansları ölçülmüştür. Araştırmada özgül ağırlık, retensiyon, basınç ve eğilme direnciyle, elastikiyet ve dinamik eğilme direnci değerleri belirlenmiştir. Su bazlı vernik uygulanan örneklerin tüm mekanik özelliklerinde dikkate değer bir yükselme

gözlendi; en yüksek basınç direnci 46,19 N/mm², en yüksek eğilme direnci ise 89,92 N/mm² şeklinde ölçülmüştür.

Bayraktar, (2023) yaptığı çalışmada; dört farklı odun türü (Sarıçam, Doğu Ladini, Kestane, Meşe) üzerinde uygulanan farklı basınç, aşındırma ve emprenye işlemlerinin mekanik performansa etkileri değerlendirilmiştir. Doğal yaşlandırma süreci sonrası yapılan testlerde, basınç direnci bakımından en yüksek değer 2 atü'de meşe odununda (87,61 N/mm²), minimum değer ise 3 atü'de ladin odununda (31,17 N/mm²) tespit edilmiştir. Eğilmede elastikiyet modülü açısından en yüksek sonuç 1 atü'de meşede (12809 N/mm²), en düşük değer ise 3 atü'de kestane (7893 N/mm²) kaydedilmiştir. Eğilme direncinde ise meşe 169,25 N/mm² ile maksimum değeri, ladin ise 123,66 N/mm² ile en düşük değeri göstermiştir. Elde edilen bulgular, odunun anatomik yapısının ve uygulanan işlem parametrelerinin (basınç, aşındırma, emprenye) mekanik dayanım üzerinde belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır.

Öztürk (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Emprenye uygulamalarının ağaç malzemenin biyolojik dayanımıyla yanma performansı üzerindeki rolü araştırılmıştır. Biyolojik direnç odaklı çalışmalarda, çoğunlukla tabii odun türleri, doğal kökenli veya suda çözünür emprenye bileşenleri kullanılarak basınçlı yöntemler tercih edilmiştir. Yanma özelliklerinin araştırıldığı çalışmalarda ise hem doğal hem de yapay ahşap malzemeler kullanılmış; bu malzemelere doğal, yağ bazlı, suda çözünür ve organik çözücülü emprenye maddeleri uygulanmış ve hem basınçsız hemde basınçlı yöntemlerde kullanılmıştır.

3 MAZEMELER ve YÖNTEM

3.1 Malzemeler

3.1.1 Araştırmada Kullanılan Ağaç türleri

Araştırmada ülkemizde doğal olarak yetişen ve dayanıklılık özellikleriyle bilinen sarıçam (*Pinussylvestris.*) ile kestane (*Castaneasativa Mill.*) odun türleri kullanılmıştır. Sarıçam, yüksek mekanik dayanımı ve kolay işlenebilirliği ile yapı ve mobilya sektöründe yaygın olarak tercih edilirken; kestane ise lif yapısı, çürüme ve mantar etkilerine karşı gösterdiği yüksek direnç sayesinde dış mekân uygulamalarında öne çıkmaktadır. Deneyde kullanılan diri odun numuneleri, Artvin'deki kereste imalathanelerinden elde edilmiş olup, TS ISO 3129 standardına uygun olarak Artvin Çoruh Üniversitesi laboratuvar ortamında hazırlanmıştır.

3.1.2 Kullanılan Kimyasallar

Emprenye işlemleri için, tabi bir kaynak olan karayosunu ve borik asit karışımından elde edilen çözeltiler, %0,75, %0,80 ve %0,85 oranlarında yoğunlaştırılarak kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan çözeltiler, Artvin Çoruh Üniversitesi laboratuvarlarında hazırlanıp uygulanmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Test Örneklerinin Hazırlanması

Bu çalışmada; emprenye uygulamaları için seçilen sarıçam ve kestane odunlarında düzgün kusursuz ve yoğunluk, renk açısından homojen, reaksiyon odunu barındırmayan, böcek ve mantar zararına uğramamış diri odun kısımlarından hazırlanmıştır. Deney numuneleri, TS ISO 3129 standardında belirtilen esaslara uygun olarak hazırlanmış ve mekanik deneyler için ilgili standartlar doğrultusunda seçilmiştir. Çalışmada kullanılan Universal Test Cihazı ile testler yürütülmüş; lif

eksenine dik yöndeki eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülü ölçümleri TS ISO 13061-3, liflere paralel basınç dayanımı deneyleri ise TS ISO 13061-6 standardı çerçevesinde yapılmıştır. Basınç deneylerinde numunelerin özgül yoğunluk değerleri de göz önüne alınmıştır. Tüm uygulamalar, Artvin Çoruh Üniversitesi'nin laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir.

3.2.2 Odun Koruma Çözeltilisinin Hazırlığı

Çalışmada kullanılacak karayosunu numuneleri, belirlenen ağırlıklarda tartıldıktan sonra 200 ml sıcak damıtılmış su (veya eşdeğer saflıkta su) içerisinde, geri soğutuculu bir sistemde, kaynama noktasının altında olacak şekilde 1 saat süreyle ısıtılmıştır. Isıtma işlemi boyunca karışım belirli aralıklarla karıştırılmıştır. İşlem tamamlandıktan sonra, numune önceden hazırlanmış gözenekli kapsül içerisine alınarak vakum altında süzölmüştür. Balon içerisinde numune kalmayacak şekilde birkaç kez damıtılmış suyla yıkanmış ve çözünmeyen kısımlar tamamen gözenekli kapsül içerisinde bırakılmıştır. Kapsül içeriği, 200 ml sıcak damıtılmış suyla yeniden yıkanmış; ardından pompa veya eşdeğer emme sistemi kullanılarak fazla su uzaklaştırılmıştır. Daha sonra, kapsül ve içeriği 103 °C'de ayarlanmış etüvde 16 saat süreyle kurutulmuş, desikatörde soğutulmuş ve $\pm 0,001$ g hassasiyetle tartılmıştır(Ceylan, 2020; URL 4, 2025).

Borlu çözelti, 1500 ml hacminde 45 g borik asit çözülerek hazırlanmıştır. Yosun-bor çözeltisinin elde edilmesi için, hazırlanan borlu çözeltiden 500 ml alınmış ve önceden hazırlanmış karayosunu ekstraktına eklenmiştir. Böylece toplam hacmi 2000 ml olan yosun-bor çözeltisi elde edilmiştir. Karayosunu-bor çözeltisi %0,75, %0,80, %85'lik konsantrasyonlarda kullanılmıştır.

3.2.3 Emprenye Uygulaması

Emprenyesel işlem laboratuvar ortamında daldırma metodu ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada tam kuru hâle getirilen deney numuneleri, karayosunları ekstraktları çözeltiye sırasıyla 30 dakika, 6 saat ve 24 saat sürelerle daldırıldı. Kontrol grubu dışında kalan tüm örnekler ise karayosunu esaslı çözeltiler kullanılarak her biri ayrı şekilde emprenye işlemi uygulanmıştır. İşlemlerin ardından numuneler, 65 ± 3 bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklığa getirilinceye kadar tutulmuş; daha sonra 103 ± 2 °C'de tam

kuru duruma ulaşıncaya kadar fırınlanmıştır. Kurutma aşaması tamamlanan örnekler ortamın sıcaklığına getirilmiş ve TS ISO 13061-1standarda uygun olarak, numuneler belirtilen prosedür doğrultusunda hazırlanmış ve 0,01 g hassasiyetle tartılmış olup hava kurusu, yaş ve tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Aynı zamanda, boyut ölçümleri gerçekleştirilmiştir (şekil 1).



şekil 1. Deney numunelerinin emprenyeli hali

Bu araştırmada yürütülen teknolojik testler Zwick Z050 cihazında gerçekleştirilmiştir (şekil 2).

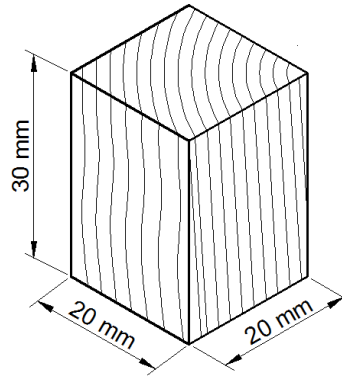


Şekil 2. Mekanik deneylerin uygulanmasında kullanılan üniversal makine

3.2.4 Fiziksel Özelliklerin İncelenmesi

3.2.4.1 Yoğunluk (Hava Kuruşu)

Hava kuruşu özgül ağırlık tespitinde, TS ISO 13061-2 standardı temel gözetilerek gerçekleştirilmiştir. Bu standartta göre, $20 \times 20 \times 30$ mm ebatlarında hazırlanan deney örnekleri üzerinde testler uygulanmıştır (Şekil 3).



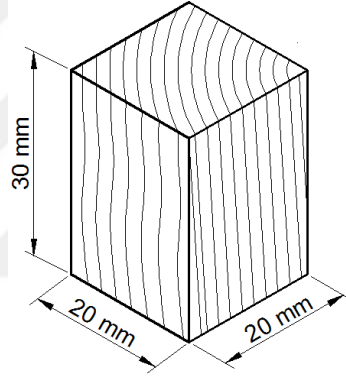
Şekil 3. Yoğunluk (hava kuruşu) ölçümü için hazırlanan örnekler

Numuneler, TS ISO 13061-2 standardında öngörülen koşullar altında, kütle ve boyut değişimlerinin durduğu noktaya kadar bekletilerek denge rutubetine ulaştırılmıştır. Bu aşamada, hava kurusu kabul edilen numuneler kumpas kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yoğunluk değeri aşağıdaki eşitlik yardımı ile belirlenmiştir.

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

3.2.4.2 Yoğunluk (Tam Kuru)

Tam kuru yoğunluk incelenmesinde, TS ISO 13061-2 standardı esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu standartta göre, 20*20*30 mm boyutlarında hazırlanan deney örnekleri üzerinde testler uygulanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Yoğunluk (tam kuru) ölçümü için hazırlanan örnekler

Örnekler, TS ISO 13061-2 standardında belirtilen yöntem doğrultusunda etüv içerisine yerleştirilmiş ve sıcaklık aşamalı olarak $103 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye çıkarılmıştır. Kütle değişiminin sabitlenmesiyle tam kuru hâle ulaşıldıktan sonra örnekler etüvden alınarak oda sıcaklığında soğutulmuştur. Bu aşamada, 0,01 g hassasiyetli terazi kullanılarak M_0 değerleri kaydedilmiş; boyutsal ölçümler ise 0,01 mm duyarlılıktaki dijital kumpas ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümler sonucunda elde edilen verilerden yararlanılarak, tam kuru yoğunluğu (D_0) aşağıdaki formül yardımı ile bulunmuştur.

$$D_0 = \frac{M_0}{V_0} \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (2)$$

3.2.4.3 Retensiyon Miktarı

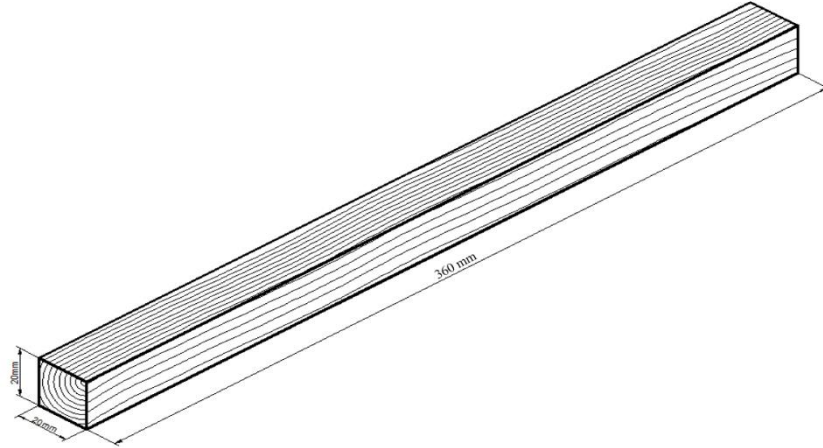
Emprenye işlemi öncesinde ve sonrasında tam kuru halde bulunan numuneler kullanılarak, emprenye çözeltisinin odun tarafından absorbe edilen miktarı (R: kg/m³) ve retensiyon oranı (R: %) aşağıda verilen eşitlik yardımıyla belirlenmiştir.

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

3.2.5 Mekanik Niteliklerin İncelenmesi

3.2.5.1 Eğilme Direnci

Eğilme direncinin ölçülmesinde, TS ISO 13061-3(2021) standardında tanımlanan prosedürler esas alınmış, Şekil 5’te gösterildiği üzere 20*20*360 mm ebatlarında deney numuneleri hazırlanmıştır.



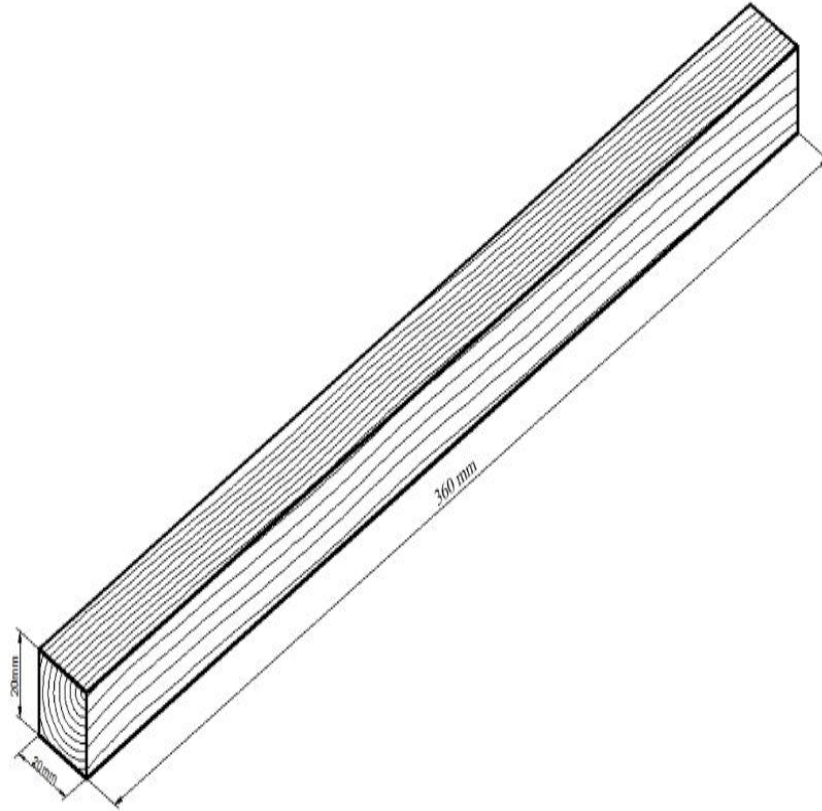
Şekil 5. Eğilme dayanımı testi için hazırlanan örnekler

Numuneler hava kurusu rutubet seviyesine getirilmiş ve boyutsal ölçümler, TS ISO 13061-3 standardı esas alınarak 0,01 mm duyarlılıktaki dijital kumpas ile yapılmıştır. Ölçüm sürecinde, radyal doğrultu genişlik; teğet doğrultuysa yükseklik değeri olarak alınmıştır. Deney esnasında numunelere, universal test cihazı aracılığıyla yüzeye sabit ve kontrollü bir hızda yük uygulanmıştır. Yükleme hızı, deneyin başlangıcından itibaren $1,5 \pm 0,5$ dakika içerisinde kırılma gerçekleşecek şekilde ayarlanmıştır. Kırılma noktasında kaydedilen P_{max} değerleri, aşağıda verilen eşitlik kullanılarak eğilme direnci (σ_e) hesaplamalarında kullanılmıştır.

$$\sigma_E = \frac{3 \cdot P_{\max} \cdot I}{2 \cdot b \cdot h^2} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (4)$$

3.2.5.2 Elastiklik Modülü

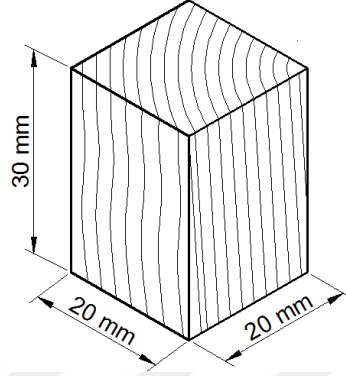
Ağaç malzeme düşük seviyeli gerilmelere karşı karşıya kaldığında ortaya çıkan şekil değişikliklerinin, yük kaldırıldığında geri dönüşüm gösterip göstermediğini incelemek amacıyla elastikiyet modülü tespit edilmiştir. Bu amaç doğrultusunda, TS ISO 13061-4 (2021) standardında tanımlanan boyutlar temel alınmış ve Şekil 6’da verilen, aynı zamanda eğilme direnci deneylerinde test edilen 20*20*360 mm ölçülerinde test örnekleri hazırlanmıştır. Deney sırasında elastik sınır içerisinde uygulanan kuvvet farkı (ΔF) ve buna karşılık gözlenen sehim farkı (Δf) dikkate alınmış, bu veriler kullanılarak elastikiyet modülü (E) aşağıdaki formül yardımıyla bulunmuştur.



Şekil 6. Elastikiyet modülü testi için hazırlanan örnekler

3.2.5.3 Basınç Direnci (Liflere Paralel)

Basınç direnci tespitinde TS ISO 13061-6 (2021) standardı temel alınmıştır. Bu kapsamda, standartta öngörülen esaslara uygun olarak 20*20*30 mm ebatlarında oluşturulmuştur.



Şekil 7. Basınç dayanımı testi için hazırlanan örnekler

İşlemlerden önce, kuvvetin etki edeceği enine kesit boyutları ($a*b$) $\pm 0,01$ mm duyarlılıkla ölçülmüştür. Daha sonra örneğin kırılma anında ortaya çıkan en yüksek kuvvet (P_{max}) belirlenmiş ve basınç dayanımı aşağıdaki formül kullanılarak bulunmuştur.

$$\sigma_{W//} = \frac{P_{max}}{a.b} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (6)$$

3.2.6 Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu araştırmada, emprenye işlemlerinin etkinliğini ortaya koymak amacıyla iki farklı ağaç türü üzerinde uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmada, sarıçam (*Pinussylvestris*) ve kestane (*Castaneasativa*) türü odun örnekleri kullanılmıştır. Hazırlanan numuneler, %0,75, %0,80 ve %0,85 oranlarında hazırlanan kara yosunu ile borik asit karışımından elde edilen çözelti içerisinde daldırma yöntemi uygulanarak emprenye edilmiştir. İşlem süreleri, literatürde yer alan benzer çalışmalar da dikkate alınarak 30 dakika, 6 saat ve 24 saat olarak belirlenmiştir. Bu farklı süre ve konsantrasyon değerleri, emprenye işleminin odun üzerinde meydana getirdiği etkilerin daha ayrıntılı ve karşılaştırmalı bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Elde edilen deneysel bulgular, her bir işlem grubuna ait ortalama değerler üzerinden hesaplanmış ve bu veriler, türler arasındaki farklılıkların yanı sıra

süre ve konsantrasyon değişkenlerinin etkilerini ortaya koyacak şekilde karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.



4 ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1.1 Fiziksel Niteliklerin İncelenmesi

4.1.1.1 Yoğunluk (Hava Kuru)

Deneysel çalışmada elde edilen numunelerin hava kuru yoğunluk değerlerine ilişkin ortalama sonuçlar Tablo 1’de sunulmuştur. Söz konusu verilerin daha anlaşılır bir biçimde ortaya konulabilmesi amacıyla, yoğunluk dağılımlarına ait grafiksel gösterimler ise Şekil 8’de verilmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde, emprenye işleminin etkisinin, kullanılan ağaç türü ve uygulama süresine bağlı olarak farklılık gösterdiği ve bu durumun örneklerin hava kuru yoğunluk değerlerinde değişim oluşturduğu görülmektedir.

Çalışmada elde edilen bulgular, emprenye işleminin ağaç türüne, çözelti konsantrasyonuna ve uygulama süresine bağlı olarak farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Sarıçam örneklerinde %0,75 ve %0,85 konsantrasyonlarında elde edilen değerler yaklaşık 0,45 seviyesinde kalırken, %0,80’lik çözeltinin 30 dakika uygulanması sonucunda 0,53 ile en yüksek değer kaydedilmiştir. Ancak işlem süresinin 6 ve 24 saate uzatılması sarıçamda belirgin bir artış sağlamamış, bazı konsantrasyonlarda ise düşüslere neden olmuştur.

Kestane örneklerinde 30 dakikalık uygulamalarda değerler birbirine yakın bulunmuş (0,48–0,52 aralığında), ancak 6 saatlik uygulamada %0,85 konsantrasyonda 0,68 ile en yüksek sonuç elde edilmiştir. Buna karşılık, 24 saatlik uygulamalarda değerlerin yeniden azaldığı gözlenmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında sarıçam örneklerinde emprenye değerlerinin kontrol (0,57) seviyesinin altında kaldığı ve işlemin sınırlı bir etki gösterdiği belirlenmiştir. Kestane örneklerinde ise özellikle %0,85 konsantrasyon ve 6 saatlik uygulama sonucunda kontrol (0,53) değerinin üzerine çıkılarak belirgin bir artış sağlanmıştır.

Genel olarak, her iki türde de 24 saatlik uygulamaların değerleri düşürdüğü, buna karşılık optimum uygulama süresinin yaklaşık 6 saat olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Örs vd., (2001), odunların yoğunluklarındaki farklılıkların temel sebebi, birim hacim içerisinde hücre çeperi maddesi ile boşluk hacmi arasındaki oranın değişmesinden ileri gelmektedir. Emprenye edilmiş odun malzemelerde hava kurusu yoğunlukta görülen farklılıklar ise, yapının anatomik özellikleriyle doğrudan ilişkili olup; porozite derecesi, yıllık halka genişliği ve kullanılan emprenye maddesinin özellikleri gibi faktörlerden etkilenmektedir.

Tablo 1.Hava kurusu yoğunluk değerleri (g/cm³)

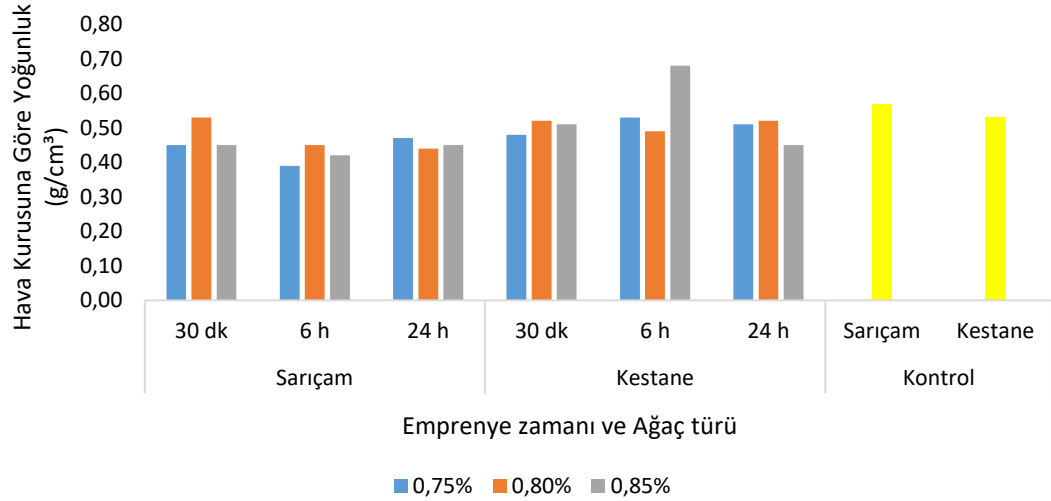
Odun Türü		Emprenye Maddesi		
		Kara Yosunu+ Borik Asit		
		%0,75	%0,80	%0,85
Sarıçam	30 dk	0,45	0,53	0,45
	6 h	0,39	0,45	0,42
	24 h	0,47	0,44	0,45
Kestane	30 dk	0,48	0,52	0,51
	6 h	0,53	0,49	0,68
	24 h	0,51	0,52	0,45
Kontrol	Sarıçam		0,57	
	Kestane		0,53	

Alpay Ölmez, (2020) yaptığı çalışmada elde edilen bulgular incelendiğinde, hava kurusu yoğunluk değerleri bakımından ağaç türleri ve kullanılan emprenye maddelerinin farklı etkiler gösterdiği görülmektedir. Bitki özütleri ile yapılan uygulamalarda kestane odununun hava kurusu yoğunluğu genel olarak 0,49–0,51 g/cm³ aralığında değişirken, sarıçam odununda bu değerlerin 0,42–0,48 g/cm³ arasında seyrettiği tespit edilmiştir.

Genel eğilim olarak kestane odununun sarıçamdan daha yüksek yoğunluk değerlerine sahip olduğu, ayrıca emprenye süresi ve konsantrasyon artışının kestanede yoğunluk değişimlerini daha belirgin kıldığı görülmektedir. Buna karşın, bitki özütleriyle yapılan uygulamalarda yoğunluk farklarının daha sınırlı kaldığı ve kontrol örneklerine yakın değerler verdiği dikkat çekmektedir. Bu durum, kara yosunu +

borik asit sisteminin odun yoğunluğu üzerinde bitkisel özütlerle kıyasla daha etkili olduğunu göstermektedir.

Kara yosunu ve borik asit esaslı doğal emprenye maddesi kullanılarak işleme tabi tutulan sarıçam ve kestane örnekleri ile kontrol gruplarına ait hava kuru yoğunluk değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 8’de sunulmuştur.



Şekil 8. Yoğunluk (hava kuru) ortalama sonuçları

Şekilde, kara yosunu + borik asit ile emprenye işlemi gören örneklerin hava kuru yoğunlukları kıyaslanmıştır. Ağac türü, konsantrasyon ve işlem süresinin etkilerini net biçimde ortaya koymaktadır. Sarıçamda 30 dakikalık %0,80 uygulama en yüksek değeri sağlarken, sürenin uzatılması verimi artırmamıştır. Kestanede ise 6 saatlik %0,85 uygulama en yüksek değeri vererek kontrolün üzerinde performans göstermiştir. Şekil, optimum koşulların kestane için 6 saat ve yüksek konsantrasyon olduğunu açıkça desteklemektedir.

4.1.1.2 Tam Kuru Yoğunluk

Deneysel çalışmada elde edilen numunelerin tam kuru yoğunluk değerlerine ilişkin ortalama sonuçlar Tablo 2’de sunulmuştur. Söz konusu verilerin daha anlaşılır bir biçimde ortaya konulabilmesi amacıyla, yoğunluk dağılımlarına ait grafiksel gösterimler ise Şekil 9’da verilmiştir.

Tablo 2değerlendirildiğinde, emprenye işleminin etkisinin, kullanılan ağaç türü ve uygulama süresine bağlı olarak farklılık gösterdiği ve bu durumun örneklerin tam kuru yoğunluk değerlerinde değişim oluşturduğu görülmektedir.

Çalışmada elde edilen bulgular, emprenye işleminin ağaç türü, çözelti konsantrasyonu ve uygulama süresine bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Sarıçam örneklerinde, kısa süreli (30 dakika) uygulamalarda %0,80 konsantrasyon 0,50 ile en yüksek değeri sağlamış, sürenin 24 saate çıkarılması ve %0,85 konsantrasyon kullanılmasıyla 0,61 değeri elde edilerek kontrol grubunun (0,53) üzerine çıkmıştır. Kestane örneklerinde ise 6 saatlik uygulamada %0,80 konsantrasyon 0,68 ile en yüksek performansı göstermiş, 24 saatlik uygulamalarda da değerlerin kontrol (0,49) seviyesinin üzerinde kaldığı belirlenmiştir.

Genel olarak, kestane odununda orta süreli uygulamalar ve yüksek konsantrasyonlar, sarıçamda ise uzun süreli uygulamalar ve yüksek konsantrasyonlar en yüksek emprenye verimini sağlamaktadır.

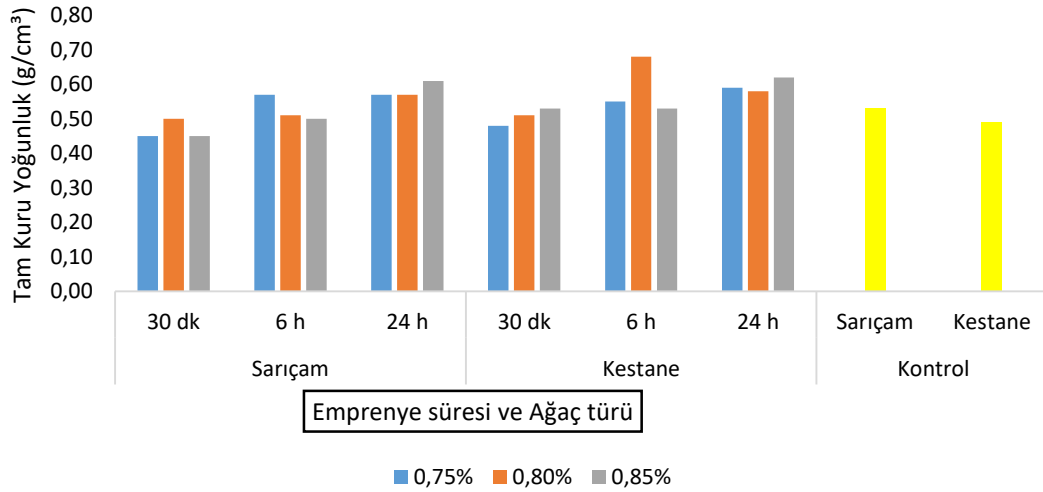
Tablo 2. Ortalama tam kuru yoğunluk değerleri (g/cm³)

Ağaç Türü		Emprenye Maddesi		
		Kara Yosunu+ Borik Asit		
		%0,75	%0,80	%0,85
Sarıçam	30 dk	0,45	0,50	0,45
	6 h	0,57	0,51	0,50
	24 h	0,57	0,57	0,61
Kestane	30 dk	0,48	0,51	0,53
	6 h	0,55	0,68	0,53
	24 h	0,59	0,58	0,62
Kontrol	Sarıçam	0,53		
	Kestane	0,49		

İki farklı emprenye yöntemi ile yapılan uygulamalarda, tam kuru yoğunluk değerleri ağaç türüne ve uygulama koşullarına bağlı olarak farklılık göstermiştir. Bitki özütleriyle yapılan işlemlerde kestane odununun tam kuru yoğunluğu 0,47–0,50 g/cm³, sarıçam odunununki ise 0,41–0,45 g/cm³ aralığında seyrederken; kara yosunu + borik asit uygulamalarında kestane 0,47–0,62 g/cm³, sarıçam 0,43–0,61 g/cm³ aralığına ulaşmıştır(AlpayÖlmez, 2020). Her iki emprenye yöntemi de tam kuru

yoğunluğu artırmış, ancak kara yosunu + borik asit sisteminin yoğunluğu artırma etkisi daha belirgin olmuştur.

Kara yosunu ve borik asit esaslı doğal emprenye maddesi kullanılarak işleme tabi tutulan sarıçam ve kestane örnekleri ile kontrol gruplarına ait hava kurusu yoğunluk değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 9’da sunulmuştur.



Şekil 9. Yoğunluk (tam kuru) ortalama Sonuçları

Şekil 9’ da kara yosunu ve borik asitle emprenye işlemi gören örneklerin tam kuru yoğunlukları karşılaştırılmıştır. Sarıçamda emprenye veriminin süre ve konsantrasyon arttıkça kademeli olarak yükseldiğini, kısa süredeki uygulamaların sınırlı etkili olduğunu göstermektedir. Kestanede ise 6 saatlik uygulama özellikle %0,80 konsantrasyonda bariz bir zirve yaparak kontrolün üzerinde performans sergilemiştir. 24 saatlik uygulamalar her iki türde de yüksek değerler sunsa da kestane optimum verim orta süre ve yüksek konsantrasyonla sağlanmaktadır.

4.1.1.3 Retensiyon Miktarı

Deney numunelerine ait retensiyon sonuçları Tablo 3’de, bu verilere ilişkin grafiksel dağılımlar ise Şekil 10’da gösterilmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde, deney numunelerinin ortalama retensiyon değerlerinin, kullanılan emprenye maddesinin etkisinin hem ağaç türüne hem de işlem süresine bağlı olarak farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Elde edilen sonuçlar, özellikle işlem

süresi ve çözelti konsantrasyonu arttıkça retensiyon değerlerinde genel olarak artış eğiliminin ortaya çıktığını göstermektedir.

Çalışmada elde edilen bulgular, emprenye işleminin ağaç türü, çözelti konsantrasyonu ve uygulama süresine bağlı olarak farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Sarıçam örneklerinde kısa süreli (30 dakika) uygulamalarda en yüksek madde alımı %0,80 konsantrasyonda 26,28 kg/m³ (%4,50) olarak belirlenmiştir. Buna karşın, uzun süreli (24 saat) ve yüksek konsantrasyonlu (%0,85) uygulamalarda madde alımı 67,72 kg/m³ (%17,42) düzeyine ulaşarak maksimum seviyeye çıkmıştır.

Kestane örneklerinde ise kısa süreli uygulamalarda madde alımı sınırlı kalmış; 6 ve 24 saatlik uygulamalarda, özellikle %0,80–%0,85 konsantrasyonlarında hem madde alımı hem de ağırlık artışında belirgin yükselişler kaydedilmiştir. Ancak, artış oranı sarıçam örneklerinde olduğu kadar dramatik olmamıştır.

Genel olarak, bulgular sarıçam odununun uzun süre ve yüksek konsantrasyon koşullarında, kestane odununun ise orta süre ve yüksek konsantrasyon koşullarında daha etkin şekilde emprenye edilebildiğini göstermektedir.

Tablo 3.Retensiyon miktarının ortalama değerleri

Odun Türü		Emprenye Maddesi					
		Kara Yosunu+Borik Asit					
		%0,75		%0,80		%0,85	
		(Kg/m ³)	(%)	(Kg/m ³)	(%)	(Kg/m ³)	(%)
Sarıçam	30 dk	9,47	0,81	26,28	4,50	5,42	1,66
	6 h	54,28	4,17	33,84	5,66	32,50	8,44
	24 h	35,32	3,25	35,47	6,31	67,72	17,42
Kestane	30 dk	7,35	0,67	6,72	1,34	9,30	2,80
	6 h	11,52	1,20	7,66	2,00	19,89	5,62
	24 h	31,61	3,10	45,26	7,91	34,15	10,30

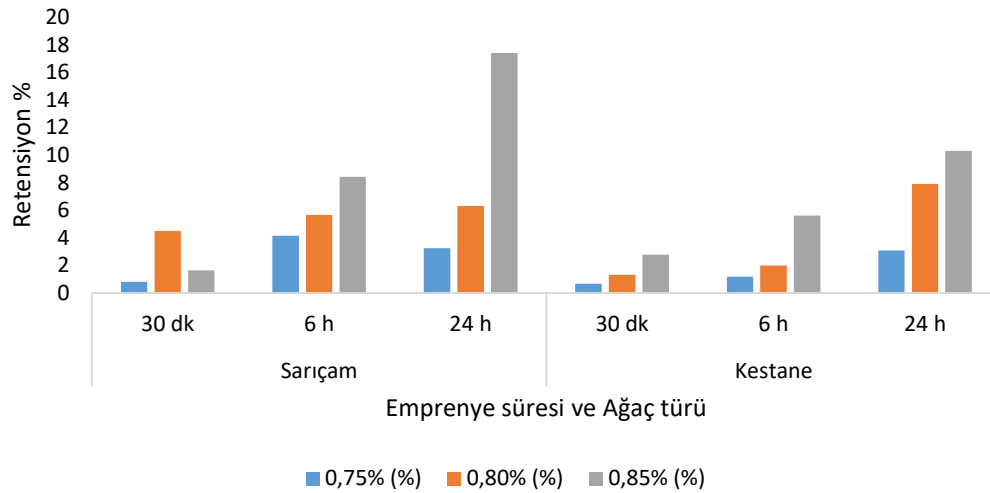
Yaşar (2014) tarafından yürütülen çalışmada, doğal emprenye maddelerinin retansiyon üzerindeki etkileri incelenmiş ve maksimum retansiyon miktarının 15,41 kg/m³ ile meşe palamudu kullanılarak emprenye edilen sapsız meşe örneklerinde elde edildiği rapor edilmiştir. Buna karşılık, en düşük retansiyon değerleri ise 10,95 kg/m³ ile çam taneni uygulanmış sarıçam ve Toros sediri numunelerinde gözlenmiştir. Benzer şekilde,

Özçifci ve Batan (2009) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, sarıçamda retensiyon değerinin en yüksek düzeye ulaştığı, meşede ise 8,742 kg/m³ (%9,15) ile en düşük seviyede kaldığı bildirilmiştir. Araştırmacılar, sarıçamda retansiyon değerlerinin yüksek olmasını, iğne yapraklı ağaç türlerinin anatomik yapısında bulunan açık geçit çiftlerinin, sıvının odun lifleri boyunca hareket etmesine olanak sağlamasıyla açıklamış; bu durumun, emprenye maddesinin odun dokusunda daha fazla tutulabilmesine imkân verdiğini vurgulamışlardır.

Literatürde yapılan çalışmalarda, Bitki özütü ile yapılan uygulamalarda en yüksek retensiyon değerleri kestane odununda 0,76, sarıçam odununda ise 0,45 olarak belirlenmiştir. Bu bulgu, aynı koşullarda kestane odununun bitki özütlerini sarıçamdan daha fazla tutabildiğini göstermektedir (Alpay Ölmez, 2020).

Elde edilen sonuçlar, literatürdeki bulgularla paralellik göstermektedir. Hem bitki özütleri hem de kara yosunu + borik asit uygulamalarının odun retensiyonunu artırdığını göstermektedir. Retensiyon artışı, uygulama süresi ve konsantrasyon yükseldikçe daha belirgin hale gelmiştir. Kara yosunu + borik asitte sarıçam ve kestane retensiyon değerleri bitkisel özütlerle kıyasla yüksek olup, odun hücrelerine nüfuzun etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Kestane odunu, sarıçama göre genel olarak daha yüksek retensiyon sağlamıştır. Bu artış, çözelti özellikleri, odun türüne bağlı yapısal farklılıklar ve anatomik özellikler gibi çeşitli etkenlerden kaynaklanıyor olabilir.

Kara yosunu ve borik asit esaslı doğal emprenye maddesi kullanılarak işleme tabi tutulan sarıçam ve kestane örnekleri retensiyon değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 10'da sunulmuştur.



Şekil 10. Retensiyon miktarının ortalama sonuçları

Odun türlerinde retensiyon değerlerinin, emprenye süresi ve madde konsantrasyonunun artışıyla belirgin biçimde yükseldiği gözlenmektedir. Sarıçamda madde alımı ve ağırlık artışının süre ve konsantrasyon arttıkça sürekli yükseldiğini açıkça ortaya koymaktadır. Kestane grafiğinde ise 6 saatlik ve %0,80–%0,85 konsantrasyonlarda belirgin bir artış gözlenmekte, 24 saatlik uygulamalarda değerler bir miktar stabil hale gelmektedir. Bu görsel analiz, emprenye veriminin hem ağaç türüne hem de işlem koşullarına duyarlı olduğunu ve optimum koşulların sarıçamda uzun süre ve yüksek konsantrasyon, kestanede ise orta süre ve yüksek konsantrasyon olduğunu desteklemektedir (Şekil 10).

4.1.2 Mekanik Niteliklerin İncelenmesi

4.1.2.1 Eğilme Direnci

Deney numunelerinin eğilme direnciyle alakalı ortalama miktarlar Tablo 4’te sunulmuş, söz konusu verilerin grafiksel dağılımları ise Şekil 11’de gösterilmiştir.

Tablo 4 incelendiğinde, eğilme direnci ortalama değerlerinin, kullanılan emprenye maddesinin etkisine bağlı olarak hem ağaç türleri hem de uygulama süreleri arasında farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çalışmada elde edilen bulgular, emprenye işleminin ağaç türü, çözelti konsantrasyonu ve uygulama süresine bağlı olarak eğilme direncini farklı şekillerde

etkilediğini ortaya koymuştur. Sarıçam örneklerinde, kısa süreli (30 dakikalık) uygulamada düşük konsantrasyon (%0,75) ile 116,7 N/mm² değerinde en yüksek eğilme direnci elde edilmiştir. Uzun süreli uygulamalarda ise %0,80 konsantrasyonda 102,75 N/mm² ile maksimum direnç sağlanmıştır. Buna karşılık, çok yüksek konsantrasyonun (%0,85) kısa süreli uygulamalarda eğilme direncini düşürdüğü belirlenmiştir.

Kestane örneklerinde ise kısa süreli yüksek konsantrasyon (%0,85, 30 dk) uygulaması eğilme direncini artırarak 99,15 N/mm² değerine ulaşmıştır. Ancak 6 saatlik uygulamalarda dirençte azalma gözlenmiş, 24 saatlik uygulamalarda ise kısmi bir toparlanma kaydedilmiştir.

Bu sonuçlar, eğilme direncinin hem ağaç türüne hem de emprenye süresi ve konsantrasyonuna duyarlı olduğunu göstermekte olup; optimum koşulların sarıçam için uzun süreli orta konsantrasyon, kestane için ise kısa süreli yüksek konsantrasyon olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

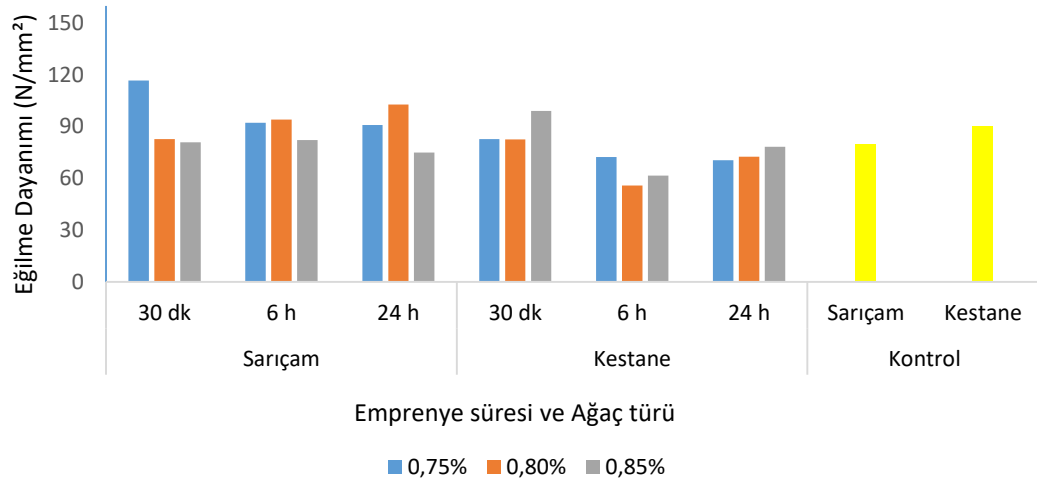
Yapılan çalışmada, bitki özütü uygulamaları odunların eğilme direncini artırmıştır. Kestane odununda en yüksek değer 86,46 N/mm² (%3 Çayır), en düşük 73,73 N/mm² (%1 Çayır) iken, sarıçam odununda en yüksek 84,71 N/mm² (%3 Çayır Soğanı), en düşük 69,38 N/mm² (%1 Çayır Soğanı) olarak kaydedilmiştir. Bu durum, odun türü ve özüt konsantrasyonunun direnç üzerinde etkili olduğunu göstermektedir (Alpay Ölmez, 2020).

Elde edilen sonuçlar hem bitki özütleri hem de kara yosunu + borik asit uygulamalarının odunların eğilme direnci üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Kara yosunu + borik asit uygulamasında yoğunluk ve konsantrasyon kombinasyonuna bağlı olarak her iki odun türünde eğilme dirençleri genel olarak artmış, özellikle uzun süreli ve orta-yüksek konsantrasyonlu uygulamalarda daha yüksek değerler gözlenmiştir. Bu sonuçlar hem odun türünün hem de emprenye maddesinin mekanik özellikler üzerinde belirleyici olduğunu ve emprenye işleminin odun liflerini güçlendirerek eğilme direncini artırdığını ortaya koymuştur.

Tablo 4. Eğilme direnci değerleri (N/mm²)

Odun Türü		Emprenye Maddesi		
		Kara Yosunu+ Borik Asit		
		%0,75	%0,80	%0,85
Sarıçam	30 dk	116,7	82,65	80,80
	6 h	92,20	94	82,15
	24 h	90,95	102,75	74,85
Kestane	30 dk	82,65	82,55	99,15
	6 h	72,25	55,80	61,55
	24 h	70,40	72,5	78,25
Kontrol	Sarıçam	80		
	Kestane	90		

Kara yosunu ve borik asit esaslı doğal emprenye maddesi kullanılarak işleme tabi tutulan sarıçam ve kestane örnekleri eğilme dayanımı değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 11’de sunulmuştur.



Şekil 11. Eğilme dayanımı sonuçları

Emprenye işleminin eğilme direnci üzerinde artırıcı yönde olumlu etkiler ortaya koyduğu görülmektedir. Sarıçamda eğilme direncinin kısa süreli düşük konsantrasyonlarda ve uzun süreli orta konsantrasyonlarda maksimuma ulaştığını, çok yüksek konsantrasyonlarda ise dirençte düşüş olduğunu göstermektedir. Kestane grafiğinde ise kısa süreli yüksek konsantrasyon direnci artırırken, 6 saatlik uygulamalar eğilme direncinde azalmaya yol açmıştır; 24 saatlik uygulamalar ise direncin kısmen toparlanmasını sağlamıştır. Bu eğilme direncinin hem ağaç türüne

hem de emprenye süresi ve çözeltinin konsantrasyonuna duyarlı olduğunu ve optimum koşulların sarıçam için uzun süre + orta konsantrasyon, kestane için kısa süre + yüksek konsantrasyon olduğunu desteklemektedir (Şekil 11).

4.1.2.2 Elastikiyet Modülü

Deney numunelerine ait elastikiyet modülüne alakalı ortalama miktarlar Tablo 5’te sunulmuş, bu verilere ait grafiksel gösterimlerse Şekil 12’de verilmiştir.

Tablo 5 incelendiğinde, elastikiyet modülü ortalama değerlerinin, kullanılan emprenye maddesinin etkisine bağlı olarak hem ağaç türleri hem de uygulama süreleri arasında farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır.

Sarıçam ve kestane odunlarının kara yosunu + borik asit çözeltisiyle farklı konsantrasyonlarda (%0,75–%0,85) ve sürelerde (30 dakika–24 saat) emprenye edilmesinin elastikiyet modülü (N/mm^2) üzerindeki etkilerini göstermektedir. Sarıçam örneklerinde, 30 dakikalık uygulamada %0,75 konsantrasyon ile 8800 N/mm^2 değerinde en yüksek elastikiyet modülü elde edilmiştir. Buna karşın, %0,80 ve %0,85 konsantrasyonlarda değerler $6115\text{--}7490 \text{ N/mm}^2$ aralığında kalmıştır. Altı saatlik uygulamalarda elastikiyet modülü $6660\text{--}8280 \text{ N/mm}^2$ arasında değişmiş; 24 saatlik uygulamalarda ise %0,75 ve %0,80 konsantrasyonlarında $8535\text{--}8230 \text{ N/mm}^2$ değerlerine ulaşarak kontrol grubunun (6750 N/mm^2) üzerinde gerçekleşmiş, ancak %0,85 konsantrasyonda 6395 N/mm^2 ’ye düşüş kaydedilmiştir.

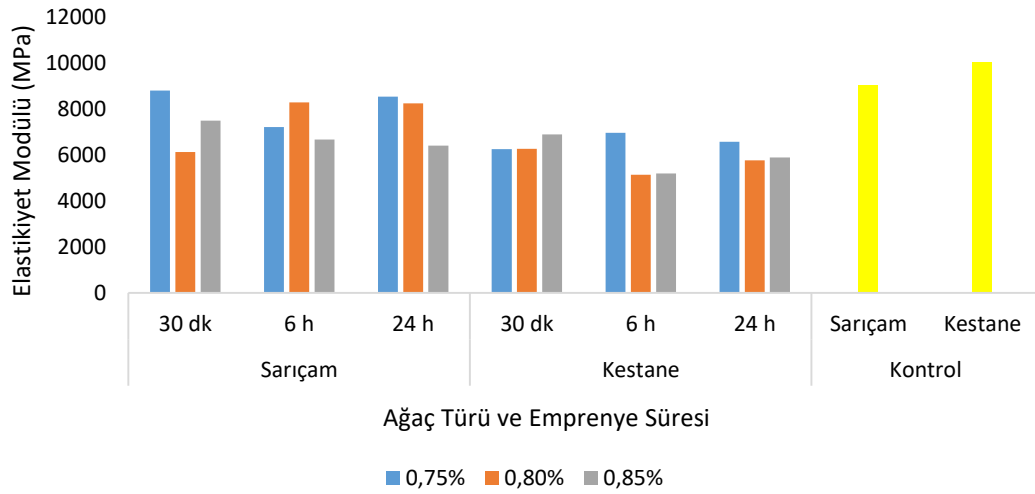
Kestane örneklerinde kısa süreli uygulamalarda $6245\text{--}6890 \text{ N/mm}^2$ aralığında değerler elde edilmiştir. Altı saatlik uygulamalarda ise özellikle %0,80–%0,85 konsantrasyonlarında elastikiyet modülü $5130\text{--}5190 \text{ N/mm}^2$ ’ye gerileyerek kontrol değerinin (6800 N/mm^2) altında kalmıştır. Yirmi dört saatlik uygulamalarda kısmi bir toparlanma görülmüş ve $5760\text{--}5880 \text{ N/mm}^2$ değerlerine ulaşılmıştır.

Genel olarak, sarıçam örneklerinde belirli konsantrasyon–süre kombinasyonları kontrol değerinin üzerinde performans gösterirken, kestane yalnızca kısa süreli ve orta-yüksek konsantrasyon uygulamalarında elastikiyet modülü kontrol seviyesine yakın veya üzerinde seyretmiş; diğer koşullarda ise belirgin düşüşler gözlenmiştir.

Tablo 5. Elastikiyet modülünün değerleri (MPa)

Odun Türü		Emprenye Maddesi		
		Kara Yosunu+ Borik Asit		
		%0,75	%0,80	%0,85
Sarıçam	30 dk	8800	6115	7490
	6 h	7205	8280	6660
	24 h	8535	8230	6395
Kestane	30 dk	6245	6260	6890
	6 h	6960	5130	5190
	24 h	6560	5760	5880
Kontrol	Sarıçam		6750	
	Kestane		6800	

Kara yosunu ve borik asit esaslı doğal emprenye maddesi kullanılarak işleme tabi tutulan sarıçam ve kestane örnekleri elastikiyet modülü değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 12’de sunulmuştur.



Şekil 12. Elastikiyet modülü sonuçları (MPa)

Şekil 12’ de sarıçamda elastikiyet modülünün kısa süreli düşük konsantrasyonlarda yüksek, orta süreli uygulamalarda %0,80 konsantrasyon ile artış gösterdiğini ve çok yüksek konsantrasyonlarda düşüş yaşandığını göstermektedir. Kestane grafiğinde ise kısa süreli uygulamalarda elastikiyet modülü nispeten yüksek kalmakta, 6 saatlik uygulamalarda %0,80–%0,85 konsantrasyonlarda belirgin bir düşüş gözlenmekte ve 24 saatlik uygulamalarda kısmi toparlanma sağlanmaktadır. Grafik, elastikiyet modülünün hem ağaç türüne hem de emprenye süresi ve konsantrasyonuna duyarlı

olduğunu, optimum koşulların sarıçam için kısa-orta süreli düşük-orta konsantrasyon, kestane için kısa süreli orta-yüksek konsantrasyon olduğunu ortaya koymaktadır.

4.1.2.3 Liflere Paralel Basınç Direnci

Deney numunelerine ait elastikiyet modülüne alakalı ortalama miktarlar Tablo 6’da sunulmuş, bu verilere ait grafiksel gösterimlerse Şekil 13’de verilmiştir.

Tablo 6 incelendiğinde, elastikiyet modülü ortalama değerlerinin, kullanılan emprenye maddesinin etkisine bağlı olarak hem ağaç türleri hem de uygulama süreleri arasında farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır.

Sarıçam ve kestane odunlarının kara yosunu + borik asit çözeltisiyle farklı konsantrasyonlarda (%0,75–%0,85) ve sürelerde (30 dakika–24 saat) emprenye edilmesinin liflere paralel basınç direnci (N/mm^2) üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sarıçam örneklerinde, 30 dakikalık uygulamada %0,80 konsantrasyon $61,22 \text{ N/mm}^2$ ile en yüksek basınç direncini sağlamış; %0,75 ve %0,85 konsantrasyonlarında ise sırasıyla $47,49$ ve $56,02 \text{ N/mm}^2$ değerleri kaydedilmiştir. Altı saatlik uygulamalarda direnç $44,75$ – $49,25 \text{ N/mm}^2$ aralığında kalmış, 24 saatlik uygulamalarda ise %0,85 konsantrasyon $58,58 \text{ N/mm}^2$ ’ye ulaşmıştır. Kontrol değerinin 50 N/mm^2 olduğu dikkate alındığında, bazı uygulamaların kontrolün üzerinde performans gösterdiği görülmektedir.

Kestane örneklerinde 30 dakikalık uygulamalarda değerler $46,51$ – $48,50 \text{ N/mm}^2$ arasında değişmiştir. Altı saatlik uygulamalarda %0,80 konsantrasyon $61,42 \text{ N/mm}^2$ ile en yüksek değeri sağlamış; 24 saatlik uygulamalarda ise $40,00$ – $52,68 \text{ N/mm}^2$ arasında değişen sonuçlar elde edilmiştir. Kestane için kontrol değeri 45 N/mm^2 olduğundan, özellikle %0,80 konsantrasyonlu uygulamaların kontrolün üzerinde performans gösterdiği belirlenmiştir.

Genel olarak, liflere paralel basınç direnci hem ağaç türüne hem de uygulama süresi ve konsantrasyonuna duyarlı olup; optimum koşullar sarıçam için kısa süreli orta-yüksek konsantrasyonlar, kestane için ise orta süreli ve %0,80 konsantrasyonlu uygulamalar olarak öne çıkmaktadır.

Tablo 6. Liflere paralel basınç direnci değerleri (N/mm²)

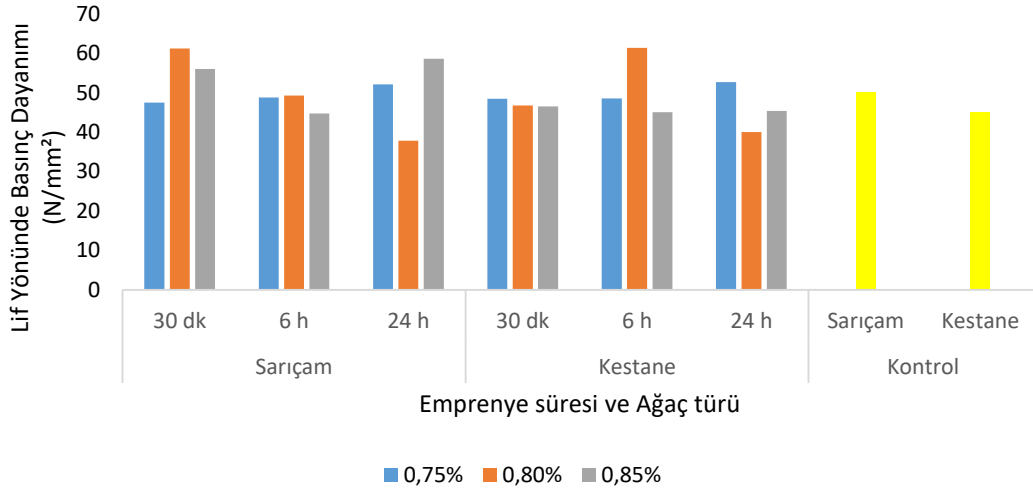
Odun Türü		Emprenye Maddesi		
		Kara Yosunu+ Borik Asit		
		%0,75	%0,80	%0,85
Sarıçam	30 dk	47,49	61,22	56,02
	6 h	48,79	49,25	44,75
	24 h	52,13	37,80	58,58
Kestane	30 dk	48,50	46,76	46,51
	6 h	48,55	61,42	45,03
	24 h	52,68	40,00	45,40
Kontrol	Sarıçam	50		
	Kestane	45		

Araştırma bulguları, emprenye edilen örneklerin basınç dayanımı sonuçlarının kontrol örneklerine kıyasla daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuç, emprenye işleminin basınç dayanımı üzerinde olumsuz yönde etki yaratmadığı anlaşılmaktadır. Emprenye edilmiş numunelerin kontrol numunelerine göre daha yüksek dayanım sergilemesi, özellikle deprem gibi afet risklerinin yüksek olduğu durumlarda yapı güvenliğinin sağlanması açısından önem taşımakta ve söz konusu malzemelerin inşaat sektöründe kullanımını artırmakta.

Bitki özütü uygulamaları odunların basınç direnci üzerinde değişken etkiler göstermiştir. Kestane odununda en yüksek basınç direnci 54,37 N/mm² (Işgın, %3) iken, en düşük değer 47,97 N/mm² (Çaşır, %1) olarak kaydedilmiştir. Sarıçam odununda ise en yüksek değer 52,01 N/mm² (%3 Çayır Soğanı), en düşük değer 45,40 N/mm² (Işgın, %1) olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, hem odun türünün hem de uygulanan bitki özütü konsantrasyonunun basınç direnci üzerinde belirleyici rol oynadığını göstermektedir (Alpay Ölmez, 2020).

Elde edilen bulgular hem bitki özütleri hem de kara yosunu + borik asit uygulamalarının odunların basınç direnci üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Emprenye maddesinin odun liflerine nüfuz etmesinin mekanik özellikler üzerinde belirleyici olduğunu ve basınç direncini artırıcı bir etki gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Kara yosunu ve borik asit esaslı doğal emprenye maddesi kullanılarak işleme tabi tutulan sarıçam ve kestane örnekleri liflere paralel basınç değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 13’de sunulmuştur.



Şekil 13. Lif yönünde basınç dayanımı sonuçları

Şekil 13 incelendiğinde, sarıçamda liflere paralel basınç direncinin kısa süreli %0,80 konsantrasyon ile zirveye ulaştığını, 6 saatlik uygulamalarda düşüş, 24 saatlik uygulamalarda ise kısmi toparlanma yaşandığını göstermektedir. Kestane grafiğinde ise 6 saatlik %0,80 konsantrasyon bariz bir yükselme sağlarken, kısa ve uzun süreli uygulamalarda direnç daha dengeli kalmıştır.

5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, sarıçam (*Pinussylvestris*) ve kestane (*Castaneasativa*) türü odun örneklerine uygulanan kara yosunu ve borik asit bazlı emprenye işlemlerinin, odunların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Emprenye çalışmaları, farklı çözelti konsantrasyonları (%0,75, %0,80, %0,85) ve değişken işlem süreleri (30 dakika, 6 saat, 24 saat) kapsamında gerçekleştirilmiş olup, elde edilen veriler retensiyon, yoğunluk, liflere paralel basınç direnci, eğilme dayanımı ve elastikiyet modülü açısından değerlendirilmiştir.

Deneyler sonucunda hava kurusu yoğunluk değerleri, emprenye işleminin hem ağaç türüne hem de uygulama süresi ile çözeltinin konsantrasyonuna bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Sarıçam örneklerinde, 30 dakikalık %0,80 konsantrasyon uygulaması ile 0,53 g/cm³ ile en yüksek yoğunluk değeri elde edilirken, işlem süresinin uzatılması bazı konsantrasyonlarda yoğunluğu düşürmüştür. Kestane örneklerinde ise 6 saatlik %0,85 uygulama 0,68 g/cm³ ile en yüksek yoğunluk değerine ulaşmıştır. Bu sonuçlar, emprenye işleminin kısa süreli uygulamalarda sınırlı, orta süreli uygulamalarda ise daha etkin olduğunu göstermektedir. Genel olarak kestane odunu, sarıçama kıyasla daha yüksek yoğunluk artışı göstermiştir.

Tam kuru yoğunluk ölçümleri, emprenye işleminin ahşabın kuru ağırlığını anlamlı biçimde artırdığını ortaya koymuştur. Sarıçam örneklerinde 24 saatlik %0,85 uygulama ile 0,61 g/cm³ değerine ulaşılmış, kontrol değerinin (0,53 g/cm³) üzerine çıkmıştır. Kestane örneklerinde ise 6 saatlik %0,80 uygulama 0,68 g/cm³ ile maksimum yoğunluk göstermiştir. Bu bulgular, emprenye süresi ve çözelti konsantrasyonunun tam kuru yoğunluğu artırıcı etkisini net biçimde ortaya koymaktadır. Ayrıca türler arası farklar, odunların anatomik ve mikroyapısal özelliklerinin yoğunluk artışında belirleyici olduğunu göstermektedir.

Retensiyon miktarları, emprenye maddesinin ahşap dokusuna nüfuz kapasitesini ortaya koyan önemli bir parametredir. Sarıçam örneklerinde uzun süreli ve yüksek konsantrasyonlu uygulamalarda 67,72 kg/m³ (%17,42) ile en yüksek retensiyon elde

edilmiştir. Kestane odununda ise orta süreli ve yüksek konsantrasyon uygulamaları daha etkin olmuş ve $45,26 \text{ kg/m}^3$ (%7,91) değerine ulaşılmıştır. Bu sonuçlar, sarıçamın iğne yapraklı yapısı sayesinde uzun süreli uygulamalarda daha fazla madde tutabildiğini, kestanenin ise orta süreli uygulamalarda optimum performans gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Emprenye işlemleri, eğilme direnci üzerinde tür ve uygulama parametrelerine bağlı olarak farklı etkiler yaratmıştır. Sarıçamda kısa süreli düşük konsantrasyon (%0,75) uygulaması ile $116,7 \text{ N/mm}^2$ değerine ulaşılmış, uzun süreli orta konsantrasyonlu uygulamalar da direnci artırmıştır. Kestane odununda ise kısa süreli yüksek konsantrasyon (%0,85) ile $99,15 \text{ N/mm}^2$ ile maksimum değer sağlanmış, 6 saatlik uygulamalarda direnç düşmüş, 24 saatlik uygulamalarda kısmi toparlanma gözlenmiştir. Bu bulgular, emprenye parametrelerinin eğilme direnci üzerinde doğrudan etkili olduğunu ve türler arası farklılıkların önemini vurgulamaktadır.

Basınç direnci değerleri sarıçamda $44,75\text{--}61,22 \text{ N/mm}^2$, kestanede ise $40,00\text{--}61,42 \text{ N/mm}^2$ arasında değişmiştir. Sarıçamda 30 dakikalık %0,80 uygulama ile en yüksek direnç sağlanmış, 6 saatlik uygulamalarda düşüş, 24 saatlik uygulamalarda ise kısmi toparlanma görülmüştür. Kestane odununda ise orta süreli %0,80 konsantrasyon uygulamaları en yüksek direnç değerini ortaya koymuştur. Bu sonuç, emprenye kimyasının odun liflerine nüfuz etmesinin mekanik dayanıklılığı artırabileceğini, ancak uygulama süresi ve konsantrasyonun yanlış seçilmesi durumunda direnç üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini göstermektedir.

Sarıçam ve kestane örneklerinde elastikiyet modülü değerleri $5130\text{--}10.541 \text{ N/mm}^2$ aralığında değişmiştir. Sarıçamda kısa süreli düşük konsantrasyon uygulamaları ve orta süreli %0,80 uygulamaları yüksek elastikiyet sağlarken, %0,85 konsantrasyonlarda düşüş görülmüştür. Kestane odununda ise kısa süreli uygulamalarda elastikiyet modülü kontrol seviyelerine yakın veya üzerinde iken, 6 saatlik orta-yüksek konsantrasyon uygulamalarında belirgin düşüşler yaşanmıştır. 24 saatlik uygulamalarda kısmi toparlanma görülmüştür. Bu bulgular, emprenye işleminin ahşabın rijitliği üzerinde tür ve uygulama koşullarına bağlı olarak değişken etkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Yoğunluk artışının olumlu olduğu durumlarda, yüksek konsantrasyon ve uzun işlem süresi tercih edilebilir; ancak bu koşullar her ağaç türünde aynı sonucu vermediğinden, her tür için işlem parametrelerinin ayrı ayrı optimize edilmesi gerekmektedir. Retensiyon değeri yüksek olan türler, özellikle dış mekân koşullarına karşı daha dayanıklı hale gelmekte olup, dış ortamda kullanılacak ahşaplarda bu türlerin tercih edilmesi önerilmektedir. Retensiyon değeri düşük olan türlerde ise ön işlemler veya farklı kimyasal kombinasyonlar ile etkinliğin artırılması mümkündür. Eğilme direncinde azalma gözlenen türlerde daha düşük konsantrasyonlu çözeltiler kullanılması tavsiye edilmekte, yapısal uygulamalarda dayanım kritik bir parametre olduğundan, bu özelliğin olumsuz etkilendiği durumlarda emprenye koşullarının titizlikle seçilmesi gerekmektedir. Elastikiyet modülündeki değişkenlik de uygulamanın her tür için ayrı değerlendirilmesi gerektiğini göstermekte olup, özellikle yük taşıyan yapılarda kullanılacak ahşaplarda işlem koşullarının standartlaştırılması ve güvenlik katsayılarının buna göre belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma, emprenye işlemlerinin farklı türlerde nasıl sonuçlar verdiğini karşılaştırmalı olarak ortaya koyması bakımından literatüre katkı sağlamaktadır. Elde edilen bulgular, hem endüstriyel uygulamalarda uygun tür ve işlem parametrelerinin seçilmesine hem de dayanıklılığı artırılmış ahşap malzeme üretimine yön verebilir.

Bununla birlikte, çalışma yalnızca belirli türler ve belirli emprenye koşulları ile sınırlıdır. Gelecek araştırmalarda daha geniş tür yelpazesi, farklı kimyasal maddeler ve alternatif emprenye yöntemleri (örneğin vakum-basınç sistemleri veya nano-partikül bazlı çözeltiler) değerlendirilmelidir. Ayrıca uzun vadeli dayanıklılık testleri, çevresel etkiler (nem, sıcaklık, biyolojik bozunma vb.) ve ekonomik analizler de yapılmalıdır. Böylece hem laboratuvar koşullarında hem de saha koşullarında emprenye işlemlerinin performansı daha kapsamlı şekilde ortaya konulabilecektir.

KAYNAKLAR

- Alkan, E. (2016). *Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam (Pinussylvestris L.) odununun fiziksel ve mekanik özelliklerinin incelenmesi*, Yüksek lisans tezi, Gümüşhane Üniversitesi.
- Alpay Ölmez, S. (2020). *Çeşitli tıbbi aromatik bitki ekstraktlarının ahşap endüstrisinde değerlendirilme olanakları*, Yüksek lisans tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi.
- Atılğan, A., ve Peker, H. (2012). Çeşitli emprenye maddelerinin mobilya ve yapı endüstrisinde kullanılan odun türlerinin bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri.
- Atılğan, A., Ersen, N., ve Peker, H. (2013). Çay bitki ekstraktı ile muamele edilen odun türlerinde retensiyon değerleri.
- ASTM-D 1413-76. (1976). *Standard test methods of testing wood preservatives by laboratory soil-block cultures*. Annual Book of ASTM Standards (pp. 452–460).
- Bayraktar, D. K. (2023). *Sodyum bikarbonat (NaHCO₃) ile yüzeyleri aşındırılan ve emprenye edilen bazı odun türlerinde doğal yaşlandırma işleminin fiziksel ve mekanik özelliklere etkisi*, Doktora tezi, Kastamonu Üniversitesi.
- Ceylan, Ş. (2020). Işgın bitki (antioksidan/antibakteriyel) özütünün ahşap endüstrisinde (mobilya/inşaat) kullanılabilme olanakları (Bilimsel Araştırmalar Projesi 2017.M82.02.02), Artvin Çoruh Üniversitesi. <https://iksadyayinevi.com/wp-content/uploads/2024/12/CURRENT-AGRICULTURAL-STUDIES-in-TURKIYE-RESEARCH-and-REVIEWS-III.pdf#page=94>
- Çakal, S. (2018). *Emprenye/difüzyon sürelerinin Doğu ladini (Piceaorientalis L.), Yüksek lisans tezi*, Artvin Çoruh Üniversitesi.
- Güray, E., Ceylan, E., Demirci, S., ve Kasal, A. (2020). Seçilmiş sert ağaçların eğilme dirençlerinin kesit geometrisi ve kuvvet uygulama yönüne göre araştırılması. VI. *International Furniture Congress*, Trabzon.
- Kartal, S. N. (2016). Tarihi ahşap yapılarda biyotik/abiyotik bozunmalar ve koruma/bakım önlemleri. *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, 16, 51–58. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/807587>
- Kartal, S. N., & Unamura, Y. (2004). Borlu bileşiklerin emprenye maddesi olarak ağaç malzeme ve kompozitlerde kullanılması (pp. 333–338).
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM). (2020). *2020 Türkiye orman varlığı*. <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz/Turkiye-Orman-Varligi>
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM). (2025). *Sarıçam (Pinussylvestris)*. <https://www.ogm.gov.tr/tr/yararli-bilgiler/haftanin-agaci/saricam>
- Önduran, A. (2015). *Endüstriyel ahşap doğrama performansına ısı işlem ve emprenye işleminin etkilerinin araştırılması*, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi.
- Örs, Y., Atar, M., & Peker, H. (2001). Okaliptus (*Eucalyptuscomaldulensis* Dehn.) odununun yanma özellikleri. *Journal of Engineering Sciences*.

- Özçifçi, A., & Batan, F. (2009). Bor yağının ağaç malzemenin bazı mekanik özelliklerine etkisi.
- Özdemir, B. (2018). *Ahşapta emprenye edilebilme özelliği ve teknolojik özellikler üzerine etkisi*. Yüksek lisans tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi.
- Özkan, Z. C., ve Akbulut, S. (2014). *Ormancılık uygulamaları ders notları*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi.
- Öztürk, H. (2024). *Ahşap emprenyesi üzerine yapılan çalışmaların analizi*. Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi.
- Şimşek, H., Yılmaz, F., Baysal, E., Toker, H., Göktaş, O., Çolak, M., & Peker, H. (2009). Borlu bileşiklerle muamele edilen ağaç malzemenin tam kuru yoğunluk değerleri ve çürüklüğe karşı direnci, 1, 603–614.
- Tan, H. (2022). Ecological approach to the restoration and preservation of historical wood material: Natural mussel shell impregnation and combustion (TGA) analysis. *BioResources*, 17(3), 6832. <https://www.proquest.com/openview/8eb2c4c80f97a8272601c20aff4960f3/1?pq-origsite=gscholar&cbl=5038271>
- Tülüce, A. S. (2021). *Tıbbi aromatik bitki ekstraktı ve su bazlı vernik uygulamasında ahşap malzeme de teknolojik özelliklere etkisi*. Yüksek lisans tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi.
- Türk Standartları Enstitüsü. (2021a). *TS ISO 3129: Odun – Küçük kusursuz odun numunelerinin mekanik ve fiziksel muayenesi için genel gerekler ve numune alma yöntemleri*.
- Türk Standartları Enstitüsü. (2021b). *TS ISO 13061-2: Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri – Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri – Bölüm 2: Fiziksel ve mekanik deneyler için yoğunluğun belirlenmesi*.
- Türk Standartları Enstitüsü. (2021c). *TS ISO 13061-3: Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri – Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri – Bölüm 3: Statik eğilmede nihai mukavemet tayini*.
- Türk Standartları Enstitüsü. (2021d). *TS ISO 13061-4: Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri – Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri – Bölüm 4: Statik eğilmede elastikiyet modülünün tayini (Tadil 1)*.
- Türk Standartları Enstitüsü. (2021e). *TS ISO 13061-6: Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri – Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri – Bölüm 6: Liflere paralel nihai çekme geriliminin tayini*.
- Ulusoy, H., ve Peker, H. (2020). Tıbbi aromatik bitki çirişotu (*Asphodelinetaurica*) özütünün kayın odununda emprenye edilebilme yeteneği ve bazı teknolojik özelliklere etkisi. *European Journal of Science and Technology*, 199–203. <https://doi.org/10.31590/ejosat.779692>
- Ursavaş, S., & Söyler, R. (2015). Orman Bölge Müdürlüğü bazında hasat edilen karayosunlarının miktarları ve satış rakamları. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15(2). <https://doi.org/10.17475/kuofd.12745>
- URL 1. (2025). Kestane ağacı özellikleri ve yetiştigi yerler. *Doğa Dergisi*. <https://dogadergisi.com/kestane-agaci-ozellikleri-ve-yetistigi-yerler/>
- URL 2. (2025). Kestane. *Selim Ormancılık*. <https://www.selimormancilik.org/2025/01/kestane.html>
- URL 3. (2024). Kara yosunları. *Vikipedi*. https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=Kara_yosunlar%C4%B1&oldid=33759769

URL 4. (2025). Bitki ekstraktı nasıl çıkarılır? – Bitki ekstresi.
<https://bitkiekstresi.wordpress.com/bitki-ekstrakti-nasil-cikarilir/>



ÖZGEÇMİŞ

Fotoğraf

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : BOZKURT Görkem
Uyruğu :
Doğum tarihi ve yeri :
Medenî hali :
Yabancı Dili :
Telefon :-
Faks : -
e-posta :

Eğitim

<u>Derece</u>	<u>Eğitim Birimi</u>	<u>Mezuniyet Tarihi</u>
Lisans		
Yüksek Lisans		