

Geçmişten Günümüze Kullanılan Ahşap Koruyucuların Çevresel Etkileri

Betül Nur HÜLAGÜ* ve Nazire Papatya SEÇKİN**

* Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi
İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0002-5596-1373
bnhulagu@gmail.com

** Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi
İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0001-7404-4426
papatya.seckin@msgsu.edu.tr

Araştırma makalesi

Geliş: 02/10/2022

Son düzenleme sonrası geliş: 13/12/2022

Kabul: 20/01/2023

Yayımlanma: 23/06/2023

Öz

Ahşap eski çağlardan günümüze kadar sıkça tercih edilen bir yapı malzemesi olmuştur. Fakat ahşabı besin maddesi olarak gören biyolojik canlılar ve çevresel faktörler nedeniyle mekanik ve fiziksel hasarlara uğrayabilmektedir. Ahşapta oluşan hasarları engellemek için birçok medeniyet farklı yöntemler kullanmıştır. Çinlilerin tuzlu suyla, Yunanlıların sedir ve zeytinyağıyla, Vikinglerin hayvansal yağlarla ve Osmanlılarınsa zift ve halat parçalarıyla ahşabı korumaya çalıştıkları bilinmektedir. Geçmiş dönemlerde kullanılan ahşap koruyucuların çevresel etkileri her ne kadar az olsa da teknoloji ve sanayinin gelişmesiyle daha uzun ömürlü ahşap malzemeye olan talep ve ihtiyaç artmıştır. Özellikle, kullanılan kimyasal ürünler malzemenin hizmet ömrünü uzatmakta fakat çevresel zararlara ve hastalıklara neden olmaktadır. Arsenik kullanımının cilt kanserine neden olabileceği, bakırın ise sulak alanlarda akma yaparak deniz canlılarına zarar verdiği bilinmektedir. Bununla birlikte belli başlı kanserojen kimyasalların kullanımı yasaklansa da günümüze bakıldığında hala bu ahşap koruyucular kullanılmaktadır. Güncel olarak kullanılan ahşap koruyucular her ne kadar ekolojik olarak adlandırılırsa da içeriğindeki maddeler incelendiğinde hedefte olmayan canlılara da zararlı olduğu görülmektedir. Bahsedilen başlıca zararlara bakıldığında yutulması ve solunması halinde ölümcül olabileceği ve hatta doğmamış çocuklara zarar verme ihtimalinin olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, geçmişten günümüze ahşap korumada kullanılan kimyasal maddelerin ve günümüzde tercih edilen yenilikçi koruyucuların çevresel zararları irdelenerek, bu zararları minimuma indirecek alternatifler üzerinde durulacaktır.

Anahtar kelimeler: Ahşap koruma, çevreci koruyucular, emprenye maddeler, emprenye zararları, çevresel kirlilik

Environmental Effects of Wood Preservatives Used from Past to Present

Betül Nur HÜLAGÜ* and Nazire Papatya SEÇKİN**

* Mimar Sinan Fine Arts University
İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0002-5596-1373
bnhulagu@gmail.com

** Mimar Sinan Fine Arts University
İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0001-7404-4426
papatya.seckin@msgsu.edu.tr

Research article

Received: 02/10/2022

Received in final revised form: 13/12/2022

Accepted: 20/01/2023

Published online: 23/06/2023

Abstract

Wood has been a frequently preferred building material since ancient times. However, it can be exposed to mechanical and physical damage due to environmental factors and wood-eating biological organisms. Many civilizations have used different methods to prevent damage to wood. It is known that the Chinese tried to protect the wood with salt water, the Greeks with cedar and olive oil, the Vikings with animal fat, and the Ottomans with bits of pitch and rope. Although the environmental effects of wood preservatives used in the past were minimal, the demand and need for more durable wood materials has risen as technology and industry have advanced. Particularly, the chemical compounds prolong the service life of the material, but also cause environmental damages and diseases. It is known that arsenic may cause skin cancer, and that copper causes damage to marine life by flowing in wetlands. Although the use of certain carcinogenic chemicals is prohibited, these wood preservatives continue to be employed today. The currently used wood preservatives are labelled “ecological”, yet an examination of their contents reveals that they are toxic to non-target creatures. Upon examining the components of commonly used wood preservatives, it has been observed that they can be fatal if swallowed and inhaled, and may even be dangerous to unborn children. In this study, the environmental impacts of the chemicals used in wood protection from the past to the present, as well as the new preservatives preferred today, will be analyzed, with an emphasis on alternatives that reduce these impacts.

Keywords: Wood preservatives, eco-friendly preservatives, impregnation materials, impregnation damages, environmental pollution

1. GİRİŞ

Çevresel kirliliğin her geçen gün arttığı 21. yüzyılda çevreci tasarımcılar doğal kaynakları tüketmeyen sürdürülebilir evlere yönelmiş, yapılarda ise malzeme seçimi bir o kadar önem kazanmıştır. Bu bağlamda ahşabın kolay geri dönüşmesi, çevresel kirlilik oluşturmaması ve gömülü enerjisinin az olması gibi öne çıkan özellikleri nedeniyle ahşaba yöneliş artmıştır. Her ne kadar çevre dostu bir malzeme olsa da ahşap korunmadığı zaman biyolojik ve diğer faktörler nedeniyle bozulmakta, bu da bakım-onarım maliyetini arttırmaktadır. Özellikle ahşap yapılar korunmadığında masraflar artmakta ve yapı sağlığı tehlikeye girmektedir. Bozulan ahşap yapılar giderek mekanik zayıflığa uğrar ve çevredeki yapıları da tehdit eder.

Ahşabın bozulmasına yol açan faktörler başlıca fiziksel faktörler (UV, asit yağmurları, rüzgarın yaptığı aşınma vb.), mekanik faktörler (yıpranma, kopmalar vb.), kimyasal faktörler (yangınlar, korozyonlar vb.) ve biyolojik faktörlerden (bakteri, mantar, termitler ve deniz canlıları vb.) oluşur. Şekil 1'de ahşap yapının açık hava şartlarından ve biyolojik faktörlerden dolayı bozulduğu ve uzun dönem yapıda bakım-koruma işlemlerinin yapılmadığı görülmektedir. Yüzyıllar öncesinde inşa edilen ahşap yapıların birçok olumsuz faktörün tehdidi altında olmasına rağmen günümüze kadar nasıl ulaştığı uzmanlar tarafından merak konusu olmuştur. Dünyanın en eski ahşap yapısı olarak kabul edilen Japonya'daki Horyuji Tapınağı (Cartwright, 2017), Norveç-Bryggen'de bulunan 12. yüzyıldan kalma 62 tane tarihi ahşap ev (UNESCO, 2021), Türkiye'de Selçuklu döneminde inşa edilmiş Beyşehir Eşrefoğlu Cami (Uzun, 2018), Göğceli Cami (Can, 2004) ve Afyon Ulu Cami (Uysal, 1993) günümüze kadar ulaşmış ahşap yapılara örnektir. Uzun dönemler boyunca ayakta kalmış ahşap yapılara bakıldığında ortak bir tasarım anlayışı görülmektedir. Ahşap yapının toprakla doğrudan temasının kesilmesi yapıya uzun bir kullanım ömrü sunmuştur. Özellikle tarihi ahşap yapılar taş ya da mermer üzerine oturtularak inşa edilmiş ve günümüze kadar ulaşmıştır.



Şekil 1. Bozulmaya uğramış ahşap yapı örneği (Betülner Hülagü, 2019)

Tasarımsal korumanın dışında yüzyıllar boyunca insanoğlu farklı yöntemlerle ahşabı korumayı denemiştir. M.Ö. 5000 yıllarında insanoğlu, mezarlarında termit ve mantarlara dayanıklı ağaç türünün kullanılması gerektiğini biliyordu (Unger vd., 2001). Birçok farklı kutsal kitapta Nuh'un, gemisini saç ya da abanoz ağacından yaptığı, önce kurutup ardından

katranladığı yazılmaktadır (Köksal, 2016; Unger vd., 2001). Çinlilerin deniz suyu veya tuzlu suyla ahşabı korumaya çalıştığı bilinmektedir (Suolahti, 1961). Tarihte korumada kullanılmış bir diğer yöntem ahşabı kısmen yakarak kömürleştirme işlemidir. Efes'te bulunan Diana Mabedi'nin zemininde bulunan ahşap direkler buna örnektir. M.Ö. 500 yıllarında ise eski Yunan Uygarlığı ahşaba delik açarak sedir ve zeytinyağını nüfuz ettirmişlerdir. Romalılar ahşap yapılarını alüminyum ile sararak yangına karşı önlem almışlardır (Bozkurt vd., 1993).

Vikingler 8. ve 11. yüzyıllar arasında hayvanların yünü katran ya da hayvansal yağ ile karıştırarak gemi ve sandallarındaki boşluklara uygulamışlardır (Royal Museums Greenwich, 2020). Osmanlıdaki gemi ve sandallarda ise suyun geçişini engellemek için halat parçaları, keten ya da kenevirle boşlukların doldurulduğu; son olarak da hidrofobikliği arttırmak için yüzeye zift sürüldüğü ve yağlandığı bilinmektedir (Bostan ve Özbaran, 2009).

Leonardo da Vinci'nin (1452-1519) resimlerinde kullandığı ahşap panellerini cıva(II) klorür ve arsenik(III) oksit ile kapladığı bilinmektedir (Unger vd., 2001). Alman kimyager Johann Glauber 1657 yılında odun destilasyonu sonucu oluşan asidi bulmuştur (Bozkurt vd., 1993). 18. yüzyılda bakır madeninde bulunan kütüklerin vitriol çözeltilisine temas ettiği takdirde bozulmadığını tespit etmişlerdir (Kaila, 2000). Yine 18. yüzyılda cıva klorür ve bakır sülfat ahşap koruyucu olarak önerilirken 1815'de çinko klorür önerilmiştir (Freeman vd., 2003). 1853 yılında İngiliz mühendis Tredgol, kaynamış bezir yağı ve zift sıcak halde ahşaba uygulandığında ahşabın korunacağını belirtmiştir. Benzer koruma biçimi 19. yüzyıla tarihlenen Çağlayan Kasrı'nda da uygulanmıştır (Acar, 2015).

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, her ne kadar geçmişte zararlı diye vazgeçilen koruyucular artık kullanılsa da günümüzde aktif olarak kullanılan çevreye zararsız ve ekolojik olarak nitelendirilen ahşap koruyucuların da içerisinde zararlı bileşenlerin olduğunu ve ekolojik olmadığını göstermek amaçlanmıştır. Bu bağlamda geçmişten günümüze kullanılmış ahşap koruyucuların gelişim süreçlerine değinilmiş olup, geçmiş yıllarda kullanılan kimyasallardan neden vazgeçildiği ve bu kimyasalların çevresel etkileri incelenmiştir. Piyasada genellikle Avrupa ülkelerinde ve İngiltere'de aktif olarak kullanılan ahşap koruyucuların marka ismi verilmeksizin her biri kod adı kullanılarak isimlendirilmiştir (Koruyucu 1-5). Ardından koruyucuların içerisindeki bileşenler ve olası zararlı etkileri belirtilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda çevreye zararsız olarak nitelendirilen koruyucuların zararsız olmadığı görülmüş, daha ekolojik ve zararsız alternatif koruyuculara değinilmiş, günümüzdeki toksik koruyucular yerine bazı öneriler getirilmiştir.

3. EMPRENYE GELİŞİM DÖNEMİ

Sanayi ve teknolojinin gelişmesiyle ahşap telefon direkleri ve traverslere olan ihtiyaç artmış, özellikle açık hava şartlarına dayanıklı ahşap koruyucular aranmıştır. Ahşap koruyucuların ahşaba uzun hizmet ömrü sunarken hedefte olmayan canlılara zarar vermemesi, mantar ve böceklerle karşı zehirli olması, metallerle korozyonu engellemesi, açık hava şartlarına dayanıklı olması, kolay taşınabilmesi ve ekonomik olması gerekmektedir. Bu araştırmalar doğrultusunda 1836 yılında kömür destilasyonu sonucu elde edilen kreozot uygulanmıştır (Unger vd., 2001). Yağ bazlı emprenye maddeleri arasında en çok kullanılan kreozot, mantar, böcekler ve deniz canlılarına karşı oldukça zehirlidir. Metallerle korozyon oluşturmaz.

Ahşaptaki mantar oluşumunu engellemek için en çok kullanılan organik çözücülü emprenye maddelerinden PCP'nin (pentaklorfenol) patenti 1928'de alınmıştır (Freeman vd., 2003). Böcek ve mantarlara karşı zehirlilik etkisi çok yüksek olan PCP, metallerle korozyon oluşturmaz ve yıkanmaz. Kullanılmış olan diğer organik çözücülü emprenye maddeleri arasında TBTO (tribüttilin oksit), naftenatlar ve bakır 8-kinolinolat sayılabilir. Organik çözücülü emprenye maddeleri mantarlara karşı üstün dayanıklılık gösterir ve yağmurda akmaz. Fakat petrol türevinden elde edildiği için maliyeti oldukça yüksektir. Tekne gövdelerinde en yaygın kullanılan ahşap koruyucu madde TBTO'dur. Bakır naftenat ise 1889 yılından beri kullanılmaktadır (Freeman vd., 2003). 1933 yılında Hintli bilim adamı su bazlı emprenye maddelerden CCA (bakır, krom, arsenik) formülünü icat etmiştir. 10 yıl boyunca ahşapta üstün performans sağlamıştır (Laks, 1991). Diğer su bazlı emprenye maddelere örnek olarak ACA (amonyaklı bakır arsenik), ACZA (amonyaklı bakır çinko arsenik), CCB (bakır-krom-bor), ACQ (amonyak-bakır-quat) verilebilir.

İlk olarak 1851 yılında alev geciktirici olarak denenen bor (Bub-Bodmar ve Tilger, 1922, aktaran Unger vd., 2001: 181), ahşap koruyucu olarak 1939-1945 yılları arasında bakır-krom-bor CCB bileşiğinde uygulanarak başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Richardson, 1993, aktaran Unger vd., 2001: 181). Günümüzdeyse bor minerallerinden boraks ve borik asit sıkça tercih edilir. Aynı zamanda metallerle korozyon oluşturmeyen bor, ahşaba zarar veren biyolojik canlılara karşı da oldukça etkilidir. Ahşaba uygulanan bor ahşaptan kolaylıkla yıkanabilir. Borun akmasını engellemek içinse bor mineralleri petrolle karıştırılmıştır. Elde edilen bu organik borlu bileşiklerin petrol kullanımına bağlı olarak maliyeti ve yanıcılık özelliği artmaktadır (Hülagü, 2021). Bundan dolayı günümüzde organik borlu bileşikler çok sık tercih edilmemektedir.

4. EMPRENYE MADDELERİN ÇEVRESEL ETKİLERİ

Küresel ısınmanın ciddi boyutlara ulaşması ve kaynakların telafisi olmayacak şekilde tüketilmesi sadece insanları değil tüm canlıları etkilemektedir. Ahşabı korumak için kullanılan emprenye maddeleri, bir yandan ahşabın hizmet ömrünü uzatırken, bir yandan da çevresel zararlara sebep olmaktadır. Bu nedenle birçok ülkede çevreye zararlı olduğu kanıtlanmış kimyasal karışımlar yasaklanmıştır. Bununla birlikte bu zararlı maddeler seyreltilmiş halde bileşiklerde yer almakta ve nispeten zararsız olarak ifade edilmektedir.

Emprenye maddelerinin taşınırken dökülmesi, toprakla temasında toprağa geçmesi, sıcakta ahşaptan sızması, yıkandığı takdirde yer altı sularına karışması ekolojik açıdan ciddi riskler taşımaktadır. Özellikle içme suyu olarak kullanılan yer altı sularının temizlenmesi oldukça maliyetlidir. Birçok ülke emprenye maddelerden dolayı yer altı kaynaklarının kirlendiğini belirtmiştir (Thomasson vd., 2015). Ülkemiz gibi yer altı sularını içme suyu olarak kullanan ülkelerde yer altı sularını temizlemek oldukça maliyetlidir. Ayrıca arsenikli toprakta yetişen sebze-meyve gibi bitkilerin tüketilmesi sonucu insanlara da arsenik geçebilmektedir (Williams vd., 2007).

4.1. Kreozot

Kreozot geçmiş yıllarda oldukça kullanılmış ve tercih edilmiştir. Ahşap ömrünü açık hava şartlarında 90 yıldan fazla, denizde ise 40 yıldan fazla uzatmaktadır (Bozkurt vd., 1993). Fakat yapısından dolayı kreozot zehirli duman içermekte, kötü kokmakta, yağlı olduğundan boyanmamakta ve sıcak havalarda sızma yapmaktadır. Sadece gazının solunumunda ya da

gözle temasında ciddi tahrişlere yol açabilmekte, cilde doğrudan temasındaysa ciltte yanıklar oluşabilmektedir (Cichowlaz, 2005).

Her ne kadar kreozot biyolojik olarak parçalansa da içerisinde bulunan aromatik hidrokarbonlar (PAH) kanserojen bir yapıya sahiptir (Thomasson vd., 2015). Ayrıca kreozota maruz kalan laboratuvar hayvanlarında kansere yol açtığı, temas halinde olan işçilerde ise cilt kanserinin görüldüğü EPA (1984) (Environmental Protection Agency) tarafından belirtilmiştir. Günümüzde artık kullanılsa da geçmiş yıllarda çokça tercih edilen traversler, elektrik direkleri gibi kreozotla işlem görmüş milyonlarca atık ahşap vardır. Kreozot sıcakta ahşaptan sızdığı ve zehirli gaz çıkışı olduğu için depolanma sırasında ya da sonradan kullanım aşamasında çevreye ve insan sağlığına büyük zararları vardır.

4.2. PCP ve TBT

Pentaklorfenol (PCP) binalarda kullanımı giderek azalan, böcek ilacı kategorisinde yer alan, kanserojen bir maddedir. Direk temasında yanıklar oluşabilmekte, teneffüsündeyse tahriş edici olabilmektedir. Doğrudan yutma, solunum ve doğrudan temas halinde bulantı, terleme, ateş gibi bulgulara rastlanmıştır. Yüksek miktarda maruz kalındığındaysa kişide koordinasyon kaybı ve hatta ölüm ile sonuçlanabilmektedir. Uzun vadede ise anemi, karaciğer hastalığı gibi problemlere neden olmaktadır (Cichowlaz, 2005).

PCP'ye sulak bölgede kullanıldıktan 6 ay sonrasında bile göllerde ve balıklarda rastlanmıştır. Ayrıca milyarda biri bile farklı somon ve ton balıklarını öldürecek zehirliliktedir (Cichowlaz, 2005). PCP'den çıkan atık sular çevresel kirliliğin başında gelmektedir. Amerika'da PCP çözeltilisinin nehre karışması sonucu 2 milyon balığın öldüğü kaydedilmiştir (Bozkurt vd., 1993). Her ne kadar sulak alanlarda kullanıldığında çok ölümcül olsa da pentanın topraktaki mikroorganizmalar tarafından parçalandığı ve 9 ay sonra eser miktarda görüldüğü belirtilmiştir (Thomasson vd., 2015).

Tribütilkalay (TBT) genellikle deniz ulaşım araçlarını yumuşakçalardan korumak amacıyla kullanılmaktadır. Doğrudan temasında ciltte yanıklar oluşturmaktadır (Goh, 1984). Metabolik bozukluklara, kas zayıflığına, bağırsak iltihabına, karaciğer ve böbrek hasarına neden olur (Unger vd., 2001). Gemilerin olduğu alanlarda TBT değerinin suda yüksek olduğu, benzer seviyenin istiridye ve midyelerde de bulunduğu tespit edilmiştir (Callow, 1990). Bu durum midye ve istiridye tüketicilerinin bazılarını zehirlemiştir. Ayrıca TBT maddesinin, midye ve istiridyelerin çoğalmasını engellediği ve büyümesini ise yavaşlattığı tespit edilmiştir (Thain ve Waldock, 1986).

Fransa'da 1954 yılında kullanılan ve içerisinde tritilikalay bulunan "stalinon" adlı ilaçtan 217 kişi zehirlenmiş, 100 kişi ölmüştür. Bu durum organokalay bileşiklerin çevresel etkilerinin incelenmesinde önemli bir rol oynamıştır (Stoner vd., 1955).

4.3. Arsenik (As)

Arsenik her ne kadar kuvvetli bir koruyucu olsa da çevreye olan zararlarından dolayı EPA, 2003 yılında arsenik içeren CCA kullanımını Amerika'da yasaklamıştır. Yasaklanmadan önce piknik ve oyun alanlarında fazlasıyla kullanılmış olan arsenik yerine yeni yapılacak olan açık alanlarda bor içerikli koruyucular, plastikler ya da metaller tercih edilmeye başlanmıştır. İnorganik bileşik olan arseniğin yutulması halinde bulantı, baş dönmesi ve kas spazmı gibi bulgular gözlemlenirken uzun vadeli etkilerde ise tırnak ve saç kaybı, anemi ve karaciğer hasarı ortaya çıkabilmektedir (Cichowlaz, 2005). Bir ahşap direğin empenyesinde 27 gram

arsenik kullanılmaktadır. Bu da 250 insanı öldürmeye yetecek zehirliliktedir (Anonim, 2008, aktaran Şen ve Yalçın, 2009: 95).

Demiryolu traverslerine uygulanan tuz, arsenik ve cıva klorürün süblimleşmesinin ardından büyükbaş hayvanlar yaladığında ölümlerine sebep olup, kilometrelerce ölü hayvan sürüsünün olduğu kayıtlara geçmiştir (Graham, 1973).

Yapılan bir araştırmaya göre hayvanat bahçesinin çitlerinde kullanılan arsenik, timsahların yumurtalarında, hayvan yemlerinde, toprakla temaslı olduğu yerlerde, 4 farklı endemik kuşun tüyünde, maymunların ve kirpilerin üzerinde tespit edilmiştir. Ayrıca nesli tükenmekte olan 43 kuş cinsinde ve memelilerde görülmüştür. Tespit edilen bu arsenik değerinin Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansına (USEPA) göre yüksek olduğu; sadece maymun saçında bulunan arsenik değerinin, referans değerine kıyasla 30 kat fazla olduğu bilinmektedir (Gress vd., 2016).

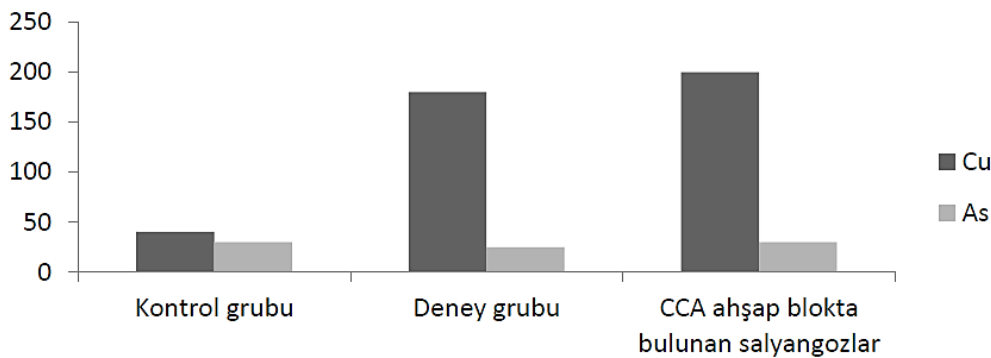
Arseniğe maruz kalan kişilerde kanser etkisi 15-20 yıl sonra ortaya çıkmaktadır. Ulusal Kanser Enstitüsü tarafından yapılan çalışma, Amerika'da 1970 yıllarında arsenikli oyun park alanlarına maruz kalan kişilerde 20 yıl sonraki kanser vaka sayısı ile diğer dönemlerdeki vaka sayısının çok farklı olmadığını belirtmiştir. Bu veriler, kanser olup, Ulusal Kanser Enstitüsüne kayıt olmayan insanların varlığı da baz alınarak düşünülmelidir (West, 2004).

4.4. Bakır (Cu)

Arsenik doğaya ne kadar zararlıysa bakır da suda kullanıldığında aynı zararı göstermektedir. Bakır memelilerde diğer kimyasallara göre daha az zararlı olsa da deniz canlıları için zehirli olmaktadır. Bu durum birçok çevreci tarafından tepki çekmekte ve eleştirilmektedir (Wood Preservers Institute, 2012). Özellikle tarihi yapılarda uygulanan koruma çalışmalarında ahşabın renginin değişmesi ve şişmesi nedeniyle bakır bazlı ahşap koruyucuların kullanımından kaçınılmalıdır (Unger vd., 2001).

Yapılan bir araştırmada, 8 hafta boyunca, deney grubundaki salyangozlara CCA ile işlem görmüş ahşapta bulunan istiridyeler; kontrol grubundaki salyangozlara ise kayalarda duran istiridyeler verilmiştir. Deney grubunda bulunan salyangozlarda kontrol grubuna kıyasla 4 kat daha fazla bakır görülmüştür (Çizelge 1). Ayrıca deney grubundaki salyangozların bakır seviyesi CCA'lı ahşap üstünde duran salyangozların bakır seviyesine yaklaşmıştır (Weis ve Weis, 1992).

Çizelge 1. Farklı ortamlardaki salyangozların metal birikimi



Çizelge 1'de CCA ile işlenmiş ahşabın üzerindeki algler salyangozlara besin olarak verildiğinde salyangozlarda bakır oranı çok yüksek ölçülmüştür. Buna ek olarak 30 yıl boyunca

toprakla temas halinde olan CCA'lı ahşap direkler incelendiğinde topraktaki bakır oranının arsenik ve kroma göre iki kat fazla olduğu görülmüştür (Degroot vd., 1979).

4.5. Atık Emprenyeli Ahşaplar

Gelişen teknoloji ve artan nüfus doğrultusunda işlenmiş ahşaba olan ihtiyaç da her geçen gün artmaktadır. Sadece İngiltere'nin ürettiği yıllık travers miktarı 1.3 milyondur. Amerika'da bir yılda 1.000.000 adetten fazla direk kreozotla, 2.6 milyon adet ise pentaklorfenol ile emprenye edilmiştir. Amerika bir yıl içerisinde 450.000 ton kreozot, 20.000 ton pentaklorfenol tüketmiştir (Bozkurt vd., 1993). Emprenyeli ahşaplar halka arz edilip satıldığında ihtiyaçlar doğrultusunda yakacak olarak bile kullanılmaktadır (Şen ve Yalçın, 2009). Ağır kimyasallar içeren bu ahşap malzemeler hizmet ömrünü doldurduktan sonra atık halde bulunmaktadır. Bu da ekolojik dengenin bozulmasında önemli rol oynamaktadır. Atık emprenyeli ahşaplar özellikle depolandıklarında yağmur sularıyla birlikte yer altı sularına karışabilmekte, toprağı verimsizleştirmektedir. Bu durum geri dönüşü olmayan çevresel kirliliklere, doğal tahribata yol açmaktadır. Özellikle CCA tuzları içeren ahşabın yakılmasında oldukça fazla zehirli arsenik gazı çıkmaktadır (Taşçıoğlu ve Tufan, 2011).

İşlenmiş ahşaptan kimyasalları uzaklaştırmayı denemek çevreyi oldukça kirletmektedir. Bundan dolayı birçok farklı ekolojik geri dönüştürme yöntemleri aranmıştır. Çimentoyla emprenyeli ahşabın karıştırılarak yonga levha üretimi, farklı kimyasallar veya biyolojik canlıları kullanarak kimyasalları ayrıştırmak, işlenmiş ahşabı soyarak ham ahşap elde etmek ya da atık ahşaplardan saf kömür elde etmek gibi birçok farklı geri dönüştürme yöntemleri bulunmaktadır (Clausen, 2000; Şen ve Yalçın, 2009; Felton ve DeGroot, 1996).

4.6. Günümüzde Kullanılan Ahşap Koruyucular

Günümüzde tercih edilen bor karışımları (CCB) ahşabın ömrünü uzatmakta, biyolojik faktörlere karşı etkili olmaktadır. AWWPA'ya (American Wood Protection Association) göre bor karışımlar suyun ve toprağın temas ettiği, tehlike sınıfının yüksek olduğu bölgelerde kullanılabilir (Obanda vd., 2008). Borlu bileşiklerin çevresel etkileri diğer kimyasallarla kıyaslandığında oldukça az ve ekolojiktir. Diğer kimyasalların aksine bor vücuda girdiğinde 24 saat içerisinde yaklaşık %90-95 kadarı idrarla atılır (Şaylı vd., 1998). Ayrıca borun doğrudan deri ile temasında emilmediği bildirilmiştir (Hansen vd., 1982). Borun ölümcül olabilmesi için yetişkin bireylerde en düşük alınan bor miktarının ancak 1-30 gr arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Nielsen, 2000). Bunun aksine yapılmış bir çalışmadaysa bor içeren gıdaların tüketimiyle kemik erimesinin önüne geçilebileceği belirtilmiştir (Nielsen ve Schuler, 1992; Demirtaş, 2010). Kreozot ve arseniğin tersine borun bazı kanser türlerini inhibe edebileceği yönünde bulgular mevcuttur (Korkmaz, 2016).

Ahşap korumada bor yerine arsenik içeren CCA bileşeninin hem insanlara hem de diğer canlılara zarar verdiği anlaşıldığında birçok ülkede kullanımı yasaklanmıştır. Fakat her ne kadar arsenik artık kullanılmasa da kullanılan diğer kimyasallar arsenik kadar zehirli olmaktadır. Günümüzde piyasada kullanılan ahşap koruyucuların bazıları kodlanarak verilmiş olup, içerikleri doğrultusunda çevresel etkileri incelenmiştir. İncelenen koruyucular günümüz piyasalarında Amerika, İngiltere ve İrlanda gibi ülkeler tarafından tercih edilmektedir. Çizelge 2'de günümüzde ahşap koruyucu olarak kullanılan koruyucuların zehirli içerikleri ve olası zararları verilmiştir (Legislation UK, 2023).

Aşağıda gösterilen numaralar Çizelge 2'deki olası zararları göstermektedir.

1: Yutulması ve solunum yollarına girmesi halinde ölümcül olabilir.

- 2: Yutulması halinde zararlıdır.
- 3: Ciddi cilt yanıklarına ve göz hasarına neden olur.
- 4: Cilt tahrişine neden olur.
- 5: Alerjik cilt reaksiyonuna neden olabilir.
- 6: Ciddi göz hasarına neden olur.
- 7: Ciddi göz tahrişine neden olur.
- 8: Solunması halinde toksiktir.
- 9: Solunması halinde zararlıdır.
- 10: Solunması, alerji astım semptomlarına veya solunum güçlüğüne neden olabilir.
- 11: Solunum yolu tahrişine neden olabilir.
- 12: Genetik kusurlara neden olabilir.
- 13: Kansere neden olabilir.
- 14: Doğmamış çocuğa zarar verme şüphesi vardır.
- 15: Uzun süreli veya tekrarlı maruz kalma sonucu organlarda hasara yol açar.
- 16: Sudaki yaşam için çok toksiktir.
- 17: Uzun süreli etkilerle sudaki yaşam için çok toksiktir.
- 18: Sucul ortamda uzun süre kalıcı, zararlı etkisi vardır.
- 19: Tekrarlanan maruz kalma ciltte kuruluğa veya çatlamaya neden olabilir.
- 20: Uyuşukluk veya baş dönmesine neden olabilir.

Çizelge 2. Günümüzde kullanılan ahşap koruyucuların içerikleri ve olası zararları (Legislation UK, 2023)

Ahşap Koruyucular	Zehirli İçerikler	Olası Zararlar
Koruyucu 1	Petrol	1, 12, 13
	Permetrin	2, 5, 9, 17, 18
	Formik asit	3
	Ftalik anhidrit	2, 4, 5, 6, 10, 11
	Alifatik çözücü	1
Koruyucu 2	Petrol naftası	1, 20
	Butil karbamat	2, 5, 6, 9, 11, 15, 16, 17
	Permethrin	2, 5, 9, 17, 18
Koruyucu 3	Propikonazol	2, 5, 16
	Sipermetrin	9, 11, 17, 18
Koruyucu 4	Alifatik hidrokarbonlar	1, 2, 15, 19
Koruyucu 5	Butil karbamat	2, 5, 6, 9, 11, 15, 16, 17
	Tebukonazol	2, 14, 16, 17
	Permethrin	2, 5, 9, 17, 18

Çizelge 2'de görüldüğü üzere günümüzde kullanılan koruyucuların içerisinde bulunan kimyasalların yan etkilerine bakıldığında Koruyucu 1, 2 ve 4'te yutulması ve solunum yollarına girmesi halinde ölümcül olabileceği görülmektedir. Bu da ne kadar zehirli olduğunu göstermektedir. Diğer yan etkilere bakıldığında genetik kusurlara ve kansere neden olabileceği (Koruyucu 1), doğmamış çocuğa zarar verme şüphesinin olduğu (Koruyucu 5), uzun süreli maruz kalma sonucunda organlarda hasara yol açtığı (Koruyucu 2, 4 ve 5) belirtilmiştir. Özellikle Koruyucu 2 dışındaki tüm koruyucuların sulak ortamda kullanıma elverişsiz olduğu ve sudaki yaşam için tehlike oluşturduğu görülmektedir.

Kimyasalların ahşabın ömrünü uzattığı gerçeği kadar çevresel zararları da kanıtlanmıştır. Ülkemizde ise genellikle su bazlı empenye maddelerden ACQ ve CCB kullanılırken nadiren de olsa CCA kullanılmaktadır. Arsenik içeriğinden dolayı CCA koruyucunun kullanılması hem insan sağlığını tehlikeye atmakta hem de çevresel zararları arttırmaktadır. Çizelge 3'te geçmişte sıkça kullanılmış ve halen kullanılmakta olan ahşap koruyucuların çevresel etkileri gösterilmektedir.

Çizelge 3. Sıkça kullanılmış ahşap koruyucuların çevresel etkileri

Ahşap Koruyucular	Çevresel Etkiler
M.Ö. ? Tuzlu Su	-
M.Ö. 500 Bitkisel yağlar	-
1836 Kreozot	Zehirli gaz salınımı, kanserojen, temas halinde ciltte tahriş ve yanmalar
1928 PCP -TBT	Deniz canlıları için yüksek toksik içermesi, yer altı sularının kirlenmesi
1933 CCA	Uzun vadeli arsenik ile temas olması halinde 15-20 yıl sonrasında cilt kanserinin görülmesi, yüksek zehirlilikte olması, sulak alanlarda kullanıldığında bakırın akması
1939-1945 CCB	Yangın sırasında yüksek zehirlilikte gaz salınımı, kolayca yıkanabilmesi

Çizelge 3'te görüldüğü üzere geleneksel yöntemlerle korunan ahşap malzemelerin herhangi bir çevresel zararı bulunmamaktadır. Korumayı güçlendiren kimyasallar kullanıldığında hedeftelenen canlılara ve doğaya geri dönüşü olmayacak zararlar vermektedir. Ayrıca günümüzde kullanılan koruyuculara bakıldığında (Çizelge 2) geçmişte kullanılan ağır kimyasallar kadar zehirli oldukları görülmektedir. Özellikle sadece kimyasala maruz kalan insanda değil, aynı zamanda doğmamış çocuğa zarar verme şüphesi (Koruyucu 5) de bulunmaktadır. Bu da günümüzde ekolojik olarak tercih edilen koruyucunun ne kadar zehirli olduğunu göstermektedir.

4.7. Alternatif Kullanılabilecek Koruyucular

Geleneksel koruma yöntemleri geçmiş zamanlarda sıklıkla kullanılsa da gelişen talep doğrultusunda ahşabın ömrünü daha da uzatmak için bu yöntemlerden vazgeçilmiştir. Kullanılan ağır kimyasalların ahşaba uzun yıllar hizmet ömrü sunsa da çevreye oldukça zararlı olduğu, diğer canlıları tehdit ettiği anlaşılmış ve yenilikçi, çevreye duyarlı ve kanserojen olmayan koruyucular aranmıştır. Bu araştırmalar doğrultusunda bitkisel yağların kullanımı tekrar önem kazanmıştır. Yapısından dolayı hidrofobik özellik gösteren yağlar ahşapta yüksek su iticilik sağlamakta, böylelikle ahşapta bulunan su oranı düşmektedir. Bu durum mantarların büyümesini ve oluşmasını engeller (Koski, 2008). Günümüzdeyse tarihi ahşap yapıların restorasyon çalışmalarında halen bezir yağı kullanılmakta, fırça yöntemiyle ahşap malzemenin dış yüzeyine uygulanmaktadır. Kullanılan yağlardan en çok bilineni bezir yağı (keten tohumu

yağı) olsa da diğer bitkisel yağlar üzerinde de çalışmalar yapılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Keten tohumu yağı ve nar çekirdek yağının kıyaslandığı bir çalışmada, iklimlendirme kabininde 600 saat bekletilmelerinin ardından nar çekirdek yağının bezir yağından daha iyi performans gösterdiği görülmüştür (Özgenç vd., 2013). Tall yağıyla (tallo) yapılan bir çalışmada ahşap direklerin 5 yıl boyunca toprakla teması sonrasında hiç bozulmadığı ve CCA kadar iyi koruma gösterdiği belirtilmiştir (Jermer vd., 1987, aktaran Tomak ve Yıldız, 2012: 147). Sedir yağının yer altı termitlerini bir hafta içinde tamamen öldürdüğü ve mantarların büyümesini inhibe ettiği gözlemlenmiştir (Eller vd., 2021; Adams vd., 1988). Fesleğen, tarçın, karanfil, keklik otu ve kekik yağları beyaz ve kahverengi çürükçül mantarın büyümesine engel olurken (Reinprecht vd., 2019), mısır anasonu, dereotu, sardunya, limon otu, biberiye, çay ağacı ve kekik yağları tüm mantarların büyümesini engellemiştir (Yang ve Clausen, 2007). Ayrıca ayçiçek yağıyla işlem gören ahşap numuneler işlem görmemiş numunelere kıyasla daha iyi UV performans göstermiştir (Nemeth vd., 2016).

Ahşap koruma tarihinde önemli bir yere sahip olan bitkisel yağlar özellikle insanların temas ettiği iç mekânlarda, mobilya, parke ve kaplama malzemelerinde tercih edilerek kullanım imkânı sunar. Tall yağı gibi dayanıklılığı kanıtlanmış yağlarsa dış mekân mobilyalarında, çitlerde ve dış kaplama alanlarında tercih edilebilir.

5. SONUÇ & TARTIŞMA

Geçmiş dönemlerde ahşabı korumak için kurutma, kömürleştirme ve çeşitli yağların uygulandığı ve bu yöntemlerin herhangi bir çevresel etkilerinin olmadığı bilinmektedir. Her ne kadar geleneksel yöntemler ahşapta belli başlı bir koruma sağlasa da zamanla akma, yanma ve bozulma gibi olumsuz örneklerle karşılaşmıştır. Teknoloji ve sanayinin gelişmesiyle ahşap koruma endüstrisinde de yeni yöntemler aranmıştır. Tüm dünya genelinde kreozot ve arsenik içeren CCA kimyasallarıyla işlem görmüş ahşaplar kullanılmış ve üstün performans sağlanmıştır. Ayrıca PCP çokça tercih edilmiş, özellikle TBT gemi ve sandallarda ahşap koruyucu olarak kullanılmıştır. Bu koruyucular sıkça kullanılmasına karşın kreozotun ve arseniğin yüksek kanser yapma riski ve diğer olumsuz özelliklerinden dolayı birçok insan tarafından tepki çekmiş ve kullanımı yasaklanmıştır. PCP ve TBT koruyucuların ise özellikle sulak alanlarda yüksek zehirlilik içermesi ve su altı yaşam için ölümcül olması bu kimyasalların artık tercih edilmemesinin en önemli nedenlerinden olmuştur.

Ayrıca geçmiş dönemlerde yüksek zehir içerdiği için birçok farklı kimyasaldan vazgeçilip günümüzdeki koruyucular tercih edilse de, aslında günümüzdeki koruyucuların içerisinde bulunan kimyasalların en az geçmişteki zehirli koruyucular kadar zararlı olduğu görülmektedir (Legislation UK, 2023). Ekolojik olarak adlandırılan bu koruyucuların bileşenlerine bakıldığında bunun aksi olduğu görülmektedir. Bu kimyasalların yutulması veya solunumu halinde ölümcül olabilmesi, kanserojen olması, su altı ekosistemine zararlı olması, doğrudan temasta cildin tahriş olması, yangın sırasında zehirli gazların salınımı gibi birçok olumsuz etkisi bulunmaktadır. Hizmet ömrünü tamamlayan emprenyeli ahşaplar yer altı sularını, bulunduğu toprağı ve zehirli gazlarla atmosferi kirleterek çevresel kirliliğe olan etkisini sürdürmektedir.

Özellikle ahşap koruyucu maddeler iç mekânda uygulanacaksa kanserojen maddeler olduğu göz önünde bulundurulmalı ve temas halinde uzun vadeli etkileri araştırılmalıdır. Bundan dolayı insanların çok temas halinde olduğu kullanım alanlarında alternatif koruyucu

olarak bitkisel yağlar düşünülmelidir. Böylece ahşap korumada kirliliğe yol açan faktörlerin bitkisel yağ kullanımı ile minimum düzeye indirilmesi sağlanacak ve ahşap temasında insan sağlığı açısından oluşabilecek zararlar azalacaktır.

Bilgilendirme / Teşekkür

Bu makale 2021 yılında Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Fiziği ve Malzemesi branşında danışmanlığını Prof. Dr. Nazire Papatya Seçkin'in yaptığı Betülünur Hülagü tarafından yazılan Ahşap Yapı Malzemesinin Korunmasında Çevreci Yaklaşım: Bitkisel Yağların Kullanılabilirliği adlı yüksek lisans tezinden türetilmiştir. Bu çalışma yazar tarafından Gelenekten Geleceğe Konferansı - Mimaride Ahşap konferansı kapsamında sunulmuştur. Aksi belirtilmediği takdirde makalede kullanılan şekiller ve çizelgeler belirtilen yazarlar tarafından, belirtilen tarihte üretilmiştir.

Çıkar Çatışması Bildirimi ve Sorumluluk Bildirimi

Bu makalede araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur, olası bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Makalede belirtilen tüm görüş ve düşünceler yazarların sorumluluğundadır, bu konuda derginin sorumluluğu bulunmamaktadır.

Makalede yer alan görsellerin kullanımına dair yasal izinlerin alınması yazarların sorumluluğundadır, bu konuda derginin sorumluluğu bulunmamaktadır.

Yazar Katkı Bildirimi

Bu bildirimde, ana fikrin belirlenmesi, metnin oluşturulması, değerlendirilmesi, basıma hazırlık gibi tüm aşamalar yazarlar tarafından ortak bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

Kitap

- BOSTAN, İ. ve ÖZBARAN, S., 2009. *Türk denizcilik tarihi*. İstanbul: Deniz Basımevi.
- BOZKURT, A., GÖKER, Y. ve ERDİN, N., 1993. *Emprenye tekniği*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi.
- CAN, Y., 2004. *Samsun yöresinde bulunan ahşap camiler*. İstanbul: Etüt Yayınları.
- CICHOWLAZ, S. D., 2005. *Wood preservation & Wood products treatment pest control study guide*. USA: Nevada state department of agriculture.
- KAILA, P., 2000. *Talotohtori – Rakentajan pikkujättiläinen*. 6. Baskı. Finlandiya: WSOY, Porvoo.
- KÖKSAL, M. A., 2016. *Peygamberler tarihi*. Ankara: Diyanet Vakıf Yayınları.
- SUOLAHTI, O., 1961. *Laho ja sen torjunta*. Finlandiya: WSOY, Porvoo.
- UNGER, A., SCHNIEWIND, A. P. ve UNGER, W., 2001. *Conservation of wood artifacts a handbook*. Almanya: Springer.
- WOOD PRESERVERS INSTITUTE, 2012. *Treated wood in aquatic environments*. Vancouver: Western Wood Preservers Institute
- ### **Kitapta bölüm**
- GRAHAM, R. D., 1973. History of wood preservation. İçinde: D. D. NICHOLAS, ed. *Wood deterioration and its prevention by preservative treatments*. New York: Syracuse University Press. s. 1-30.

Konferansta bildiri

UYSAL, Z., 1993. Afyon Ulu Câmii'nin ahşap üzerine boyalı nakışları. İçinde: SARLIK, M., 3. *Afyonkarahisar Araştırmaları Sempozyumu*, 22-24 Ekim 1993, Afyonkarahisar. Afyon: Afyon Belediyesi Yayınları. s. 236-248.

WEST, D. C., 2004. Health effects of preserved wood: relationship between CCA-treated wood and incidence of cancer in the United States. İçinde: *Environmental Impacts of Preservative -Treated Wood Conference*, 8-11 Şubat 2004, Orlando, Florida: Florida Center for Environmental Solutions. s. 189-195.

Dergide makale

ADAMS, R. P., MCDANIEL, C. A. ve CARTER, F. L., 1988. Termiticidal activities in the heartwood, bark/sapwood and leaves of juniperus species from the United States. *Biochemical Systematics and Ecology*. 16 (5), s. 453-456.

CALLOW, M., 1990. Ship foiling: problems and solutions. *Chemistry and Industry*. (5), s. 123-127.

CLAUSEN, C. A., 2000. Isolating metal tolerant bacteria capable of removing copper, chromium and arsenic from treated wood. *Waste Management and Research*. 18 (3), s. 264-268.

GOH, C. L., 1984. Irritant dermatitis from tri-N-butyl tin oxide in paint. *Contact Dermatitis*. (12), s. 161-163.

DEGROOT, R. C., POPHAM T. W., GJOVIK, L. R. ve FOREHAND, T., 1979. Distribution gradients of arsenic, copper, and chromium around preservative-treated stakes. *Journal of Environmental Quality*. 8 (1), s. 39-41.

DEMİRTAŞ, A., 2010. Bor'un insan beslenmesi ve sağlığı açısından önemi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 41 (1), s. 75-80.

ELLER, F. J., MANKOWSKI, M. E., KIRKER, G. T. ve SELLING, G. W., 2021. Effects of loblolly pine extract , primary and quaternary alkyl ammonium chlorides combined with burgundy oil from eastern red cedar against subterranean termites and wood-decay fungi. *BioResources*. 16 (1), s. 893-910.

FELTON, C.C. ve DE GROOT, R.C., 1996. The Recycling Potential of Preservative Treated Wood. *Forest Product Journal*, 46 (7/8), s. 37-46

FREEMAN M. H., SHUPE T. F., VLOSKY R. P. ve BARNES H. M., 2003. Past, present and future of the wood preservation industry. *Forest Products Journal*. 53 (10), s. 8-15.

GRESS, J., DA SILVA, E. B., DE OLIVEIRA, L. M., ZHAO, D., ANDERSON, G., HEARD, D., STUCHAL, L. D. ve MA, L. Q., 2016. Potential arsenic exposures in 25 species of zoo animals living in CCA-wood enclosures. *Science of the Total Environment*. (551-552), s. 614-621.

HANSEN, F., AGGERBECK, B. ve JANSEN, J. A., 1982. Unaffected blood boron levels in newborn in fants treated with a boric acid ointment. *Food Chemical Toxicology*. (20), s. 451- 454.

KORKMAZ, M., 2016. Borun insan sağlığı üzerine etkileri. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 3 (2), s. 199-201.

- LAKS, P.E., 1991. Wood preservation as trees do it. *Scottish Forestry*. (45), s. 275-284.
- NEMETH, R., TOLVAJ, L., BAK, M. ve ALPAR, T., 2016. Colour stability of oil-heat treated black locust and poplar wood during short-term UV radiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. (329), s. 287–292.
- NIELSEN, F. H., 2000. The emergence of boron as nutritionally important throughout the life cycle. *Nutrition*. 16 (7-8), s. 512-514.
- NIELSEN, F. H. ve SCHULER T. R., 1992. Studies of the interaction between boron and calcium, and its modification by magnesium and potassium in rats, effects on growth, blood, variables and bone mineral composition. *Biological Trace Element Research*. 35 (3), s. 225-237.
- STONER, H. B., BARNES, J. M. ve DUFF, J. I., 1955. Studies on the toxicity of alkyltin compounds. *British Journal of Pharmacology and Chemotherapy*. 10 (1), s. 16-25.
- OBANDA, D., SHUPE, T. ve BARNES, H. M., 2008. Reducing leaching of boron-based wood preservatives. *Bioresource Technology*. 99, s. 7312–7322.
- ÖZGENÇ, Ö., OKAN, O. T., ÇAKIR, U. ve İLHAN, D., 2013. Wood surface protection against artificial weathering with vegetable seed. *Bioresource*. 8 (4), s. 6242-6262.
- REINPRECHT, L., POP, D. M., VIDHOLDOVÁ, Z. ve TIMAR, M. C., 2019. Anti-decay potential of five essential oils against the wood-decaying fungi *Serpula lacrymans* and *Trametes versicolor*. *Acta Facultatis Xylogiae Zvolen*. 61 (2), s. 63-72.
- ŞAYLI, B. S., TÜCCAR, E. ve ELHAN, A. H., 1998. An assessment of fertility in boron-exposed Turkish subpopulations. *Reproductive Toxicology*. 31 (2), s. 297- 304.
- ŞEN, S. ve YALÇIN, M., 2009. Hizmet ömrünü tamamlamış emprenyeli ağaç malzemenin çevresel tehditleri ve geri dönüşüm prosesleri. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*. 5 (1), s. 91–106.
- TAŞÇIOĞLU, C. ve TUFAN, M., 2011. Hizmet ömrünü doldurmuş emprenyeli ağaç malzemenin geri dönüşüm yöntemleri üzerine genel bir değerlendirme. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. 12(1), s. 86 - 91.
- THAIN, J. E. ve WALDOCK, M. J., 1986. The impact of tributyl tin (TBT) antifouling paints on molluscan fisheries. *Water Science & Technology*. 18 (4-5), s. 193-202.
- TOMAK E. D., ve YILDIZ Ü. C., 2012. Bitkisel yağların ahşap koruyucu bir madde olarak kullanılabilirliği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. 13 (1), s. 142–157.
- YANG, V. W. ve CLAUSEN, C. A., 2007. Antifungal effect of essential oils on southern yellow pine. *International Biodeterioration and Biodegradation*. 59 (4), s. 302–306.
- WEIS, S. J. ve WEIS, P., 1992. Transfer of contaminants from CCA-treated lumber to aquatic biota. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 161 (2), s. 189-199.
- WILLIAMS, P. N., VILLADA, A., DEACON, C., RAAB, A., FIGUEROLA, J., GREEN, A. J., FELDMANN, J. ve MEHARG, A. A., 2007. Greatly enhanced arsenic shoot assimilation in rice leads to elevated grain levels compared to wheat and barley. *Environmental Science & Technology*. 41 (19), s. 6854-6859.

İnternet kaynağı

CARTWRIGHT, M., 2017. *Horyuji - World History Encyclopedia* [çevrimiçi]. Erişim Adresi: <https://www.worldhistory.org/Horyuji/> [Erişim Tarihi 2 Temmuz 2020].

ROYAL MUSEUMS GREENWICH, 2020. *Viking ships* [çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://www.rmg.co.uk/stories/topics/viking-ships> [Erişim Tarihi 5 Haziran 2020].

LEGISLATION UK, 2023. *Regulation (EC) no 1272/2008 of the European Parliament and of the Council* [çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://www.legislation.gov.uk/eur/2008/1272/contents> [Erişim Tarihi 2 Nisan 2023].

UNESCO, 2021. *World heritage centre*. [çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://whc.unesco.org/en/list/59/> [Erişim Tarihi 13 Ağustos 2021].

THOMASSON, G., CAPIZZI, J., DOST, F., MORRELL, J. ve MILLER, D. 2015. *Wood preservation and wood products treatment: Training manual*. [çevrimiçi]. Erişim adresi: https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em8403_1.pdf [Erişim Tarihi 8 Haziran 2021].

Tez

ACAR, D., 2015. 19. yüzyılın ikinci yarısında İstanbul'da ahşap yapım sistemlerin değişimi: Gelenekselin rasyonelleştirilmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

HÜLAGÜ, B., 2021. Ahşap yapı malzemesinin korunmasında çevreci yaklaşım: Bitkisel yağların kullanılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.

KOSKİ, A., 2008. Applicability of crude tall oil for wood protection, Doktora Tezi, University of Oulu.

UZUN, S., 2018. Tarihi ahşap yapı taşıyıcı sistemlerinin incelenmesi ve boğaziçi örneği: Amcazade Hüseyin Paşa yalısı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi