

CEVİZ KABUĞUNDAN ELDE EDİLEN BOYAR MADDE İLE EMPRENYE EDİLEN AĞAÇ MALZEMENİN ÇÜRÜKLÜK MANTARLARINA KARŞI PERFORMANSLARI VE ANTİMİKROBİYEL ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Sevil YENİOCAK¹, Mehmet YENİOCAK^{1*}, M.Hakkı ALMA², Osman GÖKTAŞ¹
Ertan ÖZEN¹ ve Mehmet ÇOLAK¹

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaççileri Endüstri Mühendisliği Bölümü, 48000 Muğla, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 46000 Kahramanmaraş, Türkiye

*svl_akyrek@hotmail.com, myeniocak@mu.edu.tr, mhalma33@gmail.com,
ogoktas@mu.edu.tr, eozen@mu.edu.tr, cmehmet@mu.edu.tr

Özet

Mobilya ve ahşap ürünlerinin üst yüzey işlemlerinde renklendirici ve koruyucu olarak kullanılan kimyasal maddelerin, insan ve çevre sağlığını tehdit eden organik çözücülü kimyasal bileşikler içerdiği ortadadır. Böylece dünyada çevre ve insan sağlığı bilinci ile üst yüzey işlemlerinde organik çözücülü bileşiklerin kullanılması terk edilmekte olup, bunların yerine doğal olarak bitki ya da ağaç ekstraktlarından elde edilen su bazlı veya inorganik esaslı koruyucu ve estetik boyalara geçiş başlamıştır. Bu amaçla; sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* spp) ve ceviz (*Juglons regia* L.) odunlarından elde edilen deney örnekleri kullanılmıştır. Boyar ekstrakt ise, Ceviz meyve dış kabuğu, (*Juglans regia* L.), bitkisinden ultrasonik metotla elde edilmiş, mordan olarak demir sülfat ($Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$), alüminyum sülfat ($KAl_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$), bakır sülfat ($CuSO_2 \cdot 5H_2O$), ve üzüm sirkesi (CH_3COOH) kullanılmıştır. Elde edilen boyar maddeler belli oranlarda mordan maddeleri ile karıştırılarak ve kıyaslama amacıyla kullanılan sentetik boya ultrasonik ve klasik boyama metotlarıyla ağaç malzemeye uygulanmıştır. Boyar madde ile emprenye edilen ağaç malzeme çürüklük testlerinde kahverengi çürüklük (*Postia placenta* Mad-698-R) ve beyaz çürüklük (*Coriolus versicolor* FFPRI 1030) mantarlarına maruz bırakılmış bunun yanında boya çözeltilerinin antimikrobiyel aktiviteleri belirlenmiştir. Çürüklük testlerinde ceviz kabuğu ve mordan karışımlarının

farklı ağaç türlerine göre genel olarak ağırlık kaybını azalttıkları gözlenmiştir. Antimikrobiyel aktivite test sonuçlarına göre ceviz kabuğu boyasının bakır sülfat ile karışımının *Escherichia coli* ATCC 25922 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 6538/P mikroorganizmalarına karşı etkili olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğal boya, Ceviz kabuğu boyası, Çürüklük testleri, Antimikrobiyel aktivite testi

INVESTIGATION OF ANTIMICROBIAL AND ANTIFUNGAL EFFECT OF WOOD MATERIALS IMPREGNATED WITH COLORANT OBTAINED FROM WALNUT SHELL

Abstract

The chemicals are using to preservation and coloring of the furniture and wood materials, these chemicals are pose a threat to the human and environment in terms of health. Increase awareness of health risk and overall quality of indoor air has led to a demand for finishes and paints with lower VOC content. For this reason, the importance of the protection wood material by natural sources is gaining importance day by day. For that purpose; wood species were used from Turkish oriental beech, Scotch pine, oak, and walnut. Plant dyestuff was extracted from the walnut shell by using ultrasonic assisted method and for mordants, ferrous sulfate, aluminum sulfate, copper sulfate, and vinegar were chosen. In order to comparison performance of the natural paints, a synthetic dye was used. The extracts and synthetic dye applied to wood blocks with immersion (classic) and immersion+ultrasonic assisted methods. The abilities of the extracts to suppress attack by brown rot (*Postia plesenta*) and white rot (*Trametes versicolor*) and antimicrobial activity were investigated. Result showed that; walnut shell extract and mordant mixes were decreased weight loss against the decay fungus. Copper mixes were showed better antimicrobial activity against *Escherichia coli* ATCC 25922 and *Staphylococcus aureus* ATCC 6538/P of microorganisms.

Keywords: Natural color, walnut shell, decay tests, Antimicrobial activity test

1. Giriş

Boya cisimlerin yüzeyinin dış etkilerden korunması ya da güzel görünmesi için kullanılan maddelere denir. Cisimlerin (kumaş, elyaf vb.) kendilerini renkli hale getirmesinde kullanılan maddelere ise “boyarmadde” denir [1]. Boyarmaddeler ile yapılan renklendirme çözeltiler ve süspansiyonlar halinde çeşitli boyama yöntemleriyle uygulanabilirler [2].

Boyar maddeler; yapay ve doğal olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yapay boyar maddelerin ve pigmentlerin sentezi için yararlanılan başlıca maddeler aromatik hidrokarbonlar olarak bilinen kömür katranı bileşikleridir. Bu maddelerin sağlanmasında petrokimya endüstrisi önem kazanmaktadır. Doğal boyar maddeler ise doğada doğal olarak bulunan maddelerden elde edilmektedir. Bitkisel boyar maddeler, doğada bulunan bitkilerin birtakım işlemler sonucu renk verme özelliğine sahip oldukları bilinmektedir. Bazı bitkilerin bütün aksamı boyama için kullanılırken bazı bitkilerin belirli organları (çiçeği, yaprağı, tohumları, kökü ve kabuğu vb.) kullanılmaktadır [1].

Ağaç malzeme, estetik olması, güzel görüntü vermesi yanında iç ve dış ortam tesirlerine karşı korunmak durumundadır. Odun, özellikle dış ortamda biyolojik zararlıların etkisiyle zamanla çok büyük yıkıma uğrar. Mevsimsel değişimler, güneş ve yağmur etkileri yıpranmış ve eskimiş bir görüntüye sebep olur [3]. Ahşap malzemeyi bu olumsuz etkilerden koruyabilmek için boya, vernik ve emprenye maddeleri kullanılmaktadır. Ancak kimyasal yolla ağaç malzemenin korunması sırasında çevre sağlığı bakımından son yıllarda bazı sakıncalar ortaya çıkmış bulunmaktadır. Genelde ağaç malzemeyi koruyan kimyasal maddelerin, zararlılara karşı zehirli etkilerinin olması gerekmektedir. Böylece de arzu edilmemesine rağmen zorunlu olarak diğer canlılara da zarar verebilmektedir [4]. İç mekânlarda maruz kalınan kirlenme, insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu nedenle, bu konu, toplumun, özellikle de bu ürün müşterilerinin, idari birimlerin, endüstri ve araştırmacıların dikkatle takip ettiği bir konudur [5].

Son zamanlarda doğal boyamacılığa olan ilgi tekrar canlanmıştır. Bunun nedeni, sentetik boyama malzemelerinden kaynaklanan toksik ve alerjik etkilere karşı, pek çok ülke tarafından, çevre kirliliği ile mücadele konusunda getirilen katı koruma standartlarıdır. Ayrıca geleneksel doğal boyama malzemelerinin, sentetik malzemelere

göre daha çevre dostu oldukları yönünde insanların bir güveni oluşmuştur. Doğal malzemelerin biyotik bozunduruculara karşı daha iyi direnç gösterdiği ve doğal çevre ile daha uyumlu olduğu bildirilmiştir [4].

Göktaş ve ark. (2009) tarafından yapılan bir başka çalışmada, zakkum bitkisinden (*Nerium Oleander* L.) elde edilen ekstraktlar, hem koruyucu hem de boyar madde olarak kullanılmış ve boyanan ahşap örnekler; 500, 1000 ve 1500 saatler boyunca UV ışınlarına maruz bırakılarak renk değişimleri belirlenmiştir. Bu denemeler sonucunda, mordansız olarak kayın ve çam örnekler üzerine uygulanan kontrol boyasının renk değişim değerinin en düşük değişiklik değerleri verdiği gözlenmiştir. Aynı zamanda renklendirici zakkum ekstraktlarının çürüklük mantarlarını kısmen engellediği de belirtilmiştir [6].

Boya ekstraksiyonu için kullanılan birçok bitki, tıbbi olarak kullanılmaktadır ve yakın geçmişte bunlardan bazılarının kayda değer antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu anlaşılmıştır. *Punica granatum* ve genel olarak kullanılan birçok doğal boya bol miktarda tanin varlığından dolayı güçlü antimikrobiyal ajanlar olarak rapor edilmiştir. Diğer bazı bitki kaynakları zengin naftakinonlara sahiptir. Örneğin kınadaki lawsone, cevizdeki juglon ve havacıvadaki lapachol'un anti-bakteriyel ve anti-fungal aktivitesi rapor edilmiştir [7].

Doğal antimikrobiyal maddeler kumaş üzerindeki küf ve bakteri gelişimini inhibe etmek için kullanılmaktadır. Tekstilde kullanılan antimikrobiyal ajanların büyük bir sınıfı organo-metalikler, fenol, kuaterner amonyum tuzları ve organo-silikonlar içermektedir. Mikrobiyal ajanların güvenli olması, toksik olmaması, biyodegradasyon yeteneğine sahip olması gerekir ve antimikrobiyal boyalarda kullanılan aktif malzeme etkiliyse ve güvenli bir şekilde kullanılacaksa kaydedilmesi gerekir. Doğal boyaların genellikle mikroorganizma gelişimini toksik etki olmadan inhibe ettiği gerçeğinden dolayı bu boyaların çalışılması ve uygulaması önem kazanmıştır [3]. Bazı ağaçların öz odunlarında bulunan fenollü maddeler mantarlara karşı koruyucu (zehirli) etki yaptıkları belirlenmiştir [8].

Şen, bir çalışmada, çevresel zararı olmayan antibakteriyel, antifungal ve insektisit özellikleri bilinen bitki fenollerinin odun koruma etkilerini araştırmıştır. Araştırmada, açık alan ve laboratuvar koşullarında çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Açık alan denemelerinde emprenyeli odunlar üzerindeki mantar ve böcek tahribatının kontrol

örneklerine daha az olduğu; laboratuvarında yapılan denemelerde ise emprenyeli odunlar içerisindeki larvaların gelişiminin durduğu, mikolojik denemelerde ise % 3'lük konsantrasyonların üzerindeki emprenyeli odunlarda yavaşladığı gözlenmiştir [9].

Ceviz; Balkanlar, Anadolu, Orta Doğu ceviz ağacının anavatanıdır. Kışı sert iklimli bölgelerde yetişmez. Kışın yapraklarını döken ve 25 ile 30 metreye kadar boylanabilen geniş tepeli kalın dallı bir ağaçtır. Gövde kabuğu ağacın ilk yaşlarında gümüş renkli ve düzgündür. Daha sonraki yaşlarında kabukta derin çatlaklar oluşur. Karşılıklı dizilmiş olan yaprakları ile 9 yaprakçıktan oluşur. Erkek çiçekler, genç sürgünler yan tarafta bulunur. Meyvesinin en dışındaki yeşil kabukları ve yaprakları boyama için kullanılır. Türkiye, Amerika, Avrupa ve Asya'da birçok ülkelerde kahverengi boyamalarda kullanılmış önemli bir boya bitkisi olarak bilinir [5].

Çok eski zamanlardan beri cevizin yeşil kabukları ve yaprakları kahverengi boyamacılıkta kullanılmıştır. Eski Yunan ve Roma dönemlerinde ceviz ağacının tarımının yapıldığından bahsedilmektedir. Roma döneminde ceviz kabuğu ile gri ve kahverengi saç boyama reçeteleri vermiştir. Romalılar ceviz ağacını Yunanistan'dan İtalya'ya ve oradan da Alp'leri geçerek, Fransa ve daha sonra Almanya'ya götürmüşlerdir. İngiltere ve Almanya ceviz ağacı kendi topraklarına geldikten sonra üretimini geliştirmişler. Birçok kaynakta yünü kahverengi boyamak için ceviz kabuğunun kullanıldığını yazmaktadırlar. Ceviz kabuğu kahverengi için 15. ile 17. yüzyıl Türk halılarında kullanılmamasına rağmen aynı döneme ait İran halılarında kullanılmıştır. Günümüzde ise Türkiye ve İran'da kahverengi boyamasında ceviz kabuğu kullanılmaktadır. Orta Çağ Avrupa'sında kullanılan temel boyarmadde kaynaklarından birisi bu ağacın kabuk, dal ve yapraklarıdır. Ceviz 17. yüzyılda Fransa'da tekstil boyama endüstrisinde önemli bir yeri vardır. 1861–1865 Amerikan iç savaşında Amerikan ordusundaki askerlerin üniformalarında kullanılmıştır. Kurtuluş savaşında (1919- 1922) askerlerin üniformalarının boyanmasında ceviz kabukları kullanılmıştır. Günümüzde Anadolu dokumalarında azda olsa kullanımı devam etmektedir [5]. Bu çalışma; sentetik boyalara alternatif olarak çevre ve insan sağlığına zararsız subazlı ahşap koruyucu ve renklendiricilerin elde edilmesi için yapılmıştır.

2. Materyal ve Metod

2.1. Materyal

Çalışma kapsamında, ahşap malzeme olarak mobilya ve doğrama endüstrisinde yaygın olarak kullanılan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), ceviz (*Juglons sylvestris* L.) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* spp) ağaçları kullanılmıştır. Mordan olarak; demir sülfat ($Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$), alüminyum sülfat ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$), bakır sülfat ($CuSO_2 \cdot 5H_2O$) ve üzüm sirkesi (CH_3COOH) kullanılmıştır. Deneyde bitki olarak; Ceviz (*Juglans regia* L.) kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Ahşap deney örneklerinin hazırlanması

Mantar testlerinde kullanılacak ahşap deney örnekleri, Sarıçam, doğu kayını, ceviz ve meşe odunundan hazırlanmıştır. Temin edilen keresteler [10] TS 4176'ya göre markalanmıştır, toleranslı kesimin ardından net ölçülerine getirilmiş ve sistireleme, zımparalama işlemlerinden sonra kullanıma hazır hale getirilmiştir. Deney örnekleri [11] ASTM 1413–72 esaslarına göre $15 \times 25 \times 50 \pm 1$ mm ölçülerinde deney örneği hazırlanmıştır. Deney örnekleri, $20 \pm 2^\circ C$ sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nemde yaklaşık $\%12$ nemlilik derecesine gelinceye kadar bekletileceklerdir [3].

2.2.2. Boyar maddenin ekstraksiyonu

Çalışmada kullanılan boyar bitki olarak kullanılan ceviz kabuğu Hatay yöresinden temin edilmiştir. Eylül-ekim aylarında toplanan ceviz meyvesinin dış kabuğu gölgede kurutularak öğütülmüştür. Kuru toz halinde olan bitki parçacıkları boya ham maddesi olarak kullanılmıştır. Kuru toz halinde olan bitki parçacıkları çizelgede gösterilen oranlara göre hassas terazide tartılarak distile su içerisinde ekstrakte edilmiştir.

Tablo 1. Boyar madde ekstraksiyon şartları

Boyar madde	Ekstraksiyon yöntemi	Saf su (g)/Bitki(g)	Ultrason çıkış gücü (W)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)
Ceviz Kabuğu	Ultrasonik	20/8	180	45	180

2.2.3.Boyar maddenin ahşap malzemeye uygulanması

Ekstraksiyon işlemi sonunda boyalı su süzgeç kağıdı ile süzülerek katı kısımlardan ayrılmıştır. Boyalı çözeltilere, Tablo 2’te gösterilen oranlarda, mordan maddeleri eklenmiştir.

Tablo 2. Boya çözeltisi ve mordan karışım oranları

Ekstrakt	Mordan	Karışım (%)
Boyar bitki ekstraktı	Kontrol	0
	Demir sülfat	3
	Alüminyum şapı	5
	Bakır sülfat	5
	Sirke	10

Boyaların ahşap deney örneklerine iki farklı (klasik ve ultrasonik) yöntem ile uygulanmıştır. Uygulama şartları ise Tablo 3’te verilmiştir. Odun örnekleri ultrasonik banyo kazanının içine tamamen daldırılarak boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Süre sonunda daldırma kabından alınan parçaların yüzeyindeki fazla boya bir bez yardımı ile silinmiş ve dik bir şekilde oda sıcaklığında kurutulmaya bırakılmıştır.

Tablo 3. Boyar madde çözeltisinin odun örneklerine uygulanma şartları

Boyar madde	Ultrason çıkış gücü (W)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)
Bitki Boya çözeltisi	Kontrol (klasik daldırma)	45	60
	300	45	60

2.2.4. Retensiyon oranlarının hesaplanması

Deney örneklerinin retensiyon oranı (R, %) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$R (\%) = \frac{M_{oes} - M_{oeö}}{M_{oeö}} \times 100$$

Burada:

M_{oes} : Emprenye öncesi deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g),

$M_{oeö}$: Emprenye sonrası deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g) ifade etmektedir.

2.2.5. Çürüklük testleri

Ağaç malzeme çürüklük deneyleri için kahverengi çürüklük (*Postia placenta* Mad-698-R) ve beyaz çürüklük (*Coriolus versicolor* 1030) mantarları kullanılmıştır.

Test örneklerinin sterile edilmesi için, örnekler kavanozlara, yerleştirilmiş ve Hirayama marka otoklavda 121°C' de 15 dakikalık sterilizasyona tabi tutulmuşlardır. Bu işlem sonrasında örnekler, kapaklardan hava almayacak biçimde ekim aşamasına kadar cam kavanozlarda bekletilmişlerdir.

Çalışmada sterilize plastik petri kapları kullanılmıştır. Besi maddesi ortamını hazırlamak için; 1000 ml su içerisine 48 gr oranında Malt Ekstrakt Agar konarak hazırlanan mantar besi maddesi, 15 dakika süreyle 120°C'de otoklavda sterile edildikten sonra, petri kaplarına 20'şer ml olacak miktarda dökülmüştür.

Çalışmada kullanılan çürüklük mantar kültürünün çoğaltılması için; Laminar Flow Kabini'nde, mantar ana kültüründen alınan 6x6 mm'lik parçalar, sterile edilen petri kaplarına inokule edildikten sonra, 27°C de inkübatörde 10 gün süreyle gelişime bırakılmıştır. Petri kaplarındaki yaklaşık 10 günlük gelişmiş kültürlerden, Laminar Flow Kabininde, her bir petri kabındaki besi yerlerine, yaklaşık 1cm çapındaki büyüklükte ikişer parça yerleştirilmiştir.

20'şer ml mantar besi maddesi bulunan petri kaplarının içine mantar misellerinin aşılmasından sonra iklimlendirme cihazında 27°C ve % 65 rutubette 10 günlük bekleme süresi içerisinde misellerin petri kabını sarması ve de misellerin gelişimi beklenmiştir. Bu sürenin sonunda kontaminasyona uğrayanlar hemen test sürecinden çıkarılmıştır. Test örnekleri, 10 günlük bekleme süresi sonunda mantar miseli petri kaplarının içine yerleştirilmiştir.

Aşılana petri kapları, besi ortamlarındaki nemin zamanla yok olmasının önüne geçmek hem de dış ortamdan yabancı organizma girişini engellemek amacıyla, her bir petri hava almayacak biçimde kenarlarından parafilmle kaplanmıştır. Ekim işleminden

itibaren, kahverengi çürüklük (*Postia placenta Mad-698-R*) ve beyaz çürüklük (*Trametes versicolor 1030*) mantarları 16 hafta süre ile inkübatörde, inkübasyon işlemine maruz bırakılmıştır.

16 haftalık bekleme süresi sonunda parçalar tartılarak meydana gelen ağırlık kayıpları hesaplanmıştır.

Ağırlık kayıpları aşağıdaki formül uyarınca hesaplanmıştır;

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = (100 (T3- T4)/T3)$$

T3 : Test örneğinin aşılama öncesi tam kuru ağırlığı

T4 : Test örneğinin 16 hafta sonrasında funguslardan temizlenip, kurutma dolabına konulduktan sonraki tam kuru ağırlığı.

2.2.6. Antimikrobiyel aktivite belirleme testleri

Çalışmada kullanılan boya ekstraktları steril şartlar altında 0,45µm'lik filtre ile steril edilmiştir. Doğal boyaların test bakterileri üzerindeki inhibisyon etkisi için disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır.

Test bakterileri sıvı besiyerinde uygun inkübasyon sıcaklıklarında 24 saat inkübe edilerek aktiveleştirilmiştir. Önceden hazırlanan ve 50°C'ye kadar soğutulan steril 20ml Mueller Hinton Agar besiyeri steril plaklara aktarılmıştır. Oda sıcaklığında bekletilerek donması sağlanmıştır. Aktif kültürlerin yoğunluğu 0,5 nolu Mc Farland standardına göre ayarlandıktan sonra, aktif kültürlerden 100 µl alınarak besiyerine yayılmıştır. Daha sonra önceden hazırlanmış olan 6 mm çapındaki steril diskler (Whatman No:1) petrilere yerleştirilmiştir. Yerleştirilen disklerin üzerine farklı miktarlarda boya emdirilmiştir. Petri kapları uygun inkübasyon sıcaklıklarında 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. inkübasyon sonunda disk çevresinde oluşan zonların çapı kumpas ile ölçülmüştür. Çalışma tekrarlı ve paralelli olarak yapılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Retensiyon oranı bulguları

Ceviz kabuğu boyası ve mordanlı konsantrasyonlarının boyama öncesi ve boyama sonrası pH değişim değerleri ve retensiyon oranları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Ceviz kabuğu boyası retensiyon değerleri

		Sarıçam Odunu		Kayın Odunu	
Boyar madde	Boyama yöntemi	R (%)		R (%)	
		X	S.Sp	X	S.Sp
Kontrol (Mordansız)	Ultrasonik	4,02	0,26	3,44	0,26
	Klasik	3,99	0,90	2,49	0,18
Ceviz Kabuğu+Demir Sülfat	Ultrasonik	5,03	0,13	2,60	0,35
	Klasik	4,34	0,29	2,75	0,05
Ceviz Kabuğu+Alüminyum Sülfat	Ultrasonik	5,00	1,34	5,18	1,29
	Klasik	4,93	0,64	5,72*	1,31
Ceviz Kabuğu+ Bakır Sülfat	Ultrasonik	4,55	0,89	4,54	0,00
	Klasik	5,06*	0,33	2,97	0,06
Ceviz Kabuğu+ Sirke	Ultrasonik	1,99	1,03	3,50	0,48
	Klasik	2,32	0,11	2,92	1,14
Sentetik Boya	Ultrasonik	3,59	0,19	5,85	0,83
	Klasik	4,61	0,27	5,78	0,44

X: Ortalama **S.Sp:** Standart Sapma **R:**Retensiyon *En yüksek retensiyon oranı

Sarıçam odununda en yüksek retensiyon oranı Ceviz kabuğu+bakır sülfat grubunun klasik yöntem ile yapılan boyamasında %5,06 olarak ölçülmüştür. Ayrıca kayın odununda en yüksek retensiyon oranı Ceviz kabuğu+alüminyum sülfat grubunun klasik yöntem ile yapılan boyamasında %5,72 olarak ölçülmüştür.

3.2.Çürüklük testleri

3.2.1.Kahverengi çürüklük bulguları (*Postia placenta* Mad-698-R)

Ceviz kabuğu boyası ve mordanlı konsantrasyonları ile renklendirilen örneklerin kahverengi çürüklük mantarına (*Postia placenta* Mad-698-R) bağlı ağırlık kayıplarına ilişkin ortalama değerleri Tablo 5’te verilmiştir.

Kahverengi çürüklük mantarına maruz bırakılmış ceviz kabuğu ve mordanlı konsantrasyonları ile renklendirilmiş deney örneklerinin ağırlık kaybı aritmetik ortalamaları farklı bulunmuş olup, farklılaşmaya sebep olan faktörleri belirlemek amacıyla yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 5. Ceviz kabuğu boyası ile renklendirilmiş örneklerin *Postia placenta* (Mad 698-R) mantarına bağlı ağırlık kayıplarına ilişkin genel istatistikleri

Boyar madde	Boyama yöntemi	Ceviz kabuğu boyası ortalama ağırlık kayıpları (%)							
		Sarıçam		Kayın		Ceviz		Meşe	
		Ort.	Std. Sp.	Ort.	Std. Sp.	Ort.	Std. Sp.	Ort.	Std. Sp.
Sentetik Boya	Ultrasonik	27,19	3,04	13,30	1,37	14,64	4,23	5,42	0,59
	Klasik	26,09	4,71	10,48	2,89	9,19	2,30	6,11	0,59
Kontrol (Muamele edilmemiş)	---	26,17	7,68	29,37	2,26	18,25	0,82	9,26	0,61
Kontrol (Mordansız)	Ultrasonik	25,34	9,60	18,37	1,47	16,79	4,84	9,83	2,72
	Klasik	29,91	4,07	13,84	1,41	16,48	6,04	6,79	0,95
Ceviz Kabuğu+Demir Sülfat	Ultrasonik	19,99	2,61	16,69	3,47	18,53	4,75	8,62	1,95
	Klasik	20,89	9,57	16,63	3,61	16,81	3,78	10,76	4,49
Ceviz Kabuğu+Alüminyum Sülfat	Ultrasonik	23,39	3,29	22,01	5,71	16,42	5,62	7,70	0,92
	Klasik	25,37	4,18	22,08	6,81	10,65	2,70	7,61	0,98
Ceviz Kabuğu+Bakır Sülfat	Ultrasonik	23,07	10,31	30,95	6,87	11,65	4,40	7,16	3,70
	Klasik	21,69	5,50	21,75	7,16	14,13	3,38	8,91	1,13
Ceviz Kabuğu+Sirke	Ultrasonik	30,66	3,78	24,48	3,33	13,41	5,22	8,12	1,24
	Klasik	31,65	5,52	31,45	3,06	14,64	2,87	7,58	0,57

Tablo 6’te verilen sonuçlarına göre örneklerde *Postia placenta* (Mad-698-R) mantarına bağlı sonucu ağırlık kayıplarında, ağaç türü, mordan, ağaç türü- mordan, etkileşimlerinin istatistiksel anlamda önemli olduğu ($P<0,05$), diğer faktörlerin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Tablo 6. Ceviz kabuğu boyası ile renklendirilmiş örneklerin (*Postia placenta* Mad-698-R) mantarına bağlı ağırlık kayıplarına ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi (P)
Faktör A	1,598	1	1,598	,071	,790
Faktör B	8446,164	3	2815,388	125,590	,000
Faktör C	397,277	4	99,319	4,430	,002
A*B	54,551	3	18,184	,811	,489
A*C	87,404	4	21,851	,975	,423
B*C	1705,065	12	142,089	6,338	,000
A*B*C	464,929	12	38,744	1,728	,065
Hata	3586,755	160	22,417		
Toplam	76490,346	200			

Faktör A: Boyama yöntemi (Ultrasonik, Klasik), **Faktör B:** Ağaç türü (Sarıçam, Kayın, Ceviz, Meşe) **Faktör C:** Mordan (Demir S., Alüminyum S., Bakır S., Sirke)

Ceviz kabuğu boyasının, ağaç türü düzeyinde *Postia placenta* (Mad-698-R) mantarına bağlı ağırlık kaybı değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Tablo 7’te verilmiştir.

Tablo 7. Ceviz kabuğu boyasının ağaç türü düzeyinde *Postia placenta* (Mad-698-R) mantarına bağlı ağırlık kaybı değeri ikili karşılaştırma sonuçları

Ağaç türü	Ortalama	Homojenlik grubu
Sarıçam	25,43	D
Kayın	21,60	C
Ceviz	14,81	B
Meşe	8,31	A*

DUNCAN: 0,050 *En düşük ağırlık kaybı değeri (%)

Ağaç türü düzeyinde *Postia placenta* (Mad-698-R) mantarına bağlı ağırlık kaybı değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en düşük ağırlık kaybı değeri meşe odununda en yüksek ağırlık kaybı değeri ise sarıçam odunu örneklerinde tespit edilmiştir.

Ceviz kabuğu boyasının, mordan türü düzeyinde *Postia placenta* (Mad-698-R) mantarına bağlı ağırlık kaybı değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Tablo 8’da verilmiştir.

Tablo 8. Ceviz kabuğu boyasının mordan türü düzeyinde *Postia placenta* (Mad-698 R) mantarına bağlı ağırlık kaybı değeri ikili karşılaştırma sonuçları

Mordan türü	Ortalama	Homojenlik grubu
Kontrol	17,03	A
Demir Sülfat	16,16	A*
Alüminyum Sülfat	16,74	A
Bakır Sülfat	17,14	A
Sirke	20,61	B

DUNCAN: 0,050 *En düşük ağırlık kaybı değeri (%)

Mordan türü düzeyinde *Postia placenta* (Mad-698-R) mantarına bağlı ağırlık kaybı değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en düşük ağırlık kaybı değeri demir sülfat ile mordanlanmış örneklerde, en yüksek ağırlık kaybı değeri ise sirke ile mordanlanmış örneklerde tespit edilmiştir.

3.2.2. Beyaz çürüklük testi bulguları (*Coriolus versicolor* FFPRI 1030)

Ceviz kabuğu boyası ve mordanlı konsatrasyonları ile renklendirilen örneklerin beyaz çürüklük mantarına (*Coriolus versicolor* FFPRI 1030) bağlı ağırlık kayıplarına ilişkin ortalama değerleri Tablo 9’de verilmiştir.

Tablo 9. Ceviz kabuğu boyası ile renklendirilmiş örneklerin *Coriolus versicolor* (FFPRI 1030) mantarına bağlı ağırlık kayıplarına ilişkin genel istatistikleri

Boyama yöntemi	Boyama yöntemi	Ceviz kabuğu boyası ortalama ağırlık kayıpları (%)							
		Sarıçam		Kayın		Ceviz		Meşe	
		Ort.	Std. Sp.	Ort.	Std. Sp.	Ort.	Std. Sp.	Ort.	Std. Sp.
Sentetik Boya	Ultrasonik	5,16	0,77	16,50	1,88	8,28	3,99	6,45	2,26
	Klasik	5,46	0,77	16,05	2,42	9,35	4,10	6,54	1,93
Kontrol (Muamele edilmemiş)	---	6,17	1,87	11,75	3,91	22,69	2,97	6,77	0,95
Kontrol (Mordansız)	Ultrasonik	10,00	1,02	15,81	1,80	9,31	2,89	9,98	5,67
	Klasik	7,55	1,25	22,99	5,36	9,64	2,80	12,25	4,88
Ceviz Kabuğu+Demir Sülfat	Ultrasonik	2,06	0,79	18,27	5,40	7,95	3,00	4,15	1,87
	Klasik	2,45	0,88	20,43	2,91	7,63	1,32	5,00	1,18
Ceviz Kabuğu+Alüminyum Sülfat	Ultrasonik	2,08	0,73	7,73	6,36	10,69	2,10	8,11	2,15
	Klasik	2,71	0,87	10,49	5,71	13,51	2,31	7,33	1,28
Ceviz Kabuğu+Bakır Sülfat	Ultrasonik	6,16	0,97	7,82	2,10	8,87	1,02	9,34	1,55
	Klasik	5,65	0,82	11,34	1,24	7,09	0,96	7,99	1,00
Ceviz Kabuğu+Sirke	Ultrasonik	6,93	2,89	9,31	2,58	12,24	5,10	6,46	2,45
	Klasik	5,89	1,20	7,99	2,90	13,54	5,20	11,88	1,57

Beyaz çürüklük mantarına maruz bırakılmış ceviz kabuğu ve mordanlı konsantrasyonları ile renklendirilmiş deney örneklerinin ağırlık kaybı aritmetik ortalamaları farkı bulunmuş olup, farklılaşmaya sebep olan faktörleri belirlemek amacıyla yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Tablo 10'de verilmiştir.

Tablo sonuçlarına göre örneklerde *Coriolus versicolor* (FFPRI 1030) mantarına bağlı sonucu ağırlık kayıplarında, ağaç türü, mordan, ağaç türü- mordan, etkileşimlerinin istatistiksel anlamda önemli olduğu ($P<0,05$), diğer faktörlerin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Tablo 10. Ceviz kabuğu boyası ile renklendirilmiş örneklerin *Coriolus versicolor*(FFPRI 1030) mantarına bağlı ağırlık kayıplarına ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi (P)
Faktör A	50,260	1	50,260	5,728	,018
Faktör B	1708,465	3	569,488	64,899	,000
Faktör C	506,894	4	126,724	14,442	,000
A*B	79,586	3	26,529	3,023	,031
A*C	19,358	4	4,839	,552	,698
B*C	1523,453	12	126,954	14,468	,000
A*B*C	192,360	12	16,030	1,827	,048
Hata	1403,992	160	8,775		
Toplam	22285,648	200			

Faktör A: Boyama yöntemi (Ultrasonik, Klasik), **Faktör B:** Ağaç türü (Sarıçam, Kayın, Ceviz, Meşe)
Faktör C: Mordan (Demir S., Alüminyum S., Bakır S., Sirke)

Ceviz kabuğu boyasının, boyama yöntemi düzeyinde *Coriolus versicolor* (FFPRI 1030) mantarına bağlı ağırlık kaybı değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Ceviz kabuğu boyasının boyama yöntemi düzeyinde *Coriolus versicolor* (FFPRI 1030) mantarına bağlı ağırlık kaybı değeri ikili karşılaştırma sonuçları

Boyama yöntemi	Ortalama	Homojenlik grubu
Ultrasonik yöntem	8,66	A*
Klasik yöntem	9,66	B

DUNCAN: 0,050 *En düşük ağırlık kaybı değeri (%)

Boyama yöntemi düzeyinde *Coriolus versicolor* (FFPRI 1030) mantarına bağlı ağırlık kaybı değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre ultrasonik yöntemle renklendirilen örneklerde, klasik yöntemle renklendirilen örneklere kıyasla daha az ağırlık kaybının olduğu tespit edilmiştir.

Ceviz kabuğu boyasının, ağaç türü düzeyinde *Coriolus versicolor* (FFPRI 1030) mantarına bağlı ağırlık kaybı değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Ceviz kabuğu boyasının ağaç türü düzeyinde *Coriolus versicolor* (COV 1030) mantarına bağlı ağırlık kaybı değeri ikili karşılaştırma sonuçları

Ağaç türü	Ortalama	Homojenlik grubu
Sarıçam	5,04	A*
Kayın	13,69	D
Ceviz	10,12	C
Meşe	8,46	B

DUNCAN: 0,050 *En düşük ağırlık kaybı değeri (%)

Ağaç türü düzeyinde *Coriolus versicolor* (FFPRI 1030) mantarına bağlı ağırlık kaybı değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en düşük ağırlık kaybı değeri sarıçam odununda, en yüksek ağırlık kaybı değeri ise kayın odunu örneklerinde tespit edilmiştir.

Ceviz kabuğu boyasının, mordan türü düzeyinde *Coriolus versicolor* (FFPRI 1030) mantarına bağlı ağırlık kaybı değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. Ceviz kabuğu boyasının mordan türü düzeyinde *Coriolus versicolor* (COV 1030) mantarına bağlı ağırlık kaybı değeri ikili karşılaştırma sonuçları

Mordan türü	Ortalama	Homojenlik grubu
Kontrol	12,49	C
Demir Sülfat	8,62	AB
Alüminyum Sülfat	8,05	A
Bakır Sülfat	8,02	A*
Sirke	9,46	B

DUNCAN: 0,050 *En düşük ağırlık kaybı değeri (%)

Mordan türü düzeyinde *Coriolus versicolor* (FFPRI 1030) mantarına bağlı ağırlık kaybı değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en düşük ağırlık kaybı değeri bakır sülfat ile mordanlanmış örneklerde, en yüksek ağırlık kaybı değeri ise kontrol (mordansız) ile renklendirilen örneklerde tespit edilmiştir.

3.3.Antimikrobiyel aktivite testi bulguları

Ceviz kabuğu boyası ve mordanlı konsantrasyonlarının çalışmada kullanılan test bakterilerine karşı antimikrobiyel aktivitesi Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14. Ceviz kabuğu ve mordanlı konsantrasyonlarının test bakterilerine karşı antimikrobiyel aktivitesi (inhibisyon zon çapı cm)

Boyar madde	Test Bakterileri		
	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Candida utilis</i>
Ceviz kabuğu (Mordansız)	---	---	---
Ceviz kabuğu+Demir sülfat	---	---	---
Ceviz kabuğu+Alüminyum sülfat	---	---	---
Ceviz kabuğu+Bakır sülfat	0,90	0,80	---
Ceviz kabuğu+Sirke	---	---	---
Sentetik	---	---	---

%100 ceviz kabuğu boyası (kontrol), ceviz kabuğu ve demir sülfat, alüminyum sülfat ile ceviz kabuğu boyası ve sirke karışımının testlerde kullanılan bakterilere karşı antimikrobiyel aktivitesinin olmadığı gözlemlenmiştir. Ceviz kabuğu boyası bakır sülfat karışımının *Escherichia coli* ATCC 25922 test mikroorganizmasına karşı inhibisyon aktivitesi 0,90 cm ve *Staphylococcus aureus* ATCC 6538/P mikroorganizmasına karşı inhibisyon aktivitesi ise 0,80 cm olarak ölçülmüştür. Ceviz kabuğu boyası bakır sülfat karışımının testlerde kullanılan *Candida utilis* mikroorganizmasına karşı herhangi bir aktivitesi gözlenmemiştir.

4. Sonuçlar

Kahverengi çürüklük (*Postia placenta* Mad-698-R) sonuçlarına göre; ceviz kabuğu boyası ve bakır sülfat karışımının klasik yöntem ile uygulandığı boyamada, kontrol (muamele edilmemiş odun) grubundaki örneklerle kıyasla sarıçam odununda ağırlık kaybını %4,48 oranında azalttığı gözlenmiştir. Kontrol (mordansız) çözeltisinin klasik yöntem ile uygulandığı örneklerde ağırlık kaybının, kontrol (muamele edilmemiş odun) grubundaki örneklerle kıyasla kayın odununda %15,53, meşe odununda ise %2,48 oranında azaldığı gözlenmiştir. Ceviz kabuğu boyası+alüminyum sülfat çözeltisinin klasik yöntem ile uygulandığı örneklerde ağırlık kaybının, kontrol (muamele edilmemiş odun) grubundaki örneklerle kıyasla ceviz odununda %7,60 oranında azaldığı gözlenmiştir. Ceviz kabuğu boyası ve mordanlı konsantrasyonları ile renklendirilen örneklerin, sentetik boya ile renklendirilen örnekler ile kıyaslandığında ise; sarıçam odununda bütün mordan türlerinin (kontrol (mordansız) klasik boyama ve sirke her iki

boyama hariç), sentetik boya ile renklendirilen örneklerinden daha iyi bir koruma sağladığı gözlemlenmiştir. Herhangi bir boyar madde ile karıştırılmadan mordan maddeleri çözeltileri uygulanan gruplar ile ceviz kabuğu boyası karışımları uygulanan gruplar arasında kahverengi çürüklük mantarına karşı korumada kayda değer bir fark gözlenmemiştir. Genel olarak ağırlık kaybı değerleri sonuçlarına göre; ultrasonik yöntem ile klasik yöntem arasında önemli bir fark olmadığı gözlenmiştir.

Beyaz çürüklük (*Coriolus versicolor* FFPRI 1030) sonuçlarına göre; ceviz kabuğu boyası ve demir sülfat karışımı sarıçam ve meşe odunu türlerinde, ceviz kabuğu ve alüminyum sülfat karışımı kayın odununda, ceviz kabuğu ve bakır sülfat karışımının ceviz odununda, kontrol (muamele edilmemiş odun) ve sentetik boya ile renklendirilen örneklerle kıyasla beyaz çürüklük mantarlarına karşı daha iyi bir koruma sağladığı görülmüştür. Genel olarak ultrasonik yöntem ile renklendirilen örnekler, klasik yöntemle renklendirilen örneklerle göre beyaz çürüklük mantarına karşı daha iyi performans gösterse de yöntemler arasında bariz bir fark olmadığı gözlenmiştir. Herhangi bir boyar madde ile karıştırılmadan mordan maddeleri çözeltileri uygulanan gruplardan elde edilen veriler ile ceviz kabuğu boyası karışımları uygulanan gruplardan elde edilen veriler kıyaslanmıştır. Buna göre ceviz kabuğu boyasının mordanlar ile karıştırıldığında beyaz çürüklük mantarına karşı sarıçam odununda, demir sülfat, alüminyum sülfat ve sirke, kayın odununda alüminyum sülfat ve sirke, ceviz ve meşe odununda ise demir sülfat ve sirke çözeltilerinin korumayı arttırdığı gözlenmiştir.

Antimikrobiyel aktivite sonuçlarına göre ise; ceviz kabuğu boyasının mordansız (kontrol), demirsülfat, alüminyum sülfat ve sirke ile karışımının, çalışmada kullanılan mikroorganizmalara karşı herhangi bir aktivite göstermediği gözlenmiştir. Fakat ceviz kabuğu boyasının bakır sülfat ile karışımının *Escherichia coli* ATCC 25922 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 6538/P mikroorganizmalarına karşı etkili olduğu anlaşılmıştır. Sentetik boyanın ise antimikrobiyel aktivitesinin olmadığı görülmüştür. Antimikrobiyel aktivite gösteren boyar madde gruplarının kahverengi ve beyaz çürüklük mantarlarına karşı diğer gruplara oranla ağırlık kaybını daha fazla azalttıkları görülmüştür.

5. Teşekkür

Bu çalışma Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Biriminin 2012/04 nolu projesi ile desteklenmiştir.

6. Kaynaklar

- [1] Önal A, Doğal Boyar maddeler (Ekstraksiyon boyama,) Gaziosmanpaşa Üniv. Fen Edebiyat Fak. Yayınları; 2000, Tokat.
- [2] Özgirgin M, Boyar madde Kimyası, Milli Eğitim Basımevi, 1986, İstanbul.
- [3] Peker, H, Mobilya Üst Yüzeylerinde Kullanılan Verniklere Emprenye Maddelerinin Etkileri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 1997.
- [4] Kurtoglu A, Ahşap Malzemenin Korunması, Kimyasal Odun Koruma Maddelerinin Çevre Sağlığına Etkileri, Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi; 1988.
- [5] Salthammer T, Bednarek M, Fuhrmann F, Funaki R, Tanabe S.I., Formation of organic indoor air pollutants by UV-curing chemistry, Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 2002, 152: 1-9.
- [6] Göktaş O., Bitkilerden Elde Edilmiş Boyaların Bina İçi Ahşap Malzemelerde Kullanımı. Bir Saha Çalışması (Hüdavendigar Mahallesi Biltekin Sokak No:10 Osmangazi/Bursa), 2009.
- [7] Singh R, Jain A, Panwar S, Gupta D, Khare S.K, Antimicrobial activity of some natural dyes, Dyes and Pigments, 2005, 66, 99-102.
- [8] Örs Y, Keskin H, Ağaç Malzeme Bilgisi, Ankara; 2001.
- [9] Şen, S., Bitki Fenollerinin Odun Koruyucu Etkinliklerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, 2001.
- [10] TS 4176, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşcerelerden Numune Alma ve Laboratuar Numunesi Alınması. T.S.E., 1984, Ankara.
- [11] ASTM-D 1413-72. Standart Test Method of Testing Wood Preservatives by Laboratory Soil Block Cultures. Annual Book of ASTM Standarts, 1972, s.452-460.