

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Nihat Sami ÇETİN

Prof. Dr. Nilgöl ÇETİN

Doç. Dr. Mustafa Batuhan KURT

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Alanında Araştırmalar ve Değerlendirmeler

MART
2025

İmtiyaz Sahibi • Yaşar Hız
Genel Yayın Yönetmeni • Eda Altunel
Yayına Hazırlayan • Gece Kitaplığı
Editör • Prof. Dr. Nihat Sami ÇETİN
Prof. Dr. Nilgöl ÇETİN
Doç. Dr. Mustafa Batuhan KURT

Birinci Basım • Mart 2025 / ANKARA

ISBN • 978-625-388-233-4

© copyright
Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan
hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Gece Kitaplığı
Adres: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak Ümit Apt
No: 22/A Çankaya/ANKARA Tel: 0312 384 80 40

www.gecekitapligi.com
gecekitapligi@gmail.com

Baskı & Cilt
Bizim Buro
Sertifika No: 42488

**Orman Endüstri
Mühendisliği Alanında
Araştırmalar ve
Değerlendirmeler**

Mart 2025

Editörler:

Prof. Dr. Nihat Sami ÇETİN

Prof. Dr. Nilgöl ÇETİN

Doç. Dr. Mustafa Batuhan KURT

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

ALBEDO, ALBEDONUN CİSİMLERE GÖRE DEĞİŞİMİ VE KÜRESEL ISINMAYA ETKİSİ

İlyas BOLAT1

BÖLÜM 2

HİNT ZAMKININ RENK DEĞİŞTİRME AMAÇLI MALTA ERİĞİ, SANTOS, SAPELLİ VE MAUN ODUNLARINA UYGULANMASI

Göksel ULAY, Ümit AYATA.....27

BÖLÜM 3

EYONG, DOĞU KAYINI VE ULUDAĞ GÖKNARI ODUNLARINDA GOMALAK CİLASININ UYGULANMASI

Göksel ULAY, Ümit AYATA.....39

BÖLÜM 4

NARÇİÇEĞİ (PUNİCA GRANATUM L.) BİTKİSİNİN KAYNATILMASIYLA ELDE EDİLEN BOYAR MADDENİN ÇEŞİTLİ ODUN TÜRLERİNDE RENK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDE ETKİSİ

Hüseyin PEKER, Şule CEYLAN.....53

BÖLÜM 5

İĞDE (ELAEAGNUS ANGUSTİFOLİA L.) ODUNUNDA RENK DEĞİŞTİRİCİ OLARAK KARBONAT VE SİRKE KARIŞIMLARINA AİT ÇÖZELTİLERİN KULLANILMASI

Hüseyin PEKER, Şule CEYLAN.....65

BÖLÜM 1

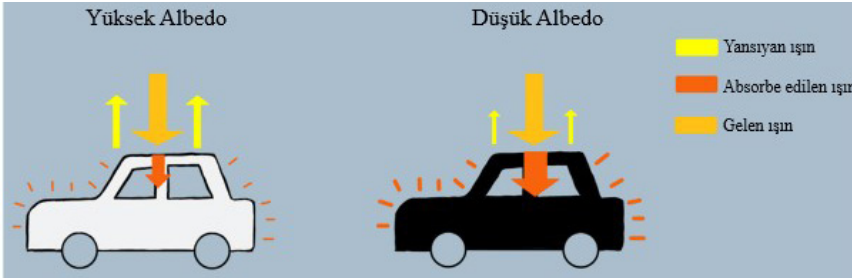
ALBEDO, ALBEDONUN CİSİMLERE GÖRE DEĞİŞİMİ VE KÜRESEL ISINMAYA ETKİSİ

İlyas BOLAT¹

¹ İlyas BOLAT (Doç. Dr.), Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Toprak İlimi ve Ekolojisi ABD, Bartın, ORCID ID: 0000-0002-5354-2968

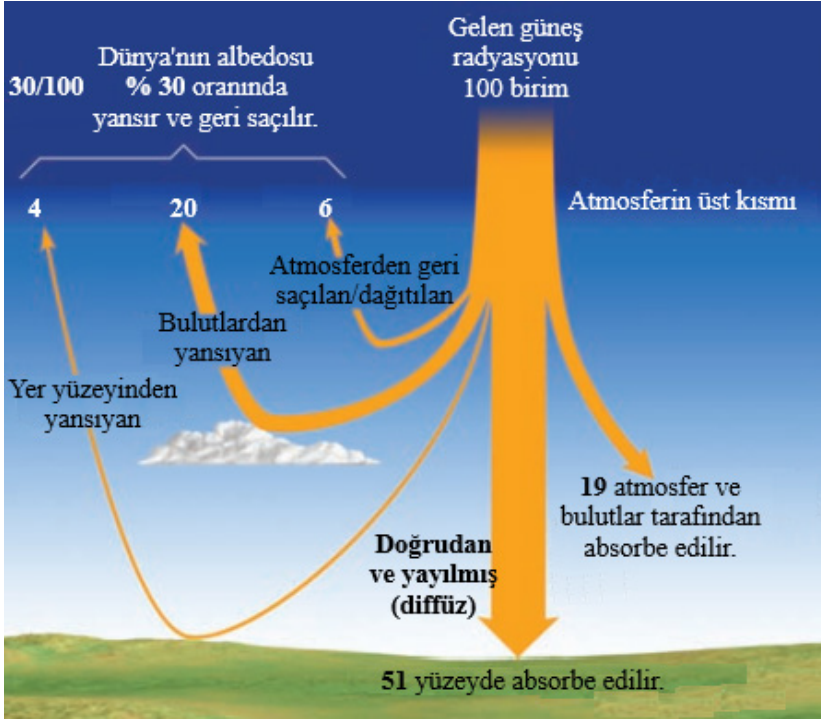
1. ALBEDO KAVRAMI

Güneşin altında bırakılan koyu renkli nesnelere/cisimlere ısınmaktadır. Daha açık renkli nesnelere ise pek öyle değildir. Dünya genelinde, bu basit ve bilindik olay—**albedo** adı verilen bir özellik ile ilişkilendirilir—havayı ve iklimi etkilemektedir. Albedo kelimesi Antik/eski bir dilden gelmektedir (Latince’de albus beyaz anlamına gelen bir kelimedir), ancak bu terimin bilimdeki kullanımı nispeten daha yeni bir kökene sahiptir: Bu kelime ilk olarak 1760 yılında İsviçreli çok yönlü bilim adamı (polymath) Johann Heinrich Lambert’in optik üzerine yazdığı bir tezde ortaya çıkmıştır. O zamandan bu yana terim özellikle astronomi, gezegen bilimi ve klimatolojide kullanışlı hale gelmiştir. En yalın ve dar anlamıyla **albedo**—veya **beyazlık**—bir yüzeyden yansıyan ışığın oranı olarak tanımlanmaktadır (Perkins, 2019). Benzer olan ancak başka bir tanımlamada ise albedo, bir yüzeyin yansıtma gücünün bir ölçüsü olup, gelen radyasyonun o yüzey tarafından yansıtılan kısmı olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 1) (Galvin, 2016). Bu kavram bazen “%” bazen de “ r ” terimleri ile belirtilmektedir (Bonan, 2015). Başka kaynaklarda ise albedodan, bir maddenin ışık geçirgenliği olarak bahsedilmektedir. Bu kapsamda Dünya yüzeyindeki her maddenin ışığı yansıtma ve emme özelliği vardır ve bu nedenle bir albedosu bulunmaktadır. Bu yüzden aldığı tüm enerjiyi absorbe eden bir yüzey (siyah yüzey) $r = 0$ (%0) albedoya sahipken, diğer yandan mükemmel bir yansıtıcı (beyaz yüzey) $r = 1$ (%100) albedoya sahiptir. Örneğin karbon siyahı gibi bir maddenin albedosu $r = 0$ olabilmekte ve başka bir anlatım ile bu madde kendisine çarpan ışığın %100’ünü absorbe (emebilmekte) edebilmektedir. Öte yandan Dünya’nın ortalama albedosu yaklaşık $r = 0,31$ ’dir, bu da Dünya yüzeyine gelen radyasyon enerjisinin ~%31’inin uzaya geri yansıtıldığı anlamına gelmektedir. Buna karşın kutuplar dikkate alınmadan Dünya yüzeyi doğal olarak aldığı toplam güneş enerjisinin sadece %8’ini ($r = 0,08$) yansıtılmaktadır (Ramírez vd., 2012; Farmer vd., 2013).



Şekil 1. Beyaz bir araba siyah bir arabadan daha yüksek bir albedoya sahiptir. Bunun anlamı, beyaz bir araba üzerine düşen güneş ışığının çoğunu yansıtırken, siyah bir araba güneş ışığını daha fazla absorbe eder ve böylece beyaz bir arabadan daha fazla ısınır (Esters vd., 2023’ten değiştirilerek).

Aşağıdaki şekilde (Şekil 2) atmosferin tepesine çarpan ortalama toplam güneş enerjisi miktarının dünya yüzeyinin her metre karesi için 342 watt olduğu gösterilmektedir (1 watt (W) = 1 joule/saniye). Bu miktar 100 birim enerjiyi temsil edecek şekilde basitleştirilebilmektedir. Ortalama olarak bu enerjinin yaklaşık 30 birimi (107 W/m^2) bulutlar veya atmosferdeki diğer bileşenler ve yüzey tarafından uzaya geri yansıtılır ve saçılır. İlgili şekil (Şekil 2) incelendiğinde temel olarak, atmosferden geri saçılan (%6), bulutlardan yansıyan (%20) ve yer yüzeyinden yansıyan (%4) bu ışınım/radyasyon toplamı yaklaşık %30'a karşılık gelmektedir ve **gezegenel albedo** (kısaca albedo) olarak adlandırılmaktadır. Başka bir anlatım ile bu oran, yerden ve atmosferden geri yansıma ile geri saçılan enerji tutarını içermektedir. Yani söz konusu oran, Yerküre'nin enerji kaybıdır ve bu ışınım toplamanın atmosferin ısınmasında bir rolü bulunmamaktadır. Daha önce ifade edildiği üzere albedo terimi, bir yüzey tarafından yansıtılan güneş radyasyonunun yüzdesine göre adlandırılmaktadır. Dolayısıyla toplam Dünya-atmosfer sistemi için bu oran %30'dur (yaklaşık $r=0,30$). Burada Dünya-atmosfer sistemi tarafından yansıtılan ve saçılan 30 birim güneş enerjisi Dünya'nın ısınmasında hiçbir rol oynamamaktadır. Buna karşılık, Dünya tarafından absorbe edilen enerji (%70) Dünya'nın ısınmasına ve daha sonra bu ısıyı kızılötesi radyasyon olarak yaymasına neden olur; bu da Dünya'ya giren ve Dünya'dan çıkan enerji akışlarının dengelendiği bir sıcaklığa ulaşana kadar atmosferi ısıtmaktadır. Bu yüzden atmosfer tarafından, yani bulutlar ve diğer atmosferik bileşenler (19 birim) ve özellikle hem kara hem de deniz dahil olmak üzere yüzey (51 birim) tarafından absorbe edilen güneş enerjisinin geri kalan 70 birimi (235 W/m^2) ısıya dönüştürülür ve gezegeni ısıtmaktadır. Absorbe edilen bu güneş enerjisi, (1) uzun dalga termal veya ısı radyasyonu transferi ve (2) hissedilebilir ve gizli ısı transferleri dahil olmak üzere iki şekilde yeryüzü-atmosfer sistemi içerisinde birbirini takip eden tüm enerji alışverişlerinin temelini oluşturmaktadır (Türkeş, 2010; O'Hare vd., 2014).



Şekil 2. Ortalama olarak, her yıl Dünya atmosferine ulaşan tüm güneş enerjisinin yaklaşık %30'u (30/100) uzaya geri yansır ve saçılır, bu da Dünya'ya ve onun atmosferine %30'luk bir albedo vermektedir. Kalan güneş enerjisinin yaklaşık %19'u atmosfer ve bulutlar tarafından absorbe edilirken %51'i yüzeyde absorbe edilmektedir (Ahrens, 2011'den değiştirilerek).

2. ALBEDONUN ÖNEMİ VE CİSİMLERE GÖRE DEĞİŞİMİ

Albedo, belirli bir yüzeyden geri dönen radyasyonun, o yüzeye başlangıçta çarpan radyasyon miktarına kıyasla yüzdesini ifade etmektedir. O zaman albedo, bir çeşit herhangi bir yüzeyin yansıtıcılığının karşılığı olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak, albedo, aynı bölgede bile bulut kaplılığı, zeminin ıslak ya da kuru olması, havadaki asılı parçacık (partikül madde) miktarı, güneş ışınlarının geliş açısı ve bakı gibi yüzey ve atmosfer özelliklerine ve bunların yıl içindeki değişimlerine bağlı olarak, alansal ve zamansal olarak değişiklik gösterebilmektedir. Mesela düşük güneş açısı, atmosferde daha fazla yol alınması gerektiği anlamını taşır ve bunun sonucunda absorpsiyon ve refleksiyon yoluyla daha fazla güneş radyasyonu kaybı gerçekleşir. Albedo değeri, yüzeyin/cismin rengine, dokusuna, nem içeriğine ve diğer fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Tablo 1'de gezegenlerden başlayıp taze kar ve suya kadar çeşitli

cisimlerin ve yüzey tiplerinin albedosu verilmiştir. İlgili tabloda (Tablo 1) kalın bulutların ince bulutlara göre daha yüksek albedoya sahip olduğu özellikle dikkatlerden kaçmamaktadır. Çünkü kalın bulut örtüleri aldıkları güneş radyasyonunun çoğunu yansıtarak, yüksek albedo değerleri gösterirler. Bununla birlikte ortalama olarak, bulutların albedosu %60 civarındadır. Tablo (Tablo 1) incelendiğinde en yüksek albedoya sahip cismin yeni yağmış karın olduğu görülmektedir. Gerçekten güneş enerjisi karla kaplı bir yüzeye çarptığında, güneş ışığının %95'ini yansıtılabilmektedir. Bu enerjinin çoğu görünür ve ultraviyole dalga boylarındadır. Sonuç olarak, yansıyan radyasyon doğrudan güneş ışığı ile birleştiğinde, radyasyon şiddetine karşı tedbir almayan kar kayakçılarının açıkta kalan ciltlerinde ciddi güneş yanıkları meydana gelebilmekte ve korunmasız gözler kar körlüğünün acısını hissedebilmektedirler. Güneş ufuk yakınında olduğu zaman, su yüzeyinin albedosu %50–80 arasında değişirken, Güneşin zennitte (başuçta) olduğu zamanki albedosu %3–5 arasında düşük bir değer sergilemektedir. Dolayısıyla su yüzeyleri güneş enerjisinin sadece çok az bir miktarını yansıtılabilmekte ve çoğunu absorbe etmektedir. Nitekim bir gün boyunca, pürüzsüz bir su yüzeyinin ortalama albedosu yaklaşık %10 civarındadır (Tablo 1). Oysa bütün bir yılın ortalaması alındığında, bir su yüzeyine kıyasla Dünya ve onun atmosferi (bulutları da dahil olmak üzere) Güneşten gelen radyasyonun yaklaşık %30'unu uzaya geri göndermektedir, bu da Dünya ve atmosferinin toplam albedosunu %30 yapmaktadır (Tablo 1) (Türkeş, 2010; Ahrens, 2011).

Tablo 1. Çeşitli yüzeylerdeki albedo değerleri (Ahrens, 2011; Bonan, 2015; Hartmann, 2016; Lal, 2017; Dobos, 2020'den değiştirilerek).

Yüzey	Albedo (%)	Yüzey	Albedo (%)
Merkür	10	Yüzeyi karla kaplı orman	20—35/70
Venüs	78	Kayaç	20—25
Dünya ve atmosfer	30	Kum	15—45
Mars	17	Kil	10—25
Jüpiter	52	Kuru ince kum	20—35
Satürn	47	Islak kum	20—30
Uranüs	50	Kuru kum toprağı	25—45
Neptün	40	Kuru kil toprağı	15—35
Ay	7	Kuru toprak	15—35
Yeni yağmış kar	75—95	Islak toprak	5—15
Kuru, donmuş kar	60—75	Kurak toprak, çöl	20—35
Eski, eriyen kar	35—64	Nemli koyu toprak, zengin humus	5—15
Bulut (kalın)	60—90	Nemli boz/gri toprak	10—20
Bulut (ince)	30—50	Çatı	8—35
Buz	30—40	Duvar	10—40
Çimenlik alan	10—30	Beyaz boya	50—90
Kısa bitki örtüsü	10—20	Kırmızı, kahverengi, yeşil boya	20—35
Kurak bitki örtüsü	20—30	Siyah boya	2—15
Kurak, sürülmüş alan	5—20	Asfalt kaplama	5—10/20
Orman alanı	3—10	Beton	25—70
İğne yapraklı orman	10—15	Beton kaplama	15—35
Yaprak dökken orman	15—25	Su	3—10

Çeşitli yüzeylerdeki albedo değerlerine (Tablo 1) ilaveten albedoya ilişkin bazı genellemeler de göze çarpmaktadır. Nitekim albedo dalga boyuna göre değişmektedir. Örneğin bitki örtüleri yakın kızılötesi dalga boyunda (0,7 μm 'den büyük dalga boyları) görünebilir dalga boyundan (0,7 μm 'den küçük) daha fazla radyasyon yansıtmaktadır. Doğrudan ışın radyasyonu için albedo, daha büyük zenit açısı ile yükselmektedir. Başka bir anlatımla albedo, Güneş'in ufka yakın olduğu sabah erken saatlerde ve öğleden sonra geç saatlerde, gün ortasına göre daha yüksek seviyelerdedir. Benzer olarak

albedo, güneş zenit açısına bağlı olarak gün boyunca değişkenlik gösterdiği gibi, arazi yüzeyinin albedosu da yaprak miktarına, kar örtüsüne ve toprak nemine bağlı olarak mevsimsel olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Buna karşılık, dağınık radyasyon için albedo güneş zenit açısına bağlı değildir ve yaprak yönüne göre de çok az değişmektedir. Mevsimsel olarak karla kaplı bölgelerde, ekilebilir arazilerin yüzey albedosu kış aylarında ormanların yüzey albedosundan çok daha yüksektir. Ağaçlar karın üzerinde çıkıntı yapar ve alttaki karın yüksek albedosunu maskeleyerek. Kum toprakları kil topraklarına nispeten daha yüksek albedo değerine sahiptirler. Diğer yandan toprak nem içeriği ne kadar yüksekse, toprak rengi o kadar koyu ve albedo o kadar düşük olmaktadır. Ancak bu ilişki sadece tarla kapasitesine kadar olan toprak nem içerikleri için geçerlidir. Tarla kapasitesinin üzerinde, toprak nem içeriğindeki artış rengi daha fazla koyulaştırmaz, ancak agregat yüzeyinde bir su tabakası oluşturmaya başlar ve böylece parlak ve daha iyi yansıtan bir yüzey oluşumu meydana gelir, bu da yansımayı ve dolayısıyla albedoyu yükseltmektedir. Bu durum, farklı tekstür sınıflarındaki topraklar arasındaki albedo farklılıklarının ana nedenidir. Killi topraklar su bulunması durumunda yüksek nem içeriğini koruyabilirken, kumlu tekstürlü topraklar çok daha hızlı bir şekilde drene olabilmekte ve kuruyabilmektedir. Tekstür sınıfları arasında ortaya çıkan toprak nem içeriğindeki farklılıklar nedeniyle, yansıma ve absorbe özelliklerinde ve dolayısıyla albedo'da farklılıkları meydana getirir. Bu bağlamda toprak albedosu genellikle kuru toprağın tersine ıslak toprakta nispeten daha düşüktür. Yani toprak albedosu toprağın ıslaklığı ile azalmaktadır; çünkü radyasyon iç yansıma ile tutulmaktadır. Böylece yüzeydeki net güneş radyasyonu artmaktadır, ancak bu durum gelen güneş radyasyonunu azaltan daha büyük bulut örtüsü ile dengelenmektedir. Asfalt albedosu, asfaltın yaşına ve yapısına bağlı olarak yaklaşık %5 ile %20 arasında değişmektedir. Asfaltın rengi yaşla birlikte solduğu için albedosu buna bağlı olarak bir miktar artmaktadır. Kar, çöller ve buzullar yüksek albedoya sahiptirler. Bilakis kentsel yüzeyler (daha çok beton yapılar) sayılan bu cisimlere göre daha düşük albedo değerine sahiptirler, yeni veya eski asfalttan belirgin ölçüde daha yüksek bir albedo değerine sahiptirler. Hakikaten beton, genellikle çimen, ağaç, renkli boya, tuğla/taş ve çoğu çatı da dahil olmak üzere kentsel alanlara özgü hemen hemen tüm diğer malzemelerden daha yüksek bir albedoya sahiptir. Diğer

yandan bitki örtüsü düşük albedoya sahiptir ve bu değerler genellikle %5 ile %25 arasında değişim göstermektedir. Bununla birlikte ormanlar otlaklara veya tarım alanlarına göre daha fazla güneş radyasyonu absorbe ederler. Bitki örtülerindeki ışınım transferinin karmaşıklığına rağmen, bitki örtüsü geniş albedo aralıkları ile karakterize edilmektedir. Bitki örtüsünün tüm dalga boyları üzerinden ortalaması alınan geniş bant albedosu genellikle %5 ile %25 arasında değişmektedir. Bununla birlikte ormanlar genellikle otlaklardan veya tarım alanlarından daha düşük albedoya sahiptir. İğne yapraklı ormanlar yaprak döken ormanlardan daha düşük albedoya sahiptir. Buna karşılık, bitki örtüsünün örtme etkisi nedeniyle ormanların albedosu karla birlikte daha az yükselmektedir. Çünkü orman zemini karla kaplı olsa bile, yapraklar ve ağaçlar altta yatan karı etkili bir şekilde perdelemektedir (Tablo 1) (Ramírez vd., 2012; Bonan, 2015; Dobos, 2020).

Güneş radyasyonunun bulutlar ve yüzey tarafından yansıtılması, atmosferdeki radyasyon giriş ve çıkışını etkileyen en önemli faktördür, bu nedenle yüzey sıcaklığını derinden etkilemektedir. Bulutlar gelen güneş radyasyonunun %25'inden fazlasını yansıtmakta ve geniş alçak bulutlar %50'den fazlasını yansıtabilmektedir. Asılı toz da üzerine düşen güneş radyasyonunun büyük bir kısmını yansıtmaktadır (bunun başlıca nedeni kil parçacıklarının düz olması ve kanat gibi uçmasıdır). Aynı zamanda yeryüzü de güneş ışığını yansıtır ve çıplak yüzeyler iyi birer yansıtıcı olabilmektedir. Ortalaması tropik bölgelerde biraz daha düşük olmasına rağmen (gün ortasında güneşin yüksekte olması nedeniyle), kısa dalga radyasyonun uzay boşluğuna olan toplam yansımaları %33 civarındadır. Bulutlu nemli bölgeler ile kuru (bazen tozlu olsa da) bölgeler arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Kuru bölgelerde güneş radyasyonunun %90'ı yüzey tarafından absorbe edilebilirken, nemli ve bulutlu havalarda bu miktar tropik bölgelerde bile neredeyse %25'e kadar düşebilmektedir. Güneş ışığının en fazla geldiği yerlerde sıcaklık en fazla yükselme potansiyeline sahip olurken, en az geldiği yerlerde ise sıcaklık en az olacak seviyede artış göstermektedir (tropik bölgelerde genellikle az olan sıcak adveksiyonunun yokluğunda). Yukarı doğru yayılan uzun dalga ışınları bulut tarafından yansıtılarak radyasyon kaybını ve bunun sonucunda hava sıcaklığının düşmesini büyük ölçüde yavaşlatmaktadır (Galvin, 2016).

Yukarıda ifade edilenlerin yanı sıra albedonun, yaprak/yeşillik yoğunluğunun maksimum olduğu zamanlarda minimuma indiği bazı çalışmalarda (Chalita ve Le Treut, 1994; Bonfils vd., 2001) bildirilmektedir. Bu araştırmacılara göre yeryüzünde yayılış gösteren biyomların minimum ve maksimum değerleri yaprak yoğunluğuna göre değişmekle birlikte,

biyomların albedo değerlerinin birbirlerine göre farklılık gösterenleri de mevcuttur (Tablo 2). Üstelik çalışmayı yürüten araştırmacılara göre (Tablo 2) karla kaplı bölgelerde yüzey albedosu, kar miktarının ve kar yaşının bir fonksiyonu olarak artmaktadır. Bu yüzden kara yüzeyi yeni yağan karla kaplı olduğunda, olabilecek maksimum albedo, biyom tipinin bir fonksiyonu olarak değerlendirilmektedir (Tablo 2) (Chalita ve Le Treut, 1994; Bonfils vd., 2001).

Tablo 2. Yer yüzeyi haritasında kullanılmakta olan biyomların listesi ile öngörülen albedoları. İlk sütun, yapraklanma maksimum yoğunlukta olduğunda olabilecek minimum albedoyu göstermektedir. İkinci sütun, yer yüzeyi yeni yağmış (taze) karla kaplı olduğunda olabilecek maksimum albedoyu göstermektedir (Bonfils vd., 2001'den değiştirilerek).

Biyom Çeşidi	Maksimum Albedo (%)	
	Minimum Albedo (%)	(Taze/yeni yağmış kar olduğu şartlar)
Soğuk (polar) çöl	35	80
Yarı çöl (semi desert)	25	80
Tundra	20	80
Tayga	14	20
Soğuk yaprak döken orman	14	20
Serin ot-çalı	20	80
Serin kozalaklı orman	14	20
Soğuk karışık orman	14	20
Serin karışık orman	14	20
Ilıman yaprak döken orman	14	20
Herdem yeşil sıcak karışık orman	14	20
Sıcak ot-çalı	20	80
Sıcak çöl	28 ya da 35	80
Kserofitik (kurakçıl) orman-çalı	17	50
Tropikal yağmur ormanı	14	20
Tropikal mevsim ormanı	14	20
Tropikal kuru orman-savan	17	50

Dünya yüzeyinin yansıtabilirliği, yani albedo, küresel radyasyon bütçesinde önemli bir faktördür. Yansıyan güneş radyasyonu atmosferin net enerji dengesini etkilerken, hava moleküllerinin, aerosollerin ve

bulutların oluşturduğu çoklu saçılmalardan dolayı gökyüzünün ışınımını da artırmaktadır. Diğer taraftan yeryüzünden/yerden yansıyan güneş radyasyonu miktarı yer yüzeyine, yeryüzü şekline (topografya), güneş zenit açısına (GZA) ve dalga boyuna bağlıdır. Üstelik yansıyan güneş radyasyonu zaman ve mekân içinde oldukça değişken olabilmektedir (Degunther vd., 1998; Kreuter vd., 2013). Söz gelimi Dünya'nın yerel albedosu güneş zenit açısına bağlı olduğundan, bu durumda zenit açısı, hem yüzey alanı birimi başına mevcut enerjinin hem de albedonun belirlenmesinde rol oynamaktadır. Bu nedenle, gündüz saatlerindeki ortalama güneş zenit açısını enlem ve mevsimin bir fonksiyonu olarak ele almak gerekir. Bununla birlikte günlük ortalama zenit açısının hesaplanmasında, ortalamanın zaman yerine güneş ışığına göre değerlendirilmesi daha doğru olacaktır (Hartman, 2016).

Daha önce vurgulandığı üzere, güneşin altında bırakılan koyu renkli nesnelere/cisimlere ısınmaktadır. Diğer taraftan daha açık renkli nesnelere ise pek öyle değildir. Dünya genelinde, bu basit ve bilindik olay—**albedo** adı verilen bir özellik ile ilişkilendirilir—havayı ve iklimi etkilemektedir. Hakikaten, albedo bölgesel ölçekte deniz buzunun ve buzulların erimesini tetikleyebilmektedir. Bununla birlikte, iklimi etkileyen birçok faktörde olduğu gibi, albedo'nun etkileri de karmaşık olabilmektedir. Mesela Dünya'nın genel albedosundaki değişiklikler gezegenimizin ortalama sıcaklığını etkiler, bu durumda sırasıyla atmosferin tutabileceği su buharı miktarını ve gezegenimizin bulutluluğunu etkilemeye başlar, ardından bu da gezegenin albedosunu etkileyerek döngüyü yeniden başlatır. Ancak araştırmacılar genellikle bu tür geri bildirimlerin ne kadar önemli olduğunu belirlemede zorlandıkları için, bunları iklim modellerine dahil etmek de çok zor bir iş olmaktadır. Bununla birlikte basit gibi görünen bu kavram, Dünya'nın incelenmesinin ötesine geçerek diğer gök cisimlerinin incelenmesine kadar uzanmaktadır (Perkins, 2019).

Güneş radyasyonu, bulutlar veya toz tarafından yansıtılabileceği gibi aynı zamanda yüzey tarafından da yansıtılabilir (albedo) veya atmosferik gazlar tarafından absorbe edilebilir. Bu gazlar arasında su buharı absorbe eden gazların en önemlisidir. Benzer şekilde, karasal radyasyon bulutlar veya asılı tozlar tarafından yansıtıldığı gibi su buharı, karbondioksit ve diğer sera gazları tarafından da önemli ölçüde absorbe edilir. Bununla birlikte, sera gazlarının (en önemlileri CO₂ ve H₂O) sıcaklıkları insanlar için yaşanabilir aralıkta tutmada (deniz seviyesine yakın yerlerde küresel ortalama sıcaklığı 15°C civarında, ancak tropik bölgelerde 22°C'ye yakın) önemli bir role sahip olduklarını da unutmamak gerekmektedir (Galvin, 2016). Su buharı, uzun dalga radyasyonunun uzaya yayılması üzerinde çok daha büyük bir etki oluşturmaktadır. Ortalama olarak, su buharı, karbondioksit ve bulut karadan yayılan radyasyonun yaklaşık %95'ini absorbe eder;

ancak, yine de geri emisyon uzaya yapılan toplam küresel emisyonların %59'unu oluşturmaktadır. Karasal radyasyonun absorbe edilmesi, yüzey hava sıcaklığının öğleden sonra en üst noktasından aşağı düşmesini yavaşlatır. Bu nedenle nemli tropik bölgelerde (veya kuru bölgelerde okyanus yakınlarında) sıcaklık daha yavaş düşmekte ve ortalama günlük değişim aralığı genelde 5°C ile 8°C arasında kalmaktadır. Herhangi bir günde bu değişim nadiren 10°C'yi aşmaktadır. Sıcak çöllerde ortalama günlük sıcaklık değişimi yaklaşık 8°C ile 12°C arasında olabilirken, bu değişim yaz aylarında bazen 20°C'ye veya daha fazlasına kadar tırmanabilmektedir (Galvin, 2016).

Su kütlelerinin iklim üzerindeki etkileri, su ve kara arasındaki yüzey radyasyonu ve ısı kapasitesi farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Göller ve okyanuslar, buzsuz olduklarında, genellikle karalardan daha düşük bir albedoya sahip olduklarından daha fazla güneş radyasyonu absorbe ederler. Bu güneş radyasyonu suyun içinden geçip oldukça derinlere kadar inerek sadece su yüzeyini değil, suyun üst 10 metre kadar derinliğini de ısıtabilmektedir. Bunun yanında, göller ve okyanuslar büyük bir ısı depolama kapasitesine sahiptirler. Şöyle ki; toprağın tipik ısı kapasitesinin $2 \text{ MJ m}^{-3} \text{ K}^{-1}$ ($\text{MJ}=\text{Megajul}$ ve $\text{K} = \text{Kelvin}$), suyun ise $4,2 \text{ MJ m}^{-3} \text{ K}^{-1}$ olduğu bilinmektedir. Başka bir deyişle, bir metreküp suyun 1°C ısınması için aynı hacimdeki toprağa göre iki kat daha fazla enerji alması gerekir. Bunun tersine, suyun 1°C soğuması için iki kat daha fazla enerji kaybetmesi gerekir. Suyun bu yüksek ısı kapasitesi, toprağa kıyasla gündüz ısınmasını ve gece soğumasını azaltmaktadır. Aynı şekilde, ısı yazın suda depolanıp kışın serbest bırakıldığı için hava sıcaklığının yıllık döngüsü de ılımlı hale gelmektedir (Bonan, 2015).

Albedo, cisimlere çarpan güneş radyasyonunun ne kadarının yansıtıldığını veya absorbe edildiğini düzenleyerek Dünya'nın enerji dengesinde kritik bir rol oynamaktadır. Örneğin taze kar çok yüksek bir albedoya sahiptir — görünür radyasyonun %90'ından fazlasını yansır (Skiles vd., 2018) — ancak erime esnasında kar tanesi boyutunda ve su içeriğinde artış olur, bu da albedoyu azaltır ve erimeyi daha fazla hızlandırır (Wiscombe ve Warren, 1980). Bununla birlikte hem abiyotik (örneğin toz) hem de biyotik (örneğin alg) kirleticiler de kar ve buz albedosunu azaltarak erimeyi hızlandırmaktadır (Skiles vd., 2018). Ayrıca topografya ve fiziksel çevrenin eğim, bakı ve yarıkların ve/veya buz üstü suyun varlığı gibi diğer unsurları albedoyu etkileyebilir (Lin vd., 2014; Ryan vd., 2018; Skiles vd., 2018; Zhang vd., 2018). Küresel kriyosfer — **Dünya'nın donmuş suyunun bir bütün olarak toplamı** — hızlı ve giderek artan bir düşüş içerisinde (IPCC, 2019). Günümüzde Dünya yüzeyinin yaklaşık beşte birini kaplayan karasal kriyosferdeki kütle kaybı, öncelikle ısınmakta olan atmosferden kaynaklanmaktadır (Fountain vd., 2012; Hock vd.,

2019). Isınmakta olan atmosferin neticesi olarak son 50 yılda, Kuzey Kutbu'nda karadaki ilkbahar kar örtüsünün her on yılda ~%13 oranında azalış gösterdiği ve 2006'dan bu yana, Antarktika, Grönland ve diğer yerlerdeki buzullar ve buz tabakalarından küresel deniz seviyesinin yükselmesine olan gözlemlenen katkıların sırasıyla yılda 0,61, 0,77 ve 0,43 mm olduğu raporlanmaktadır (IPCC, 2019). Dünya yüzeyinin fiziksel değişiminin ötesinde, kriyosfer kaybı iklimi (Groisman vd., 1994; Hu ve Feng, 2002; Hansen ve Nazarenko, 2004), ekolojii (Hotaling vd., 2017a; Hotaling vd., 2017b), hidrolojii (Hanzer vd., 2018; Zemp vd., 2019) ve toplumu (Milner vd., 2017) etkilemektedir. Dolayısıyla albedo, kriyosfer enerji dengesi ve korunmasında merkezi bir rol oynamaktadır (Hotaling vd., 2021).

Dünya'nın albedosunu yukarılarda/yükseklerde değiştirmenin her ne kadar küresel sonuçları olsa da Dünya yüzeyindeki albedo değişikliklerinin önemli bölgesel etkileri olabilmektedir. Mesela bir kar yığınının üzerindeki kurum veya toz, karın normalden daha hızlı erimesine neden olabilir, bu da su akışının gerçekleştiği dönemleri değiştirerek, bu suya bağımlı olan çiftçileri ve şehirleri etkileyebilir. Ormansızlaşma veya arazi kullanımındaki diğer değişiklikler Dünya'nın yüzeyini aydınlatabilir veya karartabilir. Colorado Boulder Üniversitesi'nde Arktik iklim bilimcisi olan Mark Serreze, bu tür değişikliklerin en çarpıcılarından birinin Kuzey Kutbu'nda yaşandığını bildirmektedir (Painter vd., 2018; Perkins, 2019).

Yeryüzünün enerji dengesi birkaç önemli kara-atmosfer etkileşimini göstermektedir. Bunlardan biri yüzey albedosu ile yakından ilintilidir. Bitki örtüsünün yok edilmesiyle ortaya çıkabilen yüzey albedosundaki artış, yansıyan güneş radyasyonunu artırırken, yüzeydeki güneş radyasyonunun absorpsiyonunu indirgemekte ve yüzey iklimini soğutmaktadır. Böylece daha az enerji atmosfere hissedilebilir derecede ve gizli ısı olarak geri dönüş yapmakta, bu da havanın alçalmasını kolaylaştırmakta ve netice olarak yağışın bir ölçüde azalışına sebep olabilmektedir. Yağış üzerindeki bu çeşit albedo etkisi, özellikle yarı kurak iklimlerde çok daha önemli olmaktadır. Diğer taraftan soğuk ve karlı iklimlerde, uzun ağaçlar kar yığınının üzerinde çıkıntı yapabilmekte ve yüzey albedosunu azaltmaya yardımcı olabilmektedir. Sonuç olarak karın yüksek albedosunu maskeleyen bitki örtüsü, ağaçların olmadığı duruma göre daha sıcak bir iklimin meydana gelmesine katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte düşük yüzey albedosu, özellikle karlı iklim bölgelerinde kış aylarında ısınmaya katkıda bulunurken, yaz aylarında yüksek evapotranspirasyon oranları soğumaya katkıda bulunmaktadır. (Bonan, 2015). Benzer olarak buzullar da küresel enerji dengesi yoluyla iklimi etkilemektedir. Gerçekten buzullar, okyanuslar, toprak veya bitki örtüsünden çok daha yüksek bir albedoya sahip olduklarından, yüzey tarafından absorbe edilen güneş radyasyonu miktarının daha az olmasına sebep olmakta ve böylece Dünya'nın soğumasına katkıda bulunmakta-

dırlar. Buzullara benzer şekilde, kar ve deniz buzu da yüksek albedo yoluyla gezegenin enerjisini etkilemektedir. Örneğin taze kar, gelen güneş radyasyonunun %80–90'ını yansıtabilirken, toprak veya bitki örtüsü için bu oran %10–20 civarındadır. Dolayısıyla yerdeki karın varlığı, yüzey albedosundaki, toprak yalıtımındaki ve hidrolojideki değişiklikler yoluyla iklimi etkilemektedir. Hakikaten kar örtüsü önemli bir negatif radyoaktif/ışınma kuvveti/etkisi sağlamaktadır ve son 20–30 yıl içinde kar örtüsünün azalması gezegenin ısınmasına katkıda bulunmaktadır (Bonan, 2015).

3. ALBEDONUN KÜRESEL ISINMAYA ETKİLERİ

Uzaydan bakıldığında Dünya, parlak beyaz buzullar ve bulutlardan çok koyu lav yataklarına ve aradaki her şeye kadar karanlık ve aydınlıktan oluşan bir yamalı bohça gibi görünmektedir. Bununla birlikte ortalama olarak, Dünya'ya düşen güneş ışığının yaklaşık %30'u uzaya geri yansımaktadır. Durham, NC'deki Duke Üniversitesi'nde çalışmakta olan iklim bilimci Drew Shindell, bunun (albedonun) gezegenin iklimi üzerinde büyük bir etkisinin olduğunu bildirmektedir. Özellikle gezegensel albedo, Dünya'nın ortalama sıcaklığının belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Nitekim, diğer her şeyin eşit kalması durumunda, albedo artarsa yani yükselirse (yani daha fazla ışık uzaya geri yansıtılırsa), gezegenimiz biraz daha serin olacaktır. Bununla beraber genel bir değerlendirme yapıldığında Dünya'nın albedosu uzun dönemde oldukça dengeli bir seyir izlemekte; ancak kısa dönemde, örneğin büyük bir volkanik patlamadan sonra değişiklik gösterebilmektedir. Çünkü bu tür olaylar büyük miktarlarda sülfür dioksit yayılmasına neden olabilirler, bu da atmosferdeki su buharı ile birleşerek ışığı dağıtan sülfürik asit damlacıklarının oluşmasına sebep olabilmektedir. Bu aerosollerin önemli bir kısmı alçak yüksekliklerde olduğundan, eğer çok daha uzun süre kalabilecekleri stratosfere doğru yayılırsa, Dünya aylarca sürebilecek hissedilir derecede soğuk bir periyoda girebilmektedir. Örnek olarak, 1991 yılında Filipinler'deki Pinatubo Dağı'nın patlamasının/püskürmesinin ardından, Dünya'nın ortalama sıcaklığı bir yıldan fazla bir süre ortalamanın altına düşmüş ve soğuma zirveye çıktığında yaklaşık 0,7 °C azalmıştır (Perkins, 2019).

Atmosfer, okyanus ve karadaki çok sayıda fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreç Dünya'nın iklimini düzenlerken, bu süreçlerin çoğu iklim değişikliğini şiddetlendirmek veya zayıflatmak için geri bildirimler yapar. Bu arada pozitif bir geri bildirim sistemdeki bir olumsuzluğu artırırken, negatif bir geri bildirim olumsuzluğu azaltmaktadır. Nitekim su buharı pozitif geri bildirim bir örnek olarak verilebilir. Bilindiği üzere sıcaklık arttıkça, havada tutulabilen su buharı miktarı da artar. Su buharı güçlü bir sera gazı olduğundan, ısınmanın bir sonucu olarak atmosferdeki su buharındaki herhangi bir artış, ısınmayı şiddetlendirecek şekilde geri bil-

dirim sağlayacaktır. Bulutlar (hem pozitif hem de negatif) bir diğer önemli geri bildirim kaynağıdır; çünkü, bulutlar gezegensel albedoyu artırırken iklimi soğuturlar, buna karşın uzaya gönderilen uzun dalga radyasyonu azaltırken iklimi ısıtmaktadırlar. Netice olarak, buradaki etki bulutun türüne göre değişmektedir. Yüzeyi kaplayan kar ve buz miktarı önemli bir geri bildirim kaynağıdır. Deniz buzu, açık suya göre güneş radyasyonunu daha fazla yansıtacaktır. Benzer olarak buzullar ve kar, toprak veya bitki örtüsünden daha fazla güneş radyasyonunu yansıtacaktır. Bu şekilde daha fazla güneş radyasyonunu yansıtarak, deniz buzu, buzullar ve kar iklimi soğutmaktadır; çünkü, yüzeyi ısıtmak için daha az radyasyon bulunmaktadır. Sonuç olarak, daha soğuk bir buzul iklimi ile buz ve kar büyümesi daha soğuk iklimi teşvik etmektedir. Tersine, iklimin ısınması deniz buzlarını, buzulları ve karları eritmektedir. Bu da ısınmayı artırmaktadır; çünkü, daha koyu olan yüzey daha fazla güneş radyasyonu absorbe etmektedir (Bonan, 2015).

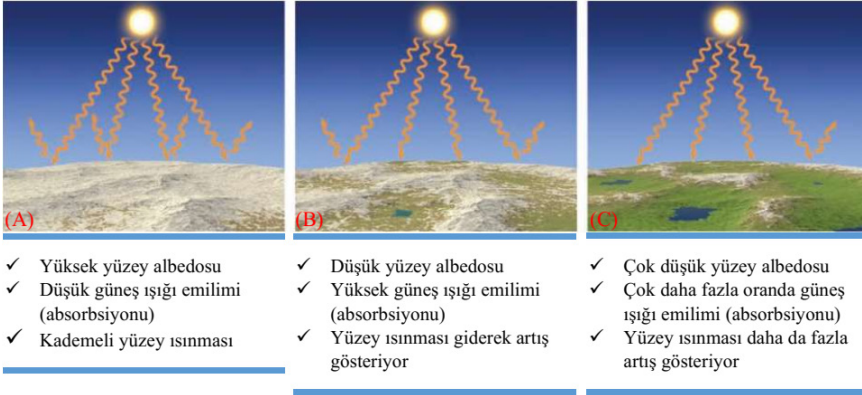
Meydana gelen değişimlere/etkilere karşılık olarak iklim değişikliğinin boyutu da geri bildirim etkilerine göre değişmektedir. Bunlar, değişen bileşenler arasında, başlangıçtaki bozulmaları artıran (pozitif) ya da azaltan (negatif) iç etkileşimleri içermektedir. Bunlar arasında en önemlileri buz–albedo, su buharı ve bulut geri bildirim etkileridir. Buz–albedo etkisi, buz/kar örtüsü değişikliklerinin kendilerini güçlendirmesi nedeniyle ortaya çıkan pozitif bir geri bildirimdir. Örneğin, kar/buz örtüsünün azalmasına neden olan bir ısınma, daha koyu renkli, daha fazla ısı emen yüzeylerin daha geniş bir alana yayılmasına neden olmaktadır. Bunlar daha hızlı ısınarak daha fazla erime meydana getirmekte ve ilk değişiklikleri güçlendirmektedir. Ayrıca atmosferde, su buharında değişiklikler meydana geldiğinde de pozitif geri bildirim oluşmaktadır. Örneğin, daha fazla buharlaşmaya neden olan bir ısınma atmosferde daha fazla su buharı birikmesine sebebiyet verecektir. Aslında bu su buharı, yeryüzünden giden uzun dalga radyasyonu tutabilen oldukça etkili bir sera gazıdır. Bu sayede atmosfer ısınır, ardından yüzey ısınır, bu da daha fazla buharlaşma, daha fazla ısınma vb. ile sonuçlanır. Diğer yandan bulut geri bildirim daha karmaşık olup hem pozitif hem de negatif geri bildirim özellikleri sergilemektedir. Çünkü bulut geri yansıtıcı bir özelliğe sahiptir, bu nedenle yüzey suyunun daha fazla buharlaşması ve nihayetinde yoğunlaşmasının, yüzeye gelen güneş enerjisi için daha büyük bir yansıtma yapması ve yüzeyi soğutması beklenmektedir. Bu durum, başlangıçtaki bozulmayı azaltan bir negatif geri bildirim örneği olacaktır. Ancak, gelen kısa dalga radyasyona karşı oldukça şeffaf olan yüksek bulutlar, yine de giden uzun dalga radyasyonu yakalamak için yeterli su buharı içermekte ve böylece bir ısınma eğilimi meydana getirmektedir. Esas olarak hangi sürecin baskın olduğuna karar vermek kolay bir iş değildir; zira, özellikle bulut örtüsündeki değişiklikler bulut hac-

mindeki değişikliklerle aynı olmayabilir. Söz gelişi tabakalı (stratiform) bulutlar yatay olarak geniş ancak dikey olarak ince olabilirken, kümüls (kümüliform) bulutları bunun tam tersi olabilmektedir (O'Hare vd., 2014).

Kriyosferdeki önemli bir pozitif geri besleme, buz ve karla kaplı alan genişlediğinde veya daraldığında yüzey albedo değişikliklerinden kaynaklanmaktadır. Dünyamızın karasal yüzeyi çoğunlukla koyu bir renk taşımaktadır. Ancak parlak beyaz kıtasal buz tabakalarının kıtalar boyunca genişlemesi hem bölgesel hem de küresel albedoyu artırmaktadır. Bu gibi durumlarda güneş ışığının daha büyük bir yüzdesi yüzeyden uzaya yansıtılmaktadır. Bunun sonucunda, yüzeyde absorbe edilen güneş ışığı miktarında bir azalma meydana gelmekte, bu da sıcaklıkta bir düşüşü tetikleyerek buz tabakalarının daha da büyümesine neden olmaktadır. Benzer bir pozitif geri besleme sistemi, buzullar arası bir evrenin başlangıcında olduğu gibi hafif ısınma dönemlerinde de meydana gelmektedir. Nitekim sıcaklıklardaki hafif bir yükselme, buz kütlelerinin erimesinin artmasını tetikler. Sonuçta buz tabakasının altındaki daha koyu renkli yüzey açığa çıktığı için albedo değerinde hafif bir düşüş meydana gelir. Bu ise güneş ışığının daha fazla absorbe edilmesini başlatmaktadır. Daha sonra net enerji kazanımları atmosferik sıcaklıkların artmasına, bunun sonucunda da buz kütlesi erimesinin daha da hızlanmasına ve albedonun daha da düşmesine neden olmaktadır. Yukarıdaki örnekler ile kriyosferin, uzun zaman dilimlerinde atmosferle son derece karmaşık bir şekilde bağlantılı olduğu anlaşılmaktadır. Ancak kriyosfer kısa zaman aralıklarında da atmosferi (ve tersini) etkileyebilir. Örneğin, bir bölge sonbaharda yoğun bir kar yağışına maruz kalabilir. Böyle bir durumda kar, bölgesel albedoyu önemli düzeyde değiştirebilir. Bu olaydan sonra, yüzey albedosundaki artış bölgenin soğumasına neden olabilmektedir (Rohli ve Vega, 2018).

Pozitif geri bildirimlerin en bilinenleri arasında buz–albedo geri bildiri (feedback) ve su buharı geri bildiri yer almaktadır. Hava ısındığında buzlar erimekte, bu da Dünya'nın albedosunu düşürmektedir ve bunun neticesi daha fazla ısınmaya neden olmaktadır. Yani küresel ısınma nedeniyle buzullar ve kar örtüsü eridiğinde, yüzeyin albedo değeri düşmektedir. Bu durum, daha fazla güneş enerjisinin absorbe edilmesine ve sıcaklıkların daha da artmasına neden olmaktadır. Bu süreç, pozitif geri bildirim olarak adlandırılır ve küresel ısınmayı hızlandırır. Hava soğuduğunda ise buzlar büyür, bu da Dünya'nın albedosunu artırarak daha fazla soğumaya neden olmaktadır. Su buharı geri bildiriminde, doyumluk buhar basıncı sıcaklığa çok duyarlıdır ve bilindiği gibi su buharı en önemli sera gazlarından birisi olmasından dolayı çok güçlü bir pozitif geri bildirim oluşturmaktadır (Hartman, 2016). Kar–albedo geri bildiri (feedback) artan yüzey hava sıcaklıklarının kutup enlemlerinde kar ve buzun erimesini artıran/hızlandıran pozitif bir geri bildirimdir. Bu durum Dünya'nın albedosunu azaltmakta ve

daha fazla güneş ışığının yüzeye ulaşmasını sağlayarak hava sıcaklığının daha da yükselmesine neden olmaktadır (Şekil 3) (Ahrens, 2011). Bu şekil (Şekil 3), yüzey albedosu ve güneş ışığı absorpsiyonu arasındaki ilişkiyi ve bunun yüzey ısınması üzerindeki etkilerini göstermektedir. Şekildeki (A) alanında yüzey, güneş ışığını büyük oranda yansıtmaktadır. Güneş ışığının büyük kısmı yansıtıldığı için yüzey tarafından az enerji absorbe edilmektedir. Dolayısıyla bu alanda sıcaklık artışı daha yavaş gerçekleşmektedir. (B) alanında yüzey, daha az ışığı yansıtmaktadır. (B) alanda (A) alanına nispeten daha fazla güneş ışığı yüzey tarafından absorbe edilmektedir. Bunun sonucunda yüzey sıcaklığı belirgin şekilde yükselmektedir. (C) alanında ise yüzey neredeyse hiç ışık yansıtmadığı için güneş ışığı büyük oranda absorbe edilmektedir. Netice olarak (C) alanında diğer alanlara (A ve B) oranla sıcaklık en yüksek seviyelere ulaşmaktadır. Bu şekil (Şekil 3), farklı yüzey özelliklerinin iklim ve sıcaklık üzerindeki etkilerini anlamak için önemlidir. Bununla beraber yüzey albedosunun düşmesi, güneş ışığının daha fazla absorbe edilmesine ve yüzey sıcaklığının artmasına neden olur. Bu durum, karbondioksit birikimi ve karasal yüzeydeki değişiklikler gibi faktörlerle birlikte iklim değişikliği ve küresel ısınma süreçlerini hızlandırabilir. Örneğin, karla kaplı alanların erimesi albedoyu düşürür, bu da daha fazla güneş ışığının absorbe edilmesine yol açar ve geri bildirim döngüsüyle ısınmayı artırır.



Şekil 3. Isınan bir gezegende, kar-albedo pozitif geri bildirim ısınmayı artırır.

(A) Kutup bölgelerinde kar, güneş enerjisinin büyük bir kısmını uzaya geri yansıtır. (B) Hava sıcaklığı kademeli olarak artarsa, karların bir kısmı erir; daha az güneş ışığı geri yansıtılır ve böylece daha fazla güneş ışığı yere ulaşır ve yer daha hızlı ısınır. (C) Sıcak yüzey kar erimesini artırır; bu da sıcaklık artışını hızlandırır (Ahrens, 2011'den değiştirilerek).

Tüm geri bildirim mekanizmaları aynı anda ve her iki yönde de çalışmaktadır. Örneğin, küresel yüzey hava sıcaklığındaki bir artış, kutup

enlemlerinde kar ve buzun erimesine neden olabilmektedir. Bu erime yüzeyin albedosunu (yansıtıcılığını) azaltarak daha fazla güneş enerjisinin yüzeye ulaşmasını sağlar ve bu da sıcaklığı daha da yükseltir. Bu pozitif geri bildirim mekanizmasına kar–albedo geri bildirim denilmektedir. Az önce gördüğümüz gibi, ısınan bir gezegen olumlu bir geri bildirim üretmekle birlikte, soğuyan bir gezegende olumlu bir geri bildirim üretebilmektedir. Örneğin, Dünya'nın yüzlerce hatta binlerce yıl sürecek yavaş bir küresel soğuma eğiliminde olduğunu varsayalım. Düşük sıcaklıklar orta ve yüksek enlemlerde daha fazla kar örtüsü oluşmasını sağlayabilir, bu da yüzeyin albedosunu artırarak gelen güneş ışığının büyük bir kısmının uzaya geri yansıtılmasını sağlayabilecektir. Yüzeyde daha az güneş ışığının absorbe edilmesi sıcaklığın daha da düşmesine neden olabilir. Bu eylem kar örtüsünü daha da artırarak sıcaklığı daha da düşürecektir. Eğer kontrol edilmezse, kar–albedo geri bildirim kaçak bir buzul çağına yol açabilir ki; bu tabii ki yeryüzünde olası bir durum değildir. Çünkü atmosfer sistemindeki diğer geri bildirim mekanizmaları soğumanın büyüklüğünü hafifletmek için sürekli olarak çalışmaktadır (Ahrens, 2011).

Arazi örtüsündeki ve insanların arazi kullanım biçimindeki değişiklikler herhangi bir yörenin iklimini etkileyebilir. Gerçekten ormanların ve otlak alanların tarım arazisine dönüştürülmesi net radyasyon miktarını, bu enerjinin hissedilebilir ve gizli ısıya dönüşmesini ve yağışın toprak suyunu, evapotranspirasyona ve yüzey akışına dönüşmesini değiştirebilir. Arazi örtüsü değişikliği ile değişen yüzey özellikleri arasında albedo, yeryüzü engebeliliği/pürüzlülüğü, yaprak alanı indeksi, tepe tacı (kapalılık) geçirgenliği, kök derinliği ve toprak tekstürü ve strüktürü (iç yapısı) bulunmaktadır. Kurak ve yarı kurak iklimlerde arazi bozulması yüzey albedosunu artırmakta, evapotranspirasyonu azaltmakta ve bu bölgelerdeki düşük yağış miktarına katkıda bulunabilmektedir. Örneğim giderek artan ormansızlaşma ve arazi tahribatları Avustralya'nın büyük bölümünün iklimini değiştirmiştir. Tropikal ormanların otlak alanı olarak kullanılmak amacıyla kesilmesi daha sıcak ve kuru bir iklim oluşturmaktadır. Ilıman ormanların ve otlakların tahıl yetiştirmek için temizlenmesi, öncelikle daha yüksek albedo nedeniyle iklimi soğutmaktadır. Bununla birlikte, tarımsal ürünlerle ilişkili iklim verileri karmaşık olup doğal bitki örtüsünün fenolojisine göre ekim, olgunlaşma ve hasat zamanlamasıyla ilişkilendirilmektedir. Sonuç olarak ormansızlaşma albedoyu artırmakta, ancak evapotranspirasyonu azaltmaktadır. İlk süreç iklimi soğuturken, ikinci süreç iklimi ısıtmaktadır. Diğer yandan sulama daha serin ve nemli bir iklime neden olabilmektedir. Geçmişteki arazi örtüsü değişikliğinin iklim üzerindeki etkisi, sera gazları, aerosoller, güneş ışınlarındaki farklılık ve ozon gibi bilinen faktörlere ek olarak bir iklim değişikliği faktörü olarak mutlaka dikkate alınmalı ve değerlendirilmelidir. İklim modeli simülasyonları, geçmişteki arazi örtüsü

değişiminin biyojeofiziksel etkilerinin Kuzey Amerika ve Avrasya'nın büyük/geniş bölgelerinde iklimi soğuttuğunu göstermektedir. Bu biyojeofiziksel soğuma, aynı dönemdeki sera gazı ısınmasıyla karşılaştırılabilecek düzeyde, ancak bunun tersi bir eğilim göstermektedir. Bu soğuma öncelikle ormansızlaşma ile yüzey albedosundaki artıştan kaynaklanmaktadır. Ayrıca ormanlar, otlak alanlar ve tahıl arazileri arasındaki dönüşümlerin yıllık evapotranspirasyonu azalttığı düşünülmektedir (Bonan, 2015).

Okyanus ve buz arasında büyük bir albedo farkı bulunmaktadır. Nitekim bu konuda yapılmış olan çalışmalarda, taze karla kaplı deniz buzunun üzerine düşen güneş ışığının yaklaşık %85'ini yansıtılabildiği belirtilmektedir. Buna karşın Arktik Okyanusu'ndaki su yüzeyi ise sadece %7'sini yansıtılmaktadır. Bu büyük farklılık, geçtiğimiz onlarca yıl boyunca Kuzey Kutbu'ndaki yaz deniz buzunun daha genç, daha ince ve daha az hacimli hale gelmesiyle sonuçlanan bir geri bildirim oluşturmaktadır (Stroeve vd., 2012; Perkins, 2019). Son yıllarda yapılan araştırma bulguları, bu sürecin birden fazla adımda gerçekleştiğini göstermektedir (Stroeve vd., 2012). Yapılan çalışmalar Kuzey Kutbu'nda yaz mevsiminin güneşi altında, okyanusun deniz buzuyla kaplı olmayan herhangi bir kısmı güneş ışığını absorbe ettiğini ve daha fazla ısındığı bildirirken, bu durumun çevrede yüzen diğer buzların kenarlarını eriterek açık alanları genişletme eğiliminde olduğunu, bunun da denizin daha da ısınmasına yol açtığını vurgulamaktadır. Gerçekleşen olayın neticesi olarak, bu sıcak ve açık alanlar bir sonraki kış boyunca çok fazla buz biriktiremez, bu da bir sonraki ilkbaharda erimenin çok daha erken başlayacağı anlamına gelmektedir. Benzer olarak diğer araştırmacılar tarafından yapılan güncel bilgisayar simülasyonları, Arktik deniz buzu ne kadar seyrek olursa, rüzgarlar ve akıntılar tarafından o kadar fazla yayılabileceğini ortaya koymuştur (Kashiwase vd., 2017) – bu da yaz erimesini daha da hızlandıran bir süreç (Perkins, 2019) olarak ortaya çıkmaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'ne göre hem bölgesel hem de küresel ölçekte meydana gelen bu gibi geri bildirimlerin kapsamı ve büyüklüğü, mevcut iklim modellerindeki en büyük belirsizliklerden birkaç tanesidir (IPCC, 2013). Elbette ki bu belirsizlikleri veya soruları çoğaltmak mümkündür. Örneğin, Gezegen/Dünyamız ısındıkça, dünya genelinde artan sıcaklıkların Dünya'nın bulut örtüsünün miktarı ve parlaklığı üzerinde nasıl bir etkisi olacaktır? Kuraklık veya ormansızlaşma bazı bölgelerde Dünya'nın albedosunu nasıl değiştirecektir? Ve iklim çok karmaşık bir sistem olduğu için, bu geri bildirimler birbirlerini nasıl etkileyecektir? Bu bağlamda konu ile ilgili yapılan çalışmalar, “geri bildirimlere asla tek başına bakmamamız gerektiğini, çünkü her bir şeyin diğer her şeye bağlı olduğunu” bizlere öğütlemektedir (Perkins, 2019).

Dolayısıyla son zamanlarda yapılan çalışmalarda (Shonk, 2020) bu zorluklardan bahsedilmektedir. Nitekim bazılarında yukarıda vurgu yapı-

lan şeylerin ve vurgu yapılmayan her şeyin Dünya sistemi içindeki tüm bu karşılıklı etkileşimlerin modellenmesi, iklim biliminin önündeki en büyük zorluk olarak kendini göstermektedir. Atmosferin durumundaki değişikliklerin iklim sisteminin başka bir unsurunu etkilediği ve bu unsurun da atmosferin durumu üzerinde başka bir etkiye sahip olduğu, iklim geri bildirimlerinin varlığı, durumu daha da karmaşık hale getirmektedir. Örneğin, küresel ısınmanın gözlemlenen etkilerinden biri (aslında IPCC tarafından bunun gerçekleştiğini göstermek için kullanılan ana göstergelerden biri), son 20–30 yıl içinde Kuzey Kutbu'ndaki buz ve kar örtüsünün boyutlarındaki azalmadır. Gerçi karın albedosu ile kara yüzeyinin albedosu arasında büyük bir fark bulunmaktadır. Bu nedenle kar kaybı Dünya'nın ortalama albedosunu azaltacak, bu da daha az güneş radyasyonunun uzaya geri yansıtılmasına ve dolayısıyla Dünya-atmosfer sisteminin daha fazla ısınmasına neden olacaktır. Başka bir deyişle, kar kaybı pozitif bir geri bildirim sürecinde küresel ısınmanın etkilerini arttırıcı bir rol oynamaktadır. Bu, Dünya-atmosfer sisteminin farklı bölümlerinin küresel ısınmanın etkileri altında birbirlerini etkilemesinin sayısız yollarından sadece bir tanesidir. Geri bildirimlerin hepsi olumlu değildir – küresel ısınmanın getirdiği bazı değişiklikler, olumsuz geri bildirim süreçleri yoluyla ısınma etkisini azaltma yönünde hareket edebilmektedir. Bu geri bildirimlerin olabildiğince büyük bir kısmını kavrayabilmek için, bu gibi süreçlerden mümkün olduğunca çoğunun sayısal gösterimlerini hesaba katmamız gerekir. Bunun için öncelikle bir atmosferik iklim modelinin tam bir okyanus modeline bağlanması gereklidir. Okyanuslarda büyük miktarlarda ısı depolanabilir, sıcaklık ve tuzluluktaki değişikliklerin her ikisi de potansiyel olarak okyanus dolaşımını etkilemekte ve bu da bölgesel iklimde belirgin değişikliklere neden olabilmektedir. Aynı zamanda model, kar ve buz örtüsünü de temsil etmek zorundadır; çünkü, bunlardaki değişikliklerin Dünya'nın albedosu ve deniz seviyesi üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Arazi kullanımındaki değişikliklerin de modele dahil edilmesi önemli olacaktır. Bulutlar ve aerosoller de iklim simülasyonlarında önemli bir rol oynamaktadır; ancak, bunlarla ilgili geri bildirim süreçleri çok karmaşıktır ve anlaşılması şu anda yetersizdir ve dolayısıyla kapsamlı bir araştırma konusudur (Shonk, 2020).

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yansıma (yani refleksiyon), güneş radyasyonunun Dünya yüzeyine aktarılması sürecine denilmektedir. Bununla birlikte yansıyan güneş ışığı albedo ve gelen güneş ışığına bağlıdır. Öte yandan Dünya'nın yansıtıcılığı Dünya'nın albedosu olarak adlandırılmaktadır: albedosu $r = 0$ (%0) olan bir yüzey üzerine düşen tüm radyasyonu absorbe edebilmekte; albedosu $r = 1.0$ (%100) olan bir yüzey ise gelen radyasyonun tamamını yan-

sıtmaktadır. Bu durumda albedo, yüzeyin güneş radyasyonunu yansıtma kabiliyetinin bir ölçüsüdür. Bilindiği üzere yüzey sıcaklığı temel olarak Dünya yüzeyinden termal radyasyonun yayılmasıyla oluşur. Gelen güneş radyasyonunun bir kısmı (yüzey albedosu açısından tanımlanır) zemin tarafından absorbe edilmektedir. Bu da zemini ısıtarak yaydığı termal radyasyon miktarını artırmaktadır. Yayılan bu enerjinin çoğu atmosferik gaz molekülleri tarafından hızla absorbe edilmekte, bu da radyasyon transferinin çoğunun yüzey ile atmosferin sadece en alt kısımları arasında gerçekleştiğini göstermektedir. Bununla birlikte Dünya atmosferinde kızılötesi radyasyonu neredeyse geçirmeyen su buharı, metan, CO₂ ve diğer sera gazlarının varlığı, yayılan enerjiyi bu şekilde tutarak denge sıcaklığını bu gazların yokluğundaki sıcaklığa kıyasla artırmaktadır. Bu etki arzu edilen bir durumdur; zira, aksi takdirde Dünya'nın sıcaklığı yaşam için çok düşük (-18°C veya -19°C) olacaktır. Bununla birlikte, aşırı sera gazı konsantrasyonu atmosfer sıcaklığında olağandışı bir artışa ve sonuç olarak Dünya'daki yağmur dağılımını değiştirecek, aşırı atmosferik olayların sıklığını artıracak ve daha fazla sel, kuraklık ve kasırgaya neden olacak bir iklim değişikliğine yol açacaktır.

Dünya'nın donmuş suyu olan küresel kriyosfer hızla azalmaktadır. Kriyosfer kaybının devam eden ve öngörülen etkileri, tüm biyomların yok olmasından su kaynakları krizlerine kadar uzanan bir çeşitlilik göstermektedir. Gezegenin yaklaşık beşte birini kaplayan karasal kriyosferdeki kütle kaybı öncelikle ısınan atmosferden kaynaklanmakta, bununla birlikte albedodaki (yansıyan ışığın oranı) azalmalar da güneş radyasyonunun absorpsiyonunu artırarak bu soruna katkıda bulunmaktadır. Toz ve diğer abiyotik kirliliklere ek olarak, biyolojik topluluklar dünya çapında albedoyu önemli ölçüde azaltmaktadır. Bununla beraber bitki örtüsünün az olduğu veya hiç olmadığı kara yüzeyleri ile karla kaplı kara yüzeylerinin yüksek yansıtma değerine (albedoya) sahiptirler. Toprak nem içeriğindeki değişiklikler ve toprak tekstürü toprağın absorbe ve yansıtma özelliklerini değiştirmektedir. Gerçekten topraklar kuru olduklarında ıslak olduklarından çok daha yüksek albedoya sahip oldukları gibi killi toprak parçacıkları kumlu toprak parçacıklardan daha düşük albedo özelliği göstermektedirler. Netice itibarıyla yüzeyin albedosu son derece değişken olduğundan ve absorbe edilen güneş radyasyonu üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğundan, yüzey sıcaklığı üzerinde büyük bir etkiye sahip olabilecektir. Sonuç olarak yüzey albedosu, iklim koşullarıyla sistematik olarak değişirse, iklimin duyarlılığı üzerinde de güçlü bir etkiye sahip bir parametre olabilir. Öte yandan albedo, yıllardır gökbilimcilerin gezegenimizin başıboş asteroidlerden zarar görme riskini değerlendirmelerine, boyutlarını tahmin etmelerine de yardımcı olmuştur. Bu bağlamda gelecekte albedo, gökbilimcilerin yaşama elverişli olabilecek başka gezegenleri belirlemelerine dahi yardımcı olabi-

lır; çünkü, albedodaki değişiklikler değişen bulut örtüsünü, hava durumunu ve yüzeylerinde büyük miktarda sıvı, hatta muhtemelen deniz olduğunu gösterebilir. Gerçekten karanlığı ve ışığı anlamak geniş bir etki yelpazesine sahip olmayı beraberinde getirecektir.

Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığı şu an yaklaşık 15 °C'dir. Eğer Dünya tamamen donarsa yani çok yüksek albedo etkisi gösterirse gezegenin ortalama sıcaklığı yaklaşık -40°C'nin altına düşecektir. Benzer olarak sadece karalar buzla kaplı olursa Dünya'nın ortalama sıcaklığının 0°C civarında olması beklenmektedir. Eğer Dünya'nın tamamı su ile kaplı olursa yani düşük albedo etkisi gösterirse Dünya ortalama sıcaklığının yaklaşık +27 °C'ye kadar yükseleceği tahmin edilmektedir. Dolayısıyla albedo, Dünya'nın enerji dengesini korumada kritik bir rol oynarken, iklim sisteminde de önemli bir işlev görmekte ve böylece küresel ısınma üzerinde doğrudan etkiler göstermektedir. Şimdiye kadar ifade edilenlerin ışığı altında, albedo etkisi iklim değişikliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir; çünkü, güneş radyasyonunun yaklaşık %50'si Dünya yüzeyine ulaşır ve burada albedoya bağlı olarak ya absorbe edilir ya da yansıtılır. Gerçekten, yüksek albedo değerine sahip yüzeyler, güneş ışınlarını uzaya geri yansıtarak gezegenin soğumasına katkıda bulunur. Ancak, düşük albedo değerine sahip yüzeyler, güneş enerjisini absorbe ederek ısınmaya neden olmaktadır. Bu süreç, küresel ısınmayı doğrudan etkiler. Bu durumda Dünya ne kadar çok radyasyon absorbe ederse, o kadar sıcak olur ve bu da küresel ısınmayı hızlandırır. Bununla beraber buzulların erimesi, ormanların tahribi ve şehirleşme gibi insan kaynaklı faaliyetler, albedo değerlerini değiştirerek iklim değişikliğini hızlandırabilir. Bu nedenle, albedo etkilerini anlamak ve sürdürülebilir çözümler geliştirmek, küresel ısınmayla mücadelede büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, bu küresel ısınma etkisi, bilgi birikimimizi kullanarak, yani daha yansıtıcı yüzeyler (buzulların korunması, yeşil alanların artırılması, açık renkli yapı malzemelerin kullanımı ve güneş enerjisi panelleri) kullanarak yavaşlatılabilir. Yani dünya yüzeyinin yansıtıcılığının artırılması, güneş enerjisinin absorpsiyonunu azaltacak, böylece daha az kızılötesi radyasyon yayacak ve atmosferi soğutacaktır. Bu eylem ucuzdur ve üretim süreçlerinde önemli bir değişiklik anlamına gelmemektedir. Dolayısıyla hemen ve hızlı bir şekilde yaygınlaştırılması başlanmalıdır.

TEŞEKKÜR

Öncelikle, şu zamana kadar maddi ve manevi yardımlarını, özverilerini, desteklerini ve teşviklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen ve her zaman yanımda olan en küçüğünden en büyüğüne tüm aile üyelerime sonsuz şükranlarımı sunarım. Bununla birlikte, akademik manada yetişirken elinde bir fener ile yolumu aydınlatan, önümü açan ve yorulduğumda

her anlamda beni cesaretlendiren, destekleyen hocama/hocalarıma çok teşekkür ediyorum. Ayrıca bu kitap bölümünün yazılmasına beni teşvik eden çok değerli meslektaşlarıma da teşekkürlerimi sunuyorum. Bu ve bundan önce yazılan kitap bölümlerinde hataların ve eksiklerin olması çok doğaldır. O yüzden bunların düzeltilmesi için yapılacak olan eleştiri ve öneriler şükranla karşılanacaktır. Öte yandan çalışmayı okuyup değerlendiren okuyucuların, ilgilenenlerin ve araştırmacıların, çalışmayı umduklarından daha ilginç ve faydalı bulduklarında bu beni fazlasıyla mutlu edecektir. Bu yüzden çalışmanın araştırmacılara, uygulayıcılara, tüm ilgilienlere ve bilim dünyasına yararlı, faydalı ve ışık tutması tek dileğimdir.

KAYNAKLAR

- Ahrens, C. D. (2011). *Essentials of meteorology: an invitation to the atmosphere*, ISBN-13: 978-0-8400-4933-9, Australia: Brooks/Cole/Thomson Learning, 528 pp.
- Bonan, G. (2015). *Ecological climatology: Concepts and applications*, 3rd edition, ISBN 978-1-107-61905-0, Cambridge University Press, Printed by Sheridan Books, Inc., USA, 740 pp.
- Bonfils, C., de Noblet-Ducoudré, N., Braconnot, P., & Joussaume, S. (2001). Hot desert albedo and climate change: Mid-Holocene monsoon in North Africa. *Journal of Climate*, 14(17), 3724–3737.
- Chalita, S., & Le Treut, H. (1994). The albedo of temperate and boreal forest and the Northern Hemisphere climate: a sensitivity experiment using the LMD GCM. *Climate Dynamics*, 10, 231–240.
- Degünther, M., Meerkötter, R., Albold, A., & Seckmeyer, G. (1998). Case study on the influence of inhomogeneous surface albedo on UV irradiance. *Geophysical Research Letters*, 25(19), 3587–3590.
- Dobos, E. (2020). *Albedo*. In: Atmosphere and Climate, Edited by Yeqiao Wang, ISBN–13: 978-1-138-33967-5, CRC Press, (pp. 25-28).
- Esters, L., Wirtz, P., Brückner, S., Li, Y., & Kracheletz, M. (2023). What is albedo and what does it have to do with global warming? *Frontiers Young Minds*, 11:1113553. doi: 10.3389/frym.2023.1113553.
- Farmer, G. T., Cook, J., Farmer, G. T., & Cook, J. (2013). Earth’s albedo, radiative forcing and climate change. *Climate Change Science: A Modern Synthesis: Volume 1–The Physical Climate*, 217–229.
- Fountain, A. G., Campbell, J. L., Schuur, E. A., Stammerjohn, S. E., Williams, M. W., & Ducklow, H. W. (2012). The disappearing cryosphere: impacts and ecosystem responses to rapid cryosphere loss. *BioScience*, 62(4), 405–415.
- Galvin, J. F. P. (2016). *An introduction to the meteorology and climate of the tropics*, ISBN 978-1-119–08622-2 (pbk.), John Wiley & Sons, 488 pp.
- Groisman, P. Y., Karl, T. R., & Knight, R. W. (1994). Observed impact of snow cover on the heat balance and the rise of continental spring temperatures. *Science*, 263(5144), 198–200.
- Hansen, J., & Nazarenko, L. (2004). Soot climate forcing via snow and ice albedos. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, 101(2), 423–428.
- Hanzer, F., Förster, K., Nemeč, J., & Strasser, U. (2018). Projected cryospheric and hydrological impacts of 21st century climate change in the Ötztal Alps (Austria) simulated using a physically based approach. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(2), 1593–1614.
- Hartman, D. L. (2016). *Global physical climatology*, International Geophysical Series, 2nd edition, ISBN: 978-0-12-328531-7, Department of Atmospheric Sciences, University of Washington, Seattle, WA, USA, 481 pp.

- Hock, R., Bliss, A., Marzeion, B. E. N., Giesen, R. H., Hirabayashi, Y., Huss, M., ... & Slangen, A. B. (2019). GlacierMIP—A model intercomparison of global-scale glacier mass-balance models and projections. *Journal of Glaciology*, 65(251), 453–467.
- Hotaling, S., Finn, D. S., Joseph Giersch, J., Weisrock, D. W., & Jacobsen, D. (2017a). Climate change and alpine stream biology: progress, challenges, and opportunities for the future. *Biological Reviews*, 92(4), 2024–2045.
- Hotaling, S., Hood, E., & Hamilton, T. L. (2017b). Microbial ecology of mountain glacier ecosystems: biodiversity, ecological connections and implications of a warming climate. *Environmental Microbiology*, 19(8), 2935–2948.
- Hotaling, S., Lutz, S., Dial, R. J., Anesio, A. M., Benning, L. G., Fountain, A. G., ... & Hamilton, T. L. (2021). Biological albedo reduction on ice sheets, glaciers, and snowfields. *Earth-Science Reviews*, 220, 103728.
- Hu, Q., & Feng, S. (2002). Interannual rainfall variations in the North American summer monsoon region: 1900–98. *Journal of Climate*, 15(10), 1189–1202.
- IPCC. (2019). IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H. O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 755 pp. <https://doi.org/10.1017/9781009157964>.
- IPCC. (2013). Intergovernmental Panel on Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- Kashiwase, H., Ohshima, K. I., Nihashi, S., & Eicken, H. (2017). Evidence for ice-ocean albedo feedback in the Arctic Ocean shifting to a seasonal ice zone. *Scientific Reports*, 7(1), 8170.
- Kreuter, A., Blumthaler, M., Webb, A. R., Bais, A. F., Kift, R., & Kouremeti, N. (2013). Effects of Albedo on Solar Irradiance. In *Advances in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics* (pp. 1089–1095). Springer Berlin Heidelberg.
- Lal, R. (2017). *Encyclopedia of soil science*, 3rd edition, Edited by Rattan Lal, Volume I, II and III, CRC Press, Boca Raton, FL., 2650 pp.
- Lin, G., Penner, J. E., Flanner, M. G., Sillman, S., Xu, L., & Zhou, C. (2014). Radiative forcing of organic aerosol in the atmosphere and on snow: Effects of SOA and brown carbon. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 119(12), 7453–7476.

- Milner, A. M., Khamis, K., Battin, T. J., Brittain, J. E., Barrand, N. E., Füreder, L., ... & Brown, L. E. (2017). Glacier shrinkage driving global changes in downstream systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(37), 9770–9778.
- Ramírez, A. Z., & Muñoz, C. B. (2012). Albedo effect and energy efficiency of cities. In *Sustainable Development-Energy, Engineering and Technologies-Manufacturing and Environment*, Ghenai C. (Ed.), ISBN 978-953-51-0165-9, IntechOpen.
- O'Hare, G., Sweeney, J., & Wilby, R. (2014). *Weather, climate and climate change: Human perspectives*, 1st edition, Routledge, Abingdon, UK, ISBN 0130 283193, <https://doi.org/10.4324/9781315847757>, 418 pp.
- Painter, T. H., Skiles, S. M., Deems, J. S., Brandt, W. T., & Dozier, J. (2018). Variation in rising limb of Colorado River snowmelt runoff hydrograph controlled by dust radiative forcing in snow. *Geophysical Research Letters*, 45(2), 797-808.
- Perkins, S. (2019). Albedo is a simple concept that plays complicated roles in climate and astronomy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(51), 25369–25371.
- Rohli, R. V., & Vega, A. J. (2018). *Climatology*. Jones & Bartlett Learning, 4th edition, ISBN 9781284126563, 5 Wall Street Burlington, MA, 434 pp.
- Ryan, J. C., Hubbard, A., Stibal, M., Irvine-Fynn, T. D., Cook, J., Smith, L. C., ... & Box, J. (2018). Dark zone of the Greenland Ice Sheet controlled by distributed biologically active impurities. *Nature Communications*, 9(1), 1065.
- Shonk, J. (2013). *Introducing meteorology: A guide to weather*, Edinburgh: Dundee Academic Press Limited, 2nd edition, ISBN 9781780460918, 165 pp.
- Skiles, S. M., Flanner, M., Cook, J. M., Dumont, M., & Painter, T. H. (2018). Radiative forcing by light-absorbing particles in snow. *Nature Climate Change*, 8(11), 964–971.
- Stroeve, J. C., Serreze, M. C., Holland, M. M., Kay, J. E., Malanik, J., & Barrett, A. P. (2012). The Arctic's rapidly shrinking sea ice cover: a research synthesis. *Climatic Change*, 110, 1005–1027.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve meteoroloji*, Kriter Yayın No: 63, Fiziki Coğrafya Serisi No: 1, ISBN: 978-605-5863-39-6, 650 s., Kriter Yayınevi, Express Basımevi, İstanbul.
- Wiscombe, W. J., & Warren, S. G. (1980). A model for the spectral albedo of snow. I: Pure snow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 37(12), 2712–2733.
- Zemp, M., Huss, M., Thibert, E., Eckert, N., McNabb, R., Huber, J., ... & Cogley, J. G. (2019). Global glacier mass changes and their contributions to sea-level rise from 1961 to 2016. *Nature*, 568(7752), 382-386.

Zhang, Y., Kang, S., Sprenger, M., Cong, Z., Gao, T., Li, C., ... & Sillanpää, M. (2018). Black carbon and mineral dust in snow cover on the Tibetan Plateau. *The Cryosphere*, 12(2), 413–431.

BÖLÜM 2

HİNT ZAMKININ RENK DEĞİŞTİRME AMAÇLI MALTA ERİĞİ, SANTOS, SAPELLİ VE MAUN ODUNLARINA UYGULANMASI

Göksel ULAY¹

Ümit AYATA²

1 Doç. Dr. Göksel ULAY, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Van Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, Mobilya Dekorasyon Programı, Van, Türkiye, ORCID ID: 0000-0003-4080-8816, gokselulay@gmail.com,

2 Doç. Dr. Ümit AYATA, Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-6787-7822, umitayata@bayburt.edu.tr,

Özet

Bu araştırmada, belirli oranda hazırlanmış Arap zamkının saf su ile kaynatılması ile elde edilen çözeltinin santos (*Myroxylon balsamum* (L.) Harms), maun (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.), sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve Malta eriği (*Eriobotrya japonica* L.) odunlarına uygulanması sonrasında meydana gelen renk parametrelerindeki değişimler araştırılmıştır. Çözelti uygulanmış ve uygulanmış yüzeyler birbirleri ile kıyaslanmıştır. Sonuçlara göre, ΔE^* değerleri maun için 4.97, Malta eriği için 3.76, sapelli için 6.50 ve santos için 8.20 olarak bulunmuştur. Arap zamkının kullanılması ile hazırlanmış çözeltinin bütün ahşap türlerine uygulanması sonrasında L^* değerlerinde azalışlar elde edilmiştir. Buna ek olarak, maun odununda b^* , C^* , h° ve a^* değerlerinde azalışlar görülmüştür. Malta eriği odununda a^* , b^* , C^* değerlerinde artışlar elde edilirken, h° değerlerinde ise azalışlar belirlenmiştir. Santos ve sapelli odunlarında h° , b^* , ve C^* değerlerinde azalışlar tespit edilirken, a değerlerinde artış bulunmuştur. Çalışmada kullanılan Arap zamkının ağaç türlerine ait ahşap örnekler üzerinde renk değişimine sebep olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Arap zamkı, Malta eriği odunu, Santos odunu, Sapelli odunu, Maun odunu, Renk parametreleri

1. Giriş

Yüzyıllar boyunca ahşabın benzersiz özellikleri ve karşılaştırmalı bolluğu, onu evler ve diğer yapılar, mobilyalar, araç gereçler, araçlar ve dekoratif objeler için doğal bir malzeme yapmıştır. Bugün de aynı nedenlerle ahşap, çok çeşitli kullanım alanları için değerli bir malzeme olarak takdir edilmektedir (Mahoney, 2000).

Ahşabın kullanımını sınırlayan birkaç özelliği vardır: Bu tür ürünler, geometrik boyutlarını azaltabilir ve büzülme sırasında çatlama yaşayabilmektedir. Ahşap, çürüyebilir, yanabilir vb. Bu nedenle, ahşabın istenen parametreleri elde etmesi için hidrotermal işleme tabi tutulması gerekmektedir. Bu işlem, ahşabın kullanım olanaklarını genişletmektedir ve tüketici özelliklerini artırmaktadır. Hidrotermal işlem, malzemenin özelliklerinin gaz ve sıvı ortamlarında ısıtma, baskılama, yoğunlaştırma vb. işlemlerle değişime uğradığı süreci ifade etmektedir (Kozhin ve Gorbachev, 2011).

Doğal zamklar ve reçineler, Sahra Altı Afrika'da, özellikle Etiyopya'da, yerel toplulukların gıda güvenliği, sanayi temini, gelir yaratma ve döviz kazançları açısından yaşam standartlarını iyileştiren kuru kara kaynakları arasında yer almaktadır. Bu kaynaklar aynı zamanda çevrenin iyileştirilmesine de katkıda bulunmaktadır. Bu kaynakların ve ürünlerin geliştiril-

mesi, zorlu çevresel koşullar nedeniyle daha az alternatif seçeneği olan kuru kara alanlarının sürdürülebilir yönetimi ve kalkınması için anahtardır (Tadesse ve ark., 2007).

Acacia senegal (Linne') Willdenow veya diğer ilgili Afrika akasya türlerinin (Fabaceae familyası) gövde ve dallarından elde edilen kurutulmuş zamklı salgıdır. Bu ağaçlar, özellikle Orta Sudan, Orta Afrika ve Batı Afrika'da bol miktarda bulunmaktadır (Evans, 1989; Hadi ve ark., 2010). Sudan, dünya çapında *Acacia* zamkı üretiminde lider konumda olup, Nijerya, Çad, Mali ve Senegal onu takip etmektedir (Vanloot ve ark., 2012; Musa ve ark., 2018).

Gum arabic isminin, köken aldığı bölge ya da Avrupa'ya ihracat limanından sonra türediği bildirilmektedir. Başka bir açıklama ise Sudan'ın Kızıldeniz kıyısında yaşayan Beja adındaki Sudanlı bir kabileye dayanmaktadır. Beja dilinde "gum arabic" terimi "şeffaf" anlamına gelmektedir ve "kabuktan serbest kalan şeffaf ve mükemmel kaliteye sahip zamk" olarak ifade edilmektedir (Idris ve Haddad, 2012).

Acacia sakızı, Afrika'nın sakız kuşağı bölgesinden elde edilen doğal bir tarım ürünüdür. Bu bölge, coğrafi olarak doğudan batıya doğru uzanarak Sudan, Somali, Eritre ve Etiyopya'dan başlayıp, Çad, Mali, Orta Afrika Cumhuriyeti, Nijer ve daha batıya doğru Nijerya, Senegal ve hatta Moritanya'ya kadar uzanmaktadır (Mohammed, 2011; Awad ve ark., 2018).

Arap zamkı öncelikle iki ilişkili türden, yani *Acacia senegal* ve *Acacia seyal*'den toplanmaktadır. *A. senegal* (L.), 2-6 m boyunda, bazen 8 m'ye kadar büyüeyebilen, şemsiye şeklinde bir taç yapısına sahip bir ağaç türüdür. Çok dallıdır ve birçok dik dalı vardır. Üreticiler, sakızı ticari olarak vahşi ağaçlardan, çoğunlukla Sudan'dan (%80) ve Senegal'den Somali'ye kadar olan Sahel bölgesinde toplamaktadırlar (von Maydell, 1990; Mariod, 2018).

Arap zamkı kullanımları, beklenen maksimum faydalarla karşılaştırıldığında daha küçük ve az faydalı olmaktadır. Ancak pek çok kişi Arap zamkının bu faydaları sağlayabileceğini beklememiştir. Arap zamkı, özellikle böbrek, idrar yolu ve mide hastalıklarının tedavisinde bir katalizör olabilmektedir. Kullanım alanları şunlardır: stabilizatör, yapışkan aroma ve tat, bağlayıcı, emülgatör, sertleştirici, koyulaştırıcı, kaplayıcı, camcı, taşıyıcı, krema, köpürme ajanı, askıya alıcı, sensör ve baz. Ayrıca, Arap zamkı, yiyecekleri demirden uzak tutmaya yardımcı olmaktadır; mikropların korunmasına yardımcı olur; süt renginin değişmesini engellemektedir. Çünkü oksidasyona uğramaz; sıvı süt soğutulurken şekerin kristalleşmesini engeller; kan kolesterol seviyesini düşürür; şekerlemeler, reçeller ve içecek endüstrilerinde kullanılmaktadır. Diyet endüstrisinde ise insanların kilolarını korumalarına yardımcı olmaktadır (Sulieman, 2018).

Bu araştırmada, belirli oranda hazırlanmış Arap zamkının saf su ile kaynatılması sonrasında elde edilen çözeltilinin maun (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.), santos (*Myroxylon balsamum* (L.) Harms), sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve Malta eriği (*Eriobotrya japonica* L.) odunlarına uygulanması ile meydana gelen renk parametrelerindeki değişimler belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Santos (*Myroxylon balsamum* (L.) Harms), maun (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.), sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve Malta eriği (*Eriobotrya japonica* L.) odunları 100 mm x 100 mm x 15 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Daha sonra iklimlendirme uygulamaları yapılmıştır (ISO 554, 1976). Çalışmada seçilen ahşap türleri ve Arap zamkı satın alınma yolu ile temin edilmiştir.

2.2. Metot

Bir cam kap içerisine 20 gr olarak öğütölmüş Arap zamkı ve 100 ml saf su 1 20 dakika süre ile kaynatılmıştır. Daha sonrasında bir töl bent bezle elde edilen kimyasal süzölmüştür. Titreşimli bir zımpara makinesi ile örnekerin yüzeyleri farklı zımparalar (80, 120 ve 150) ile zımparalanmıştır. Hazırlanmış olan çözeltili bir fırça yardımıyla ahşap malzeme yüzeylerine tek kat olarak uygulanmıştır.

Renk değişimleri, CS-10 cihazı ile ölçölmüştür (ASTM D 2244-3, 2007) [kırmızı (a^*) renk tonu, ışıklılık (L^*), kroma (C^*), sarı (b^*) renk tonu ve ton (h°) açısı]. ΔC^* : kroma kısmı veya doygunluk farkı ve ΔH^* : ton bölümü veya gölge farkı olmaktadır (Lange, 1999).

Çizelge 1. ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* için açıklamalar (Lange, 1999) ve ΔE^* için kriterler (Jirouş ve Ljuljka, 1999)

Parametre (Lange, 1999) >	Pozitif Durumda	Negatif Durumda
ΔL^*	Referanstan daha açık	Referanstan daha koyu

Δa^*	Referanstan daha kırmızı	Referanstan daha yeşil
Δb^*	Referanstan daha sarı	Referanstan daha mavi
ΔC^*	Referanstan daha net, daha parlak	Mat, referanstan daha bulanık
Jirouš ve Ljuljka, (1999) için ΔE^* Değerleri	ΔE^* Aralığı ➤	Renk Değişim Tahmini
	< 0.20	Anlaşılamaz
	0.20 - 0.50	Çok hafif
	0.50 - 1.50	Hafif
	1.50 - 3.00	Belirgin
	3.00 - 6.00	Çok belirgin
	6.00 - 12.00	Yoğun
	> 12.00	Çok yoğun

Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıkları belirlenmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^\circ = \arctan (b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{Arap zamkı ile işlem görmüş}} - C^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{Arap zamkı ile işlem görmüş}} - a^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (4)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{Arap zamkı ile işlem görmüş}} - L^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (5)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{Arap zamkı ile işlem görmüş}} - b^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (6)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

Homojenlik grupları, ortalamalar, maksimum ile minimum değerleri, varyans analizleri, standart sapmaları ve % değişim oranları bir istatistik programı ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de gösterilmiştir. Bütün renk parametreleri için faktörler ve etkileşim anlamlı olarak elde edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Varyans analizi sonuçları

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$ (*: Anlamlı)
L*	Ağaç Türü (A)	6928.600	3	2309.533	6410.657	0.000*
	Çözelti Uygulaması (B)	513.591	1	513.591	1425.594	0.000*
	Etkileşim (AB)	76.660	3	25.553	70.929	0.000*
	Hata	25.939	72	0.360		
	Toplam	162893.304	80			
	Düzeltilmiş Toplam	7544.790	79			
a*	Ağaç Türü (A)	124.180	3	41.393	324.462	0.000*
	Çözelti Uygulaması (B)	24.820	1	24.820	194.551	0.000*
	Etkileşim (AB)	26.753	3	8.918	69.901	0.000*
	Hata	9.185	72	0.128		
	Toplam	9329.164	80			
	Düzeltilmiş Toplam	184.938	79			
b*	Ağaç Türü (A)	346.938	3	115.646	839.067	0.000*
	Çözelti Uygulaması (B)	40.784	1	40.784	295.905	0.000*
	Etkileşim (AB)	59.710	3	19.903	144.407	0.000*
	Hata	9.924	72	0.138		
	Toplam	17014.490	80			
	Düzeltilmiş Toplam	457.355	79			
c*	Ağaç Türü (A)	285.795	3	95.265	515.923	0.000*
	Çözelti Uygulaması (B)	4.357	1	4.357	23.597	0.000*
	Etkileşim (AB)	68.618	3	22.873	123.871	0.000*
	Hata	13.295	72	0.185		
	Toplam	26350.058	80			
	Düzeltilmiş Toplam	372.065	79			

h°	Ağaç Türü (A)	2118.815	3	706.272	921.980	0.000*
	Çözelti Uygulaması (B)	757.250	1	757.250	988.528	0.000*
	Etkileşim (AB)	69.285	3	23.095	30.149	0.000*
	Hata	55.155	72	0.766		
	Toplam	228538.507	80			
	Düzeltilmiş Toplam	3000.504	79			

Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir. L^* değerlerinde bütün ağaç türlerinde uygulanan Arap zamkı ile azalışların elde edildiği görülmüştür (Malta eriği: %4.16, maun: %11.04, santos: %17.43 ve sapelli: %13.31). L^* değerleri için en yüksek sonuçlar bütün ağaç türlerinde kontrol örneklerinde bulunurken, en düşük sonuçlar ise Arap zamkı uygulanmış deney örneklerinde tespit edilmiştir (Çizelge 3).

h° parametresinde bütün ağaç türlerinde uygulanan Arap zamkı ile azalışların elde edildiği belirlenmiştir (Malta eriği için %7.87, maun için %10.78, santos için %16.86 ve sapelli için %8.75). h° değerleri için en yüksek sonuçlar bütün ağaç türlerinde kontrol örneklerinde elde edilirken, en düşük sonuçlar ise Arap zamkı uygulanmış örneklerde bulunmuştur (Çizelge 3).

a^* parametresinde Arap zamkı uygulaması ile Malta eriği odununda %33.07, santos odununda %12.43 ve sapelli odununda ise %12.72 oranında artışlar belirlenirken, maun ahşabında ise %6.25 oranında azalış görülmüştür. b^* değerlerinde Arap zamkı uygulaması ile Malta eriği odununda %9.00 oranında artış görülürken, diğer odunlarda ise azalışlar belirlenmiştir (maun için %22.10, santos için %19.66 ve sapelli için %6.63). C^* değerlerinde de b^* değerlerinde olduğu gibi aynı azalış ve artış durumları elde edilmiştir (Malta eriği için %14.51, maun için %14.940, santos için %8.14 ve sapelli için %0.66) (Çizelge 3).

Çizelge 3. Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları

Test	Ağaç Türü	Çözelti Uygulaması	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı	
L*	Malta	Yok	60.27	↓4.16	A*	0.56	59.68	61.15	0.93	
		Eriği	Var		57.76	B	0.55	57.19	58.52	0.95
	Maun	Yok	35.88	↓11.04	F	0.91	34.11	36.71	2.54	
		Var	31.92		G**	0.79	30.94	33.09	2.47	
	Santos	Yok	43.44	↓17.43	D	0.61	42.48	44.00	1.41	
		Var	35.87		F	0.36	35.29	36.32	1.01	
	Sapelli	Yok	46.81	↓13.31	C	0.34	46.18	47.32	0.73	
		Var	40.58		E	0.44	39.94	41.20	1.07	
	a*	Malta	Yok	7.47	↑33.07	E**	0.26	6.97	7.76	3.48
			Eriği	Var		9.94	D	0.21	9.68	10.33
		Maun	Yok	11.52	↓6.25	B	0.42	10.66	12.14	3.64
			Var	10.80		C	0.38	10.18	11.34	3.56
Santos		Yok	10.14	↑12.43	D	0.27	9.77	10.51	2.65	
		Var	11.40		B	0.37	10.82	11.93	3.24	
Sapelli		Yok	11.40	↑12.72	B	0.43	10.71	11.98	3.74	
		Var	12.85		A*	0.44	12.32	13.71	3.44	
b*		Malta	Yok	14.45	↑9.00	E	0.13	14.21	14.64	0.90
			Eriği	Var		15.75	C	0.26	15.40	16.33
		Maun	Yok	13.21	↓22.10	F	0.70	11.93	14.08	5.30
			Var	10.29		H**	0.33	9.84	10.97	3.21
	Santos	Yok	14.80	↓19.66	D	0.27	14.26	15.08	1.81	
		Var	11.89		G	0.38	11.35	12.62	3.18	
	Sapelli	Yok	17.95	↓6.63	A*	0.31	17.50	18.38	1.70	
		Var	16.76		B	0.34	16.16	17.28	2.00	
	C*	Malta	Yok	16.27	↑14.51	E	0.21	15.86	16.50	1.32
			Eriği	Var		18.63	B	0.24	18.39	19.22
		Maun	Yok	17.54	↓14.94	D	0.73	16.34	18.60	4.15
			Var	14.92		F**	0.45	14.39	15.60	3.05
Santos		Yok	17.94	↓8.14	C	0.36	17.29	18.30	2.03	
		Var	16.48		E	0.50	15.68	17.27	3.01	
Sapelli		Yok	21.27	↓0.66	A*	0.45	20.52	21.94	2.12	
		Var	21.13		A	0.23	20.74	21.41	1.10	

h°	Malta	Yok	62.65	↓7.87	A*	0.70	61.84	63.94	1.11	
		Var	57.72		B	0.71	56.44	58.54	1.23	
	Eriği	Yok	48.88	↓10.78	E	1.21	46.01	50.96	2.48	
		Var	43.61		G**	0.86	42.28	45.01	1.96	
	Maun	Yok	55.58	↓16.86	C	0.33	54.96	55.99	0.60	
		Var	46.21		F	0.66	44.89	47.11	1.43	
	Santos	Yok	57.58	↓8.75	B	0.73	56.46	58.54	1.26	
		Var	52.54		D	1.36	50.16	54.21	2.60	
	Ölçüm Sayısı: 10, *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç									

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar Çizelge 4’de sunulmuştur. ΔE^* değerleri Malta eriği için 3.76, maun için 4.97, santos için 8.20 ve sapelli için 6.50 olarak belirlenmiştir. ΔH^* değerleri ise Malta eriği için 1.50, maun için 1.49, santos için 2.81 ve sapelli için 1.86 olarak bulunmuştur. Arap zıncı uygulaması ile bütün ahşap türlerinde ΔL^* değerleri negatif (referanstan daha koyu) olarak tespit edilmiştir. Δb^* değerleri ise maun, santos ve sapelli odunlarında negatif (referanstan daha mavi) olarak elde edilirken, Malta eriği odununda pozitif (referanstan daha sarı) olarak tespit edilmiştir. ΔC^* değerleri de santos, maun ve sapelli odunlarında negatif (mat, referanstan daha bulanık) olarak tespit edilirken, Malta eriği odununda pozitif (referanstan daha net, daha parlak) olarak bulunmuştur. Δa^* değerleri maun odunu negatif (referanstan daha yeşil) olarak belirlenirken, sapelli, santos ve malta eriği odunları pozitif (referanstan daha kırmızı) olarak bulunmuştur. Renk kriterlerine ait (Jirouš ve Ljuljka, 1999) sonuçlara bakıldığında ise, Malta eriği ve maun odunları “çok belirgin (3.00 - 6.00)” olarak bulunurken, sapelli ve santos odunları ise “yoğun (6.00 - 12.00)” olarak elde edilmiştir (Çizelge 4).

Bu değerlendirmeler, renk değişiminin ağaç türüne göre farklılık gösterdiğini ve özellikle santos odununda oldukça yoğun bir renk değişimi meydana geldiğini ortaya koymuştur. Bu sonuçların, uygulanan çözeltilerin ahşabın doğal özellikleriyle etkileşimi sonucunda ortaya çıktığı söylenebilir.

Çizelge 4. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Ağaç Türü	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	Renk Kriteri (Jirouš ve Ljuljka, 1999)
Malta Eriği	-2.52	2.47	1.30	2.36	1.50	3.76	Çok belirgin (3.00 - 6.00)
Maun	-3.96	-0.72	-2.93	-2.62	1.49	4.97	Çok belirgin (3.00 - 6.00)
Santos	-7.57	1.26	-2.91	-1.46	2.81	8.20	Yoğun (6.00 - 12.00)
Sapelli	-6.23	1.45	-1.18	-0.14	1.86	6.50	Yoğun (6.00 - 12.00)

4. Sonuçlar ve Öneriler

Çalışmada sıcak su ile kaynatılarak hazırlanmış olan Arap zamkının renk değiştirme amaçlı kullanılmıştır. Her renk parametresinde türler arasında farklılıklar gözlemlenmiştir. bu da çözeltinin etkisinin ağaç türleri üzerinde spesifik olduğunu ifade etmektedir. Arap zamkı ile kaplanmış deney örnekleri üzerinde salınımsal sertlik, ıslanabilirlik, vb. testlerin yapılması önerilmektedir.

Kaynaklar

- ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Awad, S.S., Rabah, A.A., Ali, H.I., and Mahmoud, T.E., (2018). *Acacia seyal* gums in Sudan: Ecology and economic contribution, In Gum arabic (pp. 3-11). Academic Press. ISBN: 978-0-12-812002-6.
- Evans, W.C., (1989). Drugs of biological origin in: Trease and Evan`s pharmacognosy, 13th ed., 6: 371-373.
- Hadi, A.A., Elderbi, M.A., and Mohamed, A.H., (2010). Effect of gum arabic on coagulation system of albino rats, International Journal of PharmTech Research, 2(3): 1762-1766.
- Idris, O.H.M., and Haddad, G.M., (2012). Gum Arabic`s (gum Acacia`s) journey from tree to end user.
- ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
- Jirouš, R.V., and Ljuljka, B., (1999). Boja drva i njezine promjene prilikom izlaganja atmosferskim utjecajima, Drvna Industrija, 50(1): 31-39.
- Kozhin, V.P., and Gorbachev, N.M., (2011). Hydrothermal treatment and modification of wood: drying, impregnation, In Wood: Types, Chapter 1. ISBN: 978-1-61668-837-0.
- Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
- Mahoney, W.D., (2000). Wood engineering handbook (2nd ed.). Forest Products Laboratory. ISBN: 1-55701-375-6.
- Mariod, A.A., (2018). Enhancement of color stability in foods by gum Arabic. In Gum Arabic (pp. 143-150). Academic Press.
- Mohammed, M.H., (2011). Management of Natural Stands of *Acacia seyal* Del. variety seyal (Brenan) for Production of Gum Talha, South Kordofan Sudan. Ph.D. thesis in Forest Growth and Computer Sciences. Technical University of Dresden.
- Musa, H.H., Ahmed, A.A., and Musa, T.H., (2018). Chemistry, biological, and pharmacological properties of gum Arabic, Bioactive Molecules in Food, 1-18.
- Suliman, A.M.E.H., (2018). Gum arabic as thickener and stabilizing agents in dairy products, Gum arabic, 151-165.
- Tadesse, W., Desalegn, G., and Alia, R., (2007). Natural gum and resin bearing species of Ethiopia and their potential applications, Forest Systems, 16(3): 211-221. DOI: 10.5424/srf/2007163-01010.

Vanloot, P., Dupuy, N., Guiliano, M., and Artaud, J., (2012). Characterisation and authentication of *A. senegal* and *A. seyal* exudates by infrared spectroscopy and chemometrics, *Food Chemistry*, 135(4): 2554-2560. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.06.125.

von Maydell, J.H., (1990). *Trees and Shrubs of The Sahel*. pp. 525.

BÖLÜM 3

EYONG, DOĞU KAYINI VE ULUDAĞ GÖKNARI ODUNLARINDA GOMALAK CİLASININ UYGULANMASI

Göksel ULAY¹

Ümit AYATA²

1 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Van Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, Mobilya Dekorasyon Programı, Van, Türkiye,

g.ulay@yyu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4080-8816,

2 Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye, Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

1. Giriş

Şellak, hayvansal kökenli tek farmasötik reçinedir. Güney Doğu Asya'daki çeşitli konak ağaçlarda küçük parazit böcek *Kerria lacca* tarafından salgılanan doğal madde Lac'in saflaştırılmış ürünüdür (Penning, 1990; Buch ve ark., 2009; Farag ve Leopold, 2011). Salgı toplanmaktadır, rafine edilmektedir, kurutulmakta olup ve pul halinde satılmaktadır. Kaplama olarak kullanmak için etanolde çözülür. Son ürün, ağırtılıp ağırtılmadığına ve saflık derecesine bağlı olarak farklı özelliklere ve renklere sahip olabilmektedir. Süper sarışın, limon veya yakut gibi çeşitli ticari isimler altında farklı kaliteler satılmaktadır. Moleküler yapı karmaşıktır ve karbonik asit, esterler ve büyük miktarda aleuritik asidin termoplastik mono- ve polimerlerini içermektedir. Asit grupları molekülü alkali maddelere karşı hassas hale getirmektedir. Yaşlanma sırasında alkoller aldehitlere ve daha sonra karboksilik aside oksitlenmektedir, bu da moleküllere polar, negatif ve hatta daha asetik özellikler kazandırmaktadır. Bu süreçlerin sonucu, su ve etanol gibi polar çözücülere ve şellakın sıvıyı bağlamasına ve şişmesine neden olabilecek alkali sıvılara karşı artan bir duyarlılıktır. Ayrıca şellakın yaşlanması çapraz bağlanmaya da yol açarak onları sert ve çözülmesi zor hale getirmektedir (Rydell, 2009).

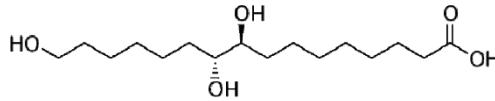
Şellak, mobilya ve ahşap işçiliği gibi uygulamalarda uzun zamandır popülerdir. Ancak resimlerle ilişkilendirilmesi, ne sanatçı malzemesi ne de koruma malzemesi olarak geniş çapta belgelenmemiştir (Sutherland, 2010). Şellak tarihi mobilyaların korunmasında en yaygın kullanılan son kattır ve aynı zamanda çağdaş ahşap işçiliğini bitirmek için de iyi bir seçimdir. Başka bir sızdırmazlık maddesi veya son kat gerektirmeden bir son kat olarak kullanılabilir. Sadece bir sızdırmazlık maddesi olarak uygulanırsa, sızdırmazlık maddesi katı parlak yerine mat olarak kuruyacak kadar ince uygulandığı sürece, çoğu diğer son kat, kimyasal veya mekanik bir bağ ile şellaka yapışacaktır. Şellak ayrıca, nokta onarımları için birçok son katın üzerine de uygulanabilmektedir (Williams, 1988). Restorasyon ve koruma çalışmalarında, şellak genellikle yüksek parlaklıkta bir yüzey kaplaması olarak kullanılmaktadır, vernik olarak uygulanmaktadır veya Fransız cilası tekniğiyle uygulanmaktadır. Şellak ayrıca yapıştırıcı olarak veya ahşap nesnelere, metallere ve çerçevelere, ayrıca zeminlere ve duvarlar için film formasyonlu bir kaplama olarak kullanılmaktadır; reçinenin çok yönlülüğü, çeşitli uygulamalarda paha biçilmez olduğunu kanıtlamıştır (Mills ve White, 1994; Derry, 2012). Önceki yıllarda çok yaygın olarak kullanılan gomalak verniğin, son 25-30 yıldan bu yana, teknolojik gelişmelerden dolayı çok az kullanılır olmuştur. Ancak günümüzde piyano, gitar, keman vb. enstrümanların üstyüzey işlemlerinde tercih edilmektedir. Gomalak verniğin sesi iletmesine engel olmadığı, hatta katkısı olduğu bildirilmiştir (Gürtekin ve Oğuz, 2006).

Şellak, reçineli maddeler ve balmumu bileşenleri içeren kokulu bir karışımdan oluşan doğal bir bileşiktir ve hem polar hem de nonpolar boyaların kombinasyonunu içermektedir. Şellakın reçine kısmı, seskiterpenik ve hidroksi yağ asitlerinden türeyen esterler (%30, yumuşak reçine) ve poliestelerden (%70, sert reçine) oluşmaktadır (Pearnchob ve ark., 2004; Licchelli ve ark., 2013; Remadevi ve ark., 2015; Šimůnková ve ark., 2018; Chang ve Yan, 2020; Liu ve ark., 2020).

Lak, toz, pul veya düğme formunda ve çeşitli renk ve mum içerikleriyle geniş bir yelpazede spesifikasyonlarda mevcuttur. En yüksek derecede rafine edilmiş şellak türü, işleme sırasında hem ağartılmaktadır hem de mumu alınmaktadır, bu da berrak, yenilebilir, yüksek parlaklıkta bir film oluşturabilmektedir. Öte yandan koyu Bysakhi düğmeleri, tüm orijinal mum içeriklerinin yanı sıra tam gövdeli, koyu kehribar rengindedir. Geleneksel işleme yönteminde, tohum lak kömür ateşi üzerinde eritilmektedir. Erimiş reçine, tüp şeklindeki bir pamuklu bez torbadan preslenmektedir, kütleden ince tabakalar hazırlanmaktadır ve bunlar daha sonra pullara bölünür ve bitmiş bir şellak ürünü olarak paketlenmektedir. Şellak düğmeler, erimiş malzemenin bir metal levhaya düşürülmesine ve soğutulmasına izin verilerek, yuvarlak diskler halinde katılaştırılmasıyla bu geleneksel ısıtma yöntemi kullanılarak da yapılabilmektedir (Derry, 2012).

Şellak, farklı uygulamalar için uzun süredir popüler olan bir diğer reçine türüdür ve genellikle bitirme kaplaması olarak kullanılmaktadır. Avrupa’da kullanımı 16. yüzyılın sonlarına doğru başlamış ve genellikle ahşap nesnelere, müzik aletleri ve yıldızlama için vernik (çoğunlukla “Fransız cilası” olarak bilinmektedir), vinil diskler ve duvar resimleri için bir koruyucu olarak, eski radyolar ve diğer elektrikli araçlar için bir izolasyon malzemesi olarak ve seramiklerin restorasyonunda yapıştırıcı olarak kullanılmaktadır (Colombini ve ark., 2003).

Şekil 1’de şellakın ana bileşeni olan aleuritik asidin şematik gösterimi (Rydell, 2009) verilmiştir.



Şekil 1. Şellakın ana bileşeni olan aleuritik asidin şematik gösterimi (Rydell, 2009)

Gomalak toz yapışmadan birkaç dakikada kurumaktadır ve hoş bir parlaklık vererek sertleşmektedir. Gomalak ince bir cila gerecidir, beyaz rengi tahriş etmez ve eğer bir zarar verirse kolaylıkla tamir edilebilmektedir. Nem ve rutubet rengini gazlaştırır, ısıtılınca yumuşamaktadır. Por-

takal rengindeki gomalak, beyaz renkteki gomalağa nazaran daha elastiki ve dayanıklıdır. Bazı cilacılar gomalağın, ceviz ve maun gibi koyu renkli ağaçların renk tonunu daha iyi açan özel bir vasfı olduğunu iddia ederler. Beyaz gomalak, kuvvetli ışık ve hava etkisi altında veya galvanizsiz metal kutularda muhafaza edilirse rengi koyulaşmaktadır. Gomalak cilâlanmış bir yüzeyden yağların ve ağacın besin sularının dışarı çıkmasını önlemektedir (Hammond ve ark., 1969).

Bu çalışmada, eyong, Doğu kayını ve Uludağ göknarı odunlarında gomalak cilasının uygulanması sonrasında renk parametreleri belirlenmiş olup, birbirleri ile kıyaslanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Eyong (*Eribrroma oblonga*), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *Bornmulleriana* Mattf.) odunları 100 mm x 100 mm x 20 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Numuneler üzerinde iklimlendirme uygulamaları gerçekleştirilmiştir (ISO 554, 1976).

Bu çalışmada gomalak cilası hazırlanmış ve ahşap yüzeylere uygulanmıştır. Kullanılan malzemeler şunlardır:

- Gomalak pulları: Açık sarı renkten koyu kahverengiye kadar değişen tonlarda, ticari olarak temin edilen gomalak pulları.
- Etil alkol: %95 saflıkta, çözücü olarak kullanılan denatüre alkol.
- Pamuk: Gomalak cilasının ahşap yüzeye uygulanmasında kullanılan tampon malzemesi.
- Tülbent veya yumuşak bez: Pamuk tamponun sarılması için kullanılmıştır.
- Zımpara: Ahşap yüzeylerin hazırlanması için sırasıyla 80, 120 ve 220 kum zımparalar.
- Zeytinyağı: Tamponun ahşap yüzeye yapışmasını önlemek amacıyla kullanılmıştır.

2.2. Metot

Gomalak Cilası Hazırlanması: Gomalak cilası hazırlanırken, 100 gram gomalak pulları cam bir kavanoza konulmuş ve üzerine 400 ml etil alkol ilave edilmiştir. Karışım, gomalak pullarının tamamen çözünmesi ama-

cıyla 24-48 saat süreyle bekletilmiştir. Çözünme süresince kavanoz belirli aralıklarla çalkalanmıştır. Gomalak tamamen çözöldükten sonra, karışım-daki tortular ince bir tülbent veya süzgeç kullanılarak süzölmüş ve berrak bir cila elde edilmiştir.

Ahşap Yüzeylerin Hazırlanması: Ahşap yüzeyler 80, 120 ve 220 kum zımparalar kullanılarak sırasıyla pürüzsüz hale getirilmiştir. Zımparalama işleminin ardından yüzeyde oluşan tozlar, hafif nemli bir bez yardımıyla temizlenmiştir.

Gomalak Cilas1 Uygulaması: Cila uygulaması için pamuk tampon hazırlanmış ve tülbent ile sarılmıştır. Tamponun ahşap yüzeye yapışmasını önlemek amacıyla üzerine çok az miktarda zeytinyağı sürölmüştür. Hazırlanan tampon, gomalak karışımına batırılmış ve ahşap yüzeye dairesel hareketlerle uygulanmıştır.

İlk kat cilalama sonrası yüzey 30-60 dakika kurumaya bırakılmış ve ardından 600 kum zımpara ile hafifçe zımparalanmıştır. Bu işlem 4-5 kat olacak şekilde tekrarlanmıştır. Son kat cilada, gomalak karışımı inceltile-rek hafif hareketlerle uygulanmıştır. Cilanın tamamen kuruması için yüzey 24 saat bekletilmiş ve son aşamada kuru bir bezle yüzey parlatılmıştır.

Renk değişimleri CS-10 cihazında (ASTM D 2244-3, 2007) ölçölmüştür (ASTM D 2244-3, 2007). ΔC^* : kroma kısmı veya doygunluk farkı ve ΔH^* : ton bölümü veya gölge farkı olarak tanımlanmıştır (Lange, 1999). Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıklarına ait sonuçları hesaplanmıştır.

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{cila uygulanmış}} - a^*_{\text{cila uygulanmamış}}) \quad (2)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{cila uygulanmış}} - L^*_{\text{cila uygulanmamış}}) \quad (3)$$

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (4)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (5)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{cila uygulanmış}} - C^*_{\text{cila uygulanmamış}}) \quad (6)$$

$$h^{\circ} = \arctan (b^*/a^*) \quad (7)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{cila uygulanmış}} - b^*_{\text{cila uygulanmamış}}) \quad (8)$$

ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999) Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999)

Parametre	Pozitif durumda	Negatif durumda
ΔC^*	Referansa göre, daha net ve daha parlak	Mat, referansa göre daha bulanık
Δa^*	Referansa göre daha kırmızı	Referansa göre daha yeşil
Δb^*	Referansa göre daha sarı	Referansa göre daha mavi
ΔL^*	Referansa göre daha açık	Referansa göre daha koyu

ΔE^* kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979) Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. ΔE^* için kriterler (DIN 5033, 1979)

ΔE^* değeri	Görsel fark
<0.20	Algılanamaz
0.20 ila 0.50	Çok zayıf
0.50 ila 1.50	Zayıf
1.50 ila 3.00	Belirgin
3.00 ila 6.00	Çok belirgin
6.00 ila 12.00	Güçlü
> 12.00	Çok güçlü

Bir istatistik programı ile standart sapma, varyans analizleri, en düşük ve en yüksek, ortalamalar, % değişim oranları ve homojenlik grupları hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

L^* parametresine ait SPSS sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir. Gomalak cilasının L^* parametresine etkisi ağaç türlerine göre farklılık göstermektedir. Gökmar ağacında, cila uygulanmamış yüzeylerin L^* değeri 78.20 iken, cila uygulaması sonrasında bu değer 74.21’e düşmüş ve %5.10’luk bir azalma gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, Doğu kayınında cila uygulanmamış yüzeylerin L^* değeri 48.44 olup, cila sonrası bu değer 44.11’e gerilemiş ve %8.94’lük bir düşüş yaşanmıştır. Doğu kayını, gomalak cilasına karşı en yüksek renk koyulaşmasını göstermiştir. Eyoung odununda ise cila öncesi L^* değeri 65.48 olarak belirlenirken, cila sonrası bu değer 63.31’e düşmüş ve %3.31’lik bir azalma görülmüştür. Varyans analizi sonuçlarına göre, L^* parametresi için ağaç türü, gomalak cila uygulaması ve etkileşim anlamlı olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. L^* parametresine ait SPSS sonuçları

Varyans Analizi Sonuçları								
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$ (*Anlamlı)			
Ağaç Türü (A)	9090.533	2	4545.267	27774.786	0.000*			
Uygulama (B)	183.435	1	183.435	1120.918	0.000*			
Etkileşim (AB)	13.411	2	6.706	40.977	0.000*			
Hata	8.837	54	0.164					
Toplam	242107.583	60						
Düzeltilmiş Toplam	9296.217	59						
Ölçüm Sonuçları								
Ağaç Türü	Uygulama	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
Uludağ Gök-narı	Yok	78.20	↓5.10	A*	0.57	77.60	79.03	0.73
	Var	74.21		B	0.26	73.76	74.68	0.34
Doğu Kayını	Yok	48.44	↓8.94	E	0.39	47.93	49.12	0.81
	Var	44.11		F**	0.21	43.76	44.42	0.49
Eyong	Yok	65.48	↓3.31	C	0.57	64.79	66.13	0.86
	Var	63.31		D	0.26	62.64	63.62	0.41
*: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç, Ölçüm Sayısı: 10								

a^* parametresine ait SPSS sonuçları Çizelge 3’de gösterilmektedir. Varyans analizi sonuçlarına göre, a^* parametresi için ağaç türü, gomalak cila uygulaması ve etkileşim anlamlı olarak elde edilmiştir. Gomalak cilasının a^* parametresine etkisi ağaç türüne göre farklılık göstermektedir. Göknar ağacında, cila uygulanmamış yüzeylerin a^* değeri 4.77 iken, cila uygulaması sonrası bu değer 6.33’e yükselmiş ve %32.70’lik bir artış belirlenmiştir. Doğu kayınında cila uygulanmamış yüzeylerin a^* değeri 17.18 olup, cila sonrası 20.40’a çıkarak %18.74’lük bir artış elde edilmiştir. Eyong ağacında ise cilasız yüzeylerin a^* değeri 7.62 iken, cilalı yüzeylerde bu değer 8.44’e çıkmış ve %10.76’lık daha hafif bir artış görülmüştür (Çizelge 4).

Çizelge 4. a^* parametresine ait SPSS sonuçları

Varyans Analizi Sonuçları								
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$ (*Anlamlı)			
Ağaç Türü (A)	1979.645	2	989.823	11964.414	0.000*			
Uygulama (B)	52.248	1	52.248	631.544	0.000*			
Etkileşim (AB)	15.188	2	7.594	91.791	0.000*			
Hata	4.467	54	0.083					
Toplam	9038.505	60						
Düzeltilmiş Toplam	2051.549	59						
Ölçüm Sonuçları								
Ağaç Türü	Uygulama	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	En küçük	En büyük	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
Uludağ Gökarnarı	Yok	4.77	↑32.70	F**	0.39	4.31	5.33	8.24
	Var	6.33		E	0.15	6.05	6.61	2.36
Doğu Kayını	Yok	17.18	↑18.74	B	0.38	16.45	17.60	2.22
	Var	20.40		A*	0.17	20.19	20.66	0.85
Eyong	Yok	7.62	↑10.76	D	0.29	7.05	8.05	3.77
	Var	8.44		C	0.25	8.10	8.87	2.95
*: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç Ölçüm Sayısı: 10								

b^* parametresine ait SPSS sonuçları Çizelge 5’de sunulmaktadır. b^* değeri 20.06 olarak tespit edilirken, cila uygulaması ile bu değer 30.03’e yükselmiş ve %49.70’lik dikkate değer bir artış görülmüştür. Doğu kayını odununda cilasız yüzeylerin b^* değeri 23.79 olup, cilalı yüzeylerde 26.13’e çıkarak %9.84’lük artış sergilemiştir. Eyong ağacında ise kontrol örneklerinde b^* değeri 24.24 olarak bulunurken, uygulama ile bu değer 29.72’ye çıkmış ve %22.61’lik bir artış meydana gelmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, b^* parametresi için ağaç türü, gomalak cila uygulaması ve etkileşim anlamlı olarak bulunmuştur (Çizelge 5).

Çizelge 5. C^* parametresine ait SPSS sonuçları

Varyans Analizi Sonuçları								
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$ (*Anlamlı)			
Ağaç Türü (A)	52.225	2	26.112	147.249	0.000*			
Uygulama (B)	526.821	1	526.821	2970.782	0.000*			
Etkileşim (AB)	147.344	2	73.672	415.441	0.000*			
Hata	9.576	54	0.177					
Toplam	40243.642	60						
Düzeltilmiş Toplam	735.966	59						
Ölçüm Sonuçları								
Ağaç Türü	Uygulama	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Mini-mum	Maksi-mum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
Uludağ Göknaarı	Yok	20.06	↑49.70	E**	0.57	19.26	20.99	2.86
	Var	30.03		A*	0.47	29.32	30.83	1.57
Doğu Kayını	Yok	23.79	↑9.84	D	0.20	23.45	24.08	0.86
	Var	26.13		B	0.36	25.74	26.78	1.37
Eyong	Yok	24.24	↑22.61	C	0.48	23.50	25.21	1.97
	Var	29.72		A	0.34	29.29	30.38	1.14
*: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç, Ölçüm Sayısı: 10								

C^* parametresine ait SPSS sonuçları Çizelge 6'da gösterilmektedir. Varyans analizi sonuçlarına göre, C^* parametresi için ağaç türü, gomalak cila uygulaması ve etkileşim anlamlı olarak elde edilmiştir. Gomalak cilas uygulamasının C^* parametresine olan etkisi, her ağaç türünde farklılıklar göstermektedir. Göknaar odununda, cilasız yüzeylerin C^* değeri 20.62 iken, cila sonrası bu değer 30.69'a yükselmiş ve %48.84'lük belirgin bir artış meydana gelmiştir. Doğu kayınında ise cila yapılmayan yüzeylerin C^* değeri 29.35'ken, cila yapılan yüzeylerde bu değer 33.15'e çıkarak %12.95'lik bir artış yaşanmıştır. Eyong odununda ise cilasız yüzeylerin C^* değeri 25.42, cilalı yüzeylerde ise 30.89'a çıkarak %21.52'lik bir artış sağlanmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. C^* parametresine ait SPSS sonuçları

Varyans Analizi Sonuçları								
Varyans Kaynağı		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$ (*Anlamlı)		
Ağaç Türü (A)		313.711	2	156.856	841.142	0.000*		
Uygulama (B)		624.167	1	624.167	3347.110	0.000*		
Etkileşim (AB)		105.269	2	52.635	282.255	0.000*		
Hata		10.070	54	0.186				
Toplam		49284.505	60					
Düzeltilmiş Toplam		1053.217	59					
Ölçüm Sonuçları								
Ağaç Türü	Uygulama	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
Uludağ Göknaarı	Yok	20.62	148.84	E**	0.53	19.73	21.43	2.55
	Var	30.69		B	0.47	29.98	31.50	1.53
Doğu Kayını	Yok	29.35	112.95	C	0.36	28.70	29.72	1.23
	Var	33.15		A*	0.25	32.78	33.54	0.77
Eyong	Yok	25.42	121.52	D	0.54	24.53	26.47	2.12
	Var	30.89		B	0.37	30.43	31.64	1.20
*: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç, Ölçüm Sayısı: 10								

h^o parametresine ait SPSS sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, h^o parametresi için ağaç türü ve etkileşim anlamlı olarak bulunurken, gomalak cila uygulaması anlamsız olarak tespit edilmiştir. Göknaar ağacında, cilasız yüzeylerin h^o değeri 76.59 iken, cilalı yüzeylerde bu değer 78.08'e yükselmiş ve %1.95'lik bir artış gözlemlenmiştir. Doğu kayınında ise cilasız yüzeylerin h^o değeri 54.17, cilalı yüzeylerin ise 52.02'ye düşerek %3.97'lik bir azalma yaşanmıştır. Eyong odununda ise cilasız yüzeylerin h^o değeri 72.54 iken, cilalı yüzeylerin h^o değeri 74.15'e çıkarak %2.22'lik bir artış yaşanmıştır (Çizelge 7).

Çizelge 7. h^0 parametresine ait SPSS sonuçları

Varyans Analizi Sonuçları								
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$ (*Anlamlı)			
Ağaç Türü (A)	6757.604	2	3378.802	8402.337	0.000*			
Uygulama (B)	1.470	1	1.470	3.654	0.061			
Etkileşim (AB)	45.862	2	22.931	57.025	0.000*			
Hata	21.715	54	0.402					
Toplam	283653.630	60						
Düzeltilmiş Toplam	6826.651	59						
Ölçüm Sonuçları								
Ağaç Türü	Uygulama	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Mini-mum	Maksi-mum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
Uludağ Göknaarı	Yok	76.59	↑1.95	B	1.26	74.62	78.28	1.64
	Var	78.08		A*	0.30	77.67	78.62	0.38
Doğu Kayını	Yok	54.17	↓3.97	E	0.47	53.48	55.03	0.86
	Var	52.02		F**	0.53	51.40	52.99	1.02
Eyong	Yok	72.54	↑2.22	D	0.35	72.12	73.30	0.48
	Var	74.15		C	0.36	73.33	74.56	0.48
*: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç, Ölçüm Sayısı: 10								

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları Çizelge 8’de sunulmaktadır. Renk değiştirme kriterleri ile bu araştırmada elde edilen sonuçlar kıyaslandığında gomalak cilasası uygulaması ile göknar odununda “güçlü (6.00 ila 12.00)” ve doğu kayını ile eyong odunlarında ise “çok belirgin (3.00 ila 6.00)” kriterleri elde edilmiştir. ΔH^* değerleri göknar odununda 0.67, doğu kayını odununda 1.17 ve eyong odununda ise 0.78 olarak elde edilmiştir. ΔE^* değerleri göknar odununda 10.85, doğu kayını odununda 5.88 ve eyong odununda ise 5.95 olarak tespit edilmiştir. Gomalak cilasını ahşap malzeme yüzeylerine uygulaması ile ΔL^* değerleri negatif (referanstan daha koyu) olarak tespit edilirken, ΔC^* , Δa^* ve Δb^* değerlerinin pozitif olarak buldukları (sırası ile referanstan daha net, daha parlak, referanstan daha kırmızı ve referanstan daha sarı) görülmüştür (Çizelge 8).

Çizelge 8. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Ağaç Türü	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	Renk değiştirme kriteri (DIN 5033. 1979)
Uludağ Göknaarı	-3.99	1.56	9.97	10.07	0.67	10.85	Güçlü (6.00 ila 12.00)
Doğu Kayını	-4.33	3.22	2.33	3.80	1.17	5.88	Çok belirgin (3.00 ila 6.00)
Eyong	-2.17	0.82	5.47	5.48	0.78	5.95	

4. Sonuç

- Gökmar, doğu kayını ve eyong odunlarında yapılan gomalak cilası uygulaması ile L^* parametresinde azalmaya, a^* , b^* ve C^* parametrelerinde artışlara yol açmıştır. Ayrıca, h^o parametresinde ise bu uygulama ile gökmar ve eyong odunlarında artışa, doğu kayını odununda ise azalışa neden olmuştur.
- Ağaç türüne göre farklı uygulama yöntemleri ve sonuçları dikkate alınarak, özellikle dekoratif amaçlar için cilalı yüzeylerin nasıl görüneceği önceden test edilmelidir.

Kaynaklar

- ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Buch, K., Penning, M., Wächtersbach, E., Maskos, M., and Langguth, P., (2009). Investigation of various shellac grades: Additional analysis for identity, *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 35(6): 694-703. DOI: 10.1080/03639040802563253.
- Chang, Y., and Yan, X., (2020). Preparation and self-repairing properties of MF-coated shellac water-based microcapsules, *Coatings*, 10(8): 778. DOI: 10.3390/coatings10080778.
- Colombini, M.P., Bonaduce, I., and Gautier, G., (2003). Molecular pattern recognition of fresh and aged shellac, *Chromatographia*. 58(5-6): 357-364.
- Derry, J., (2012). Investigating Shellac: Documenting the process, defining the product (Project-Based Masters Thesis). The Institute of Archeology, Conservation and History, Faculty of Humanities, University of Oslo.
- DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
- Farag, Y., and Leopold, C.S., (2011). Development of shellac-coated sustained release pellet formulations, *European Journal of Pharmaceutical Sciences*. 42(4): 400-405. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2024.135102.
- Gürtekin, A., ve Oğuz, M., (2006). Mobilya ve Dekorasyon Gereç Bilgisi Temel Ders Kitabı, Mesleki ve Teknik Öğretim Okulları, Milnas Basın A.Ş., İstanbul. ISBN: 975-11-2214-7.
- Hammond, J.J., Donnelly, E.T., Harrod, W.F., Rayner, N.A., ve Özden, F., (1969), Ağaç işleri teknolojisi, Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları, Editör: İrfan Zorlu, Ajans Türk Matbaacılık Sanayi, 554 sayfa.
- ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
- Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
- Licchelli, M., Malagodi, M., Somaini, M., Weththimuni, M., and Zanchi, C., (2013). Surface treatments of wood by chemically modified shellac, *Surface Engineering*, 29(2): 121-127. DOI: 10.1179/1743294412Y.0000000069.
- Liu, M., Xu, G., Wang, J., Tu, X., Liu, X., Wu, Z., Lv, J., and Xu, W., (2020). Effects of shellac treatment on wood hygroscopicity, dimensional stability and thermostability, *Coatings*, 10(9): 881. DOI: 10.3390/coatings10090881.
- Mills, J.S., and White, R., (1994). The organic chemistry of museum objects (p. 101). Oxford: Butterworth-Heinemann.

- Pearnchob, N., Dashevsky, A., and Bodmeier, R., (2004). Improvement in the disintegration of shellac-coated soft gelatin capsules in simulated intestinal fluid, *Journal of Controlled Release*, 94(2-3): 313-321. DOI: 10.1016/j.jconrel.2003.10.004.
- Penning, M., (1990). Schellack: eine nachwachsender Rohstoff mit interessanten Eigenschaften und Anwendungen. *SÖFW. Seifen. Öle. Fette. Wachse*, 116(6): 221-224.
- Remadevi, O.K., Siddiqui, M.Z., Nagaveni, H.C., Rao, M.V., Shiny, K.S., and Ramani, R., (2015). Efficacy of shellac-based varnishes for protection of wood against termite, borer and fungal attack, *Journal of the Indian Academy of Wood Science*, 12: 9-14. DOI: 10.1007/s13196-015-0138-2.
- Rydell, S., (2009). Safe, Simple and Effective Cleaning of Shellac Coated Furniture: are Tensides a Well Motivated Alternative?.
- Šimůnková, K., Pánek, M., and Zeidler, A., (2018). Comparison of selected properties of shellac varnish for restoration and polyurethane varnish for reconstruction of historical artefacts, *Coatings*, 8(4): 119. DOI: 10.3390/coatings8040119.
- Sutherland, K., (2010). Bleached shellac picture varnishes: characterization and case studies. *Journal of the Institute of Conservation*, 33(2): 129-145. DOI: 10.1080/19455224.2010.495242.
- Williams, D.C., (1988). Shellac Finishing: A traditional finish still yields outstanding results. *Fine woodworking*, (71): 56-59.

BÖLÜM 4

NARÇİÇEĞİ (PUNİCA GRANATUM L.) BİTKİSİNİN KAYNATILMASIYLA ELDE EDİLEN BOYAR MADDENİN ÇEŞİTLİ ODUN TÜRLERİNDE RENK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDE ETKİSİ

Hüseyin PEKER¹

Şule CEYLAN²

¹ Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü, Artvin.

peker100@artvin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7771-6993

² Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü, Artvin.

sceylan@artvin.edu.tr, ORCID: [0000-0001-9515-1829](https://orcid.org/0000-0001-9515-1829)

1. Giriş

Bitki pigmentleri, sağlık yararı ve doğal güvenlik nedeniyle tüketiciler tarafından talep edilen kaplama teknolojisi ve boyada sentetik renklendirici yerine kullanılabilir. Su tutma ve kaplama renk viskozitesi bağlayıcılar tarafından belirlenir. Dahası, basınç, ısıtma ve kılcal emilim, malzemenin bir kaplama işlemi yönünde hareket etmesine neden olmuştur (Wong, 2008; Mohajer ve ark., 2016).

Doğal boyalar çevre dostudur. Birçok bitkide bulunmaktadır (Hu ve ark., 2017). Son zamanlardaki çevre bilinci, esas olarak çevre bilincine sahip kişiler arasında doğal boyalara olan ilgiyi yeniden canlandırmıştır. Doğal boyalar, yenilenebilir ve biyolojik olarak parçalanabilir oldukları için çevre dostu olarak kabul edilmektedir; cilt dostudur ve ayrıca kullanıcıya sağlık yararları da sağlayabilmektedir (Saxena ve Raja, 2014; Moe ve ark., 2019).

Dünya genelinde doğal boyalara olan küresel talep yaklaşık 10.000 tondur ve bu da dünya sentetik boya tüketiminin %1'ine eşdeğerdir. Bunun yakın gelecekte hızla artması beklenmektedir. Doğal boyalar hemen hemen her şeyden elde edilebilir: bitkiler, mineraller ve hatta bazı böcekler. Doğal boya renklerinin çoğu bitkilerin köklerinde, kabuklarında, yapraklarında, çiçeklerinde, kabuklarında ve kabuklularında bulunmaktadır. Doğal boyaların avantajı çevre dostu olmalarıdır, yani üretim veya kullanım aşamasında herhangi bir çevre sorunu yaratmazlar ve ekolojik dengeyi korumaktadırlar (Sivakumar ve ark., 2011).

Geleneksel olarak çoğu tekstil boyacısı, bitki kaynaklarından doğal boyaları çıkarmak için sulu çıkarma yöntemini kullanmaktadır (Sinha ve ark., 2012).

Nar ağacı, 300 yıl kadar yaşayabildiği bilinen bir bitkidir (ancak on beş yıl sonra meyvenin tadı ve üretimi azalmaktadır). Görünümü çalı gibi olup, sık dallı ve küçük dallıdır. Bazı çeşitler her dem yeşilken, diğerleri dökülen yapraklıdır. Bitki genellikle yaklaşık 8 metre yüksekliğe ulaşmaktadır. Bununla birlikte, çok daha küçük de olabilmektedir; cüce nar çeşitleri, Japonya'da bonsai olarak tercih edilen bir türdür. Bu bitkinin gövdesindeki istenilen burulmayı oluşturabilme yeteneği ile mini kırmızı meyveleri ve çiçeklerinin cazibesi nedeniyle popülerdir. Bazı nar çeşitleri meyvesiz olup sadece çan şeklindeki çiçeklerinin cazibesi için yetiştirilmektedir. Nar ağacı ayrıca iyi bir çit bitkisi olarak işlev görmektedir ve dağ yamaçlarını yeniden ormanlaştırmada, erozyonun olumsuz etkilerini azaltmada kullanılmıştır (Stone, 2017).

Taze kullanım ve işlenmiş ürünler, yani meyve suyu, şurup, konsantre, şarap ve anardana (bir asidülan ürün) üretimi için kaliteli meyvelere olan

talep artmaktadır (Pruthi ve Saxena, 1984; Jalikop, 2010). Nar (*Punica granatum* L.), *Punicaceae* ailesine ait, İran'dan kuzey Hindistan'daki Himalayalar'a kadar olan bölgede doğal olarak dağılım gösteren yaprak diken küçük bir ağaçtır (Elfalleh ve ark., 2011; Mekni ve ark., 2013).

Nar meyvesi, çekici, sulu, tatlı-asidik ve ferahlatıcı arilleri nedeniyle iyi bir tüketici tercihi sahiptir. Bu eski meyve, son zamanlarda ticari olarak önemli bir meyve haline gelmiştir. Nar, yüksek miktarda ikincil metabolitler olan tanenler, flavonoidler, alkaloidler, steroidler ve terpenler içermektedir (Lansky and Newman, 2007).

Bu çalışmada, narçiçeği ekstraktının limon (*Citrus limon* (L.) Burm.), karakavak (*Populus nigra* L.) ve dişbudak (*Fraxinus excelsior*) odun yüzeylerindeki renk özelliklerine etkisi incelenmiştir. Bu çalışma, ahşap yüzeylerde doğal ve çevre dostu renklendirme alternatifleri geliştirmek amacıyla yapılmıştır. Kimyasal boyalar ve vernikler çevresel ve sağlık açısından bazı riskler taşıdığından, bitkisel bazlı ekstraktların kullanımı sürdürülebilir bir seçenek olarak değerlendirilmektedir. Narçiçeği ekstraktının farklı ahşap türlerinde renk değişimi üzerindeki etkisini belirleyerek, doğal renklendirme süreçlerinin etkinliğini ve uygulanabilirliğini ortaya koymak hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Limon (*Citrus limon* (L.) Burm.), karakavak (*Populus nigra* L.) ve dişbudak (*Fraxinus excelsior*) odunları 100 mm x 100 mm x 20 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Numuneler üzerinde iklimlendirme uygulamaları yapılmıştır (ISO 554, 1976).

2.2. Metot

Odun Yüzey Hazırlığı: Örnekler, sırasıyla 80, 100 ve 120 numara zımpara kâğıtları kullanılarak titreşimli zımpara makinesi ile zımparalanmış ve kompresör ile temizlenmiştir.

Narçiçeği Ekstraktının Hazırlanması: Narçiçeği ekstraktı, su ile kaynatma yöntemi kullanılarak hazırlanmıştır. Belirlenen miktardaki narçiçeği, uygun hacimde su içinde 100°C'de 15 dakika süre ile kaynatılmıştır. Kaynatma işlemi tamamlandıktan sonra, ekstrakt süzülerek tortularından ayrılmış ve saf hale getirilmiştir.

Renk Değişimi Uygulamaları: Hazırlanan narçiçeği ekstraktı, belirlenen yüzeylere bir fırça yardımı ile uygulanmıştır. Uygulama sonrası numuneler, belirlenen sıcaklık ve nem koşullarında kurutulmuştur.

Renk değişimleri CS-10 cihazında (ASTM D 2244-3, 2007) tespit edilmiştir (ASTM D 2244-3, 2007). ΔC^* : kroma kısmı veya doygunluk farkı ve ΔH^* : ton bölümü veya gölge farkı olarak tanımlanmıştır (Lange, 1999). Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıkları belirlenmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^\circ = \arctan (b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{uygulamaya sahip örnek}} - C^*_{\text{referenas}}) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{uygulamaya sahip örnek}} - a^*_{\text{referenas}}) \quad (4)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{uygulamaya sahip örnek}} - L^*_{\text{referenas}}) \quad (5)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{uygulamaya sahip örnek}} - b^*_{\text{referenas}}) \quad (6)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değerleri için önemli bilgiler (Lange, 1999) Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999)

Parametre	Pozitif durumda	Negatif durumda
ΔC^*	Referanstan daha net, daha parlak	Mat, referanstan daha bulanık
Δa^*	Referanstan daha kırmızı	Referanstan daha yeşil
Δb^*	Referanstan daha sarı	Referanstan daha mavi
ΔL^*	Referanstan daha açık	Referanstan daha koyu

ΔE^* için kriterler (DIN 5033, 1979) Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. ΔE^* için kriterler (DIN 5033, 1979)

ΔE^* değeri	Görsel fark
<0.20	Algılanamaz
0.20 ila 0.50	Çok zayıf
0.50 ila 1.50	Zayıf
1.50 ila 3.00	Belirgin
3.00 ila 6.00	Çok belirgin
6.00 ila 12.00	Güçlü
> 12.00	Çok güçlü

Bir istatistik programı ile standart sapma, varyans analizleri, maksimum ve minimum, ortalamalar, % değişim oranları ve homojenlik grupları hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Varyans analizi sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir. Bütün renk parametreleri için ağaç türü (A), uygulama (B) ve etkileşim (AB) anlamlı olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Varyans analizi sonuçları

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$ (*Anlamlı)
L^*	Ağaç Türü (A)	274.512	2	137.256	528.904	0.000*
	Uygulama (B)	1182.727	1	1182.727	4557.543	0.000*
	Etkileşim (AB)	247.822	2	123.911	477.482	0.000*
	Hata	14.014	54	0.260		
	Toplam	328256.079	60			
	Düzeltilmiş Toplam	1719.075	59			
α^*	Ağaç Türü (A)	14.758	2	7.379	64.594	0.000*
	Uygulama (B)	1906.095	1	1906.095	16685.494	0.000*
	Etkileşim (AB)	189.565	2	94.783	829.704	0.000*
	Hata	6.169	54	0.114		
	Toplam	8674.591	60			
	Düzeltilmiş Toplam	2116.587	59			

<i>b*</i>	Ağaç Türü (A)	393.273	2	196.637	907.501	0.000*
	Uygulama (B)	653.928	1	653.928	3017.954	0.000*
	Etkileşim (AB)	36.243	2	18.122	83.633	0.000*
	Hata	11.701	54	0.217		
	Toplam	16256.750	60			
	Düzeltilmiş Toplam	1095.145	59			
<i>C*</i>	Ağaç Türü (A)	90.553	2	45.277	197.314	0.000*
	Uygulama (B)	14.692	1	14.692	64.026	0.000*
	Etkileşim (AB)	46.834	2	23.417	102.050	0.000*
	Hata	12.391	54	0.229		
	Toplam	24928.455	60			
	Düzeltilmiş Toplam	164.469	59			
<i>h°</i>	Ağaç Türü (A)	1109.309	2	554.654	780.662	0.000*
	Uygulama (B)	21879.433	1	21879.433	30794.738	0.000*
	Etkileşim (AB)	2696.421	2	1348.210	1897.571	0.000*
	Hata	38.367	54	0.710		
	Toplam	220702.291	60			
	Düzeltilmiş Toplam	25723.529	59			

Renk parametrelerine ait sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir. *L** parametresine ait ölçüm sonuçlarına göre narçiçeği boyası uygulaması tüm ağaç türlerinde renk açıklığını azaltmıştır. Limon ağacında boya uygulanmamış yüzeyin *L** değeri 76.84 iken, boya uygulanmış yüzeyde bu değer 68.90’a düşerek %10.33’lük bir azalma göstermiştir. Karakavak ağacında ise boya uygulanmamış yüzeyde 83.85 olan *L** değeri, boya sonrası 69.59’a düşerek %17.01 oranında bir azalma meydana gelmiştir. Dişbudak odununda ise *L** değeri, boyasız yüzeyde 73.94 iken, boyalı yüzeyde 69.51’e düşerek %5.99 oranında azalmıştır (Çizelge 4).

*a** parametresine ait ölçüm sonuçlarına göre narçiçeği boyası uygulaması tüm ağaç türlerinde kırmızılık değerini önemli ölçüde artırmıştır. Limon odununda boya uygulanmamış deney örneklerine ait yüzeyin *a** değeri 5.93 iken, boya uygulanmış yüzeyde bu değer 13.66’ya yükselerek %130.35’lik bir artış vermiştir. Karakavak ağacında ise boya uygulanmamış yüzeyde 2.92 olan *a** değeri, boya sonrası 19.05’e çıkarak %552.40 oranında artmıştır. Dişbudak ağacında ise *a** değeri boyasız yüzeyde 5.61 iken, boyalı yüzeyde 15.57’ye yükselerek %177.54 oranında artış göstermiştir (Çizelge 4).

b^* parametresine ait ölçüm sonuçları, narçiçeği boyasının ağaç türlerinin b^* değerini nasıl etkilediğini göstermektedir. Limon ağacında, boya uygulanmamış yüzeyin b^* değeri 21.61 iken, boya uygulanmış yüzeyde bu değer 16.80'e düşerek %22.26'lık bir azalma gerçekleşmiştir. Karakavak odununda ise, boya uygulanmamış yüzeyin b^* değeri 17.27 iken, boya sonrası bu değer 8.67'ye gerileyerek %49.80 oranında bir azalma gözlemlenmiştir. Dişbudak ahşabında ise boya uygulanmamış yüzeyin b^* değeri 18.72 iken, boyalı yüzeyde 12.32'ye düşerek %34.19'luk bir azalma elde edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları

Test	Ağaç Türü	Uygulama	Ortalama	Değişim Oranı (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
L^*	Limon	Yok	76.84	↓10.33	B	0.55	76.00	77.49	0.72
		Var	68.90		E**	0.51	68.14	69.82	0.74
	Karakavak	Yok	83.85	↓17.01	A*	0.35	83.10	84.34	0.42
		Var	69.59		D	0.38	69.08	70.14	0.55
	Dişbudak	Yok	73.94	↓5.99	C	0.82	72.86	75.73	1.11
		Var	69.51		D	0.20	69.24	69.78	0.29
a^*	Limon	Yok	5.93	↑130.35	D	0.22	5.61	6.21	3.69
		Var	13.66		C	0.35	12.94	14.04	2.58
	Karakavak	Yok	2.92	↑552.40	F**	0.21	2.68	3.41	7.18
		Var	19.05		A*	0.60	18.18	20.02	3.16
	Dişbudak	Yok	5.61	↑177.54	E	0.30	4.90	6.02	5.33
		Var	15.57		B	0.14	15.37	15.76	0.87
b^*	Limon	Yok	21.61	↓22.26	A*	0.48	20.93	22.54	2.21
		Var	16.80		D	0.57	15.69	17.52	3.40
	Karakavak	Yok	17.27	↓49.80	C	0.50	16.79	18.42	2.88
		Var	8.67		F**	0.64	7.47	9.80	7.33
	Dişbudak	Yok	18.72	↓34.19	B	0.26	18.34	19.18	1.41
		Var	12.32		E	0.16	12.09	12.56	1.28

C*	Limon	Yok	22.41	↓3.39	A*	0.46	21.79	23.26	2.07	
		Var	21.65		B	0.61	20.61	22.43	2.81	
	Karakavak	Yok	17.51	↑19.47	E**	0.52	17.00	18.74	3.00	
		Var	20.92		C	0.66	19.74	21.92	3.14	
	Dişbudak	Yok	19.54	↑1.64	D	0.24	19.20	20.01	1.22	
		Var	19.86		D	0.16	19.61	20.06	0.83	
h°	Limon	Yok	74.60	↓31.78	B	0.64	73.59	75.74	0.86	
		Var	50.89		D	0.75	49.57	52.18	1.47	
	Karakavak	Yok	80.41	↓69.68	A*	0.45	79.52	80.93	0.56	
		Var	24.38		F**	1.41	22.25	26.79	5.80	
	Dişbudak	Yok	73.29	↓47.51	C	0.93	72.09	75.51	1.27	
		Var	38.47		E	0.48	37.92	39.33	1.24	
	*: En yüksek sonuç ve **: En düşük sonuç									

C* parametresine ait ölçüm sonuçlarına göre narçiçeği boyası uygulaması, her üç ağaç türünde de farklı etkiler yaratmıştır. Limon odununda boya uygulanmamış deney örneklerinde C* değeri 22.41 iken, boya uygulandıktan sonra bu değer 21.65'e düşerek %3.39'luk bir azalma gözlemlenmiştir. Karakavak ahşabında ise boya uygulanmamış yüzeyin C* değeri 17.51 iken, boyalı yüzeyde bu değer 20.92'ye çıkarak %19.47 oranında bir artış gerçekleşmiştir. Dişbudak ağacında boya uygulanmamış deney örneklerinde C* değeri 19.54 iken, boya sonrası bu değer 19.86'ya yükselerek %1.64'lük bir artış meydana gelmiştir (Çizelge 4).

h° parametresine ait ölçüm sonuçlarına göre narçiçeği boyası uygulaması, tüm ağaç türlerinde renk tonunun belirgin şekilde değişmesine yol açmıştır. Limon ağacında boya uygulanmamış yüzeyin h° değeri 74.60 iken, boya uygulandıktan sonra bu değer 50.89'a düşerek %31.78'lik bir azalma gözlemlenmiştir. Karakavak ağacında ise boya uygulanmamış yüzeyin h° değeri 80.41 iken, boya sonrası bu değer 24.38'e gerileyerek %69.68'lik bir düşüş meydana gelmiştir. Dişbudak ağacında ise boya uygulanmamış yüzeyin h° değeri 73.29 iken, boyalı yüzeyde bu değer 38.47'ye düşerek %47.51 oranında bir azalma gerçekleşmiştir. Sonuçlar, narçiçeği boyasının h° parametresinde tüm ağaç türlerinde büyük değişimlere yol açtığını ve özellikle Karakavak türünde en yüksek düşüşü gösterdiğini ortaya koymaktadır (Çizelge 4).

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları Çizelge 5'de gösterilmiştir. Renk değiştirme kriterleri ile bu araştırmada elde edilen sonuçlar kıyaslandığında gomalak cilası uygulaması ile bütün odun türlerinde "çok güçlü (> 12.00)" kriterinin elde edildiği görülmektedir. ΔH^* değerleri limon için 9.08, karakavak için 17.96 ve dişbudak için 11.82 olarak tespit edilmiştir.

ΔE^* değerleri limon odununda 12.08, karakavak odununda 23.19 ve dişbudak odununda ise 12.63 olarak bulunmuştur. bütün ağaç türlerinde ΔL^* ve Δb^* değerleri negatif (sırası ile referanstan daha koyu ve referanstan daha mavi) olarak tespit edilirken, Δa^* değerleri ise pozitif (referanstan daha kırmızı) olarak bulunmuştur. ΔC^* değerleri limon odununda negatif (mat, referanstan daha bulanık) olarak belirlenirken, karakavak ve dişbudak odunlarında pozitif (referanstan daha net, daha parlak) olarak elde edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Ağaç Türü	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	Renk kriteri (DIN 5033. 1979)
Limon	-7.94	7.73	-4.81	-0.76	9.08	12.08	Çok güçlü (> 12.00)
Karakavak	-14.26	16.13	-8.60	3.41	17.96	23.19	
Dişbudak	-4.44	9.95	-6.39	0.31	11.82	12.63	

4. Sonuç

Bu çalışmada, narçiçeği ekstraktı uygulanmış ahşap yüzeylerde belirgin renk değişimleri gözlemlenmiştir. Doğal renklendirici olarak kullanım potansiyeli taşıyan bu yöntem, daha stabil renk sonuçları elde etmek için uygulama koşullarının optimize edilmesiyle geliştirilebilir.

Kaynaklar

- ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
- Elfalleh, W., Hannachi, H., Tlili, N., Yahia, Y., Nasri, N., and Ferchichi, A., (2012). Total phenolic contents and antioxidant activities of pomegranate peel, seed, leaf and flower, *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(32): 4724-4730.
- Hu, Y.L., Luo, J.Y., Hu, S.R., Fu, H., Yang, S.H., and Yang, M.H., (2017). Application of natural plant pigments in enlarged health industry, *China Journal of Chinese Materia Medica*, 2433-2438.
- ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
- Jalikop, S.H., (2010). Pomegranate breeding, *Fruit, vegetable and cereal science and Biotechnology*, 4(2): 26-34.
- Lange, D.R., (1999). *Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e*. DR Lange: New York, NY, USA.
- Lansky, E.P., and Newman, R.A., (2007). *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer, *Journal of Ethnopharmacology*, 109(2): 177-206. DOI: 10.1016/j.jep.2006.09.006.
- Mekni, M., Azez, R., Tekaya, M., Mechri, B., and Hammami, M., (2013). Phenolic, non-phenolic compounds and antioxidant activity of pomegranate flower, leaf and bark extracts of four Tunisian cultivars, *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(17): 1100-1107. DOI: 10.5897/JMPR13.2579.
- Moe, T.T., Mon, Z.S., Shwe, H.H., and Myint, A.A., (2019). Characterization and application of natural dye extracted from rinds of pomegranate (*Punica granatum* L). *IEEE-SEM*, 7, 7-12.
- Mohajer, S., Taha, R.M., and Azmi, S.Z., (2016). Phytochemical screening and potential of natural dye colourant from pomegranate (*Punica granatum* L.), *Pigment & Resin Technology*, 45(1): 38-44. DOI: 10.1108/PRT-10-2014-0100.
- Purohit, A.G., (1982). Flower induction in deciduous pomegranate in tropics, *Science and Culture*, 48: 146-147.
- Saxena, S., and Raja, A.S.M., (2014). Natural dyes: sources, chemistry, application and sustainability issues. In *Roadmap to sustainable textiles and clothing: eco-friendly raw materials, technologies, and processing methods* (pp. 37-80). Singapore: Springer Singapore. DOI: 10.1007/978-981-287-065-0_2.

- Singh, S.K., Singh, A., Singh, N.V., and Ramajayam, D., (2010). Pomegranate tissue culture and biotechnology, *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 4(2): 120-125.
- Sinha, K., Saha, P. D., & Datta, S. (2012). Response surface optimization and artificial neural network modeling of microwave assisted natural dye extraction from pomegranate rind, *Industrial Crops and Products*, 37(1): 408-414. DOI:10.1016/j.indcrop.2011.12.032.
- Sivakumar, V., Vijaeeswarri, J., and Anna, J.L., (2011). Effective natural dye extraction from different plant materials using ultrasound, *Industrial Crops and Products*, 33(1): 116-122. DOI: 10.1016/j.indcrop.2010.09.007.
- Stone, D., (2017). *Pomegranate: A global history*, Published by Reaktion Books Ltd. eISBN: 9781780237954.
- Wong, W., (2008), *Melastoma Malabatricum: Too Beautiful To be Called A Weed*, *Green Culture Singapore Feature Article* , *Green Culture Singapore*, pp. 1-7.

BÖLÜM 5

İĞDE (ELAEAGNUS ANGUSTİFOLİA L.) ODUNUNDA RENK DEĞİŞTİRİCİ OLARAK KARBONAT VE SİRKE KARIŞIMLARINA AİT ÇÖZELTİLERİN KULLANILMASI

Hüseyin PEKER¹

Şule CEYLAN²

1 Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü, Artvin, Türkiye,

peker100@artvin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7771-6993

2 Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü, Artvin.

sceylan@artvin.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9515-1829

1. Giriş

Sirkenin yiyeceklerde tatlandırıcı ve koruyucu madde olarak kullanımını M.Ö. 2000 yılından beri yaygın olarak bilinmektedir. Sirkenin kimyasal ve organoleptik özellikleri, kullanılan başlangıç malzemesi ve fermantasyon yöntemi ile ilgilidir (Natera ve ark., 2003; Heshmati ve ark., 2023).

Sirke, nişasta, şeker veya her ikisinin de taşıdığı, fermantasyon süreci sonucunda oluşan bir sıvıdır. İlk olarak alkolik fermantasyon ve ardından asetik fermantasyon ile oluşan çift fermantasyon sürecine sahiptir ve insan tüketimi için uygundur (Bhat ve ark., 2014; Singh, 2020).

Sirke genellikle yiyecekleri tatlandırmak ve korumak amacıyla kullanılır ve salata sosları ile marinatların içeriğinde bulunur. Sirke ayrıca bir temizlik maddesi olarak da kullanılmaktadır. Doğal sirke, meyve kaynağından temel amino asitler taşıdığı için sentetik sirkeye göre üstündür ve ağrılar ve mide rahatsızlıkları için bir ilaç olarak bildirilmiştir. Ancak, genellikle hem tüketiciler (yüksek fiyat nedeniyle) hem de üreticiler (5-6 haftalık uzun fermantasyon süresi nedeniyle) tarafından göz ardı edilmektedir. Buna ek olarak, sirke sadece bir yemek katkısı olmaktan daha fazla olabilmektedir; bir gelir kaynağı, umut vaat eden bir iş olabilmektedir (Hailu ve ark., 2012).

Üzüm sirkesi, tipik olarak kokusu ve lezzeti açısından karakteristik özelliklere sahip olan fermante üzüm türevleridir (Ho ve ark., 2017; Antoniewicz ve ark., 2022).

Ahşap malzemede renk değiştirme işlemleri, estetik görünümün iyileştirilmesi, doğal rengin düzeltilmesi, ahşabın dayanıklılığının artırılması, yaşlandırma ve patina efekti oluşturulması, farklı ahşap türlerinin benzer hale getirilmesi ve dış etmenlere karşı koruyucu tabakalar uygulanması gibi çeşitli amaçlarla yapılmaktadır.

Bu çalışma, iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odununun yüzey özelliklerini değiştirmek için karbonat + sirke karışımlarının etkisini araştırmayı amaçlamaktadır. Çalışma, geleneksel kimyasal yüzey işlemleri yerine daha çevre dostu ve düşük maliyetli doğal çözümler sunmayı hedeflemektedir. Karbonat ve sirke gibi yaygın ve ucuz malzemelerin ahşap üzerindeki etkilerini belirlemek, doğal ve estetik bir görünüm elde etmek amacıyla yapılmaktadır. Ayrıca, bu çalışmada, karbonat ve sirkenin ahşabın gözenek yapısı, parlaklık, beyazlık indeksi gibi yüzey özelliklerini nasıl değiştirdiği ve ahşabın zamanla çevresel faktörlere nasıl tepki verdiği araştırılmaktadır. Bu tür doğal yüzey işlemleri, özellikle mobilya, iç mekân dekorasyonu ve restorasyon projelerinde kullanılabilirliği açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Son olarak, literatürde iğde odununun karbonat + sirke

karışımları ile işlem görmesine dair eksik olan bilgiye katkıda bulunarak bu alanda yeni bir bilgi birikimi sağlanması amaçlanmaktadır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odunu 100 mm x 100 mm x 20 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Numuneler üzerinde iklimlendirme uygulamaları yapılmıştır (ISO 554, 1976). Çalışmada kullanılan 80, 120 ve 150 kumluk zımparalar satın alınma yolu ile elde edilmiştir. Karbonat ve farklı 2 tür sirke [A: üzüm (sodyum metabisülfid katkılı) ve B: alıç (doymuş şeker %0.17, karbonhidrat %1.00, yağ %0.05, tuz %0.07, doymuş yağ %0.02 ve protein %0.30)] kimyasalları bu çalışmada kullanılmıştır.

2.2. Metot

2 farklı türde hazırlanan çözeltiler [50 mlt sirke (A) + 5 gr karbonat ve 50 mlt sirke (B) + 5 gr karbonat] bir fırça yardımıyla ahşap malzeme yüzeylerine tek kat olarak uygulanmıştır.

Parlaklık testleri ETB-0833 model gloss meter cihazında (ISO 2813, 1994), beyazlık indeksi (WI^*) değerleri Whiteness Meter BDY-1 cihazında (ASTM E313-15e1, 2015) ve renk değişimleri CS-10 cihazında (ASTM D 2244-3, 2007) ölçülmüştür (ASTM D 2244-3, 2007). ΔC^* : kroma kısmı veya doygunluk farkı ve ΔH^* : ton bölümü veya gölge farkı olarak tanımlanmıştır (Lange, 1999). Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıkları belirlenmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^\circ = \arctan (b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - C^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - a^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (4)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - L^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (5)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - b^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (6)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999) Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999)

Parametre	Pozitif durumda	Negatif durumda
ΔC^*	Referanstan daha net, daha parlak	Mat, referanstan daha bulanık
Δa^*	Referanstan daha kırmızı	Referanstan daha yeşil
Δb^*	Referanstan daha sarı	Referanstan daha mavi
ΔL^*	Referanstan daha açık	Referanstan daha koyu

ΔE^* kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979) Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. ΔE^* değerlendirmesi için kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979)

Toplam renk farkı (ΔE^*)	Görsel fark
<0.2	Algılanamaz
0.2 ila 0.5	Çok zayıf
0.5 ila 1.5	Zayıf
1.5 ila 3.0	Belirgin
3.0 ila 6.0	Çok belirgin
6.0 ila 12.0	Güçlü
> 12.0	Çok güçlü

Hue (Ton): Bir rengin temel özelliklerinden biridir. Bir uyarıcının, kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, mor gibi saf renklere benzer veya farklı olarak tanımlanma derecesini ifade eder. 1931 CIE renk uzayında, bir ton bir tek sayı ile temsil edilebilir. Resimde bir ton, bir karartma veya bir açıklama olmaksızın saf bir pigmenttir (van den Burg ve Seymour, 2022).



Şekil 1. Ton, ışıklılık ve doygunluk (van den Burg ve Seymour, 2022).

Bir istatistik programı ile standart sapma, minimum ve maksimum, varyans analizleri, ortalamalar, yüzde (%) değişim oranları ve homojenlik grupları hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Renk parametrelerine ait sonuçlar Çizelge 3'de gösterilmiştir. L^* için en yüksek sonuç kontrol örneklerinde (50.58) görülürken, en düşük sonuç ise sirke (B) + karbonat karışımından oluşan çözeltinin deney örneklerine uygulanması (40.47) ile elde edilmiştir. L^* parametresinde %19.99 ile en yüksek azalma oranı sirke (B) + karbonat çözeltisi uygulanmış örneklerde tespit edilirken, en düşük azalma oranı ise %12.91 ile sirke (A) + karbonat çözeltisinde bulunmuştur (Çizelge 3).

a^* değerinde en yüksek sonuç kontrol örneklerinde (9.31) belirlenirken, en düşük sonuç ise sirke (B) + karbonat karışımından oluşan çözeltinin uygulanması sonrasında (6.48) görülmüştür. a^* için en yüksek azalış oranı %30.40 ile sirke (B) + karbonat çözeltisine sahip örnekler üzerinde bulunurken, en düşük azalış oranı ise %12.57 ile sirke (A) + karbonat çözeltisinde elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Renk parametrelerine ait sonuçlar

Test	Çözelti Türü	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
L^*	Kontrol	50.58	-	A*	0.68	49.41	51.72	1.34
	Sirke (A) + karbonat	44.05	↓12.91	B	0.62	43.31	45.52	1.42
	Sirke (B) + karbonat	40.47	↓19.99	C**	0.24	40.23	40.93	0.59
a^*	Kontrol	9.31	-	A*	0.27	8.85	9.74	2.93
	Sirke (A) + karbonat	8.14	↓12.57	B	0.44	7.42	8.71	5.35
	Sirke (B) + karbonat	6.48	↓30.40	C**	0.23	6.16	6.91	3.49
b^*	Kontrol	22.12	-	A*	0.54	21.26	22.99	2.45
	Sirke (A) + karbonat	18.78	↓15.10	B	0.54	18.06	19.70	2.86
	Sirke (B) + karbonat	16.39	↓25.90	C**	0.32	16.05	17.08	1.97
C^*	Kontrol	23.97	-	A*	0.55	23.03	24.75	2.30
	Sirke (A) + karbonat	20.47	↓14.60	B	0.64	19.52	21.44	3.15
	Sirke (B) + karbonat	17.65	↓26.37	C**	0.33	17.26	18.34	1.88
h^o	Kontrol	67.12	-	B	0.74	65.83	68.63	1.11
	Sirke (A) + karbonat	66.69	↓0.64	B**	0.88	65.56	68.00	1.32
	Sirke (B) + karbonat	68.43	↑1.95	A*	0.71	67.32	69.71	1.04

Ölçüm Sayısı: 10, Sirke (A): Üzüm, Sirke (B): Alıç, *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç

b^* parametresi için en yüksek sonuç kontrol örneklerinde (22.12) görülürken, en düşük sonuç ise sirke (B) + karbonat karışımından oluşan çözelti uygulamasına sahip deney örneklerinde (16.39) belirlenmiştir. b^* değerinde en yüksek azalış oranı %25.90 ile sirke (B) + karbonat çözelti-

sinde bulunurken, en düşük azalış oranı ise %15.10 ile sirke (A) + karbonat çözeltilisinde elde edilmiştir (Çizelge 3).

C^* değeri için en yüksek sonuç kontrol örneklerinde (25.97) görülürken, en düşük sonuç ise sirke (B) + karbonat karışımından oluşan çözeltilinin uygulanması (17.65) ile bulunmuştur. C^* parametresinde en yüksek azalış oranı sirke (B) + karbonat çözeltilisinde ile %26.37 oranında belirlirken, en düşük azalış oranı ise sirke (A) + karbonat çözeltisi ile %14.60 oranında elde edilmiştir (Çizelge 3).

h^o parametresinde sirke (A) + karbonat çözeltisi ile %0.64 oranında azalış ve sirke (B) + karbonat çözeltilisine ait muamele işlemi ile %1.95 artış oranında görülmüştür. h^o için değeri için en düşük sonuç sirke (A) + karbonat karışımına ait çözeltisi uygulanmış örneklerde (66.69) tespit edilirken, en yüksek sonuç ise sirke (B) + karbonat karışımına ait çözeltilinin deney örneklerine uygulanması (68.43) ile bulunmuştur (Çizelge 3).

Beyazlık indeksi (WT^*) değerlerine ait sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir. WT^* değerlerinde her iki yönde de uygulanan çözeltiler sonrasında azalmalar görülmüştür. WT^* değerlerinde en yüksek sonuçlar kontrol örneklerinde tespit edilmiştir (\perp : 12.29 ve \parallel : 4.82). WT^* değerleri için azalma oranları ise sirke (A) + karbonat ve sirke (B) + karbonat çözeltileri için sırasıyla \perp yönde %48.74 ile %28.23 oranlarında ve \parallel yönde %39.00 ile %17.43 oranlarında elde edilmiştir. Buna ek olarak, en düşük sonuçlar ise sirke (A) + karbonat çözeltilisine sahip örnekler üzerinde görülmüştür (\perp : 6.30 ve \parallel : 2.94) (Çizelge 4).

Çizelge 4. Beyazlık indeksi (WT^*) değerlerine ait sonuçları

Test	Çözelti Türü	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
WT^* \perp	Kontrol	12.29	-	A*	0.92	10.70	13.00	7.45
	Sirke (A) + karbonat	6.30	↓48.74	C**	0.19	6.10	6.60	2.99
	Sirke (B) + karbonat	8.82	↓28.23	B	0.08	8.70	8.90	0.89
WT^* \parallel	Kontrol	4.82	-	A*	0.20	4.60	5.10	4.24
	Sirke (A) + karbonat	2.94	↓39.00	C**	0.14	2.70	3.10	4.86
	Sirke (B) + karbonat	3.98	↓17.43	B	0.25	3.70	4.30	6.36

Ölçüm Sayısı: 10, Sirke (A): Üzüm, Sirke (B): Alıç, *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç

Parlaklık değerlerine ait sonuçları Çizelge 5’de sunulmuştur. Parlaklık testlerine bakıldığında 20 ve 60 derecelerde her iki yönde ölçümlerde azalmaların elde edildiği görülmektedir. En yüksek parlaklık sonuçları 20 ve 60 derecelerde her iki yönde kontrol deney örneklerinde ($\perp 20^\circ$: 0.12, $\perp 60^\circ$: 1.00, ve $\parallel 20^\circ$: 0.18, $\parallel 60^\circ$: 1.32) tespit edilmiştir. 85 derede her iki yönde parlaklık ölçümlerinde ise sirke (B) + karbonat muamelesi ile azalışlar (\perp : 50.00 ve \parallel : 28.57) belirlenirken, sirke (A) + karbonat çözeltilerinin muamele ile artışlar (\perp : 10.00 ve \parallel : 28.57) elde edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Parlaklık değerlerine ait sonuçları

Test	Çözelti Türü	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
$\perp 20^\circ$	Kontrol	0.12	-	A*	0.04	0.10	0.20	35.14
	Sirke (A) + karbonat	0.10	↓16.67	A**	0.00	0.10	0.10	0.00
	Sirke (B) + karbonat	0.10	↓16.67	A**	0.00	0.10	0.10	0.00
$\perp 60^\circ$	Kontrol	1.00	-	A*	0.12	0.90	1.20	11.55
	Sirke (A) + karbonat	0.94	↓6.00	A	0.05	0.90	1.00	5.49
	Sirke (B) + karbonat	0.76	↓24.00	B**	0.05	0.70	0.80	6.79
$\perp 85^\circ$	Kontrol	0.20	-	A	0.13	0.10	0.40	66.67
	Sirke (A) + karbonat	0.22	↑10.00	A*	0.12	0.10	0.40	55.88
	Sirke (B) + karbonat	0.10	↓50.00	B**	0.00	0.10	0.10	0.00
$\parallel 20^\circ$	Kontrol	0.18	-	A*	0.08	0.10	0.30	43.82
	Sirke (A) + karbonat	0.10	↓44.44	B**	0.00	0.10	0.10	0.00
	Sirke (B) + karbonat	0.10	↓44.44	B**	0.00	0.10	0.10	0.00
$\parallel 60^\circ$	Kontrol	1.32	-	A*	0.15	1.10	1.50	11.74
	Sirke (A) + karbonat	1.10	↓16.67	B**	0.07	1.00	1.20	6.06
	Sirke (B) + karbonat	1.18	↓10.61	B	0.09	1.10	1.30	7.54
$\parallel 85^\circ$	Kontrol	0.14	-	AB	0.08	0.10	0.30	60.23
	Sirke (A) + karbonat	0.18	↑28.57	A*	0.10	0.10	0.30	57.38
	Sirke (B) + karbonat	0.10	↓28.57	B**	0.00	0.10	0.10	0.00

Ölçüm Sayısı: 10, Sirke (A): Üzüm, Sirke (B): Alıç, *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları Çizelge 6’da sunulmaktadır. Renk değiştirme kriterleri ile bu araştırmada elde edilen sonuçlar kıyaslandığında her iki hazırlanan çözeltilerin “güçlü (6.0 ila 12.0)” sonuçlarını verdiği belirlenmiştir. ΔH^* değerleri ise sirke (A) + karbonat çözeltisi ile 0.45 ve sirke (B) + karbonat çözeltisi ile 0.91 olarak belirlenmiştir (Çizelge 6).

ΔE^* değerleri sirke (A) + karbonat çözeltisi ile 7.43 ve sirke (B) + karbonat çözeltisi ile 11.47 olarak tespit edilmiştir. Her iki çözeltinin ahşap malzeme yüzeylerine uygulaması ile ΔL^* , ΔC^* , Δb^* ve Δa^* değerlerinin negatif (sırasıyla: referanstan daha koyu, mat, referanstan daha bulanık referanstan daha mavi ve referanstan daha yeşil) olarak tespit edildiği görülmüştür (Çizelge 6).

Çizelge 6. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Kimyasal Türü	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	Renk Kriteri (DIN 5033, 1979)
Sirke (A) + karbonat	-6.54	-1.17	-3.33	-3.50	0.45	7.43	Güçlü (6.0 ila 12.0)
Sirke (B) + karbonat	-10.12	-2.84	-5.73	-6.33	0.91	11.97	
Sirke (A): Üzüm ve Sirke (B): Alıç							

Literatürde yapılan araştırmalara bakıldığında (Ayata ve Bal, 2024; Çamlıbel ve Ayata, 2024; Ulay ve Ayata, 2024a; b; Ayata ve ark., 2024), ahşap malzeme yüzeylerine uygulanan karbonat ve sirke bazlı karışımlarının renk, parlaklık ve beyazlık indeksi üzerinde değişikliklere neden olduğu bildirilmiştir.

Varyans analizi sonuçları Çizelge 7’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, $\perp 20^\circ$ ’de parlaklık değerleri, \perp ve \parallel yönlerdeki 85° ’de parlaklık değerleri anlamsız elde edilirken, diğer bütün testlerin anlamlı olarak bulunduğu görülmüştür (Çizelge 7).

Çizelge 7. Varyans analizi sonuçları (*: anlamlı)

Test	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Işıklılık (L^*)	485.358	2	242.679	768.039	0.000*
Kırmızı (a^*) renk tonu	35.795	2	17.897	159.810	0.000*
Sarı (b^*) renk tonu	149.763	2	74.881	302.622	0.000*
Kroma (C^*) değeri	180.510	2	90.255	303.266	0.000*
Ton (h°) açısı değeri	14.148	2	7.074	10.886	0.000*
$\perp 20^\circ$ ’de parlaklık	0.003	2	0.001	2.009	0.155**
$\perp 60^\circ$ ’de parlaklık	0.295	2	0.147	22.452	0.000*
$\perp 85^\circ$ ’de parlaklık	0.071	2	0.036	3.004	0.068**
$\parallel 20^\circ$ ’de parlaklık	0.041	2	0.021	9.184	0.001*
$\parallel 60^\circ$ ’de parlaklık	0.249	2	0.125	10.008	0.001*
$\parallel 85^\circ$ ’de parlaklık	0.029	2	0.014	2.232	0.128**
Beyazlık indeksi (WT^*) (\perp)	180.801	2	90.400	285.751	0.000*
Beyazlık indeksi (WT^*) (\parallel)	17.674	2	8.837	251.055	0.000*

4. Sonuç

2 farklı sirke kullanılarak hazırlanmış olan karışımlar ile a^* , L^* , C^* , b^* , WI^* ve 20 ile 60 derecelerde parlaklık değerlerinde azalmalar belirlenmiştir. ΔE^* değerleri üzüm sirkesi + karbonat çözeltisi ile 7.43 ve alıç sirkesi + karbonat çözeltisi ile 11.47 olarak tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- Antoniewicz, J., Jakubczyk, K., Kupnicka, P., Bosiacki, M., Chlubek, D., and Janda, K., (2022). Analysis of selected minerals in homemade grape vinegars obtained by spontaneous fermentation, *Biological Trace Element Research*, 200(2): 910-919. DOI: 10.1007/s12011-021-02671-9.
- ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM E313-15e1, (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Ayata, Ü., Bilginer, E.H., Çamlıbel, O., ve Peker, H., (2024). Dut (*Morus alba*) ahşabında renk değiştirici olarak sirke ve karbonat karışımlarından hazırlanan çözeltilerin kullanılması üzerine bir araştırma, *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 2(2): 58-63.
- Ayata, Ü., ve Bal, B.C., (2024). Maun (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine sirke ve karbonat karışımlarının etkileri, *Uzakdoğu 3. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi*, 2-9 Ekim 2024, Pekin, Çin, 155-163.
- Bhat, S.V., Akhtar, R., and Amin, T., (2014). An overview on the biological production of vinegar, *International Journal of Fermented Foods*, 3(2): 139-155. DOI: 10.5958/2321-712X.2014.01315.5.
- Çamlıbel, O., ve Ayata, Ü., (2024). Movingui (*Distemonanthus benthamianus* Baillon) ahşabında renk değiştirme işlemi olarak farklı sirke türlerinin ve karbonat kimyasallarının kullanılması üzerine bir araştırma, *European Conferences 5. Uluslararası Sağlık, Mühendislik ve Uygulamalı Bilimler Kongresi*, 13-16 Haziran 2024, Roma, İtalya, 563-571.
- DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
- Hailu, S., Admassu, S., and Jha, K., (2012). Vinegar production technology-An overview. *Beverage Food World*, 2, 29-32.
- Heshmati, A., Mehri, F., Nili-Ahmadabadi, A., and Mousavi Khaneghah, A., (2023). The fate of ochratoxin A during grape vinegar production. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 103(17): 5910-5919. DOI: 10.1080/03067319.2021.1946526.
- Ho, C.W., Lazim, A.M., Fazry, S., Zaki, U.K.H.H., and Lim, S.J., (2017). Varieties, production, composition and health benefits of vinegars: A review, *Food Chemistry*, 221: 1621-1630. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.10.128.
- ISO 2813, (1994). Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

- ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
- Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
- Natera, R., Castro, R., de Valme García-Moreno, M., Hernández, M.J., and García-Barroso, C., (2003). Chemometric studies of vinegars from different raw materials and processes of production, Journal of Agricultural and Food chemistry, 51(11): 3345-3351. DOI: 10.1021/jf021180u.
- Singh, A.K., (2020). Overview of vinegar production, PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology, 17(6): 4027-4037.
- Ulay, G., ve Ayata, Ü., (2024a). Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) ahşabında renk, parlaklık ve beyazlık indeksi üzerine hazırlanmış karbonat ve sirke bazlı karışımlarının etkileri, Selçuk 11. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 13-15 Aralık 2024, Konya, 416-423.
- Ulay, G., ve Ayata, Ü., (2024b). Sirke ve karbonat karışımlarından hazırlanmış olan çözeltilerin Amerikan dişbudak (*Fraxinus americana* L.) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine etkileri, Anadolu 16. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 20-22 Aralık 2024, Van, 292-297.
- van den Burg, J.M., and Seymour, K., (2022). Varnishing and Inpainting/Retouching, Paintings conservation Part 6.

