

Portakal Kabuğu ve Portakal Ağacı Yaprağından Elde Edilen Ekstraktlarla Standart Çok Lifli Kumaşın Boyanması

Sabiha SEZGİN BOZOK^{1,a}, R. Tuğrul OĞULATA^{1,b}

¹Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye

^aORCID: 0000-0002-8464-0405; ^bORCID: 0000-0003-2783-5246

Makale Bilgileri

Geliş : 10.07.2025

Kabul : 18.08.2025

DOI: 10.21605/cukurovaumfd.1738580

Sorumlu Yazar

Sabiha SEZGİN BOZOK

sbozok@cu.edu.tr

Anahtar Kelimeler

Doğal boyarmadde

Portakal kabuğu

Portakal ağacı yaprağı

Renk analizi

Spektrofotometre

Atf şekli: SEZGİN BOZOK, S., OĞULATA, R.T., (2025). Portakal Kabuğu ve Portakal Ağacı Yaprağından Elde Edilen Ekstraktlarla Standart Çok Lifli Kumaşın Boyanması. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 40(3), 559-568.

ÖZ

Çalışmada, portakal kabuğu ve portakal ağacı yaprağından ekstraktlar elde edilmiştir. Elde edilen doğal boyarmaddelerin lif yüzeyine bağlanabilmesi için farklı oranlarda alüminyum sülfat ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$) ile yapılan mordanlama, boyama ile eşzamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan karışımlarla yün, akrilik, polyester, poliamid, pamuk ve asetat içeren çoklu lif kumaşı renklendirilmiştir. Boyama sonrası, spektrofotometre ile yapılan ölçümler yazılım aracılığıyla değerlendirilmiş; renk kuvveti (K/S), kırmızılık-yeşillik (a^*), sarılık-mavilik (b^*) ve açıklık-koyuluk (L^*) değerleri analiz edilmiştir. Tüm numunelere yıkama uygulanmış ve yıkama sonrası toplam renk farkı (ΔE) değerleri elde edilmiştir. Lif türleri arasında en yüksek renk verimi yün ve poliamid içeren numunelerde gözlemlenmiştir. Yünlü kumaşlarda en yüksek K/S değeri, %1 oranında alüminyum sülfat içeren portakal kabuğu ekstraktı ile elde edilirken; poliamid kumaşlarda ise %3 oranında alüminyum sülfat içeren portakal ağacı yaprağı ekstraktı ile en yüksek renk verimi sağlanmıştır. Bu numunelerde yıkama haslığı da diğer liflere göre daha yüksek bulunmuştur.

Dyeing of Standard Multifiber Fabric with Extracts Obtained from Orange Peel and Orange Tree Leaves

Article Info

Received : 10.07.2025

Accepted : 18.08.2025

DOI: 10.21605/cukurovaumfd.1738580

Corresponding Author

Sabiha SEZGİN BOZOK

sbozok@cu.edu.tr

Keywords

Natural dyestuff

Orange peel

Orange tree leaf

Color analysis

Spektrofotometer

How to cite: SEZGİN BOZOK, S., OĞULATA, R.T., (2025). Dyeing of Standard Multifiber Fabric with Extracts Obtained from Orange Peel and Orange Tree Leaves. Çukurova University, Journal of the Faculty of Engineering, 40(3), 559-568.

ABSTRACT

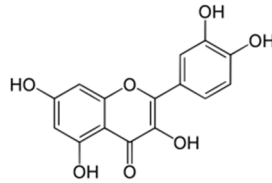
In the study, extracts were obtained from orange peels and orange tree leaves. Mordanting with different proportions of aluminum sulfate ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$) was carried out simultaneously with dyeing to ensure the binding of the obtained natural dyes to the fibers. Multifiber fabrics containing wool, acrylic, polyester, polyamide, cotton, and acetate were dyed using the prepared dyeing solutions. After dyeing, measurements taken with a spectrophotometer were evaluated via software, and color strength (K/S), redness-greenness (a^*), yellowness-blueness (b^*), and apparent darkness (L^*) values were analyzed. All samples were washed, and total color difference (ΔE) values were obtained after washing. According to the results, the highest color yield among the different fiber types was observed in samples containing wool and polyamide. While the highest K/S value in wool fabrics was obtained with orange peel extract containing 1% aluminum sulfate, the highest color yield was achieved in polyamide fabrics with orange tree leaf extract containing 3% aluminum sulfate. Washing fastness in these samples is also higher than in other samples.

1. GİRİŞ

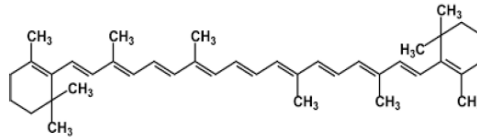
Günümüzde çevresel sürdürülebilirliğe olan ilgi arttıkça, doğal boyarmaddeler ve doğal boyama yöntemleri de tekrar popülerlik kazanmıştır. Bitkiler, hayvanlar ve minerallerden elde edilen doğal boyarmaddeler, sanayi devrimi öncesinde tekstil ürünlerinin renklendirilmesinde yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak, sentetik boyarmaddelerin keşfi ve yaygınlaşmasıyla doğal boyarmaddelerin kullanımı büyük ölçüde azalmıştır. Son yıllarda, çevresel ve sağlıkla ilgili kaygılar, doğal boyarmaddelerin yeniden popülerlik kazanmasına neden olmuştur. Sentetik boyarmaddelerin üretimi ve kullanımı sırasında ortaya çıkan kimyasal atıklar ve bu boyarmaddelerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri, tüketicileri ve üreticileri daha sürdürülebilir ve ekolojik alternatif olan doğal boyarmaddelere tekrar yönlendirmiştir. Meyve kabuğu ve yaprak gibi bitkisel atıkların tekstil sektöründe boyar madde olarak değerlendirilmesi, ekolojik açıdan önemli avantajlar sunmaktadır. Ayrıca bazı doğal kaynaklı boyarmaddeler, yüzeylere antibakteriyel özellik kazandırarak insan sağlığı açısından da ek faydalar sağlayabilmektedir [1].

Narenciye ürünleri de doğal boyarmadde kaynağı olarak farklı çalışmalarda kullanılmıştır. Portakal ağacı yaprakları ve portakal kabukları hem evsel ölçekte hem de meyve suyu üreticileri gibi gıda işleme endüstrisinden atık olarak büyük ölçekte toplanabilen ürünlerdir [2]. Bu da tekstil endüstrisinde kullanılabilmesi için büyük bir avantaj oluşturmaktadır. Özellikle bazı çalışmalarda portakal kabuğunu oluşturan bileşenlerden olan karotenoidler ile tekstil ürünlerine turuncumsu-sarı renkler kazandırılabilirdiği belirtilmiştir [3].

Benli ve Bahtiyari [4], viskon içerikli kumaşları renklendirmek için portakal ağacı yapraklarından (Şekil 1) iki farklı konsantrasyonda (25 ve 50 g/L) ekstraktlar elde etmişlerdir. Farklı mordanlar ile kumaşlara ön mordanlama işlemi uygulanmıştır. Sonuçlarda portakal ağacı yaprağının doğal boyarmadde elde etmek için uygun bir bitkisel kaynak olduğu, farklı mordanlar ile kumaşta farklı tonlarda renk elde edilebileceği tespit edilmiştir. Tayyab ve arkadaşları [5] yaptıkları çalışmada portakal kabuğundan ekstrakt elde ederek %100 lyosel içerikli kumaş numunelerini renklendirmişlerdir. Bu numuneler boyama öncesi demir sülfat ve bakır sülfat mordanları (%2 ve %4 konsantrasyonda) ile ön işlem görmüştür. Demir sülfat ile mordanlanan %4 konsantrasyonda ekstrakt ile renklendirilmiş numunelerin renk kuvveti (K/S) değerlerinin diğer numunelere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Edeen [6] portakal kabuğundan ekstrakt elde etmiş ve bu ekstraktı kullanarak emdirme metoduyla pamuklu kumaşları renklendirmiştir. Portakal kabuğunun yapısındaki renk verici bileşenlerden olan β -karoten (Şekil 2) propanon ile ayrıştırılıp boyarmadde olarak kullanılmıştır. Boyama öncesi ekstrakta sodyum alginat ve sodyum sülfat eklenmiştir. Sonuçlarda β -karotenin pamuklu kumaşa yeşilimsi sarı rengi kazandırdığı, boyanan numunelerin renk kuvvetinin yüksek, renk haslıklarının düşük olduğu görülmüştür.



Şekil 1. Portakal ağacı yaprağındaki flavonoid bileşenlerinden kuersetinin yapısı [7]



Şekil 2. Portakal kabuğunda bulunan β -karotenin yapısı [6]

Başka bir çalışmada portakal kabuğu ve limon kabuğundan elde edilen doğal boyarmaddeler ile pamuklu kumaşlar renklendirilmiştir [8]. Ekstraksiyon için organik çözücü olarak etanol kullanılmıştır. Kurutulmuş kabuklardan öğütülerek elde edilmiş parçacıklar farklı konsantrasyonda çözücü ile karıştırılmıştır. %30 mordanla işlem gören numunelerin boyarmadde alımının en fazla orana yaklaştığı, hem limon hem de portakal kabuğundan elde edilen boyarmadde ile yüksek renk veriminin elde edildiği tespit edilmiştir. Etanol ve kurutulmuş kabuk içeren 1:1 banyo oranıyla, kuru ve yağ sürtünmeye karşı renk haslığında en iyi sonuç elde edildiği ortaya konmuştur.

Taura ve arkadaşları [9], portakal kabuğundan doğal boyarmadde elde ederek pamuklu kumaşları renklendirmişlerdir. Konvansiyonel mordanlar yerine kumaşların boyanabilirliğini artırmak için sodyum hidroksit ile ortam pH seviyesini (3.34, 3.36, ve 3.34) değiştirmiştir. Boyamalarda sodyum hidroksit konsantrasyonu ve sıcaklık arttıkça numunelerin boya alımının arttığı sonucuna varmışlardır. Sodyum hidroksitin boyalı numunelerde dış etkiler sonucu solmasını azalttığını tespit etmişlerdir.

Portakal kabuğundan elde edilen doğal boyarmadde ile pamuklu kumaşların renklendirilmesi için mordan madde olarak tanik asitin kullanıldığı bir çalışmada mordanlama zamanı (boyama öncesi, sonrası ve boyama ile eş zamanlı), mordan madde konsantrasyonu, boyama sıcaklığı ve boyama süresi değişken parametre olarak belirlenmiştir [10]. Çalışma sonucunda tanik asitin doğal boyarmaddenin renk verimini artırdığı, boyama sırasında eklenen tanik asitin boyama süresinin ve sıcaklığın renge etkisinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada, portakal kabuğu artıkları ile yine doğal boyarmadde elde edilmiş ve pamuklu kumaşlar renklendirilmiştir [11]. Ekstraksiyon için hekzan, aseton ve etanol olmak üzere üç farklı çözücü kullanılmıştır (50 °C'de 60 dk boyunca). Mordan madde olarak alüminyum ve bakır sülfat metal tuzları kullanılmıştır. Kabuktaki renklendirici bileşen olan karetonidin elde edilmesi bakımından çözücülerin uygunlukları azalan sırayla aseton, hekzan ve etanol şeklinde tespit edilmiştir. Bakır sülfat kullanımıyla ise en yüksek renk kuvveti (K/S) değeri elde edilmiştir. Ancak bakır sülfat üzerine yapılmış çalışmalarda hem ekolojik olarak hem de insan sağlığı açısından zararlı olduğu vurgulanmaktadır [12,13].

Doğal kaynaklardan elde edilen boyarmadde ile elyaf arasındaki afiniteyi sağlamak için metal tuzlar (metalik mordanlar), tanin ve tanik asitler veya yağ bazlı mordanlar kullanılabilir [14]. Metal tuzlarından olan alüminyum sülfat diğer bakır, krom bazlı mordanlara göre daha ekolojik ve güvenli bir üründür. Bir araştırmada alüminyum sülfat pamuklu kumaşları mordanlaması için kullanıldığında sadece %20-22 oranında kumaş tarafından emildiği geri kalanının ise atık su haline geldiği tespit edilmiştir [15,16]. Ancak alüminyum tuzların, toksik olmaması ve çevreye zararının neredeyse hiç olmaması bu kimyasal mordan madde olarak tercih edilebilir bir ürün haline getirmektedir. Bu sebeplerle bu çalışmada alüminyum sülfat ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$) mordan madde olarak seçilmiştir.

Daha önce yapılmış çalışmalarda pamuk, rejenere selüloz ve yün haricinde başka hammadde içeren tekstil ürünlerine portakal ürünlerinden elde edilmiş ekstraktların renklendirme etkisinin karşılaştırılmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada hem portakal kabuğu hem de portakal ağacı yaprağından doğal boyarmadde elde edilmiştir. Bu boyarmaddelerin yün, akrilik, polyester, poliamid, pamuk ve asetat gibi farklı hammadde içeren kumaşlardaki renklendirici etkisi karşılaştırılmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışma kapsamında renklendirme için kullanılan çoklu lif içeren standart kumaş (multifibre bezi) sırasıyla asetat (filament), pamuk (ağartılmış), poliamid (nylon 6.6), polyester, akrilik ve kamgarn yün içermektedir [17]. Bu kumaşın atkı ipliği tek bir cins elyaftan (pamuk) oluşup, çözgü ipliği farklı lif türlerinden meydana gelmektedir. Kumaş şeritler halinde farklı lif içeren bölgelerden oluşmaktadır.

Doğal boyarmaddenin kumaşa bağlanması için alüminyum sülfat ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, CAS No: 10043-01-3, 98%) metal tuzu kullanılmıştır. Portakal kabuğu ve yaprakları Adana ili bölgesinden Mayıs ayında toplanmıştır. Toplandıktan sonra etüv içerisinde 90 °C'yi geçmeyecek şekilde 3 saat boyunca kurutulmuştur. Kuruduktan sonra ekstraksiyon işlemine kadar gölgede bekletilmiştir.

2.2. Metot

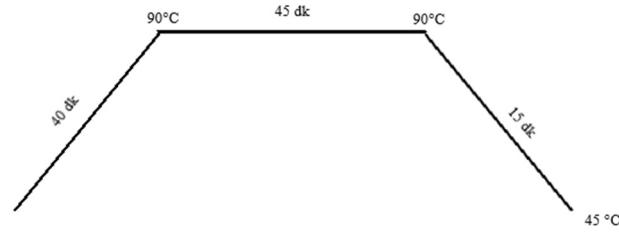
Ekstrakt hazırlamak için kurutulan portakal kabuğu ve yaprakları küçük parçalar (yaklaşık 0,5 cm kalınlıkta) haline getirilmiştir. Hem portakal kabuğu hem de portakal ağacı yaprağı 30 g/L konsantrasyonda olacak şekilde saf su ile karıştırılmıştır. Karışımlar manyetik karıştırıcı özelliği olan ısıtıcılarda tutulmuştur. Renklendirici bileşenlerin suya geçmesi için bu karışımlar 60 dk boyunca ısıtıcı üzerinde kaynatılmıştır. Bu işlem tamamlandıktan sonra filtre kağıdı yardımıyla parçacıklar süzülüş ve ekstrakt elde edilmiştir. Kumaşlar 5 cm (~1,5 g) ene sahip olacak şekilde kesilerek numuneler hazırlanmıştır. Boyama işlemi için kızılötesi ile çalışan laboratuvar tipi boyama makinesi (Termal) kullanılmıştır. Tüplerin içine 150 ml ekstrakt, mordan madde ve kumaş numunesi eklenmiştir. Banyo oranı yaklaşık 1:100 şeklindedir.

Alüminyum sülfat miktarının numunelerdeki renklendirici etkisini görmek için farklı oranlarda tüplere ilave edilmiştir. Numune kodları ve özellikleri Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. Numune kodları ve özellikleri

Numune kodu	Ekstrakt içeriği	Alüminyum sülfat oranı
K-M1	Portakal kabuğu	%1
K-M2	Portakal kabuğu	%2
K-M3	Portakal kabuğu	%3
Y-M1	Portakal ağacı yaprağı	%1
Y-M2	Portakal ağacı yaprağı	%2
Y-M3	Portakal ağacı yaprağı	%3

Dolu boyama tüpleri cihaza yerleştirildikten sonra uygulanan boyama işleminin ayrıntılarını sunan boyama programı grafiği Şekil 3’te sunulmuştur.



Şekil 3. Boyama programı grafiği

Cihaz durdurulduktan sonra tüplerden çıkarılan numuneler su ile durulanmış ve kurumaya bırakılmıştır. Doğal boyalı numunelerin renk ölçümleri için Minolta CM 3600 model spektrofotometre ve renk analizleri için RealColor1.3® yazılımı kullanılmıştır. Ölçümler 400–700 nm dalga boyları arasında, D65 gün ışığında ve 10° gözlemci açısı ile yapılmıştır. Ölçümler sırasında parlaklık bileşeni (Speküler bileşen dahil, SCI) yansımaya dahil edilmiştir. Boyanan numunelerin renk verimini belirlemek için Kubelka-Munk eşitliği (1) ile 400–700 nm görünür spektrum dalga boyları arasında ölçüm yapılarak elde edilen K/S (renk kuvveti) değerleri hesaplandı. Denklemdaki 'R' örneklerin yansıma değerini temsil etmektedir. K/S değerleri numunelerin maksimum absorpsiyon dalga boyundaki R değeri esas alınarak hesaplanmıştır. Ayrıca renkli numunelerin CIELab renk sistemine göre 3 boyutlu renk koordinatları olan a*(kırmızılık-yeşillik), b*(sarılık-mavilik), C (kroma), L*(açıklık) değerleri elde edildi ve bu değerler değişken parametrelere göre kıyaslandı.

$$K/S = (1-R)^2 / 2R \quad (1)$$

Boyanan numunelerin yıkamaya karşı renk direncini tespit etmek için TS EN ISO 105-C06 standardında belirtilen şartlara göre tüm numuneler, yıkama haslığı cihazında standart ECE deterjanı (4 gr) ile 40 °C’de 30 dk (tüplerin içine çelik bilye ilave etmeden) yıkanmıştır. Çıkarıldıktan sonra durulanmış ve serbest halde kurumaya bırakılmıştır. Yıkama sonrası renk değişimini tespit etmek için numunelere tekrar spektrofotometre ile renk ölçümü yapılmıştır. Sonrasında yıkama öncesi ve yıkama sonrası toplam renk farkı (ΔE) değerleri elde edilmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULAR

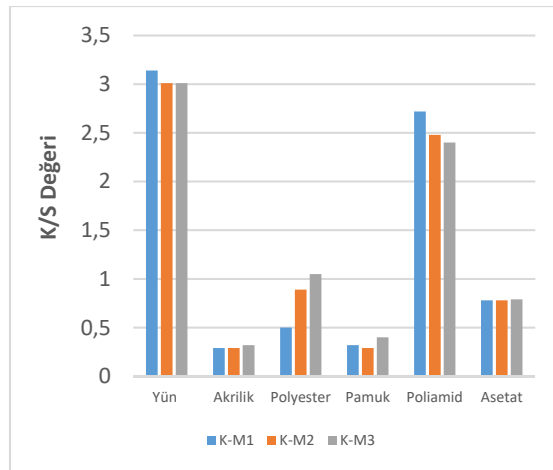
3.1. Numunelerin Renk Kuvveti

Portakal kabuğu ile boyanan numunelerin Kubelk-Munk formülüne göre hesaplanmış renk kuvveti değerlerinin bulunduğu grafik Şekil 4’te; portakal ağacı yaprağı ile boyanan numunelerin renk kuvveti değerleri ise Şekil 5’te sunulmuştur. K/S değerleri, minimum reflektans değerinin görüldüğü dalga boyu olan 400 nm’de tespit edilmiştir. Mordan madde olarak kullanılan alüminyum sülfat miktarındaki artışın portakal kabuğu ile hazırlanmış boyarmaddenin yün, poliamid ve asetat içerikli numunelere verdiği renk kuvvetine etkisinin pozitif yönde olmadığı dikkat çekmektedir. %3 konsantrasyonda kullanılan alüminyum sülfat polyester ve pamuk içerikli numunelerin renk kuvvetine az miktarda katkı sağlamıştır. Akrilik içeren numunede ise renk kuvveti değerinde 0,5’ten 1’e doğru bir artış sağlanmıştır. En yüksek K/S değeri yün ve onun ardından poliamid içerikli numunelere ait çıkmıştır. Yün lifinin yapısındaki amino (NH₂), karboksil

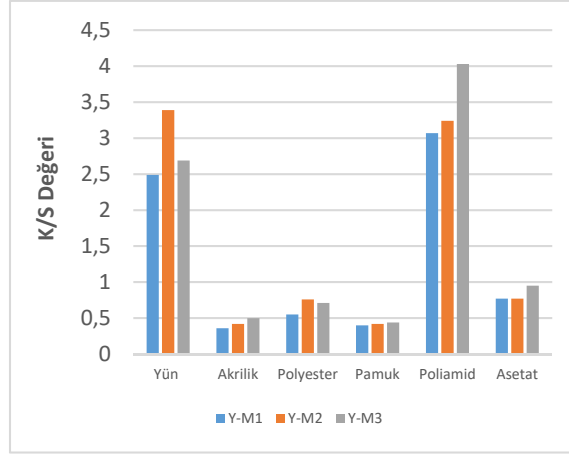
(COOH) gibi grupların portakal kabuğundaki fenolik bileşenlerden hidroksil (-OH) grubuyla hidrojen bağı kurarak etkileşim kurmuştur [18-19]. Poliamid, yapısında bulunan amid (-CONH-), aminil (-NH₂) ve karboksil grupları aracılığıyla doğal boyarmaddedeki hidroksil grupları ile hidrojen bağları oluşturmakta ve bu sayede kumaşa iyi renk tutuculuğu sağladığı ifade edilebilmektedir [20]. Portakal kabuğu ekstraktı içeren doğal boya içerisindeki alüminyum sülfat miktarındaki artışın, yün ve poliamid içeren numunelerde renk kuvvetini düşürdüğü dikkat çekmektedir. Özellikle doğal boyarmaddenin daha çok renk verdiği bu numunelerde mordan madde miktarındaki artışın kompleksleri sıklaştırarak boyarmaddenin difüzyonunu engellediği düşünülmektedir. Alüminyum sülfat miktarındaki artış adsorpsiyonu artırarak polyester kumaşın K/S değerini yükseltmiştir. Akrilik ve asetat içerikli liflerin K/S değerlerinin ise alüminyum sülfat miktarının artışından etkilenmediği söylenebilmektedir. Pamuk lifi ise yüzeyindeki hidroksil gruplara rağmen doğal boyarmadde ile bağ kuramamıştır. Doğal boyamada demir sülfat, bakır sülfat ve alüminyum sülfat mordan maddelerinin pamuklu numunelerdeki renk kuvvetinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, alüminyum sülfat kullanılan numunelerin K/S değerlerinin diğerlerine kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir [21]. Bu durum, doğal boyarmaddenin life tutunmasında, diğer mordanlara kıyasla daha zayıf bağların oluşmasına neden olmuştur. Bu çalışmada da benzer şekilde, bağlayıcı madde olarak kullanılan alüminyum sülfat, doğal boyarmaddenin pamuk lifine bağlanma mekanizması açısından yeterli uyum göstermemiştir.

Şekil 5'teki değerler incelendiğinde ise özellikle poliamid içeren numunelerde renk kuvveti değerinin yüksek olduğu dikkat çekmektedir. K/S değeri açısından poliamidin ardından ise yün içerikli liflerin geldiği görülmektedir. Portakal kabuğu ekstraktı ile olduğu gibi portakal ağacı yaprağında bulunan hidroksil (fenolik bileşenler), karboksil (fenolik asit) gibi gruplar metal tuzu olan alüminyum sülfatın da etkisiyle güçlü bağ kurmuş ve iyi bir renklendirme sağlanmıştır [22-23]. Alüminyum sülfat konsantrasyonunun %1'den %2'ye artışı yünlü kumaşın boyarmadde-lif arasındaki koordinat bağ oluşumunu güçlendirmiş, renk kuvvetini artırmıştır. Ancak konsantrasyon %3'e ulaştığında K/S değeri düşüş eğilimi göstermiştir. Bu durumun, portakal kabuğu ekstraktı ile yapılan boyamalarda olduğu gibi, artan mordan miktarının boyarmaddenin life nüfuzunu engellemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Mordan konsantrasyonundaki artış, poliamid liflerde renk kuvvetinde doğrusal bir artış sağlarken; pamuk ve asetat liflerinde ise sınırlı bir etki göstermiştir. Alüminyum sülfat konsantrasyonunun %3 olduğu boyamalarda ise asetat liflerinde en yüksek renk kuvveti değeri elde edilmiştir.

Her iki ekstrakt ile polyester, akrilik, pamuk ve asetat liflerinde yeterli renk kuvveti sağlanamamıştır. Polyester lifinin hidrofobik yapıya sahip olması, doğal boyarmadde ile bağ kurabilecek aktif gruba sahip olmaması (alüminyum sülfat kullanılmasına rağmen) renk kuvvetinin az olmasına neden olduğu düşünülmektedir. Polyester kumaşın %10, 20, 30, 40 konsantrasyondaki portakal kabuğu tozu ile renklendirildiği bir çalışmada konsantrasyon artışının K/S değerine etkisinin dikkat çekici olmadığı tespit edilmiştir [24]. Akrilik ipliklerin doğal boyarmadde ile renklendirildiği bir çalışmada, pH seviyesinin 2-3 olduğu koşulların optimum boyama şartlarını sağladığı belirlenmiştir. Ancak akrilik liflerin, doğal boyarmaddede bulunan flavonoid ve fenolik bileşiklerle bağ kurabilecek aktif grup sayısının az olması ve apolar yapıda bulunması, renk kuvvetinin düşük olmasını açıklamaktadır [25]. Asetat lifinin asetillenme sebebiyle hidrojen bağı kurma potansiyeli düşüktür.



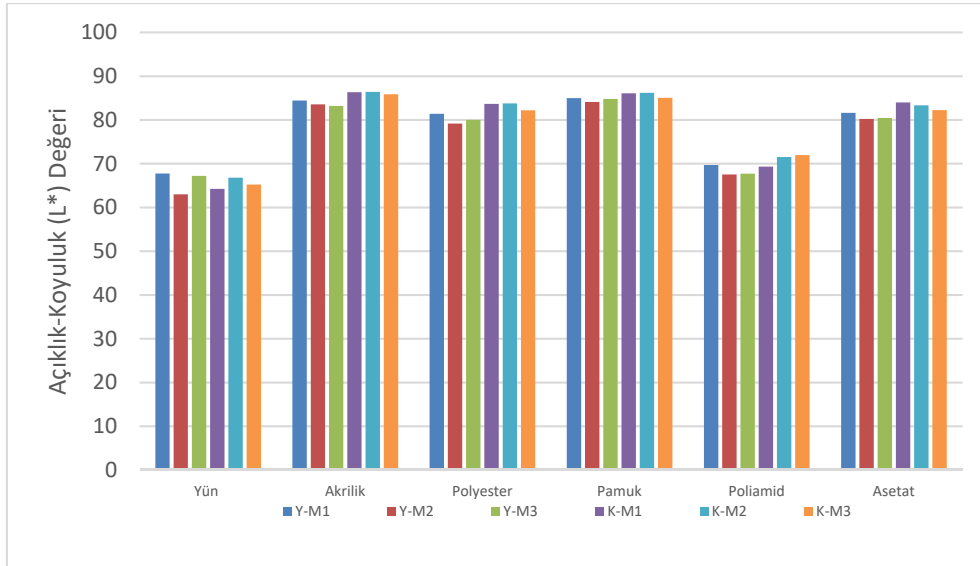
Şekil 4. Portakal kabuğu ile boyanan numunelerin K/S değerleri



Şekil 5. Portakal ağacı yaprağı ile boyanan numunelerin K/S değerleri

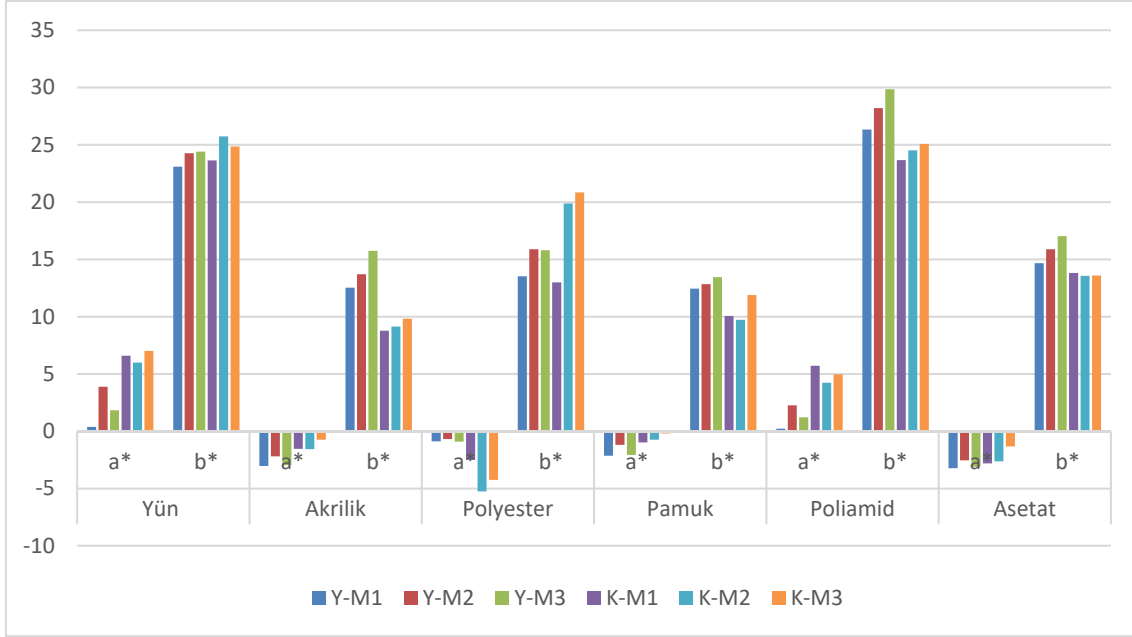
3.2. Numunelerin Farklı Renk Değerleri

Portakal kabuğu ve portakal ağacı yaprağı ekstraktları ile boyanan numunelerin açıklık-koyuluk (L^*) değerleri Şekil 6'da sunulmuştur. Renk kuvvetleri (K/S) değerleri ile paralel olarak her iki farklı doğal kaynaktan elde edilmiş boyarmadde ile hem yünlü hem de poliamid içerikli numunelerde en koyu renk değerleri elde edilirken; polyester, akrilik, pamuk ve asetat liflerinin daha açık tonda olduğu görülmüştür. Doğal boya içerisindeki alüminyum sülfatın artan konsantrasyonunun renk koyuluğuna etkisi anlamlı değildir. Yünlü numuneler haricindeki tüm numunelerde genel olarak portakal kabuğu ile yapılan boyama işlemi ile portakal ağacı yaprağına göre daha koyu bir renk elde edilmiştir. Portakal kabuğunda flavonoid, β -karotenin gibi bileşenler mevcutken, portakal ağacı yaprağında sadece flavonoid ağırlıklı bileşenler bulunmaktadır. Koyu ve doygun renkli pigment olan karotenoidler sayesinde portakal kabuğu ekstraktı ile numunelerde daha yüksek renk yoğunluğu meydana geldiği söylenebilmektedir.

Şekil 6. Boyanan numunelerin L^* değerleri

Şekil 7'de boyanan numunelerin a^* ve b^* değerleri görülmektedir. Şekil 8'de ise boyanan numunelerin görselleri sunulmuştur. Her iki farklı doğal boyarmadde ile yapılan renklendirme işlemi ile polyester, akrilik, pamuk, asetat lifi içeren kumaşların a^* değerinin negatif yani yeşil renge yatkın oldukları görülmektedir. Portakal kabuğu ile pamuklu numunelerin renklendirildiği bir çalışmada renk ölçümü sonucunda kumaş renginin yeşile doğru eğilim gösterdiği tespit edilmiştir [6-10]. Yün ve poliamid lifi içeren numunelerde ise a^* değeri pozitif yani kırmızı renge eğilimli oldukları ortaya çıkmıştır. Doğal boyarmaddeler ile renklendirilen tüm numunelerin b^* değerleri pozitifdir. Yani tüm numunelerin rengi mavi değil sarı renge doğru eğilim göstermektedir. Yünlü kumaşların mordan kullanmadan portakal kabuğu ile

renklendirildiği başka bir çalışmada da a^* ve b^* değerleri pozitif olduğu ortaya koyulmuştur [26]. Ayrıca bu çalışmada alüminyum metal tuzunun kullanımıyla rengin daha sarı tonlara kaydığı tespit edilmiştir. Şekil 7'deki b^* değerleri incelendiğinde de tüm numunelerin sarılık değerinin alüminyum sülfat konsantrasyonu arttıkça yükseldiği görülmektedir. Alüminyum sülfat suda çözündüğünde Al^{3+} iyonları vermektedir. Bu iyonlar lifte bulunan hidroksil, amino gibi gruplarla ve doğal boyarmadde içerisindeki hidroksil ve karboksil grupları ile kompleks oluşturmaktadır [27]. Al^{3+} iyonları elektron yapısı sebebiyle rengi parlaklaştırır ve sarı rengin doygunluğunu artırır. Bu sebeple doğal boyarmaddenin lifte kazandırdığı renk yoğunluğunu ve doygunluğunu artırarak sarı rengi belirginleştirdiği söylenebilmektedir.



Şekil 7. Boyanan numunelerin a^* (kırmızılık-yeşillik) ve b^* (sarılık-mavilik) değerleri

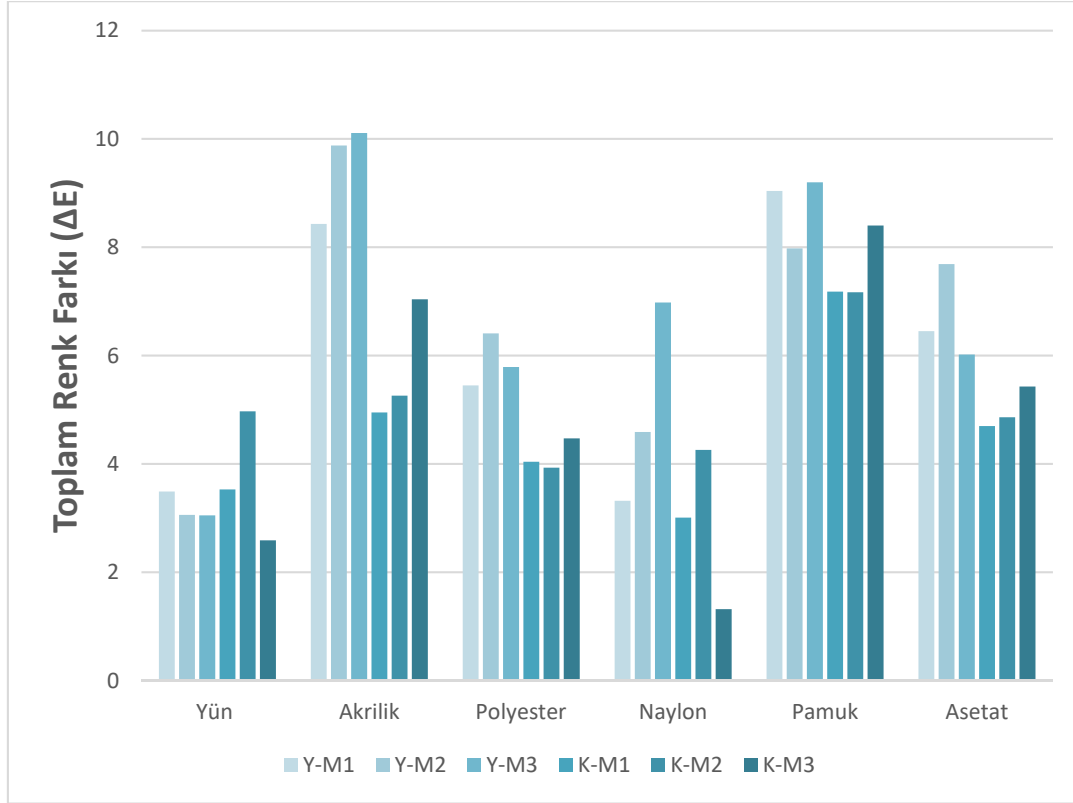
Lif türü	Boyanmamış	K-M1	K-M2	K-M3	Y-M1	Y-M2	Y-M3
Yün							
Akriklik							
Polyester							
Poliamid							
Pamuk							
Asetat							

Şekil 8. Renklendirilmemiş ve doğal boyanmış numunelerin görselleri

3.3. Boyanan Numunelerin Yıkama Sonucu Renk Değişimleri

Numunelerin yıkama öncesi renk değerleri ile yıkama sonrası renk değerlerinin karşılaştırılması sonucunda elde edilen toplam renk farkı değerleri Şekil 9'da sunulmuştur. Yıkama sebebiyle en az renk değişiminin

K/S değerleri en yüksek olan yün ve naylon içeren numunelerde olduğu görülmektedir. Portakal kabuğu ekstraktı, portakal ağacı yaprağına göre özellikle yün ve naylon liflerinde daha iyi sabitlenmiş ve yıkama sonrası diğer lif türlerine göre daha düşük renk farkı göstermiştir. Portakal kabuğu ekstraktı ile yün, poliamid ve selüloz asetat içerikli liflerin renklendirildiği bir çalışmada numunelerin K/S değerinin yıkama sonrası renk koordinatlarının bir miktar değiştiğini, K/S değerlerinin düştüğünü tespit etmişlerdir [28]. Bu çalışmada doğal boyanan numunelerin yıkama haslığının boya banyosunun pH'ı işlem sıcaklığı ve süresinin optimizasyonu ile iyileştirilebileceği sonucuna varılmıştır.



Şekil 9. Numunelerin yıkama öncesi ve sonrası toplam renk farkı değerleri

Akrilik ve Pamuk liflerinde yıkama sonrası (K-M1, K-M2, K-M3) ΔE değerleri oldukça yüksektir. Bu, bu liflerin doğal boyarmadde ile arasındaki bağın zayıf ya da boyarmaddenin stabilitesinin zayıf olduğunu göstermektedir. Özellikle akrilik için K-M2 ve K-M3 değerleri yaklaşık 10'un üzerindedir; bu, görsel olarak fark edilir derecede renk değişimi olduğu anlamına gelmektedir. Boyamada alüminyum sülfat konsantrasyonu artışı akrilik, polyester, naylon içerikli sentetik numunelerde yıkama sonrası renk değişiminin artmasına sebep olmuştur. Bu durumun metal tuzunun liflerle etkileşime girerek boyarmaddeyi sabitlemek yerine boyarmadde göçüne neden olabileceğini ve bu mordanın boyarmaddenin yıkama sırasında kaybını artırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Alüminyum sülfatın doğal boyamada mordan olarak kullanıldığı bir çalışmada da numunelerin yıkama haslığının demir ve bakır sülfat kullanımına göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir [21]. Alüminyum sülfatın yün ve naylon kumaşlarda yıkamaya karşı renk haslığını iyileştirebileceği, portakal kabuğu ekstraktı ile boyanan bu numuneler için uygun olan mordan konsantrasyonunun ise %3 olduğu sonucuna varılmıştır. Yaprak ekstraktı ile yapılan boyamalarda değişen alüminyum sülfat oranının yün ve naylon liflerinin yıkama haslığine etkisi anlamlı değildir. Bu grupta en az renk değişimi ise %2 ve %3 oranında mordan kullanılan yünlü numunelerde olduğu görülmüştür.

4. SONUÇLAR

Çalışmada farklı konsantrasyonda alüminyum sülfat mordan olarak kullanılarak portakal ağacı yaprağı ve portakal kabuğu ekstraktları ile yün, akrilik, polyester, poliamid, pamuk ve asetat içerikli farklı numuneler renklendirilmiştir. Yapılan renk analizleri doğrultusunda en yüksek renk verimi yün ve poliamid içerikli numunelerde elde edilmiştir. Yünlü kumaşlarda en yüksek K/S değeri %1 alüminyum sülfat içeren portakal

kabuğu ekstraktı ile elde edilirken, poliamid kumaşlarda %3 alüminyum sülfat içeren portakal ağacı yaprağı ekstraktı ile elde edilmiştir. Diğer numunelerde 400 nm dalga boyunda K/S değeri 1'den düşük çıkmıştır. Doğal boyarmadde ile renklendirilmiş yün ve poliamid numunelerinin renk tonu kırmızıya eğilimli iken; diğer numunelerin renginin kırmızı değil yeşil tona eğilimli çıkmıştır. Numunelerin yıkama sonrası renk değişimi davranışı incelendiğinde en az renk değişiminin (daha yüksek yıkama hasarının) yün ve poliamid içerikli numunelere ait olduğu görülmüştür. Diğer numunelerde ise boyarmadde stabilitesinin düşük olduğu görülmüştür. Daha sonra yapılacak çalışmalarda portakal ağacı ve portakal kabuğunun doğal boyama açısından çoklu liflere etkisini geliştirmek için boya banyosunun pH'ı, işlem sıcaklığı ve süresinde optimizasyon yapılması öngörülmektedir.

5. KAYNAKLAR

1. Sancar Beşen, B., Parlakyiğit, P. ve Yılmaz, E. (2024). Simultaneous coloring and antibacterial finishing to cotton through environmentally-friendly way. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 34(1), 44-50.
2. Aishwariya, S. (2020). Textiles from orange peel waste. *Science & Technology Development Journal*, 23(2), 508-516.
3. Devi, O.R. & Saini, H. (2020). Utilization of orange peel waste in textile industry: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 8(4) 5-8.
4. Benli, H. ve Bahtiyari, M.İ. (2011). Portakal ağacı yaprakları ile viskon kumaşların boyanması. *Akdeniz Sanat*, 4(8) 85-89.
5. Tayyab, N., Sayed, R.Y., Faisal, R. & Wang, W. (2020). Dyeing and colour fastness of natural dye from Citrus aurantium. *Industria Textila*, 71(1) 350-356.
6. Edeen, A.B. (2015). Dyeing of Egyptian cotton fabrics with orange peel using padding technique. *International Design Journal*, 5(2), 511-516.
7. Fernández-Cabal, J., Avilés-Betanzos, A., Cauich-Rodríguez, J.V., Ramírez-Sucre, M.O. & Rodríguez-Buenfil, I.M. (2025) Recent developments in Citrus aurantium L.: An overview of bioactive compounds, extraction techniques, and technological applications. *Processes*, 13(120), 1-34.
8. Senthil Kumar, C.S. & Dhinakaran, M. (2017). Extraction and application of natural dyes from orange peel and lemon peel on cotton fabrics. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 4(5), 237-238.
9. Taura, U.H., Abubakar, M.A., Abubakar, A.M. & Kurgiya, M.U. (2024). Extraction and characterisation of natural dye from orange peel for textile applications. *Journal of Applied Life Sciences and Environment*, 57(1), 169-181.
10. Li, K., Ding, Q. & Zhang, H. (2022). Eco-friendly dyeing of cotton fabric using natural dye from orange peel. *The Journal of The Textile Institute*, 113(3), 360-366.
11. Baaka, N., Mahfoudhi, A. & Mhenni, M.F. (2017). Orange peels waste as a low cost cotton natural dye. *Moroccan Journal of Chemistry*, 5(2), 259-265.
12. Iqbal, S. & Ansari, T. (2021). Extraction and application of natural dyes. *Sustainable Practices in the Textile Industry* (s.13), Wiley, 368.
13. Chavan, R.B. (2011). Environmentally friendly dyes. *Handbook of Textile and Industrial Dyeing*. Woodhead Publishing, Cambridge.
14. Chakraborty, J.N. (2011). Metal-complex dyes. *Handbook of Textile and Industrial Dyes*. Woodhead Publishing, Philadelphia, 454.
15. Failisnur, F., Sofyan, S., Kasim, A. & Angraini, T. (2018). Study of cotton fabric dyeing process with some mordant methods by using gambier (*Uncaria gambir roxb*) extract. *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology*, 8(4), 1098-1104.
16. Rosyida, A., Suranto, Masykuri, M. & Margono, M. (2022). Minimisation of pollution in the cotton fabric dyeing process with natural dyes by the selection of mordant type. *Research Journal of Textile and Apparel*, 26(1), 41-56.
17. SDL Atlas, (2025). www.sdlatlas.com/test-materials/multifiber/multifiber-adjacent-fabric-ioaisotic-10-meters, Erişim tarihi: 17.07.2025.
18. Özdemir, H. (2018). Bodur mürver (*Sambucus ebulus* L.) ile yün ipliklerin boyanması. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33(1), 219-228.
19. Koyuncu, M. (2022). Investigation of color, and fastness properties of wool yarn dyed with ternary plant combination: A new dyeing method for the production of eco-friendly textiles. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 37(4), 1077-1086.
20. Krishna, S., Sreedhar, I. & Patel, C.M. (2021). Molecular dynamics simulation of polyamide-based materials – A review. *Computational Materials Science*, 200, 1-14.

21. Sezgin Bozok, S., Ahmed, T., Bebekli, M. & Oğulata, R.T. (2023). Investigation of the effect of different mordant substances and nonionic surfactant on cotton fabrics dyed with eucalyptus leaf extract by using IR dyeing machine. *The Journal of The Textile Institute*, 115(12), 2421-2428.
22. Khettal, B., Kadri, N., Tighilet, K., Adjebli, A. & Dahmoune, F. (2016). Phenolic compounds from Citrus leaves: antioxidant activity and enzymatic browning inhibition. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 20160030, 1-13.
23. Uysal, S., Cvetanović, A., Zengin, G., Đurović, S., Zeković, Z. & Aktumsek, A. (2018). Effects of orange leaves extraction conditions on antioxidant and phenolic content: Optimization using response surface methodology. *Analytical Letters*, 51(10), 1505-1519.
24. Hussain, T., Arain, M.F., Khan, I.A., Javed, K., Khan, H., Ahmed, A. & Khan, A. (2024). Recycling orange waste for the sustainable dyeing of polyester fabric. *Journal of the Indian Chemical Society*, 101, 1-9.
25. Dhahri, H., Guesmi, A. & Hamadi, N.B. (2019). Application of phenolic compounds as natural dye extracted from date-pits: dyeing studies of modified acrylic fibres. *Natural Product Research*, 33(9), 1329-1333.
26. Hou, X., Chen, X., Cheng, Y., Xu, H., Chen, L. & Yang, Y. (2013). Dyeing and UV-protection properties of water extracts from orange peel. *Journal of Cleaner Production*, 52, 410-419.
27. Bancroft, W.D. (2002). Alumina. *Mordants II*, ASC Publications, 36.
28. Ivanovska, A., Gajic', I.S., Ladarevic', J., Milošević', M., Savic' , I., Mihajlovski, K. & Kostić, M. (2022). Sustainable dyeing and functionalization of different fibers using orange peel extract's antioxidants. *Antioxidants*, 11(2059), 1-15.