

DOĞADAN İLHAM ALAN ÇEVRE DOSTU TASARIMLAR İÇİN BİR POTANSİYEL OLARAK LYOCELL LİFLERİ VE DOĞAL BOYALAR

Özge ÖZEN*

Prof. Dr. Özlenen ERDEM İŞMAL**

ÖZET

Bu deneysel çalışmada, çevre dostu bir lif olan lyocell kumaşın renklendirilmesi için, çeşitli bitkiler ve bitkisel atıklardan elde edilen doğal boyar maddeler ile birlikte düşük miktarlarda mordan maddeleri kullanılarak, sürdürülebilirlik ve eko tasarım bağlamında doğal boyamacılığa dikkat çekilmiştir. Çevre dostu rejenere selülozik esaslı bir lif olan lyocell kumaşın çeşitli bitkiler ve bitkisel atıklarla boyanma özellikleri incelenerek bir renk paleti oluşturulmuştur. Kaynakçada lyocell lifinin doğal boyalarla renklendirilmesiyle ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bademin dış yeşil kabuğu, pirina, ceviz kabuğu, soğan kabuğu, nar kabuğu, zerdeçal, kök boya, biberiye ve tarçın gibi doğal boyar madde kaynakları, potasyum alüminyum sülfat (şap), demir II sülfat, bakır II sülfat mordan maddeleri ile birlikte ön mordanlama yöntemine göre boyamada kullanılmışlardır. Genel olarak şap ve bakır II sülfat mordanları ile birbirine yakın tonlar, demir II sülfat mordanı ile en koyu renkler elde edilmiş, doğal boya cinsine bağlı olarak renk tonlarının değiştiği gözlemlenmiştir. Sarı, turuncu, bej, açık pembe, güllurusu, yağ yeşili, kahverengi, toprak, kimyon renkleri ve tonları elde edilmiştir. Soğan kabuğu, kök boya ve tarçın ile yapılan boyamalarda mordanlar arasında önemli derecede renk tonu farklılıkları olduğu tespit edilmiştir. Görsel kıyaslamının yanı sıra renk ölçümleri ve yıkama haslık özellikleri değerlendirilmiştir. Mümkün olan en az mordan ve boyar madde miktarları kullanılarak oldukça geniş bir renk paleti ve yıkama haslık değerleri 4-5 olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Lyocell, Doğal boyama, Mordan, Tasarım, Sürdürülebilirlik.

Geliş Tarihi: 31.05.2022

Kabul Tarihi: 22.11.2022

Makale Türü: Araştırma Makalesi

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Tekstil ve Moda Tasarımı Anasanat Dalı, Buca/İzmir, ozgeozen3535@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5145-6663

**Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü, Buca/İzmir, ozlenen.ismal@deu.edu.tr ORCID: 0000-0002-5428-6249

LYOCELL FIBERS AND NATURAL DYES AS A POTENTIAL FOR ENVIRONMENTALLY FRIENDLY DESIGNS INSPIRED BY NATURE

Özge ÖZEN*

Prof. Dr. Özlenen ERDEM İŞMAL**

ABSTRACT

In this experimental study, natural dyeing was highlighted in the context of sustainability and eco design using low amounts of mordants with natural dyes obtained from various plants and plant wastes to dye environmentally friendly lyocell fabric. A color palette was created by examining the dyeing properties of lyocell fabric, an environmentally friendly regenerated cellulosic fiber, with various plants and plant wastes. There are few studies on the dyeing of lyocell fiber with natural dyes in the literature. Natural dyes such as almond husk, olive pomace, walnut shell, onion skin, pomegranate peel, turmeric, madder, rosemary and cinnamon were used in natural dyeing with potassium aluminum sulfate (alum), iron II sulfate, copper II sulfate mordants according to the pre-mordanting method. Generally, similar hues with alum and copper II sulfate mordants and the darkest colours with iron II sulfate mordant were obtained and the colour shades changed depending on the type of natural dye. Shades of yellow, orange, beige, light pink, rose, oil green, brown, earth color and cumin were generated. There are significant colour differences between mordants in dyeings with onion peel, madder and cinnamon. In addition to visual comparison, color measurements and washing fastness properties were evaluated. A quite wide color gamut and washing fastness values of 4-5 were achieved using the minimum possible amounts of mordants and dyes.

Keywords: Lyocell, Natural dyeing, Mordant, Design, Sustainability.

Received Date: 31.05.2022

Accepted Date: 22.11.2022

Article Types: Research Article

*Dokuz Eylül University, Institute of Fine Arts, Department of Textile and Fashion Design, Buca/Izmir, ozgeozen3535@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5145-6663

**Dokuz Eylül University, Faculty of Fine Arts, Department of Textile and Fashion Design, Buca/Izmir, ozlenen.ismal@deu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5428-6249

1. GİRİŞ

İnsanoğlu varoluşundan bu yana renklendirme, desenlendirme ve süsleme amaçlarıyla doğada bulunan çeşitli kaynaklardan yararlanmışır.

Ancak süreç içinde artan nüfus ile birlikte talepleri daha hızlı ve kolay karşılayabilmek adına doğal boyar maddelerin kullanımından uzaklaşarak onların yerine fosil bazlı sentetik boyar maddeler kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde sentetik boyar maddelerin aşırı kullanımı çevre ve sağlık açısından olumsuz etkilerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Özellikle en önemli endüstrilerden biri olan boyama işlemlerinde çok miktarda su ve kimyasal malzeme tüketerek çevreye çok sayıda uçucu zararlı madde salınmaktadır. Bu sektördeki sürdürülebilirlikle ilgili enerji israfı, iklim krizi, çevresel sorunlar, bir ürünün yaşam döngüsü gibi konular, tüketicilerin beklentileri ile birlikte tasarımcıların doğal maddelere ve doğal boyalara olan yönelimini büyük ölçüde arttırmıştır. Bu bağlamda geçmişten günümüze kadar kullanılagelmiş olan doğal boyamacılık yeniden sorgulanmaya, gözden geçirilmeye, canlandırılmaya, teknolojik gelişmeler ve yenilikçi yaklaşımlar ile desteklenmeye başlamıştır. Görülen odur ki amaca yönelik en önemli yaklaşım, boyar madde kaynaklarını korumak, değerlendirmek ve yeni kaynaklar belirlemek olmalıdır.

Doğal boyar maddelerin içeriğine bakıldığında birçoğunun bitkisel ilaçların etken maddeleri oldukları, antioksidan maddeler içerdikleri, toksik ve kanserojen etkilerinin olmadığı bilinmektedir. Birçok doğal boyar maddenin antibakteriyel/ antimikrobiyal özellikler göstermesi ise günümüzdeki önemlerini gittikçe arttırmaktadır (Sun, 2017: 7452).

Doğal bitkisel boyaların üretimi genellikle tarım arazilerinin kullanımını ve doğrudan tarımın yapılmasını gerektirmektedir. Günümüzde teknik

ve ticari olarak rekabetçi yeni süreçler, stratejiler ve alternatif doğal boya kaynaklarının ortaya koyulması gerekmektedir. Ülkelerin yerel bitki kaynaklarını, tarımsal atıkları, yiyecek ve içecek ile tarım endüstrisini yan ürünlerini (kabuk ve yapraklar) araştırmaları gerekmektedir (İşmal, Özdoğan ve Yıldırım, 2013: 431).

Bilim adamları yapılan son araştırmalarda doğal boyamayı daha ekonomik olarak uygulanabilir hale getirmek ve maliyetleri düşürmek için atık malzemelerden renklendiriciler elde etmeye odaklanmışlardır. Bu araştırmalar sayesinde tarımsal yan ürünlerden doğal renklendiricilerin üretimi sağlanmıştır (Sun, 2017: 7451).

Tohumlar, kabuklar vb. gibi tarımsal atıklar zengin pigment kaynaklarıdır ve bunlardan doğal boyalar elde edilebilir. Nar kabukları, soğan kabukları, okaliptüs yaprakları, ceviz kabuğu, badem kabukları, yer fıstığı kabukları, indigo tohumları, mango tohumları, demirhindi tohumları, aspir tohumları, pancar, kadife çiçeği, vb., doğal renklendiriciler olarak kullanımları araştırılmıştır (Singhee, 2020: 100).

Dünyada geleneksel boya bitkilerinin canlandırılması ve tarımlarının tekrar yapılmasına yönelik çalışmalarla birlikte tarım alanlarının bu amaçlarla kullanımı tartışılabilir. Yenilenebilir bir ham madde kaynağı olarak endüstriyel atıkların doğal boya üretiminde kullanımı sürdürülebilir temiz üretim stratejisi anlamına geldiği gibi aynı zamanda atık yönetimi ve değerlendirilmesine yönelik ekonomik bir yaklaşımdır (İşmal, 2019: s. 47).

Bu atıklar, sürekli olarak üretildikleri ve tedarik sağladıkları için tekstil endüstrisine potansiyel olarak uygun olmakla birlikte, geri kazanımı ve üretim sürecine geri dönüşümü yoluyla artık ham maddeye değer katmaktadır (Rossi vd., 2017: 304).

Kaynakçaya bakıldığında lycell kumaşlarda farklı doğal boyar maddeler ve atıklarla

boyanması üzerine yapılmış bilimsel çalışmaların yün, ipek ve pamuk liflerinden üretilmiş kumaşlara kıyasla daha az sayıda olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmalarda kullanılan Tencel™ Lyocell yenilenebilir bir kaynak olan odun hamurundan yapılmış, insan yapımı rejener selülozik esaslı çevre dostu bir lifdir. Sürdürülebilir bir lif olan Tencel™ Lyocell üretiminde kullanılan tüm organik çözücüler ve emisyonların büyük bir yüzdesi geri kazanılarak yeniden kullanılmaktadır. Tencel™ Lyocell lifleri biyolojik olarak %100 parçalanabilir (<http> 1).

Bol miktarda renklendirici pigment içeren nar kabuğu (*Punica granatum L.*) bilinen en eski doğal renklendiricilerden biridir (Ajmal vd., 2014: 189). Nar kabuğundan özütleme (ekstraksiyon) yöntemiyle elde edilen doğal boya ile lyocell kumaş, demir II sülfat, bakır II sülfat mordanları ile ön mordanlama yöntemi kullanılarak boyanmış, renk verimliliği ve renk haslığı özellikleri incelenmiştir (Rehman vd., 2016). Bir diğer çalışmada lyocell kumaş farklı mordan maddeleri ile nar kabuğundan ultrasonik yöntemle özütlenen doğal boya ile boyanmış, antibakteriyel performansı incelenmiştir. Farklı mordanlar kullanılarak boyanmış lyocell kumaşlar iyi antibakteriyel özellikler ve çok iyi renk verimi sonuçları sergilemiştir. Nar kabuğuyla boyalı kumaş numuneleri uygun antibakteriyel özelliklere sahip olduğundan biyomedikal uygulamalar için de kullanışlı olduğu saptanmıştır (Rehman vd., 2018).

Nar kabuğu ile kalay klorür, demir II sülfat ve şap mordanı kullanılarak ön mordanlama yöntemiyle lyocell kumaşa boyama yapılmıştır. Mordanların kullanımıyla en iyi özütleme işlemlerinin (çözgen, ultrasonik ve sulu) değerlendirilmesi, farklı renk tonlarının etkileri ve haslık özellikleri karşılaştırılmıştır. Çözgen ile özütleme yönteminin, ultrasonik ve sulu yöntem ile karşılaştırıldığında daha iyi etkiler sağlandığı görülmüştür (Naveed vd., 2020).

Diğer bir doğal atık kaynağı olan portakal kabuğundan elde edilen boyar madde çözeltisi, demir II sülfat ve bakır II sülfat mordanları ile ön ve art mordanlama yöntemleriyle lyocell kumaş boyamak için kullanılmıştır. Boyalı kumaş numunelerinin ışığa, yıkamaya ve terlemeye karşı renk haslığı özellikleri de incelenmiştir. En iyi renk haslığı sonuçları, mordanlama sonrası yöntemle demir II sülfat kullanılarak elde edilmiştir (Naveed vd., 2021).

Gardenia bitkisinden özütleme yöntemiyle elde edilen doğal boya ile lyocell kumaş, tannik asit ile ön mordanlama yöntemi kullanılarak boyanmıştır. Boyama özellikleri, renk verimliliği ve renk haslığı özellikleri incelenmiştir (Ke vd., 2022).

Popüler bir atık olan tropikal Vietnam soğanı kabuğu ekstrakte edilerek lyocell kumaşa en uygun boyama koşulları belirlenmeye çalışılmış ve kahverengi tonları elde edilmiştir. Şap, demir II sülfat ve bakır II sülfat mordanları kullanılmış, mordanların sadece renk tonunu değiştirmedeği, yıkama, renk ve ışığa karşı renk haslığını artırdığı görülmüştür (Huong ve Hue, 2019).

Lyocell kumaş üzerine kök boya (*Rubia Cordifolia*) ve *Kattha* (*Acacia catechu*) doğal kıvamlaştırıcı kullanılarak uygulanmıştır. Baskılı kumaşların yıkama, ter, ışık haslıkları ve antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir (Ojha, Deodiya ve Purwar, 2019). Meksika kadife çiçeğinden ekstrakte yöntemiyle elde edilen doğal boya, beş farklı metalik tuz (şap, demir II sülfat, bakır II sülfat, kalay klorür, potasyum bikromat) kullanılarak ön ve art mordanlama işlemiyle lyocell kumaş üzerine uygulanmıştır. Doğal boyama yapılmış lyocell kumaşların renk verimleri incelenmiştir. Marigold (kadife çiçeği) ile demir II sülfat mordanı kullanılarak boyanmış lyocell kumaş, üstün boyama özellikleri göstermiştir (Rashdi vd., 2020).

Lyocell kumaşın okaliptüs yaprak ve kabuk

özleri kullanılarak serigrafi tekniğiyle desenlendirilmesine yönelik yapılan çalışmada şap ile ön mordanlama işleminin önemli rolü olduğu saptanmıştır (Ellams, Christie ve Robertson, 2014).

Lyocell ve bambu kumaşlar belirlenen doğal boyar madde Chavalkodi ile boyanarak, renk haslığı özellikleri karşılaştırılmıştır. Yıkama, ışık, kuru ve yaş sürtme, ter haslıkları değerlendirilmiştir (Banu ve Fathima, 2018). Lyocell kumaş çeşitli konsantrasyonlarda kök boya ile boyanarak yıkama ve sürtme haslığı incelenmiş, katyonik bitim işlemi sayesinde haslık özellikleri de iyileştirilmiştir (Lee, 2019).

Toz haldeki indigo boyası, geleneksel Niram yöntemini değiştirerek hazırlanmış, lyocell kumaşların boyanmasının optimizasyonu için deneysel koşulların boya alımı ve renk haslığı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Farklı renk verimlerine sahip numuneler arasında renk haslıkları arasında fark olmadığı gözlemlenmiştir (Shin, Son ve Yoo, 2008).

Yaygın bir doğal boyar madde olmayan Türk kızılçamı (*Pinus brutia* Ten.) kerestesinin atık kabuklarından özütleme yöntemiyle elde edilen boyar madde ile şap ve doğal meşe külü mordanları ile eş zamanlı olarak pamuk, keten, yün, ipek, lyocell, poliamid ve akrilik lifleri boyanmıştır. Sürtünme, ışık ve yıkama haslığı özellikleri de dahil olmak üzere renk özellikleri araştırılmıştır (Avinç vd., 2013).

Bu çalışmada, çevre dostu bir lif olan Lyocell kumaşın renklendirilmesi için, çeşitli bitkiler ve bitkisel atıklardan elde edilen doğal boyar maddeler ile birlikte düşük miktarlarda mordan maddeleri kullanılarak sürdürülebilir bir yaklaşım sergilenmeye çalışılmıştır. Bademin dış yeşil kabuğu, pirina, ceviz kabuğu, soğan kabuğu, nar kabuğu, zerdeçal, kök boya, biberiye ve tarçın gibi doğal boyar madde kaynakları, özütleme yöntemiyle, potasyum

alüminyum sülfat (şap), demir II sülfat, bakır II sülfat mordan maddelerini kullanarak ön mordanlama yöntemine göre doğal boyamada kullanılmışlardır. Her boyar maddenin farklı potansiyelde renklendirici içeren özütü ile mordan maddeleri kullanılarak farklı renkler ve renk tonları elde edilmiştir. Mümkün olan en az mordan ve boyar madde miktarları kullanılarak elde edilen doğal boyamaların renkleri incelenmiş, görsel kıyaslamaların yanı sıra renk ölçümleri ve yıkama haslığı özellikleri değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Kumaş

145 g/m² ağırlığında %100 Tencel™ Lyocell bezayağı dokuma kumaş kullanılmıştır.

2.2. Bitkiler ve Biyo Atıklar

Doğal boyar madde kaynakları olarak soğan kabuğu, kök boya, nar kabuğu, zerdeçal, zeytinyağı üretiminin bir yan ürünü olan pirina, bademin dış yeşil kabuğu, biberiye, ceviz kabuğu ve tarçın kullanılmıştır.

2.3. Mordanlar

Şap (potasyum alüminyum sülfat), demir II sülfat ve bakır II sülfat mordan maddeleri 1, 2 ve 5 g/L kullanılarak ön mordanlama yöntemine göre boyamalar yapılmıştır.

2.4. Doğal Boyar Madde Kaynaklarının Tedariği ve Kullanım Şekli

Çalışmada kullanılan bitki ve bitkisel atıkların bir kısmı ev ortamında kullanılan yiyecek atıklarından toplanırken kök boya, biberiye, zerdeçal, tarçın satın alınmış, pirina Sındırgılılar Zeytinyağı İmalat San. ve Tic. İth. İhr. Ltd. Şti., bademin dış yeşil kabukları ise Datça Sındı Köyü Tarımsal Kalkınma Kooperatifi'nden temin edilmiştir.

Tüm doğal boyar madde kaynakları herhangi bir işleme maruz bırakılmadan oda sıcaklığında

kurutulup çelik bıçaklı elektrikli öğütücü ile toz haline getirilmiş, özütleme işlemi yapıldıktan sonra kullanılmıştır. Özütleme ve ön mordanlama işlemlerinde yumuşak su kullanılmıştır. Yazarların daha önce yaptıkları diğer çalışmalarından elde ettikleri veriler ışığında, özütleme için nar kabuğu, badem kabuğu, kök boya, soğan kabuğu ve tarçın 6,6 g/L, zerdeçal, biberiye, ceviz kabuğu 20 g/L ve pirina 80 g/L kullanılarak kum banyosunda 100°C de 1 saat kaynatılmış elde edilen renkli çözeltiler oda sıcaklığında soğutulmuş ve süzülmüştür. Sonrasında süzülen özütlerden eksilen hacimler 1 L'ye tamamlanarak boyamaya hazır hale getirilmişlerdir.

2.5. Ön Mordanlama

3 g ağırlığında Tencel™ Lyocell kumaş 1/50 banyo oranına göre 1, 2, 5 g/L, şap, demir II sülfat ve bakır II sülfat mordanları ile kum banyosunda 100°C'de 1 saat kaynatılarak ön mordanlama yapılmıştır.

2.6. Doğal Boyama

Ön mordanlaması yapılmış Tencel™ Lyocell kumaşlar özütlenmiş boya çözeltileriyle 1/50 banyo oranına ve çektirme yöntemine göre kum banyosunda 100°C'de 1 saat kaynatılarak boyanmıştır. Kumaşlar daha sonra boya akmayana kadar su ile yıkanmış ve oda sıcaklığında kurutulmuştur.

2.7. Yıkama Haslığı Testi

Boyanmış numunelerin yıkamaya karşı dayanıklılık özellikleri, ISO Test yöntemine göre (ISO105 C06- 40° C'de 30 dakika) değerlendirilmiştir.

2.8. Renk Ölçümü

Renk verimi (K/S) ve renk ölçümleri (CIE L*a*b*C*h°) Minolta CM-3600 d spektralfotometreyle D65 gün ışığında, 10° gözlem açısı altında yapılmıştır.

L*: Açıklık/ koyuluk değeri (100: beyaz, 0: siyah)

a*: Kırmızılık/ yeşillik değeri (+ daha kırmızı, - daha yeşil)

b*: Sarılık/ mavilik değeri (+ daha sarı, - daha mavi)

C*: Doygunluk

h°: Renk cinsi

400-700 nm'lik spektral bölgede ve maksimum absorpsiyon dalga boyunda ölçülen remisyon (% R) değerleri ile Kubelka-Munk (1) eşitliğinden yararlanarak renk verimi (K/S) değerleri hesaplanmıştır.

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

R = Maksimum absorpsiyon dalga boyundaki (λ_{max}) reflektans

K =Absorsiyon katsayısı

S =Yansıma katsayısı

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada lyocell kumaş bademin dış yeşil kabuğu, pirina, kök boya, ceviz kabuğu, soğan kabuğu, nar kabuğu, biberiye, tarçın, zerdeçal özütleri ile birlikte şap, demir II sülfat, bakır II sülfat mordan maddeleri kullanılarak ön mordanlama yöntemiyle boyanmış bir renk paleti oluşturulmuş, renk ölçümleri yapılmış ve yıkama haslık değerleri belirlenmiştir.


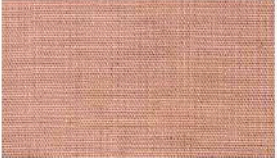


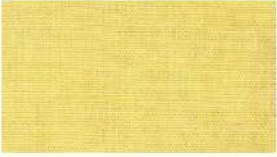


Objektif ve bilimsel bir değerlendirme yapılabilmesi açısından renk numunelerinin sadece görsel olarak kıyaslanması yeterli olmamakta, renk ölçümü yapılarak boyama verimi (K/S değeri) ve renk uzayındaki koordinatlarının belirlenmesi ve birlikte ele alınmaları gerekmektedir. K/S değeri büyüdüğü zaman renk veriminin daha yüksek olduğu yani rengin daha koyu olduğu anlaşılmaktadır. Ancak, sadece koyuluk (K/S değeri) üzerinden kıyaslama yapılması ise yanıltıcı olacağından nüans, doyumluk, renk cinsi gibi değerlerin

de dikkate alınmasında yarar vardır. Zira koyulukları aynı/ yakın olan bazı renkler diğer değerlerinin farklılıkları nedeniyle birbirlerinden çok değişik görünümde olabilirler. Bir rengin a* (Kırmızılık/ yeşillik) değeri arttığında daha kırmızı nüanslı olduğu, azaldığında ise daha yeşil nüansa kaydığı anlaşılmaktadır. b* (Sarılık/

mavilik) değeri arttığında ise renk daha fazla sarı nüansa sahip olup, azalması durumunda mavi nüansa doğru kaymaktadır. Lyocell kumaşa yapılan boyamaların renk ölçüm değerleri arasında bu ilişkiler ve elde edilen numuneler Tablo 1’de görülmektedir. Numunelerin yıkama haslık değerleri 4-5 olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Doğal boyamalar sonucunda elde edilen renklerin ölçümleri.

	Doğal boyar madde	Mordan	K/S	L*	a*	b*	C	h°	Renk Örnekleri
1	N1 Nar kabuğu	1 g/L Şap	6.28	70.95	2.91	25.58	25.75	83.50	
2	N2 Nar kabuğu	1 g/L Bakır II sülfat	6.00	68.47	2.02	26.42	26.50	85.62	
3	N3 Nar kabuğu	1 g/L Demir II sülfat	6.34	52.94	1.50	11.01	11.11	82.20	
4	K1 Kök boya	1 g/L Şap	1.16	68.29	17.50	15.24	23.21	41.06	
5	K2 Kök boya	1 g/L Bakır II sülfat	1.79	58.47	14.63	7.52	16.45	27.20	
6	K3 Kök boya	1 g/L Demir II sülfat	2.96	54.47	7.24	9.17	11.69	51.72	

7	B1 Badem kabuğu	2 g/L şap	1.96	71.02	9.68	17.80	20.27	61.44	
8	B2 Badem kabuğu	2 g/L Bakır II sülfat	1.94	63.62	12.42	13.39	18.27	47.15	
9	B3 Badem kabuğu	2 g/L Demir II sülfat	2.95	61.92	10.81	18.24	21.20	59.34	
10	Z1 Zerdeçal	1 g/L Şap	1.10	83.74	-1.28	34.85	34.88	2.10	
11	Z2 Zerdeçal	1 g/L Bakır II sülfat	1.35	79.52	-0.50	37.48	37.48	0.77	
12	Z3 Zerdeçal	1 g/L Demir II sülfat	2.16	73.00	3.47	28.95	29.16	83.15	
13	S1 Soğan kabuğu	1 g/L Şap	7.58	60.54	12.05	30.92	33.19	68.70	

14	S2 Soğan kabuğu	1 g/L Bakır II sülfat	9.00	49.42	10.89	22.52	25.02	64.19	
15	S3 Soğan kabuğu	1 g/L Demir II sülfat	9.08	47.84	5.36	14.84	15.78	70.13	
16	BR1 Biberiye	1 g/L Şap	4.83	67.47	1.86	20.56	20.64	84.81	
17	BR2 Biberiye	1 g/L Bakır II sülfat	4.30	65.33	2.30	23.08	23.19	84.29	
18	BR3 Biberiye	1 g/L Demir II sülfat	6.43	55.22	3.47	13.95	14.38	76.02	
19	C1 Ceviz kabuğu	1 g/L Şap	2.45	68.38	6.92	15.77	17.22	66.30	
20	C2 Ceviz kabuğu	1 g/L Bakır II sülfat	2.01	68.18	5.37	13.99	14.99	68.99	

21	C3 Ceviz kabuğu	1 g/L Demir II sülfat	7.29	45.73	4.18	9.56	10.43	66.37	
22	T1 Tarçın	1 g/L Şap	2.13	62.08	13.04	14.88	19.78	48.76	
23	T2 Tarçın	1 g/L Bakır II sülfat	1.83	60.13	8.55	9.68	12.92	48.54	
24	T3 Tarçın	1 g/L Demir II sülfat	4.04	50.31	5.35	9.37	10.79	60.24	
25	P1 Prina	5 g/L Şap	1.30	80.75	2.26	11.77	11.99	79.10	
26	P2 Prina	5 g/L Bakır II sülfat	1.71	76.18	3.38	14.48	14.87	76.85	
27	P3 Prina	5 g/L Demir II sülfat	1.22	80.47	2.31	11.84	12.07	78.92	

Bitki ve bitkisel atıklardan özütleme yöntemiyle yapılan boyamalarda çok çeşitli renkler elde edilmiştir. Kullanılan farklı mordan maddeleri aynı bitkilerden değişik renk tonlarına ulaşılmasını sağlamıştır.

Mordanlar boya alımını ve fiksajını iyileştiren, elde edilen rengi ve haslık özelliklerini belirleyen metal tuzları, metal iyonları içeren doğal bileşikler veya diğer kompleks oluşturu maddelerdir. Renk verimi ve koordinatları mordan cinsi ve mordanlama yöntemine önemli derecede bağlıdır. Her mordan farklı boyar madde kompleksi meydana getirerek tamamen farklı renkler ve haslık özellikleri elde edilmesini sağlar (İşmal ve Yıldırım, 2019: 58).

Mordan maddesinin cinsine, miktarına, türüne ve mordanlama yöntemine bağlı olarak bir doğal boya ile oldukça geniş bir aralıkta değişik renkler, koyuluklar ve renk haslık değerleri elde edilebilmektedir (İşmal, 2019: 43).

Doğal boyar madde ve mordan cinsine bağlı olarak renk tonlarının değiştiği gözlemlenmiştir. Genel olarak şap ve bakır II sülfat ile boyamalarda birbirine yakın tonlar; sarı, sarımsı-yeşilimsi tonlar, demir II sülfat mordanı ile ise açık kahverengi elde edilmiştir.

Nar kabuğu kullanılarak özütleme yöntemiyle yapılan boyamada şap ile orta koyulukta kimyon, demir II sülfat ile kahverengi ve bakır II sülfat ile de açık kimyon rengi elde edilmiştir. Bakır II sülfat ve şap ile elde edilen renklerin birbirine yakın tonlar olduğu gözlenmiştir.

Badem kabuğu ile yapılan boyamalarda şap ile ten rengi, demir II sülfat ile soğan kabuğu rengi, bakır II sülfatla ise açık gülkurusu rengi elde edilmiştir. Kullanılan mordan maddesinin cinsine bağlı olarak renk farklılıkları elde edilmiştir.

Kök boya kullanılarak yapılan boyamalarda mordan maddelerinin belirgin renk farklılıklarına sebep olduğu görülmüştür. Şap ile

açık gül kurusu elde edilirken, demir II sülfat ile vizon rengi, bakır II sülfatla açık vişne çürüğü rengi elde edilmiştir.

Zerdeçal ile doğal boyamalarda ise, sarı tonları elde edilmiş olup farklı mordanlar ile birbirinden çok farklı renkler elde edilememiştir. Şap ile açık limon sarısı, bakır II sülfatla orta koyulukta sarı, demir II sülfat ile daha koyu sarı renk elde edilmiştir.

Soğan kabuğu ile boyamada şap ile turuncu, bakır II sülfat ile tarçın rengi, demir II sülfat ile kahverengi elde edilmiştir. Değişik mordan maddelerinin önemli derecede renk tonu farklılıkları yarattığı gözlemlenmiştir.

Biberiye kullanılarak yapılan doğal boyamada şap ile bakır II sülfatın etkisinin hemen hemen aynı olduğu gözlenmiş, şap ile açık yağ yeşili, bakır II sülfat ile yağ yeşili, demir II sülfat ile kahverengi elde edilmiştir.

Ceviz kabuğu ile boyamada şap ile koyu ten rengi, demir II sülfat ile kahverengi, bakır II sülfatla ise şapla elde edilen rengin biraz daha koyusu elde edilmiştir. Şap ve bakır II sülfatla yakın tonlar, demir II sülfatta ise önemli derecede renk farkı elde edilmiştir.

Tarçın ile boyamada şap ile somon rengi, bakır II sülfat ile gül kurusu rengi, demir II sülfat ile koyu gül kurusu rengi elde edilmiştir. Farklı mordanların önemli derecede renk farklılıklarına sebep olduğu görülmüştür.

Pirina ile boyamada mordan cinsi önemli renk farkları yaratmamış; şap, demir II sülfat ve bakır II sülfat ile birbirine çok yakın bej rengi elde edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan diğer boyar madde kaynaklarından farklı olarak; pirina işlem görmüş bir yan ürün olduğu için boyama kuvveti biraz daha düşük olduğundan hem özütlemeye daha fazla miktarda kullanılması hem de daha yüksek konsantrasyonda mordan maddesi ile birlikte kullanılması gerekmiştir.

Yapılan bir çalışmada, 90°C sıcaklıkta nar kabuğu ile özütleme yöntemi kullanılarak ön mordanlama ile elde edilen boyamada demir II sülfat ile kahverengi, bakır II sülfat ile açık kahverengi, 80°C sıcaklıkta ön mordanlama ile elde edilen boyamada ise demir II sülfat ile koyu karamel rengi, bakır II sülfat ile açık karamel rengi elde edilmiştir (Rehman, vd., 2016).

Bu çalışmada ise 100°C 'de demir II sülfat ile boyamada elde edilen rengin, 90°C sıcaklıkta boyamada demir II sülfat ile elde edilen renge (Rehman, vd., 2016) yakın, bakır II sülfat ile 100 °C'de boyamada elde edilen rengin ise, 80 °C sıcaklıkta bakır II sülfat ile boyanmış renge (Rehman, vd., 2016) yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Nar kabuğu ile özütleme yöntemiyle mordan olarak potasyum bikromat kullanılarak boyanan lyocell kumaşta çok açık hardal rengi, şap ile boyamada bej rengi, bakır II sülfat ile boyamada kum rengi, demir II sülfat ile boyamada gri renk, kalay klorür ile boyamada hardal rengi elde edilmiştir (Rehman, vd., 2018).

Marigold (kadife çiçeği) ile boyanmış lyocell kumaşta demir II sülfatla ön mordanlama yöntemi ile art mordanlama yönteminden daha koyu turuncu renk, bakır II sülfatla ön ve aynı anda mordanlama ile birbirine yakın gri tonları, kalay klorür ile ön mordanlamada daha koyu bej rengi, art mordanlamada daha açık bej rengi, potasyum bikromat ile art mordanlama ile ön mordanlamaya göre daha koyu renk, şap ile ön ve aynı anda mordanlama ile birbirine yakın renkler elde edilmiştir (Rashdi, vd., 2020).

Türk kızılçam kabuğu özütü ile aynı anda mordanlama yöntemi ve şap mordanıyla boyanmış Lyocell kumaşta toprak rengi, meşe külü mordanı ile boyamada kum rengi elde edilmiştir (Avinç, vd., 2013).

SONUÇ

Bu deneysel çalışmada; lyocell kumaş kullanılarak çeşitli bitkiler ve bitkisel atıklarla doğal boyama uygulamaları yapılmış ve renklendirme özellikleri incelenmiştir.

Geleneksel doğal boyamacılıkta daha yaygın olarak yün, ipek ve pamuk gibi kumaşlar kullanılırken bu çalışmada rejenere selüloz esaslı insan yapısı bir lif olan lyocell kumaş kullanarak ve özgün bir çalışma yapılmıştır. Çalışma sonucunda sarı ve tonları, turuncu ve tonları, bej ve tonları, açık pembe ve gül kurusu tonları, yağ yeşili, kahverengi ve toprak rengi tonları ile kimyon rengi tonlarını içeren geniş bir renk paleti elde edilmiştir. Renk verimi, çeşitliliği ve haslıklarda en iyi sonuçları elde etmek için reçete optimizasyonun yani en iyi/ uygun reçete içerikleri ve uygulama koşullarının belirlenmesinin önemi büyüktür.

Geniş renk potansiyelleri sayesinde doğal boyar maddelerin ekolojik tasarımlarda yaygın olarak kullanılmasıyla insanlar daha sağlıklı ürünler tüketebilecek, sentetik tekstil boyar madde ve kimyasalların kullanımına alternatifler yaratılarak, çevreye duyarlı katma değeri yüksek olan doğal ürünlerin niş pazarda yerini alması sağlanmış olacaktır.

Tekstil endüstrisinde bitkisel atıklardan elde edilen düşük maliyetli doğal boyar maddeler kullanılarak oluşturulmuş ürünler sayesinde sürdürülebilir ve yavaş moda önemli katkı sağlanabilir. Bilinçli, sorumlu üretimin ve bu konuda farkındalığın artmasında tekstil üreticisi ve tasarımcılarına önemli görevler düşmektedir. Doğal boyar maddelerin kullanımının artırılarak tekstil ve moda sektörüne yoğun bir biçimde bütünleştirilmesinin ekolojik döngüsel üretim açısından önemli bir adım olacağı düşünülmektedir.*

* Tencel (TM) Lyocell kumaş temini için Lenzing firmasına (Lenzing AG-Avusturya), renk ölçümü için Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nden Doç. Dr. Bengi Kutlu'ya, pirina temini için Gülsüm Kablan Geniş'e (Sındırgılılar Zeytinyağı İmalat San. Ve Tic. İth. İhr. Ltd. Şti.) ve badem kabuğu temini için Ömer Ohan'a (Datça Sındı Köyü Tarımsal Kalkınma Kooperatifi) değerli desteklerinden ötürü çok teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Ajmal, M., Adeel, S., Azeem, M., Zuber, M., Akhtar, N., and Iqbal, N. (2014). Modulation of pomegranate peel colourant characteristics for textile dyeing using high energy radiations. *Industrial Crops and Products*, 58, 188-193. doi: 10.1016/j.ind-crop.2014.04.026.
- Avinc, O., Celik, A., Gedik, G., ve Yavas, A. (2013). Natural dye extraction from waste barks of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) timber and eco-friendly natural dyeing of various textile fibers. *Fibers and Polymers*, 14(5), 866-873. DOI: 10.1007/s12221-013-0866-0.
- Banu, M. N., ve Fathima, M. S. (2018). A comparative study on the color fastness properties of Lyocell and Bamboo fabrics after dyeing with a natural dye: Chavalkodi. *International Journal of Home Science*, 4(1), 37-44. DOI: 10.1002/cbdv.201900442.
- Ellams, D. L., Christie, R. M., and Robertson, S. (2014). An approach to sustainable coloration of lyocell fabrics by screen printing using extracts of leaves and bark from eucalyptus. *Coloration Technology*, 130(1), 48-53. DOI: 10.1111/cote.12056.
- Huong, B. M., and Hue, T. T. K. (2019). A study of sustainable coloration of lyocell fabrics using extracts of tropical onion skins. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 57(3A), 69-76. DOI:10.15625/2525-2518/57/3A/14082.
- İşmal, Ö. E. (2019). Doğal boya uygulamalarının değişen yüzü ve yenilikçi yaklaşımlar. *Yedi*, (22), 41-58. doi: 10.17484/yedi.547726.
- İşmal, Ö. E., Özdoğan, E. ve Yıldırım, L. (2013). An alternative natural dye, almond shell waste: effects of plasma and mordants on dyeing properties. *Coloration Technology*, 129(6), 431-437. DOI: doi.org/10.1111/cote.12047.
- İşmal, Ö. E. ve Yıldırım, L. (2019). Metal mordants and biomordants. In *Shahid ul-Islam- Bhupendra Singh Butola (Ed.), The Impact and Prospects of Green Chemistry for Textile Technology* (p.57-82), England: Elsevier, Woodhead Publishing.
- Ke, G., Mulla, M. S., Peng, F., and Chen, S. (2022). Dyeing properties of natural Gardenia on the lyocell fabric pretreated with tannic acid. *Cellulose*, 1-14. doi: 10.1007/s10570-022-04896-w.
- Lee, B. H. (2019). Improving the Color Fastness of the Madder Extract on Tencel Nonwoven. *Textile Coloration and Finishing*, 31(4), 241-248. DOI: 10.5764/TCF.2019.31.4.241.
- Naveed, T., Rehman, F., Sanbhal, N., Ali, B. A., Yueqi, Z., Farooq, O., and Wang, W. (2020). Novel Natural Dye Extraction Methods And Mordants For Textile Applications. *Surface Review and Letters*, 27(04), 1-9. doi: 10.1142/S0218625X1950135X.
- Naveed, T., Babar, A. A., Rashdi, S. Y., Rehman, F., Naeem, M. A., Wang, W., Abbas, M., & Ramzan, M. B. (2021). Dyeing and colorfastness properties of tencel fabric treated with natural dye extracted from orange peel. *Surface Review and Letters*, 28(03), doi: 10.1142/S0218625X20500559.
- Ojha, D., Deodiya, S., and Purwar, R. (2019). Printing of Lyocell fabric with *Rubia Cordifolia* and *Acacia catechu* using Guar gum and Chitosan as Thickening Agent. *Indian Journal of Traditional Knowledge (IJTK)*, 18(3), 615-620.
- Rossi, T., Silva, P. M. S., De Moura, L. F., Araújo, M. C., Brito, J. O., and Freeman, H. S. (2017). Waste from eucalyptus wood steaming as a natural dye source for textile fibers. *Journal of cleaner production*, 143, 303-310. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.109.
- Rehman, F., Naveed, T., Ullah, W., Pour, R. A., and Wei, W. (2016). Extraction and Dyeing Behavior of Pomegranate dye on Tencel Fabric. *Universal Journal of Environmental Research and Technology*, 6(4), 152-159.
- Rehman, F., Sanbhal, N., Naveed, T., Farooq, A., Wang, Y., and Wei, W. (2018). Antibacterial performance of Tencel fabric dyed with pomegranate peel extracted via ultrasonic method. *Cellulose*, 25(7), 4251-4260. DOI: 10.1007/s10570-018-1864-6.
- Rashdi, S. Y., Naveed, T., Sanbhal, N., Almani, S., Lin, P., and Wei, W. (2020). Lyocell fabric dyed with natural dye extracted from marigold flower using metallic salts. *Autex Research Journal*, 20(3), 352-358. DOI: 10.2478/aut-2019-0033.
- Singhee, D. (2020). Review on Natural Dyes for Textiles from Wastes. In *Samanta, A. K., Awwad, N. S. and Algarni, H. M. (Eds.), Chemistry and Technology of Natural and Synthetic Dyes and Pigments. Chapter 4. (p. 99-122), London, United Kingdom: IntechOpen.*
- Sun, G. (2017). Thermodynamics, kinetics, and multifunctional finishing of textile materials with colorants extracted from natural renewable sources. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 5(9), 7451-7466. DOI: 10.1021/acssuschemeng.7b01486.
- Shin, Y. S., Son, K. H., and Yoo, D. I. (2008). Tencel dyeing by natural indigo prepared from dyer's knotweed. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 32(12), 1963-1970. DOI: 10.5850/JKSCT.2008.32.12.1963.

İnternet Kaynakları

http 1. Tencel. <https://www.tencel.com/sustainability> (Erişim Tarihi:15.10.2021).