



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Yabani Ekin Çiçeğinden Elde Edilen Doğal Boya ile Keten Kumaşın Farklı Yöntemlere Göre Boyanma Özelliklerinin İncelenmesi

 Şeyda EYÜPOĞLU^{a,*}

^a *Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, İstanbul, TÜRKİYE*

* *Sorumlu yazarın e-posta adresi: seyda.eyupoglu@istanbul.edu.tr*

DOI: 10.29130/dubited.514315

ÖZET

Bu çalışmada keten kumaş numuneleri, yabani ekin çiçeğinden elde edilen doğal boyarmadde ile konvansiyonel yöntem ve mikrodalga enerjisi kullanılarak boyanmıştır. Boyama işleminden önce tüm numuneler ön mordanlama işlemine göre kalay klorür, bakır sülfat, demir sülfat, askorbik asit, potasyum alüminyum sülfat ve potasyum dikromat mordanları ile mikrodalga enerjisi yardımıyla mordanlanmıştır. Boyama işleminden sonra numunelerin renk koyuluk değeri, CIELab değeri ve haslık değeri kullanılan mordan cinsi ve boyama yöntemi açısından incelenmiştir. Çalışma sonucunda; mordan madde ve mikrodalga enerjisi kullanımının numunelerin haslık değerleri ile renk koyuluğunun artırdığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Keten, Doğal Boyama, Mikrodalga Enerji, Renk Koyuluğu, Haslık Özellikleri*

Investigation of Dyeing Properties of Flax Fabric according to Different Methods with Natural Dye Obtained from Wild Crop Flower

ABSTRACT

In this study, flax fabric samples were dyed with natural dye obtained from wild crop flower via conventional method and using with microwave energy. Before the dyeing process, all samples were mordanted with different mordant agents such as tin chloride, copper sulfate, iron sulfate, ascorbic acid, potassium aluminum sulfate and potassium dichromate by using microwave energy according to pre-mordanted process. After the dyeing process, colour strength value, CIELab value and fastness properties of samples were investigated with regards to mordant type and dyeing method. In the results of study, it was obtained that using of mordant agents and microwave energy increase in fastness properties and colour strength of samples.

Keywords: *Flax, Natural Dyeing, Microwave Energy, Colour Strength, Fastness Properties*

I. GİRİŞ

Doğal boyarmaddelerin tarih öncesi zamanlardan 19. Yüzyılın ortalarına kadar pamuk, yün, ipek, kürk ve deri malzemelerin renklendirilmesi işleminde kullanıldığı bilinmektedir. Bitkisel ve hayvansal kaynaklı olan doğal boyarmaddelerin kullanımları 1856 yılında sentetik boyarmaddelerin keşfi ile azalmıştır. Sentetik boyarmaddeler; renk çeşitliliğinin daha fazla olması, haslık özelliklerinin daha iyi olması ve ucuz olmaları nedeniyle tercih nedeni olmuştur. Fakat sentetik boyarmaddelerin toksin, kanserojen ve biyolojik olarak parçalanabilir olmaması, günümüzde doğal boyarmaddelerin kullanımını popüler hale getirmektedir [1-3].

Doğal boyarmaddeler bitki, hayvan, mantar ve mineral kaynaklı olarak 4 ana kategoride sınıflandırılmaktadır. Bitkisel kaynaklı doğal boyarmaddeler bitkilerin köklerinden, kabuklarından, yapraklarından, çiçeklerinden ve tohumlarından elde edilmektedir [4]. Araştırmacılar yalancı safran bitkisini ekstrakte ederek yeşil [5], atkestanesini ekstrakte ederek kahverengi [6], cevizden yeşil ve kahverengi [7], kırmızı soğan ve kınadan turuncu [8-10], böğürtlenden siyah rengi [9] elde etmektedirler. Ayrıca koşinilden karmen, kırmızı böceğinden kırmızı, deve idrarından sarı ve deniz salyangozundan mor renk elde edilmektedir [10-12]. Antik çağlarda zinober, manganezyum oksit ve çeşitli bakır tuzları duvar resimlerinde kullanılan ilk mineral bazlı doğal boyarmaddelerdir. Alüminyum oksit, silikat ve demir oksit, duvar ve rahibe giysilerini boyamak için kullanıldığı bilinmektedir [13]. Ayrıca tüm dünyada liken ve mantar boyarmadde olarak kullanılmaktadır. Likenlerden elde edilen "Orchil" denilen mor boyarmadde, yumuşakçalardan elde edilen pahalı mor boyarmaddeye alternatif olarak kullanılmaktadır [14].

Metalleri ya da farklı maddeleri tekstil elyafına bağlama işlemine mordanlama, bu amaç için kullanılan maddelere de mordan maddeleri denir. Mordan maddeler boyarmadde ve life bağlanarak, boyarmadde ve lif arasında bağ kurarlar. Genel olarak, mordanlama işleminde suda çözünen metal tuzları kullanılmaktadır. Doğal boyama ile ilgili yapılan çalışmalarda, metal tuzlarının mordan madde olarak kullanılması ile boyanan numunelerin, renk koyuluğunun ve haslık özelliklerinin iyileştiği bilinmektedir [15-17].

Son zamanlarda tekstil sektörü, çevre dostu üretim için konvansiyonel üretim yöntemlerine alternatif üretim yöntemleri aramaktadır [18]. Tekstil yaş işlemleri, tekstil üretim süresince çevreyi en fazla kirleten işlemler olduğundan, bu işlemlere alternatif üretim yöntemleri aranmaktadır. Tekstil yaş işlemlerinde mikrodalga enerjisinden yararlanmak enerji maliyetlerini ve işlem süresini azaltarak çevre dostu üretim sağlamaktadır. Mikrodalga teknolojisinin tekstil sektöründe kullanımı ile ilgili uygulamalar ve araştırma geliştirme çalışmaları ısıtma, kurutma, kondenzasyon, boyama ve baskıda fiksaj ile yünlü kumaşların dezenfektasyonu gibi alanları kapsamaktadır [19]. Tekstil yaş işlemlerinde mikrodalga enerjisinin kullanımında, flotte mikrodalga enerjisi kullanılarak ısıtılır ve mikrodalga ışınması, konvansiyonel yöntemle ısıtmanın tersine flottede daha homojen bir ısıtma sağlar. Konvansiyonel yöntemde ilk olarak flottenin dış tarafı ısınırken, mikrodalga enerjisi kullanımında flottenin merkezi ısınır ve ısı enerjisi flottenin her parçasına eşit olarak yayılır. Bu şekilde, flottenin sıcaklığı konvansiyonel yöntemle kıyaslandığında daha hızlı artar. Bu sayede alternatif bir yöntem olan mikrodalga enerjisi kullanımı enerji tüketimini azaltır ve konvansiyonel yöntemle kıyaslandığında, zaman tasarrufu sağlar [20-21].

Yabani ekin çiçeği bitkisi *Gladiolus* ailesindedir ve otsu bir bitkidir. Mor renge sahip olan yabani ekin çiçeği bahar aylarında Karadeniz Bölgesinde görülmektedir. Bu çalışmada yabani ekin çiçeğinden elde edilen doğal boyarmadde ile keten kumaş numuneleri konvansiyonel yöntem ve mikrodalga enerjinin kullanımı ile boyanmıştır. Boyama işleminden önce tüm numuneler kalay klorür, bakır sülfat, demir sülfat, askorbik asit, potasyum alüminyum sülfat ve potasyum dikromat mordanları ile ayrı ayrı mordanlanmıştır. Boyama işleminden sonra numunelerin renk koyuluk değeri, CIELab değeri ve haslık değeri mordan madde türü ve mikrodalga enerjisinin kullanımı açısından incelenmiştir.

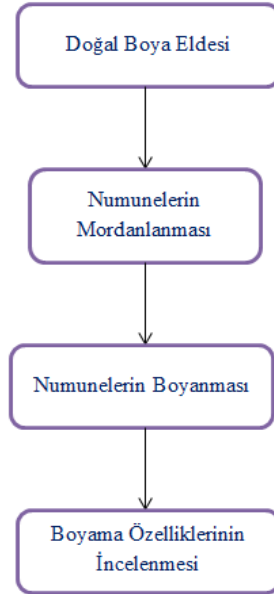
II. MALZEME VE YÖNTEM

A. MALZEME

Bu çalışmada, 160 g/m² ağırlığında bezayağı deseninde dokunmuş keten kumaş ve yabani ekin çiçeğinden elde edilen doğal boyarmadde kullanılmıştır. Keten kumaşın çözgü ve atkı iplik numarası Nm 20 olup, çözgü sıklığı 20 çözgü/cm ve atkı sıklığı ise 16 atkı/cm' dir. Yabani ekin çiçeğinden doğal boyarmadde ekstraktı 80 gram yabani ekin çiçeğinin 400 ml suda 1 saat kaynatılması sonucu elde edilmiştir. Ardından boyarmadde ekstraktı kendi halinde soğumaya bırakılmıştır. Ayrıca doğal boyarmaddenin keten liflerine bağlanmasını artırmak için keten kumaş kalay klorür, bakır sülfat, demir sülfat, askorbik asit, potasyum alüminyum sülfat ve potasyum dikromat mordanları ile ayrı ayrı mordanlanmış ve mordan maddelerinin boyama özelliklerine etkisi incelenmiştir.

B. YÖNTEM

Bu çalışma, keten kumaşın yabani ekin çiçeğinden elde edilen doğal boyarmadde ile boyama özelliklerinin incelendiği deneysel bir araştırmadır. Çalışma kapsamında keten kumaş numunelerinin yabani ekin çiçeğinden elde edilen doğal boyarmadde ile boyanabilme özelliği, kullanılan mordan maddelerin ve boyama yönteminin boyamaya etkisi araştırılmıştır. Boyamalar konvansiyonel yöntem ve mikrodalga enerjinin kullanımı ile gerçekleştirilmiş olup, boyama özellikleri boyama yöntemi açısından da incelenmiştir. Çalışmada kullanılan işlem akışı Şekil 1'de yer almaktadır.



Şekil 1. İşlem akış şeması

C. MORDANLAMA İŞLEMİ

Mordan maddesi olarak kalay klorür, bakır sülfat, demir sülfat, askorbik asit, potasyum alüminyum sülfat ve potasyum dikromat kullanılmıştır. Boyama işleminden önce numuneler mikrodalga enerji yardımıyla 5 dakika mordanlanmıştır. Mordanlama işlemi 1:50 flotte oranında gerçekleştirilmiştir.

D. BOYAMA İŞLEMİ

Yabani ekin çiçeğinden elde edilen boyarmadde ile mordanlanmış keten kumaş numuneleri, 1:50 flotte oranında konvansiyonel ve mikrodalga yöntemlerine göre boyanmıştır. Konvansiyonel yöntemde

numuneler kaynama sıcaklığında 1 saat boyanmıştır. Ardından boyanmış numuneler önce soğuk su ile (5 dk) sonra kaynar su ile (5 dk) ve daha sonra soğuk su ile (5 dk) durulanmıştır. Mikrodalga enerji yönteminde 2.45 GHz frekansta, altı ayrı düzeyde maksimum 800 W gücüne sahip mikrodalga fırın (Kenwood MW 467 Model) kullanılmıştır. Soğuk boya flottesinde içindeki mordanlanmış numuneler mikrodalga fırında 80 °C sıcaklıkta 5 dakika işleme tabi tutulmuştur. Boyama işleminden sonra örneklere soğuk (5 dk), kaynar (5 dk) ve soğuk su (5 dk) ile yıkama işlemleri yapılmıştır.

E. RENK ÖLÇÜMLERİ

Renk ölçümlerinde reflektans spektrofotometresi (Gretaç Macbeth – Colour Eye 2180UV) kullanılmıştır. Deney numunelerinin CIE L*a*b* sistemine uygun olarak 10° gözlemci ile D65 gün ışığı standardına göre reflektans ölçümleri yapılmış ve değerlendirmede toplam renk farklılığı Formül 1 ile hesaplanmıştır. Burada L* parlaklığı, a* kırmızılık-yeşillik, b* sarılık-mavilik ifade etmektedir.

$$\Delta E_{ab^*} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

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

F. RENK HASLIKLARI

Boyanmış örneklerin yıkama haslıkları ISO105-C06 standardına [22] uygun olarak yıkama haslık cihazında (Gyrowash/James H.HealCo.Ltd.) yapılmış ve sonuçlar gri skalaya göre değerlendirilmiştir. Kumaşların ışık haslıkları ise TS 1008 EN ISO 105-B02 [23] standardı dikkate alınarak ışık haslığı ölçüm cihazında (James H. Heal) yapılmış ve mavi skala ile değerlendirilmiştir. Boyamaların sürtünme haslıkları TS 717 EN ISO 105- X12 [24] standardına göre sürtünme test cihazında (Crockmeter - James H. Heal 255 A) yapılmıştır.

III. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

A. HASLIK ÖLÇÜMLERİ

Tablo 1’de keten kumaşın yabancı ekin çiçeği bitkisinden elde edilmiş boyarmadde ile boyanması sonrasında elde edilen haslık sonuçları verilmektedir.

Tablo 1. Numunelerin haslık değerleri

	Işık Haslığı		Yıkama Haslığı						Sürtünme Haslığı	
		Renk Değişimi	Lekeleme						Kuru	Yaş
Boyama Metodu			CA	CO	PA	PET	PAN	WO		
Mordansız Konvansiyonel Boyama	1	1	2-3	2-3	2	2	2	3	2-3	2-3
Mordansız Mikrodalga Boyama	2	1	3	3	2	2	2	3	3	3
Kalay Klorür Mordanlı Konvansiyonel Boyama	2	1-2	3	2-3	3	2-3	2-3	3	3-4	4
Bakır Sülfat Mordanlı Konvansiyonel Boyama	2	1-2	3	2-3	2	2-3	2-3	3	3-4	4
Demir Sülfat Mordanlı Konvansiyonel Boyama	2-3	1-2	3	2-3	2	2-3	2-3	3	4	4
Askorbik Asit Mordanlı Konvansiyonel Boyama	2	1-2	3	3	3	2	2-3	3	4	4
Potasyum Alüminyum Sülfat Mordanlı Konvansiyonel Boyama	2	1-2	3	3	2	2-3	2-3	3	4	4
Potasyum Dikromat Mordanlı Konvansiyonel Boyama	2	1-2	3	3-4	3	3	3	3-4	4	4

Tablo 1. (devam) Numunelerin haslık değerleri

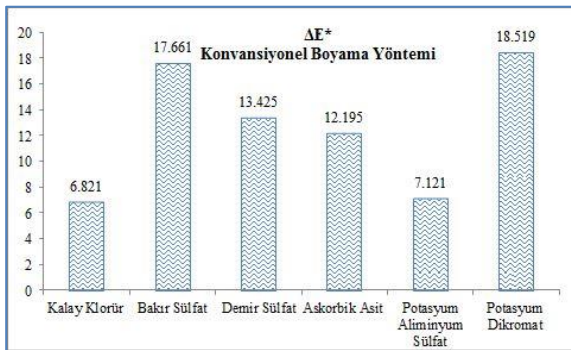
Kalay Klorür Mordanlı Mikrodalga Boyama	2	2	4	4	3	3	3	4	4-5	4-5
Bakır Sülfat Mordanlı Mikrodalga Boyama	2	1-2	4	4	2-3	2-3	3	3-4	5	5
Demir Sülfat Mordanlı Mikrodalga Boyama	2	1-2	4	4	3	3	3	4	5	5
Askorbik Asit Mordanlı Mikrodalga Boyama	2	1-2	4	4	2-3	3	3	4	5	5
Potasyum Alüminyum Sülfat Mordanlı Mikrodalga Boyama	2	1-2	4	4	3	3	3	3-4	5	5
Potasyum Dikromat Mordanlı Mikrodalga Boyama	2	1-2	4	4	3	3	3	4	4	5

Sonuçlar mordanlama ve mordan madde cinsi açısından incelendiğinde, mordanlama ve mordan madde cinsinin numunelerin ışık haslığı değerleri üzerinde fazla etkili olmadığı görülmektedir. Işık enerjisinin keten kumaş ve boyarmadde arasındaki bağları kopararak numunelerde solmaya neden olduğu, mordanlı numunelerde ise mordanın bağ enerjini azaltarak numunelerin ışık haslığını azalttığı düşünülmektedir. Ayrıca numunelerin yıkama ve sürtünme haslığı değeri mordanlama sonucunda artmıştır [25].

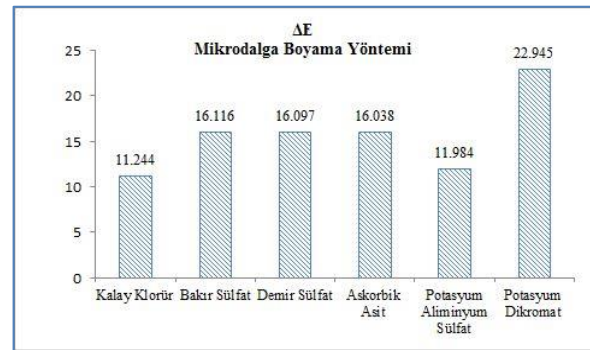
Numunelerin haslık değerleri boyama yöntemi açısından incelendiğinde boyama yönteminin numunelerin haslık değerleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Mikrodalga yöntemi ile boyamada boyama flottesi, mikrodalga enerjisi kullanılarak ısıtılmakta, konvansiyonel yöntemle boyamanın tersine flottede daha homojen bir ısıtma sağlamaktadır. Boyama işleminde, mikrodalga enerjisi kullanımı ile ısınma merkezde başlamakta ve merkezden flotte teknesinin her bir noktasına eşit olarak yayılmaktadır. Bu şekilde, flotte sıcaklığı konvansiyonel yöntemle karşılaştırıldığında daha hızlı artmakta, sıcaklığın daha hızlı artması ile birlikte boyarmadde molekülleri liflere daha hızlı nüfus etmektedir. Sonuç olarak aynı sürede konvansiyonel yöntemle kıyasla liflere daha fazla boyarmadde nüfus etmektedir. Sonuçlar El-Khatip ve ark. elde ettiği sonuçlarla örtüşmektedir [25]. Ayrıca, El-Khatip ve ark. boyama işleminde mikrodalga enerjisi kullanımının boyama süresini kısalttığı ve enerjiden tasarruf sağladığı belirlenmiştir [25].

B. RENK ÖLÇÜMLERİ

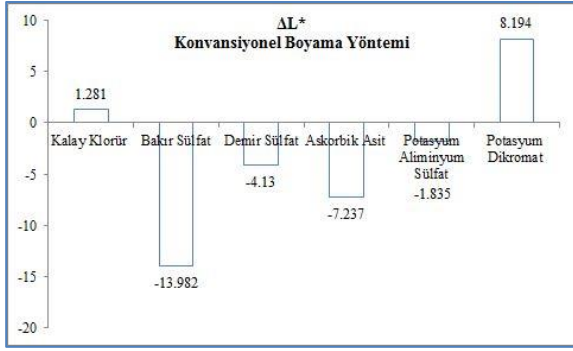
Konvansiyonel ve mikrodalga enerji yardımıyla boyanmış örneklerin spektrofotometrik ölçüm sonuçları (CIELab değerleri) Şekil 2’de verilmektedir.



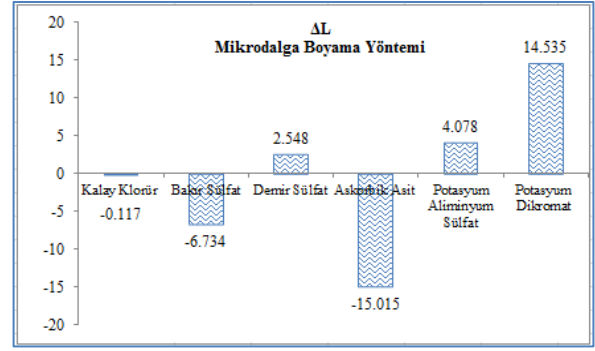
(a)



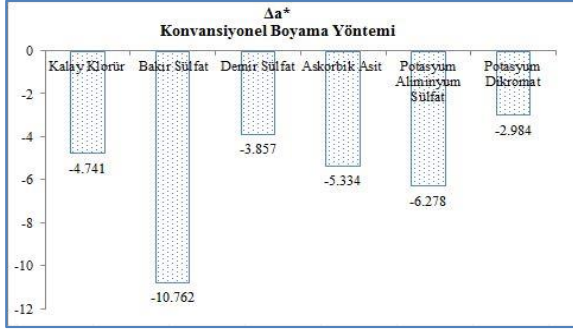
(b)



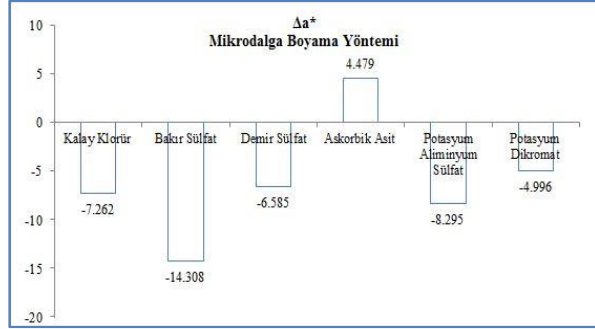
(c)



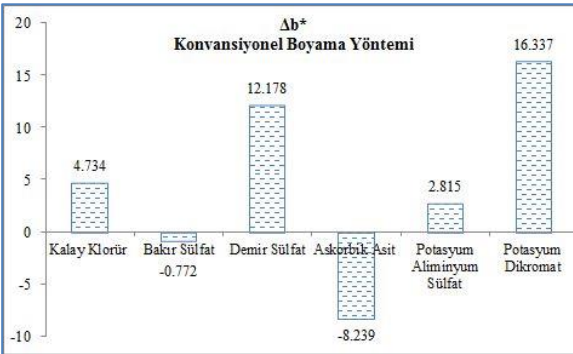
(ç)



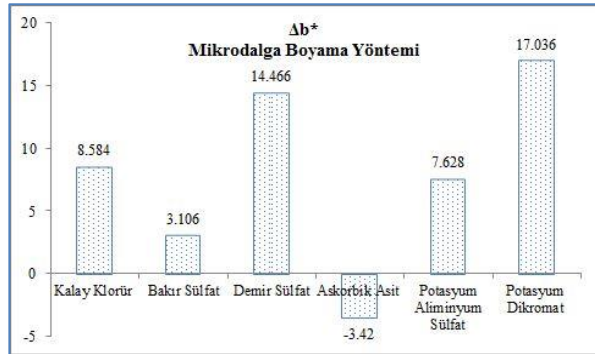
(d)



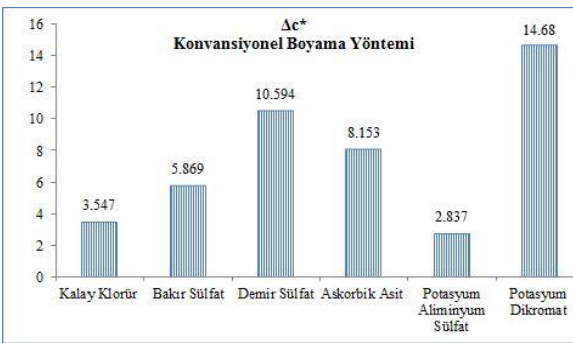
(e)



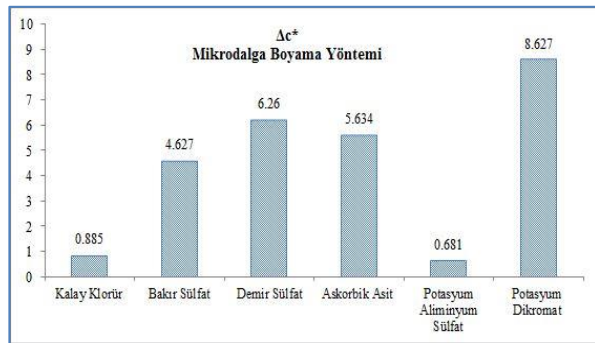
(f)



(g)



(ğ)

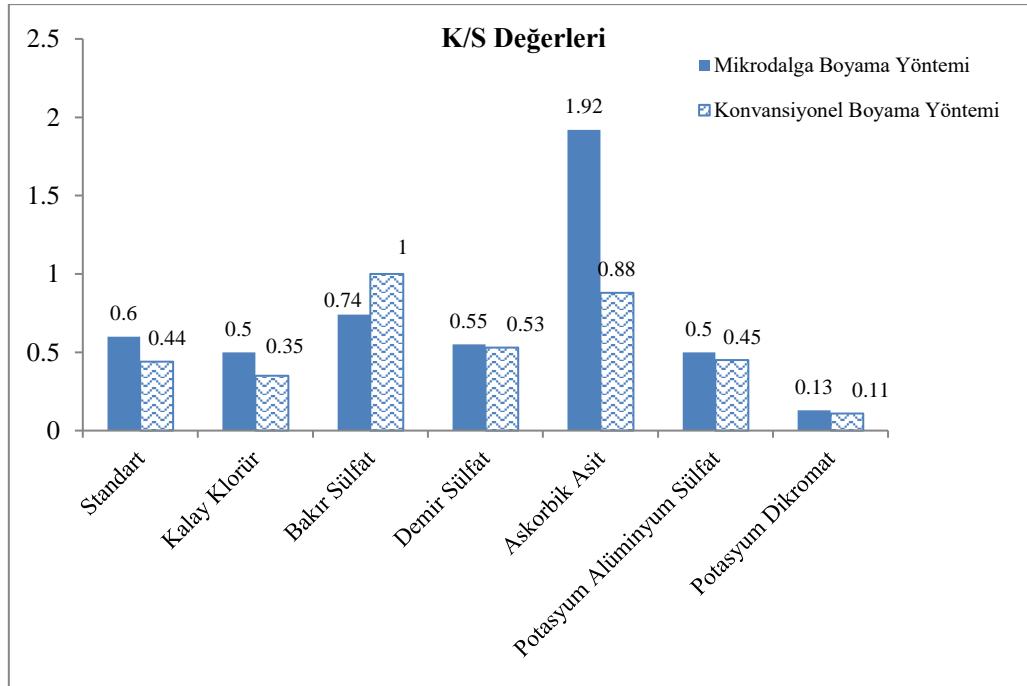


(h)

Şekil 2. Numunelerin spektrofotometrik ölçüm sonuçları: (a) Konvansiyonel yöntemle boyanmış numunelerin ΔE^* değerleri, (b) Mikrodalga yöntemle boyanmış numunelerin ΔE^* değerleri, (c) Konvansiyonel yöntemle boyanmış numunelerin ΔL^* değerleri, (ç) Mikrodalga yöntemle boyanmış numunelerin ΔL^* değerleri, (d) Konvansiyonel yöntemle boyanmış numunelerin Δa^* değerleri, (e) Mikrodalga yöntemle boyanmış numunelerin Δa^* değerleri, (f) Konvansiyonel yöntemle boyanmış numunelerin Δb^* değerleri, (g) Mikrodalga yöntemle boyanmış numunelerin Δb^* değerleri, (ğ) Konvansiyonel yöntemle boyanmış numunelerin Δc^* değerleri, (h) Mikrodalga yöntemle boyanmış numunelerin Δc^* değerleri.

Kolorimetrik ölçümlerde mordanlama işlemi uygulanmamış numune standart olarak kabul edilmiştir. Ölçümlerde ΔE^* değeri toplam renk farklılığını ifade etmektedir. $\Delta E^* < 1$ ise, standart numune ile ölçüm yapılan numune arasında renk farklılığı çok az; $\Delta E^* > 1$ ise çok fazladır. Mordanlanmış numuneler ile standart numuneler arasında renk farklılığı çok fazladır. Mordanlama için kullanılan metal tuzlar, keten lifi ve boyarmadde arasında farklı bağlara neden olarak bağ enerjilerini değiştirmektedir. Bağ enerjilerinin varyasyon göstermesinden dolayı malzemenin absorbladığı ve yansıttığı ışık miktarı değişiklik göstermektedir [26]. Ölçümlerde ΔL^* değerlerinin (-) olması, örneğin standarda göre daha koyu olduğunu, (+) olması ise daha açık olduğunu ifade etmektedir. Buna göre; boyanmış örneklerin bir kısmı standart numuneden daha koyu, bir kısmı da standart numuneden daha açıktır. Kırmızı-yeşil ekseninde Δa^* değerindeki pozitif değer kırmızı nüansın fazla olduğunu, negatif değer ise yeşil nüansın fazla olduğunu göstermektedir. Şekil 2’de görüldüğü gibi numunelerin büyük bir kısmında yeşil nüans daha fazladır. Mavi-sarı ekseninde pozitif Δb^* değeri sarı nüansın, negatif Δb^* değeri ise mavi nüansın fazla olduğunu göstermektedir. Burada mordan madde türüne göre numunelerin mavilik-sarılık nüansları farklılık göstermektedir. Δc^* değerinin (+) olması ise yüksek kromayı yani doygunluğu ifade eder. Tüm numunelerde doygunluk değerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Şekil 3 numunelerin 540 nm dalga boyundaki renk koyuluk (K/S) değerlerini göstermektedir.



Şekil 3. Numunelerin renk koyuluk değerleri

Sonuçlar konvansiyonel ve mikrodalga boyama yöntemi açısından karşılaştırıldığında, genel olarak mikrodalga boyama yöntemi ile boyanan numunelerin renk koyuluklarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Mikrodalga boyama yöntemi ile boyanan numunelere daha fazla boyarmadde nüfus etmiştir. Tekstil yaş işlemlerinde boya ve yardımcı kimyasalların materyale fikse edilmesinin sağlanması için ısı işleminin uygulanması gerekmektedir. Isı malzemeye iletim, taşınım ve radyasyon ile iletilir. Bu üç ısı transfer yolu, tekstil yaş işlemlerinde ayrı olarak veya birlikte kullanılabilir. Mikrodalga enerjisi kullanılarak ısıtma ile boyama oranı, iletken ısıtma ile boyama oranından çok daha hızlıdır. Diğer bir deyişle, ısıtma tekniği boyamalarda ana faktördür. Mikrodalga radyasyonunun malzemenin üzerindeki etkisi, boya moleküllerinin mikrodalga enerjisi kaynaklı hareketinin meydana geldiğini ve bu hareketin boyarmadde moleküllerinin keten elyafın içine difüzyonuna yardımcı olduğunu göstermektedir. Boya banyosunda su moleküllerinin hareketi, boya difüzyonunu desteklemektedir [27]. Literatürde, boyama ve ön işlemlerde mikrodalga enerjisinin kullanımı ile life

daha fazla boyarmadde ve yardımcı kimyasalların aplike olduğu belirtilmiştir. Ayrıca mikrodalga enerjisi kullanımı ile işlem sürelerinin kısaldığı ve konvansiyonel işleme göre renk homojenliği ile renk koyuluğunun arttığı saptanmıştır [27].

IV. SONUC

Bu çalışmada keten lifinden elde edilen kumaş kalay klorür, bakır sülfat, demir sülfat, askorbik asit, potasyum alüminyum sülfat ve potasyum dikromat mordan maddeleri ile ayrı ayrı mordanlanarak, yabani ekin çiçeğinden ekstrakte edilen doğal boyarmadde ile boyanmıştır. Boyama işlemi konvansiyonel ve mikrodalga enerji kullanımı olmak üzere iki farklı yöntemle gerçekleştirilmiştir. Ardından boyalı numunelerin haslık değerleri ve spektrofotometrik ölçümleri mordan madde türü ve boyama yöntemi açısından incelenmiştir. Boyama özellikleri mordan türü açısından incelendiğinde, farklı mordan maddelerin kullanımı ile farklı renkler elde edilmiştir. Ayrıca mordan madde kullanımı ile numunelerin renk koyulukları artmıştır. Mordan madde kullanımı ile numunelerin haslık değerleri artmış, ancak mordan madde türü numunelerin haslık değerleri üzerinde çok fazla etkili olmamıştır. Numunelerin boyama özellikleri boyama yöntemi açısından incelendiğinde, mikrodalga enerjinin kullanımı, boyama işlemini kısaltmış ve enerjiden tasarruf sağlamıştır. Ayrıca mikrodalga enerjisi, numunelerin renk koyuluk değerlerinden anlaşılacağı üzere, numunelere daha fazla boyarmadde bağlanmasına neden olmuştur. Numunelerin ışık haslığı ve renk koyuluklarının genel olarak düşük olduğu belirlenmiştir.

V. KAYNAKLAR

- [1] T. Bechtold, M.A. Amalid ve R. Mussak, “Natural dyes in modern textile dyehouses — How to combine experiences of two centuries to meet the demands of the future?,” *Dyes and Pigments*, c. 75, ss. 287-293, 2007.
- [2] S. Haar, E. Schrader ve B.M. Gatewood, “Comparison of aluminum mordants on the colorfastness of natural dyes on cotton,” *Clothing and Textiles Research Journal*, c. 31, s. 2, ss. 97-108, 2013.
- [3] N. Barka, A. Assabbane, A. Nounah, L. Laanab ve Y.L. Ichou, “Removal textile dyes from aqueous solution by natural phosphate as new adsorbent,” *Desalination*, c. 235, ss. 264-275, 2009.
- [4] L.M. Wangatia, K. Tadesse ve S. Moyo, “Mango bark mordant for dyeing cotton with natural dye: fully eco-friendly natural dyeing,” *International Journal of Textile Science*, c. 4, s. 2, ss. 36-41, 2015.
- [5] D.O. Bozkırlı, “Aspir çiçeğinden (*Carthamus tinctorius*) süperkritik karbondioksit ekstraksiyonu ile doğal boya eldesi ve uygulanabilirliği,” Yüksek lisans tezi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2007.
- [6] H. Kahvecioğlu, “At kestanesi (*Aesculus hippocastanum* L.) bitkisinden elde edilen renkler ve renklerin yün halı iplikleri üzerindeki haslık değerleri,” Doktora tezi, Ev Ekonomisi Bölümü, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2003.
- [7] N. Camcı, “Ceviz (*Juglans regia* L) kozası (meyve kabuğu)'ndan boyar madde ekstraksiyonu: Yün, tüylü deri ve pamuklu kumaş bayama,” Yüksek lisans tezi, Kimya Bölümü, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye, 2004.
- [8] D. Seyfikli, “Söğüt ekstraktı mordanlı elyaf ve ahşap numunelerinin soğan (*Allium cepa* L.) kabuğu ile boyanma özelliklerinin incelenmesi,” Yüksek lisans tezi, Kimya Bölümü, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye, 2009.

- [9] G. Gümrükçü, "Kırmızı soğan kabuğundan elde edilen antosiyanin ile yünlü kumaşların boyanması," Yüksek lisans tezi, Kimya Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2003.
- [10] Anonim. (2018, 9 Mayıs). [Çevrimiçi], Erişim: http://www.health.com/health/gallery/0,,20588763_15,00.html.
- [11] Anonim. (2018, 9 Mayıs). [Çevrimiçi], Erişim: <http://www.bkherb.com/NaturalFoodColor/11/>.
- [12] Anonim. (2018, 9 Mayıs). [Çevrimiçi], Erişim: http://www.azerbaijanrugs.com/arfp-natural_dyes_dyestuffs.htm.
- [13] Anonim. (2015, 8 Kasım). [Çevrimiçi], Erişim: <http://www.emrath.de/pigmente.htm>.
- [14] V.K. Joshi, D. Attri, A. Bala ve S. Bhushan, "Microbial pigments," *Indian Journal Biotechnol*, c. 2, ss. 362-369, 2003.
- [15] H. Ghouila, N. Meksi, W. Haddar, M.F. Mhenni ve H.B. Jannet, "Extraction, identification and dyeing studies of Isosalipurposide, a natural chalcone dye from Acacia cyanophylla flowers on wool," *Industrial Crops and Products*, c. 35, ss.31-36, 2012.
- [16] R. Kiumarsi, R. Abomahboub, S.M. Rashedi ve M. Parvinzadeh, "Achillea millefolium, a new source of natural dye for wool dyeing," *Colorants and Coating*, c. 2, ss. 87-93, 2009.
- [17] D. Jothi, "Extraction of natural dyes from African Marigold flower (Tagetes Erecta L) for textile coloration," *AUTEX Research Journal*, c. 8, s. 2, ss. 49-53, 2008.
- [18] S. Sahahidi, A. Rashidi, M. Ghoranneviss, A. Anvari ve J. Wiener, "Plasma effect on anti-felting properties of wool fabrics," *Surface & Coatings Technology*, c. 205, ss. 349-354, 2010.
- [19] A. Özerdem, I. Tarakçıoğlu ve A. Özgüney, "Mikrodalga enerjisinin reaktif baskılı pamuklu kumaşların fiksajında kullanılabilirliği," *Tekstil ve Konfeksiyon*, c. 18, s.4, ss. 289-296, 2008.
- [20] N.S.E. Ahmed ve R.M.E El-Shishtawy, "The use of new technologies in coloration of textiles fibers," *Journal of Materials Science*, c. 45, s. 5, ss. 1143-1153, 2010.
- [21] S.Y. Wang ve C.T. Chen, "Effect of allyl isothiocyanate on antioxidant enzyme activities, flavonoids and post-harvest fruit quality of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L., cv. Duke)," *Food Chemistry*, c. 122, ss. 1153-1158, 2010.
- [22] *Test for colour fastness of textiles-colour fastness to washing*, International Organization for Standardization ISO 105-C06, 1997.
- [23] *Textiles-tests for colour fastness-Part B02: Colour fastness to artificial light: Xenon arc fading test*, Türk Standartlar Enstitüsü TS 1008 EN ISO 105-B02, 2001.
- [24] *Textiles-Tests for colour fastness Part X12: Colour fastness to rubbing*, Türk Standartlar Enstitüsü TS 717 EN ISO 105- X12, 2000.
- [25] E.M. El-Khatib, N.F. Ali ve M.A. Ramadan, "Environmentally friendly dyeing of silk fabrics using microwave heating," *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, c. 3, ss. 757-764, 2014.
- [26] R. McDonald, *Colour Physics for Industry*, 2. baskı, Bredford, England: Society of Dyers and Colourists, 1997, ss. 45.
- [27] K. Haggag, H.L Hanna, B.M. Youssef ve N.S. El-Shimy, "Dyeing polyester with microwave heating using disperse dyestuffs," *American Dyestuff Reporter*, c. 84, s. 3, ss. 22-37, 1995.