



Development of health-harmless plant dyes for the coloring of paper

Dilge YÜCEL *¹

¹ Eskişehir Fatih Fen Lisesi, Eskişehir, Turkey

Abstract

Artificial dyes, developed by chemical processing are commonly used in book printings, writing, painting and many other teaching materials. In recent studies, it was found that the chemicals used in the production of artificial dyes such as lead and iron as heavy metals and some other chemicals are harmful to human health.

The aims of this project were to investigate the availability of using dyes derived from plants such as Turkish red-madder (*Rubia tinctorum*), Elderberry (*Sambucus nigra*), Hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis*), Privet (*Ligustrum vulgare*), Aspen (*Populus tremula*), Handle oak (*Quercus robur*) and Mahonia (*Mahonia aquifolium*), to dye the print texts, cardboards and packaging papers, and improving the plant dyes that are harmless to the environment and human health. Therefore, the plant dyes produced in this study were investigated for the color shift and durability of them in 27 different types of papers, which are commonly used in printing segment and our daily life.

As a result of the laboratory experiments, some color shifts were determined in some types of papers, depending on the paper properties and the quality. On the other hand, the colors were stable in their natural state without any discoloration in certain types of paper,

The results of this study showed that, the plant dyes, obtained from Turkish red-madder, Elderberry, Privet, Aspen, Handle oak and Mahonia can be used for coloring books, painting notebooks and other related education materials and also cardboards and cleaning and packaging papers.

Key words: plant dyes, paper dyeing, natural dyes

----- * -----

Kâğıtların renklendirilmesi için sağlığa zararsız bitkisel boyaların geliştirilmesi

Özet

Kitap baskıları, yazı ve resim dersleri ile diğer birçok eğitim ve öğretim materyalinde yaygın olarak kimyasal işlemler ile geliştirilmiş yapay boyalar kullanılmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalarda bu boyaların üretiminde kullanılan demir, kurşun gibi ağır metaller ile diğer bazı kimyasal maddelerin insan sağlığına zararlı olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmanın amacı; Türk kırmızısı-Kökboya (*Rubia tinctorum*), Mürver (*Sambucus nigra*), Yazgülü-Çingülü (*Hibiscus rosa-sinensis*), Kurtbağrı (*Ligustrum vulgare*), Titrek kavak (*Populus tremula*), Saplı Meşe (*Quercus robur*) ve Mahonya (*Mahonia aquifolium*) bitkilerinden elde edilen boyaların; baskı yazı, karton ve ambalaj kâğıtlarını boyamada kullanılabilirliğini araştırmak, çevreye ve insan sağlığına zararsız bitkisel boyalar geliştirmektir. Bu çalışma kapsamında üretilen bitkisel boyalar; günlük hayatımızda ve matbaacılık sektöründe yaygın olarak kullanılan, farklı özellikteki 27 kâğıt çeşidinin renklendirilmesinde kullanılarak renk kaymaları ve kalıcılığı incelenmiştir.

Laboratuvar deneyleri sonunda kâğıt hamurunun özelliği ve kâğıt kalitesine bağlı olarak bazı kâğıt çeşitlerinde renk kaymalarının olduğu belirlenmiştir. Bazı kâğıt çeşitlerinde ise renk kayıplarının olmadığı doğal hali ile renklerin kalıcı olduğu görülmüştür.

Yapılan çalışmalar sonunda Türk kırmızısı, Mürver, Yazgülü, Kurtbağrı, Titrek kavak, Saplı Meşe ve Mahonya bitkilerinden elde edilen bitki boyalarının kitap, resim defteri ve diğer eğitim malzemeleri ile karton, temizlik ve ambalaj kâğıtlarının boyanmasında kullanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: bitkisel boya, kâğıt boyama, doğal boya

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905319228818; Fax.: +905319228818; E-mail:dyucel35@gmail.com

© 2008 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır

1. Giriş

İnsanı diğer canlılardan ayıran en önemli özelliklerden birisi de duygu ve düşüncelerini yazı ve resimle ifade edebilmesidir. Yazının bulunuşu insanlığın bilgi ve tecrübelerini gelecek kuşaklara aktarmasını sağlamış ve böylece bilim ve teknolojinin gelişmesinin temelini oluşturmuştur. Yazının iki temel bileşimi vardır. Bunlardan biri kâğıt, diğeri de boyadır. İnsanlar önce taş, deri ve papirüs üzerine daha sonra da kâğıt üzerine resim çizmeye ve yazı yazmaya başlamıştır. Kaynaklara göre; kâğıt üretimi önce M.S. 105'te Çin'de başlamış, daha sonra Japonya'ya, oradan da Orta Asya ve Orta Doğu yolu ile Avrupa'ya yayılmıştır. Malazgirt savaşı ile Anadolu'ya yerleşen Türklerin burada Kâğıthane kurdukları bilinmektedir (Muşmal 2008). Haçlı seferleri sırasında, Fransız ve İtalyanlar kâğıtçılığı Türklerden öğrenerek ülkelerine götürmüşlerdir. İstanbul'da 1453 yılında Kâğıthane köyünde kurulan tarihi Kâğıthane III.Selim döneminde aralıklı olarak işletilmiştir. II.Beyazıt zamanında Bursa'da 1486 yılında bir Kâğıthane kurulmuş, Matbaanın kuruluşundan sonra 1476 yılında Yalova'nın Elmalık köyünde Yalakabad Kâğıthane'si kurulmuş ve bunu diğerleri izlemiştir (Muşmal 2008, Genç 2014).

İnce bitki liflerinden meydana gelen üzerinde baskı yapılmaya elverişli tabakaya kâğıt adı verilmektedir. Kâğıtlar, yapıldığı hammadde, içerdiği katkı maddesi ve yüzeylerine uygulanan son işlemler gibi değişik kriterlere göre üretilir ve tanımlanır (Usta 2003). Yaklaşık olarak 3000 farklı kâğıt ve karton ürünü vardır ve 225 g/m² ye kadar olan ürünler kâğıt, bu gramajın üstündeki ürünler ise karton olarak adlandırılır. Kullanım şekline göre kâğıt ve karton cinsleri; grafik kâğıtlar, ambalaj kâğıtları ve kartonlar, temizlik kâğıtları, özel kâğıt ve kartonlar olmak üzere dört ana gruba ayrılır (URL 1). Baskı işlerinde en çok kullanılan kâğıt türleri şunlardır; 1. Hamur kâğıt, 2.Hamur kâğıt, 3.Hamur kâğıt, Kuşe kâğıt, Pelür, Ambalaj kağıdı, Amerikan Bristol, Fotokopi kâğıtları, Özel Kâğıtlar (Aydinger, Ozalit kağıdı) (URL 2).

Herhangi bir nesneye renk vermek veya korumak için uygulanan kaplamaya **boya**, adı verilmektedir (Karadağ 2007). Boya bağlayıcı ve çözücü pigmentler ile diğer katkı maddeleri olmak üzere temel olarak dört ana bileşenden oluşur (URL 3). Kimya endüstrisinin gelişmesi ile boya maddelerinin büyük fabrikalarda daha ucuz ve hızlı bir şekilde üretilmeye başlaması ile birlikte, bitkisel boyaların kullanımı giderek azalmıştır (Anonim 2007). Ancak yapılan bilimsel çalışmalar sonucu, boya elde edilmesinde kullanılan bazı kimyasalların insan ve çevre sağlığına zararlı olduğu bulunmuştur. Bazı boya maddeleri ise doğada uzun süre bozulmadan kalmakta, su ve toprağın fiziksel yapısını bozarak doğaya zarar vermektedir. Bazı sentetik inorganik boyaların insan ve doğaya olan zararı anlaşıldıktan sonra doğal boyalara dönüş başlamıştır (Karadağ 2008). Günümüzde bitkisel boyaların daha sağlıklı olduğu görüşünün hakim olması sonucu, bunların kullanımı her geçen gün artmaktadır (Erkan ve ark 2010, Kayabaşı ve Etikan 1998).

Türkiye boya sektörü Avrupa'nın altıncı büyük boya üreticisi olmasına karşın, kullanmış olduğu hammaddelerin çok büyük bir kısmı dış ülkelerden ithal edilmektedir (Aydın 2011). Bunun sonucu olarak Ülkemiz boya üretiminde dışa bağımlı hale gelmiştir. Ayrıca bu dışa bağımlılık boya maliyetlerini de artırmıştır. Bu noktada Türkiye boya sektörü, renk pigmentlerini Ülkemizde yetişen bitkilerden karşılayarak dünya pazarındaki rekabet gücünü arttırabilir. Porjeye konu olan bitkilerin genel özellikleri aşağıda verilmiştir (Yücel 2012-2014)

Türk kırmızısı-Kökboya (*Rubia tinctorum*); çok yıllık, sarılıcı, 1,30m kadar boylanabilen, gövdesi 4 köşeli, otsu bir bitkidir. Yapraklar, kaba tüylü, koyu yeşil renklidir. Çiçekler semşiyemsi kurullarda ve sarı renklidir. Tohum ve toprak altı kökleri ve üretilebilir. Bitkinin köklerinden Alizarin ve Parparin maddelerinden elde edilen boya, Dünya'da "Türk Kırmızısı" adıyla bilinmektedir. Vatanı Akdeniz bölgesi ile Orta ve Batı Anadolu bölgesidir.

Mürver (*Sambucus nigra*); kışın yaprak dökken, 5 (10) metreye kadar boylanabilen, grimsi-kahverengi dallı; beyaz olan özü çok geniş ve yumuşak, dağınık tepeli bir çalıdır. 3-7 yaprakçıklı, kenarları keskin dişli, sivri uçlu, alt yüzü açık, üst yüzü koyu yeşil renklidir. Çiçekler semşiyemsi salkım şeklindeki kurullarda, krem-beyaz renklidir. Meyve sulu, küremsi, siyah (koyu kırmızı, pembe) renklidir. Vatanı Türkiye, Avrupa, Kuzey Afrika ve Batı Asya'dır.

Yazgülü-Çingülü (*Hibiscus rosa-sinensis*); herdemyeşil, 2 (5) metreye kadar boylanabilen, sık dallı, dağınık tepeli bir çalıdır. Yapraklar yumurtamsı, kenarı kaba dişli, sivri uçlu, parlak koyu yeşil renklidir. Çiçekler uzun saplı, parlak, kırmızı renklidir. Vatanı Çin'dir. Ülkemizin Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde süs bitkisi olarak yetiştirilir.

Kurtbağrı (*Ligustrum vulgare*); kışın yaprak dökken, 5 metreye kadar boylanabilen, sık dallı bir çalıdır. Yapraklar karşılıklı dizili, düz, yeşil renklidir. Çiçekler sürgün uçlarında, salkım şeklinde, bal kokulu, beyaz renklidir. Meyve üzüksü, parlak siyah renklidir. Vatanı Türkiye, Kuzey Afrika ve Avrupa'dır.

Saplı Meşe (*Quercus robur*); kışın yaprağını dökken 40 metreye kadar boylanabilen; geniş ve dağınık tepeli bir ağaçtır. Yapraklar kısa saplı, kenarı derin loplu, alt yüzü mavimsi yeşil, üst yüzü koyu yeşil renklidir. Meyve uzunca yumurta şeklinde, üzeri boyuna çizgili, kahve renkli ve uzun saplıdır. Erkek çiçekler sarımsı-yeşil renkli; dişi çiçekler başak şeklinde, uzun saplıdır. Vatanı Türkiye, Avrupa, Kafkaslar ve Kuzey Afrika'dır.

Titreğ kavak (*Populus tremula*); kışın yaprak dökken, 30 metreye kadar boylanabilen, yuvarlak geniş tepeli bir ağaçtır. Yaprak yuvarlak-yumurta; kenarları düzensiz kaba dişli, alt yüzü açık yeşil, üst yüzü parlak koyu yeşil renklidir. Çiçekler başak şeklinde kırmızimsı renklidir. Vatanı Türkiye, Kuzey Afrika, Avrupa ve Sibirya'dır.

Mahonya (*Mahonia aquifolium*); kışın yaprak dökmeyen, 1-2 metreye kadar boylanabilen bir çalıdır. Yaprakçıklar 5-9 adet, yumurta-elips şeklinde, kenarı dikensi dişli, koyu yeşil renklidir. Meyve üzüksü, üzeri dumanlı, mavimsi-siyah renklidir. Vatanı Kuzey Amerika'nın batısıdır. Ülkemizde park bahçelerde süs bitkisi olarak yetiştirilir.

Bu çalışmanın amacı;

- Türk kırmızısı-Kökboya (*Rubia tinctorum*), Mürver (*Sambucus nigra*), Yazgülü-Çingülü (*Hibiscus rosa-sinensis*), Kurtbağrı (*Ligustrum vulgare*), Titrek kavak (*Populus tremula*), Saplı Meşe (*Quercus robur*) ve Mahonya (*Mahonia aquifolium*) adlı bitkilerden bitkisel boyalar elde etmek,
- Farklı bitkilerden elde edilen bitkisel boyaları belli oranlarda karıştırarak yeni renkler elde etmek,
- Farklı özellikteki baskı yazı, karton, temizlik ve ambalaj kâğıtlarının üzerine yazı yazma, boyama veya renklendirilmesinde bitkisel boyaların, kullanılabilceğini belirlemek,
- Bitkisel boyaların kâğıt türüne bağlı olarak renk kaymalarının olup olmadığını rakamsal olarak belirlemek,
- İnsan ve çevre sağlığına zararsız bitkisel boyalar geliştirmektir.

2. Materyal ve yöntem

Çalışmada Türk kırmızısı-Kökboya (*Rubia tinctorum*), Mürver (*Sambucus nigra*), Yazgülü-Çingülü (*Hibiscus rosa-sinensis*), Kurtbağrı (*Ligustrum vulgare*), Titrek kavak (*Populus tremula*), Saplı Meşe (*Quercus robur*) ve Mahonya (*Mahonia aquifolium*) olmak üzere yedi bitki türünün yaprak, meyve ve çiçeklerinden elde edilen renk pigmentleri araştırma materyali olarak seçilmiştir. Projede kullanılacak yöntemler bitkisel boyaların elde edilmesi ve kâğıt türlerinin boyama için hazırlanması olmak üzere iki ana başlık altında ele alınmıştır (Şekil 1).

1.1. Bitkilerden renk pigmentlerinin elde edilmesi

Deneylerde kullanılan bitkilerden boya elde etme yöntemi aşağıda sıra ile verilmiştir;

Türk kırmızısı-Kökboya bitkisinin toprak altı sürgünleri 20 Eylül 2014'de, Eskişehir'in merkez Yunussemre Parkı civarından toplanarak suda hafifçe temizlendikten sonra kurutulmuş, değirmende öğütülerek gözenek açıklığı 2 mm olan elekten geçirilerek standart büyüklükte parçacıklar haline getirilmiştir. 100g öğütülmüş materyal üzerine 500 ml distile su ilave edilmiştir. +45°C sıcaklıkta 72 saat bekletildikten sonra, por açıklığı 110 mm olan whatman kâğıt filtreden süzülümüştür. Elde edilen boya kullanılıncaya kadar +4°C de buzdolabında saklanmıştır.

Yazgülü-Çingülü bitkisinin kırmızı renkli çiçekleri 2 Ağustos 2014'de Antalya'dan toplanmıştır. Temizlendikten sonra kurutulan çiçekler öğütüldükten sonra, gözenek açıklığı 2mm çaplı elekten elenmiştir. Öğütülen 100g bitki materyali üzerine 500 ml distile su ilave edilmiştir. +45°C sıcaklıkta 72 saat bekletilmiş, whatman kâğıt filtreden süzülümüştür. Süzülen boya cam şişelerde +4°C de buzdolabında saklanmıştır.

Saplı Meşe ve Titrek Kavak yaprakları 15 Kasım 2014'de, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Yunussemre Kampüsünden toplanmıştır. Yapraklar suda temizlendikten sonra gölge bir ortamda kurutulmuştur. Kurumuş yapraklar değirmende öğütüldükten sonra 2mm çaplı elekten elenmiştir. 100g elenmiş yaprak üzerine 500 ml distile su ilave edilmiştir. 45°C sıcaklıkta 72 saat bekletilmiştir. Daha sonra whatman kâğıt filtreden süzülerek, kullanılmak üzere cam şişelerde +4°C de buzdolabında saklanmıştır.

Mürver, Kurtbağrı ve Mahonya bitkilerinin meyveleri, 21 Eylül 2014- 7 Aralık 2014'de, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Yunussemre Kampüsünden toplanmıştır. Toplanan meyveler suda yıkanarak temizlendikten sonra temiz bir kap içinde ezilmiştir. Ezilen meyveler whatman (110 mm) kâğıt filtreden süzülerek cam şişelere konmuş ve kullanılıncaya kadar +4°C de buzdolabında saklanmıştır.

Mürver+Yazgülü karışımının hazırlanması; Çalışmada 6 bitki türünden elde edilen renkler sade olarak kullanılırken, birinde mürver ve yazgülü bitkilerinden elde edilen boyaların karışımı kullanılmıştır. Karışım için mürver ve yazgülü bitkilerinden ayrı ayrı hazırlanan boyalar; 80 ml mürver, 20 ml yazgülü oranlarında karıştırıldıktan sonra kâğıt yüzeylere uygulanmıştır.

Deneylerde kullanılan bitkisel boyalara, distile su dışında herhangi bir madde veya kimyasal karıştırılmamış olup, elde edilen boya saf olarak kullanılmıştır.

1.2. Deneylerde kullanılacak kâğıt-karton türlerinin hazırlanması

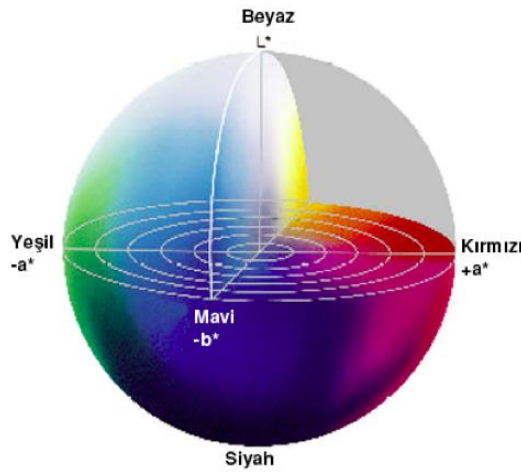
Araştırmada matbaacılık sektöründe en yaygın olarak kullanılan farklı özelliklere ve kullanım alanlarına hitap eden; baskı yazı, karton, temizlik ve ambalaj kâğıt gruplarından seçilen 27 kâğıt türü kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan bu kâğıt türleri şunlardır; 1.2.3. hamur kâğıt, Resim defteri kâğıdı, Parlak kuşe, Mat kuşe, Amerikan biristol, Lake; Zenit; Tuale, Krome karton, Ambalaj kâğıdı, Kurutma kâğıdı ve temizlik kâğıdı grubundan, Tuvalet kâğıdı, Kâğıt havlu, Peçete (Tablo 1).

Tablo 1. Bitkisel boya ların uygulandığı kâğıt türleri

Deney sıra no.	Kağıt Türü, Gramajı
1	1 hamur kağıt, 60 g/m ²
2	1 hamur kağıt, 70 g/m ²
3	1 hamur kağıt, 80 g/m ²
4	1 hamur kağıt, 90 g/m ²
5	1 hamur kağıt, 120 g/m ²
6	2 hamur 80 g/m ²
7	3 hamur kağıt, 54 g/m ²
8	Resim Defteri Kağıdı, 120 g/m ²
9	Parlak kuşe, 115 g/m ²
10	Parlak kuşe, 135 g/m ²
11	Parlak kuşe, 170 g/m ²
12	Mat kuşe, 300 g/m ²
13	Amerikan biristol, 200 g/m ²
14	Amerikan biristol, 250 g/m ²
15	Lake 220 g/m ²
16	Zenit 220 g/m ²
17	Zenit kuşe 280 g/m ²
18	Tuale 135 g/m ²
19	Tuale kalın 170 g/m ²
20	Gafleli tuale 180 g/m ²
21	Tuale 220 g/m ²
22	Krome karton 300 g/m ²
23	Tuvalet kağıdı, 20 g/m ²
24	Kağıt havlu, 40 g/m ²
25	Peçete, 17 g/ m ²
26	Kurutma kağıdı, 60 g/m ²
27	Ambalaj Kağıdı 120 g/m ²

Deneyler için her bir kâğıt türünden A4 ebatlarında kâğıtlar alınmış, üzerlerine boyama alanlarını belirlemek amacıyla 5x5 cm ebatlarında kareler çizilerek boyamalar için hazır hale getirilmiştir.

Bitkilerden çıkartılan boyalar suluboya resim fırçası ile hazırlanan kâğıt yüzeylerine bir kat sürülmüş, boya kurduktan sonra aynı şekilde ikinci bir kez daha boya sürülmüştür. Sürülen boyalar tamamen kurduktan sonra renklerin ışık haslık değerleri TS 867 ve DIN 5033'e göre, Minolta spektrometre CM 3600 cihazında, ISO 2470 standartlarına (Δ^*E_{ab}) göre ölçülmüştür. Ölçümlerde temel renk evreni olarak kullanılan CIELab renk evreni modeli esas alınmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Ölçümlerde temel renk evreni olarak kullanılan CIELab renk evren modeli

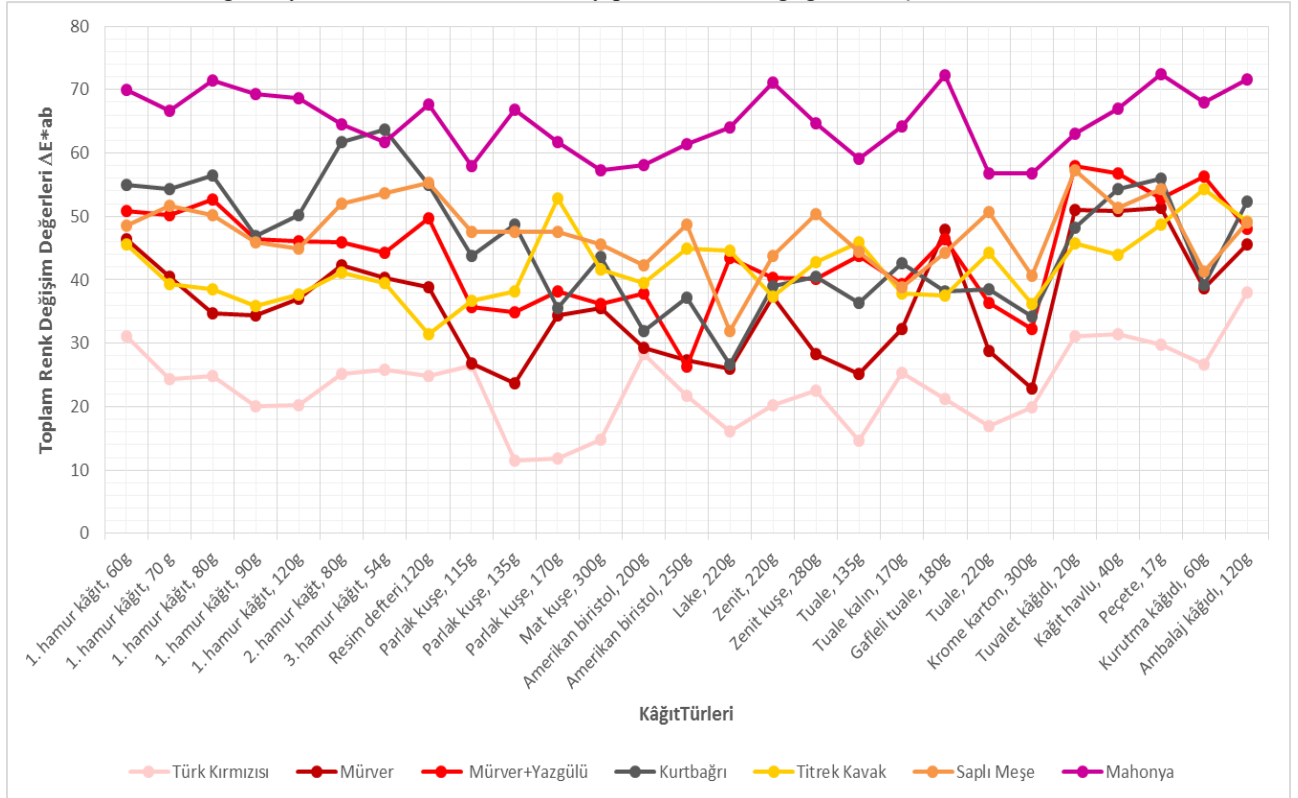
3. Bulgular

Türk Kırmızısı bitkisinin toprak altı gövdelerinden kırmızısı-pembe renk pigmentleri elde edilmiştir. Mürver bitkisinin meyvelerinden koyu kırmızı renk elde edilmiştir. Yazgülü bitkisinin çiçeklerinden parlak kırmızı renk, Kurtbağrı bitkisinin meyvelerinden koyu mor renk elde edilmiştir. Titrek kavak yapraklarından çok güzel açık sarı renk elde edilmiştir. Meşe yapraklarından koyu sarı-kahverengi renk elde edilmiştir. Mahonya bitkisinin meyveleri ise koyu sıklamen rengi vermektedir (Resim 3).



Şekil 2. Bitki türlerinden elde edilen renkler

Türk Kırmızısı, Mürver, Yazgülü, Kurtbağrı, Titrek kavak, Meşe ve Mahonya bitkilerinden elde edilen renk pigmentleri, 27 farklı özellikteki kâğıt-karton yüzeyine uygulandıktan sonra ölçülen renk değerleri Tablo 2’de rakamsal olarak verilmiştir. Ölçülen renk değerleri incelendiğinde, bitkisel boyaların kâğıt yüzeylerine uygulandıktan sonra, kâğıt türüne bağlı olarak belli oranlarda değiştiği ve renk kaymalarının olduğu görülmüştür (Şekil 3). Bununla birlikte renklerin kalıcı olduğu, boya kuruduktan sonra renk kayıplarının olmadığı gözlenmiştir.



Şekil 3. Bitkisel boyaların baskı yazı, karton, temizlik ve ambalaj kâğıt yüzeylerinde renk değerleri ve renk değişim miktarları (ΔE^*ab)

Tablo 2. Bitki (Türk Kırmızısı, Mürver, Mürver+Yazgülü, Kurtbağrı, Titrek kavak, Meşe, Mahonya) boyaların kağıt çeşitlerine bağlı olarak gösterdiği renk değişim değerleri

Kâğıt T türü		Türk Kırmızısı	Mürver	Mürver + Yazgülü	Kurtbağrı	Titrek Kavak	Saplı Meşe	Mahonya
1. hamur, 60g	ΔL^*	-26,22	-45,81	-46,59	-54,88	-27,75	-38,17	-63,11
	Δa^*	11,39	5,79	20,59	1,05	3,97	7,03	30,3
	Δb^*	12,11	-5,26	0,36	-3,88	35,92	29,2	0,49
	ΔE^*	31,05	46,47	50,94	55,03	45,56	48,57	70,01
1. hamur, 70g	ΔL^*	-21,45	-40,04	-47,18	-53,64	-21,22	-36,93	-64,04
	Δa^*	9,5	3,87	17,01	8,46	2,66	8,25	18,3
	Δb^*	6,45	-4,26	0,72	1,01	33,06	35,24	-1,95
	ΔE^*	24,33	40,45	50,16	54,31	39,37	51,71	66,63
1. hamur, 80g	ΔL^*	-22,13	-33,94	-50,03	-55,81	-21,51	-39,91	-69,31
	Δa^*	10,96	3,31	16,41	7,67	2,42	7,52	17,39
	Δb^*	1,85	-6,32	0,11	-2,39	31,86	39,42	-2,47
	ΔE^*	24,77	34,68	52,65	56,39	38,52	50,15	71,49
1. hamur, 90g	ΔL^*	-16,9	-33,78	-41,56	-46,6	-17,93	-33,62	-63,06
	Δa^*	7,47	3,61	20,68	1,66	0,99	7,06	28,8
	Δb^*	8,04	-5,91	0,88	-4,63	31,13	30,48	-0,3
	ΔE^*	20,15	34,48	46,43	46,86	35,94	45,92	69,32
1. hamur, 120g	ΔL^*	-17,38	-36,63	-43,68	-49,58	-20,36	31,84	-65,35
	Δa^*	9,48	3,02	14,62	7,39	3,63	6,95	20,7
	Δb^*	4,57	-4,71	0,81	0,69	31,61	30,86	-2,9
	ΔE^*	20,32	37,06	46,07	50,13	37,77	44,89	68,61
2. hamur, 80g	ΔL^*	-22,19	-42,19	-44,67	-60,72	-25,66	-43,02	-63,46
	Δa^*	8,7	1,96	10,6	8,93	5,22	8,01	11,54
	Δb^*	8,27	-0,32	2,67	5,91	31,75	28,09	1,12
	ΔE^*	25,23	42,24	45,99	61,65	41,16	52	64,51
3. hamur, 54g	ΔL^*	-22,67	-40,36	-42,87	-61,72	-23,86	-44,42	-59,26
	Δa^*	8,87	1,46	10,44	9,93	4,63	8,75	16,42
	Δb^*	8,47	0,59	2,75	7,91	31,08	28,78	-4,55
	ΔE^*	25,78	40,39	44,21	63,65	39,45	53,64	61,66
Resim defteri, 120g	ΔL^*	-26,72	-38,13	-46,94	-54,38	-16,13	-42,45	-62,44
	Δa^*	12,03	3,34	16,41	7,77	-0,11	10,14	25,09
	Δb^*	2,08	-6,55	0,34	2,47	27,06	33,86	-6,79
	ΔE^*	24,92	38,83	49,73	54,99	31,51	55,24	67,63
Parlak kuşe, 115g	ΔL^*	-22,69	-25,91	-35,06	-43,53	-20,72	-33,27	-56,21
	Δa^*	12,18	-2,42	6,27	1,18	2,16	7,85	9,82
	Δb^*	6,12	-6,22	-2,84	-4,6	33,79	33,05	-10,38
	ΔE^*	26,47	26,76	35,73	43,78	36,69	47,55	58
Parlak kuşe, 135g	ΔL^*	-10,29	-23,39	-34,15	-48,55	-18,17	-32,88	-64,88
	Δa^*	4,99	-0,69	7,1	3,91	2,14	8,14	13,06
	Δb^*	1,34	-4,01	-1,82	-1,81	33,48	33,43	-8,99
	ΔE^*	11,58	23,74	34,93	48,74	38,16	47,59	66,79
Parlak kuşe, 170g	ΔL^*	-10,41	-33,93	-37,73	-35,32	-30,07	-32,4	-60
	Δa^*	5,4	-1,73	5,79	3,24	8,94	7,94	9,29
	Δb^*	1,44	-5,11	-2,52	-2,81	42,48	33,86	-10,74
	ΔE^*	11,82	34,36	38,26	35,58	52,81	47,53	61,66

Tablo 2. (devam ediyor)

Kâğıt		Türk	Mürver	Mürver				
Türü		Kırmızısı	Mürver	+ Yazgülü	Kurtbağrı	Titrek Kavak	Saplı Meşe	Mahonya
Mat kuşe, 300g	ΔL^*	-12,93	-33,92	-35,02	-43,35	-40,35	-27,54	-54,55
	Δa^*	6,27	-8,77	9,13	3,04	1,04	6,76	17,25
	Δb^*	3,3	-5,6	-0,93	-3,95	-1,95	35,66	-2,27
	ΔE^*	14,74	35,48	36,2	43,63	41,63	45,56	57,26
Amerikan biristol, 200g	ΔL^*	-22,33	-28,54	-36,55	-31,58	-19,91	-28,18	-57
	Δa^*	13,96	-3,31	9,58	0,96	4,83	6,78	10,4
	Δb^*	10,3	-5,38	-2,11	-4,03	33,83	30,74	-5,18
	ΔE^*	28,28	29,23	37,84	31,85	39,55	42,25	58,18
Amerikan biristol, 250g	ΔL^*	-17,47	-26,7	-25,76	-36,84	-21,4	-32,13	-60,28
	Δa^*	10,65	-3,03	5,12	3	5,02	8,88	9,08
	Δb^*	7,44	-5,11	-1,16	-3,41	39,26	35,49	-6,91
	ΔE^*	21,77	27,36	26,29	37,12	45	48,69	61,35
Lake, 220g	ΔL^*	-12,59	-25,92	-40,59	-26,43	-23,26	-23,56	-59,92
	Δa^*	6,61	0,12	15,47	-1,2	6,93	3,94	22,44
	Δb^*	7,71	-2,6	0,94	-3,18	37,49	21,23	-1,32
	ΔE^*	16,18	26,05	43,45	26,65	44,66	31,95	63,99
Zenit, 220g	ΔL^*	-16,48	-36,82	-37,73	-38,32	-18,89	-32,92	-66,72
	Δa^*	11,55	1,22	14,18	2,93	4,31	6,51	24,44
	Δb^*	1,93	-6,15	-0,95	-6,42	31,88	28,07	-2,62
	ΔE^*	20,22	37,35	40,31	38,97	37,31	43,75	71,11
Zenit kuşe, 280g	ΔL^*	-17,48	-27,81	-38,22	-40,41	-20,22	-32,78	-62,44
	Δa^*	10,76	-3,54	12,07	2,26	4,75	9,26	15,93
	Δb^*	9,16	-4,4	1,41	-2,05	37,37	37,19	-6,26
	ΔE^*	22,48	28,38	40,11	40,52	42,76	50,43	64,74
Tuale, 135g	ΔL^*	-12,02	-24,64	-42,63	-35,89	-23,66	-26,97	-56,2
	Δa^*	6,16	-2,87	10,24	3,19	6,35	6,02	17,17
	Δb^*	5,72	-3,85	-0,28	-5,01	38,85	34,8	-6,03
	ΔE^*	14,67	25,11	43,84	36,38	45,93	44,44	59,07
Tuale kalın, 170	ΔL^*	-19,39	-31,91	-36,18	-42,33	-20,45	-28,65	-58,26
	Δa^*	11,12	2,89	15,41	1,65	5,28	5,37	26,69
	Δb^*	11,81	-3	0,07	-4,78	31,5	25,71	-2,24
	ΔE^*	25,28	32,18	39,33	42,63	37,93	38,86	64,12
Gafleli tuale, 180g	ΔL^*	-17,79	-46,81	-39,53	-36,93	-18,5	-32,32	-63,98
	Δa^*	11,06	6,87	24,16	4,25	3,57	6,98	33,14
	Δb^*	3,39	-7,84	-1,32	-8,66	32,43	29,45	5,77
	ΔE^*	21,22	47,96	46,34	38,16	37,5	44,27	72,28
Tuale, 220g	ΔL^*	-13,76	-28,37	-34,09	-37,67	-22	-32,92	-53,03
	Δa^*	6,84	-3,23	12,45	8,04	5,86	8,11	20,16
	Δb^*	6,97	-3,78	1,23	-0,92	38,04	37,69	-1,8
	ΔE^*	16,87	28,8	36,31	38,53	44,33	50,7	56,76

Tablo 2. (devam ediyor)

Kâğıt		Türk		Mürver				
Türü		Kırmızısı	Mürver	+ Yazgülü	Kurtbağrı	Titrek Kavak	Saplı Meşe	Mahonya
Krome karton, 300g	ΔL^*	-16,87	-22,64	-31,11	-34,13	-21,19	-28,63	-54,36
	Δa^*	8,24	-1,64	8,28	1,88	2,82	4,99	12,59
	Δb^*	6,46	-2,54	-0,69	-2,38	29,19	28,39	-10,84
	ΔE^*	19,86	22,84	32,2	34,26	36,18	40,63	56,84
Tuvalet kâğıdı, 20g	ΔL^*	-26,56	-49,68	-53,16	-46,74	-29,47	-47,41	-58,43
	Δa^*	13,67	11,49	22,79	11,14	8,33	10,1	23,27
	Δb^*	8,43	0,47	2,11	3,22	34,1	30,47	5,31
	ΔE^*	31,04	51	57,88	48,16	45,84	57,25	63,12
Kâğıt havlu, 40g	ΔL^*	-28,89	-49,28	-52	-52,93	-30,65	-41,6	-63,21
	Δa^*	9,73	12,35	22,75	11,25	5,55	7,58	21,63
	Δb^*	7,57	0,99	2,14	4,11	31,11	29,22	5,87
	ΔE^*	31,41	50,82	56,8	54,27	44,02	51,4	67,06
Peçete, 17g	ΔL^*	-25,37	-51,19	-50,12	-54,94	-29,27	-42,98	-66,14
	Δa^*	13,55	3,67	16,49	10,64	8,8	9,74	29,12
	Δb^*	7,84	-2,71	1,04	2,75	38,02	31,83	3,77
	ΔE^*	29,81	51,39	52,77	56,03	48,79	54,36	72,36
Kurutma kâğıdı, 60g	ΔL^*	-24,14	-37,41	-51,4	-25,19	-44,28	-38,89	-64,21
	Δa^*	8,14	9,77	22,81	3,89	9,18	13,46	22,63
	Δb^*	7,67	0,88	2,24	29,69	30	2,72	6,87
	ΔE^*	26,6	38,68	56,28	39,13	54,27	41,24	68,06
Ambalaj kâğıdı, 120g	ΔL^*	-34,58	-45,51	-45,78	-52,33	-38,69	-42,13	-68,71
	Δa^*	8,64	0,57	13,86	-0,9	3,52	5,89	20,14
	Δb^*	13,21	2,25	4,46	0,35	30,31	24,38	2,75
	ΔE^*	38,01	45,57	48,04	52,34	49,28	49,03	71,66

4. Sonuçlar ve tartışma

Bitkisel boyalar çeşitli malzemelerin boyanmasında çok eski zamanlardan beri kullanılmaktadır. İnsanlar bitkilerin; kök, kabuk, yaprak ve meyve gibi çeşitli kısımlarından elde ettikleri boyları çeşitli araç, gereç, kâğıt ve kumaşların boyanmasında kullanmışlardır.

Projede toplam yedi bitki türünden elde edilen bitkisel boyalar, 27 farklı kâğıt-karton türünde kullanılmıştır. Toplam olarak kullanılan yedi bitkisel boyanın, altısında farklı bitkilerden elde edilen boyalar saf olarak kullanılmış, birinde ise mürver ve yazgülü bitkilerinden ayrı ayrı hazırlanan boylar belli oranda karıştırıldıktan sonra bu karışım kullanılmıştır.

Yapılan çalışmalardan sonra varılan sonuçlar beş ana başlık altında toplanabilir.

a). Türk Kırmızısı, Mürver, Yazgülü, Kurtbağrı, Titrek kavak, Meşe ve Mahonya bitkilerinden elde edilen boylar; baskı yazı, karton, temizlik ve ambalaj kâğıtlarının renklendirilmesinde kullanılabilir.

b). Araştırma konusu bitkisel boylar kayıt yüzeylerine uygulandıktan sonra değişime uğrayarak renk kaymaları ortaya çıkmaktadır. Bunun üç ana nedeninin olduğunu düşünüyorum. Bunlardan birincisi bitkisel boyar maddeler hava ile temas ettiğinde oksijen ile reaksiyona girerek okside olmaktadır. İkincisi ise farklı amaçlar için üretilmiş olan kâğıtların, kâğıt hamurunda bulunan selüloz ve diğer kimyasalların oranları ile kâğıt yüzeylerine uygulanan işlemler farklı olmakta, buna bağlı olarak bitkisel boylar bu kimyasallarla reaksiyona girmektedir. Üçüncüsü ise saf olarak elde edilen boylarda bulunan su miktarının tam olarak standardize edilememiş olmasındır.

c). Bazı kâğıt türlerinde ilk uygulama anında kâğıt türüne bağlı olarak renk kayması olmasına karşın, boya kuruduktan sonra renk kayıplarının olmadığı, dolayısıyla bitkisel boyaların haslık ve kalıcılık değerinin yüksek olduğu görülmüştür.

d). Bitkisel boyalar, bitki çeşitliliği bakımından çok zengin olan ülkemiz için kırsal kalkınmanın önemli bir unsuru olabilir.

e). Farklı bitkilerden elde edilen bitkisel boyalar belli oranlarda karıştırılarak yeni ve daha farklı bitkisel boyalar elde edilebilir.

f). Yapılacak ayrıntılı araştırmalarla; Türk Kırmızısı, Mürver, Yazgülü, Kurtbağrı, Titrek kavak, Meşe ve Mahonya bitkilerinden insan ve çevre sağlığına zararsız bitkisel boyalar geliştirilebilir ve bu bitkisel boyalar başta eğitim ve öğretim materyali olmak üzere tüm kâğıt türlerinin boyanmasında kullanılabilir.

(Bu çalışma Tübitak ve Milli Eğitim Bakanlığı'nın ortaklaşa düzenlediği “Bu Benim Eserim” proje yarışmasında bölge finaline katılmıştır.)

Kaynaklar

- Anonim 2007. Boya Hazırlama, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Yayını, Ankara.
- Aydın, İ.S. Boya Sanayii, 2011. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi. Ankara.
- Erkan, G., Şengül, K., Kaya, S. 2010. Denim kumaşların *Rubia tinctorum* (Kökboya) ile boyanması üzerine bir araştırma. Tekstil ve Mühendis, 17 (80), 1-10.
- Genç, M., 2014. Başbakanlık Osmanlı Arşiv Belgelerinde Kökboya Ve Cehri İle İlgili Bazı Kayıtlar, Süleyman Demirel Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi, 13.
- Usta, H., 2003. Kağıt Sektörü Profil Araştırması, İstanbul Ticaret Odası Yayını. İstanbul.
- Karadağ, R. 2007. Doğal Boyamacılık, T.C.Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayını. Ankara.
- Karadağ, R. 2008. Doğal Boyama Reçeteleri, T.C.Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayını., Ankara.
- Kayabaşı N., Etikan S. 1998. Mürver (*Sambucus nigra*) Bitkisinden Elde Edilen Renkler ve Bu Renklerin Yün Halı İplikleri Üzerindeki Işık ve Sürtünme Haslıkları, Tarım Bilimleri Dergisi, 4 (3), 65-69.
- Muşmal, H. 2008. XIX. Yüzyılın Ortalarında Çumra'nın Sosyo-Ekonomik Görüntüsü (10353 Numaralı Temettuat Defterine Göre), Türkiyat Araştırmaları Dergisi, Sayı: 24.
- URL 1. <http://www.solvekimya.com>
- URL 2. http://www.hatdergisi.com/hat_kagitlar.htm
- URL 3. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Boya>
- URL 4. www.cmyklinik.com Yücel, E. 2014 Türkiye'de Yetişen Tıbbi Bitkiler Tanıma Klavuzu, Türmatsan., Eskişehir.
- Yücel, E., 2012. Ağaçlar ve Çalılar 1, Türmatsan. Eskişehir.

(Received for publication 21 September 2015; The date of publication 15 April 2016)