

REAKTİF BOYALI ÖRGÜ KUMAŞLARIN PARÇA BASKIDAKİ ISIL İŞLEM SONRASINDA RENK DEĞİŞTİRME EĞİLİMLERİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF COLOUR CHANGE TENDENCY OF REACTIVE DYED KNITTED FABRICS AFTER CURING IN SCREEN PRINTING

Yrd. Doç Dr. Arif Taner ÖZGÜNEY
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü
e-mail: arif.taner.ozguney@ege.edu.tr

Tekstil Müh. Kadir ÖZKAYA
E.Ü-T.T.V Tekstil Araştırma Merkezi, İzmir

Araş. Gör. Arzu ÖZERDEM
Ege Ü. Emel Akın Meslek Yüksek Okulu

ÖZET

Son yıllarda hazır giyim ürünlerinin görünüm özelliklerini geliştirmede yaygın olarak kullanılan tekniklerden biri de parça baskıdır. Parça baskıda, baskı karakteristiğine ve işletmelerin çalışma koşullarına bağlı olarak fiksaj işlemi 130-200°C gibi yüksek sıcaklıklarda ve birkaç dakikalık sürelerde gerçekleştirilmekte; bu çalışma koşullarında ısıya tabi tutulan baskılı kumaş parçaları ile baskısız (ısıya işleminden geçirilmeyen) kumaş parçaları arasında önemli derecede renk farklılığı oluşmaktadır.

Bu çalışmada, reaktif boyalı pamuklu örgü kumaşlarda parça baskının fiksaj koşullarında meydana gelen renk değişiminin reaktif boyarmaddeler ile ilişkisi araştırılmıştır. İlk olarak, reaktif boyarmaddelerin kromofor grubunun cinsi ile ısıya işlem sonrası kumaşlarda oluşan renk değişimi arasındaki ilişki incelenmiştir. Ardından reaktif boyarmaddelerin ısıya hassasiyetleri daha geniş olarak ele alınmıştır. Ayrıca boyama koyuluğunun ısıya işlem sonrası kumaşta meydana gelen renk değişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Kumaşlar, CIE (Commission International d'Eclairage) 1976 renk uzayı L* a* b* koordinatları kullanılarak değerlendirilmiştir.

Yapılan denemeler sonucunda, boyarmaddelerin ısıya hassasiyetlerinin, boyarmadde molekülünde renkliliği esas olarak belirleyen kromofor grubunun cinsini göz önüne alarak genelleştirilemeyeceği, her boyarmaddenin kendi molekül yapısına göre ısıya hassasiyete sahip olduğu belirlenmiştir. Açık tonda boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk değişiminin nedenlerinden birisi de ısıya işlem sonrası pamuk liflerinde oluşan sararmadır.

Anahtar Kelimeler: Parça baskı, sararma, renk değişimi, ısıya işlem, reaktif boyarmadde

ABSTRACT

In recent years, one of the widely used techniques to improve the appearance of garments is screen (garment) printing. Depending on the printing type and the workload of companies, curing of printed fabrics is achieved at high temperatures (130-200°C) in this process. At these conditions, an important colour difference may occur between fabrics which are printed and not printed.

In this study, the relationship between the colour difference which occurs during the curing of reactive dyed cotton fabric and reactive dyes were investigated in screen printing conditions. For this, firstly, the relationship between the colour change and the type of the chromophore groups of reactive dyes were investigated. Secondly, colour change tendency of reactive dyes was investigated particularly. Lastly, the effects of the dyeing depth on the colour change which occurs during curing of the fabrics were determined. The colour change of the cured samples were evaluated using CIE L* a* b* coordinates.

According to the results, it can be said that, thermal sensitivity of the reactive dyes can't be generalized considering the type of the chromophore group of the dye molecules. Each dye has a particular thermal sensitivity according to its own molecular structure. One of the reasons of the colour change which occurs in the pale shade dyed fabrics is the yellowing of the cotton fibres after curing.

Key Words: screen printing, yellowing, color difference, curing, reactive dye

Received: 06.04.2007

Accepted: 13.07.2007

1. GİRİŞ

Parça baskı uygulamadaki pratikliği, çok çeşitli efektlerin elde edilebilirliği, ürünün görünüm ve albenisini geliştirmesi ve ürüne kazandırdığı katma değer ile kullanımı her geçen gün artmakta olan

bir baskı tekniğidir. Parça baskı daha çok günlük kullanım için üretilen üst giyim ürünlerine uygulanmaktadır. Bu ürünlerde, daha esnek yapıda ve giyim konforu açısından daha üstün özellikte olan örgü kumaşlar tercih edilmektedir (1).

Parça baskıda fiksaj işlemi, yüksek sıcaklıklara ısıtılmış kuru hava ile birkaç dakikalık sürelerde yapılmaktadır. Fiksaj sıcaklığı baskı karakterine göre genel olarak 130-200°C, süresi ise 1-6 dak. arasında değişebilmektedir (1, 2). Yük-

sek kalıp, sim, flok baskılar gibi kalın bir boya tabakasının kumaşa aktarımının söz konusu olduğu baskılarda veya sim, yıldız, metal baskılar gibi ısıyı reflekte eden baskıların uygulamalarında normalden daha yüksek sıcaklık seviyelerine çıkılmakta ve/veya uzun işlem sürelerine ihtiyaç duyulmaktadır (3, 4). Bunların yanında, gramajı yüksek kumaşlara yapılan fiksaj işlemlerinde de, kumaşın absorbe ettiği nemin daha fazla miktarda olması ve boya fiksajının başlayabilmesi için kumaş sıcaklığının da artması gerektiğinden, sıcaklık yükseltilmekte ve/veya süre uzatılmaktadır (5). Özellikle beyaz ve açık tonda boyanmış kumaşlar üzerine yapılan parça baskı uygulamalarında, liflerde meydana gelen sararmaya bağlı olarak kumaşta gözle görülür bir renk değişimi

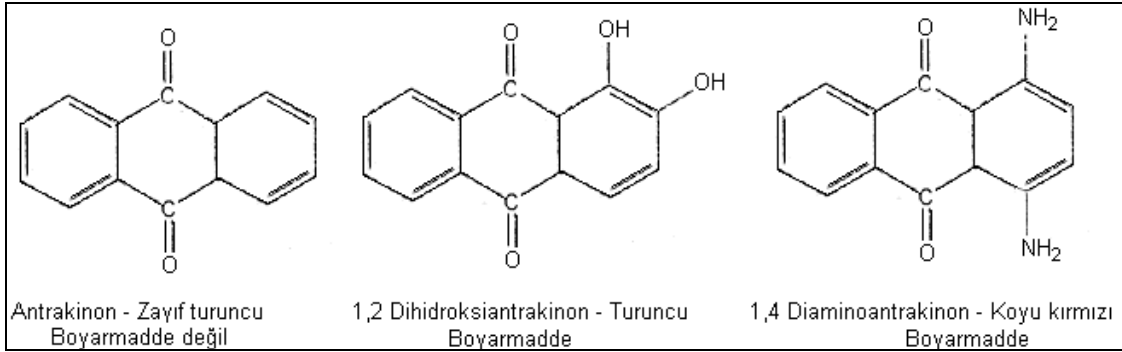
oluşmakta, bunun sonucu olarak da konfeksiyon işlemleriyle bir araya getirilen baskı yapılmış (ısı işleme tabii tutulmuş) ve baskısız (ısı işlemden geçirilmemiş) kumaş parçaları arasında rahatsız edici renk farklılıkları gözlenebilmektedir (1).

Bilindiği üzere boyarmaddelerde renkliliği yaratan gruplar kromofor, oksokrom ve polarize olabilen gruplardır. Kromofor gruplar genel olarak elektron alan (nükleofil), oksokrom gruplar ise yapısında ortaklaşmamış elektron çiftleri bulunduğundan elektron veren gruplardır. Boyarmaddede renklilikten asıl sorumlu yapılar kromofor gruplardır. Oksokrom gruplar ise renk oluşumunda kromoforların tamamlayıcıları olup aynı zamanda sudaki çözü-

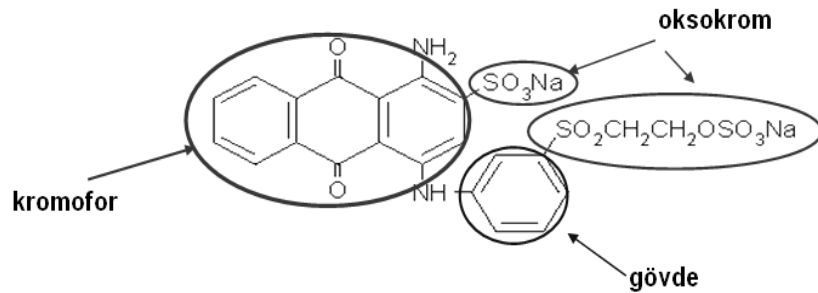
nürlükten ve boyarmaddenin reaktivitesinden de sorumludur. Oksokrom grupların renk üzerine etkisi bunların cinsine, sayısına ve moleküldeki yerine bağlıdır (6).

Boyarmaddeler, polarize olabilen gruplar sayesinde elektronların sabit olmayıp sınır formüller arasında yer değiştirmesiyle mezomeri oluşturabilen sistemlerdir. Şekil 2'de C.I Reactive Blue 19 boyarmaddesi üzerinde kromofor, oksokrom ve polarize olabilen gövde grubu görülebilmektedir.

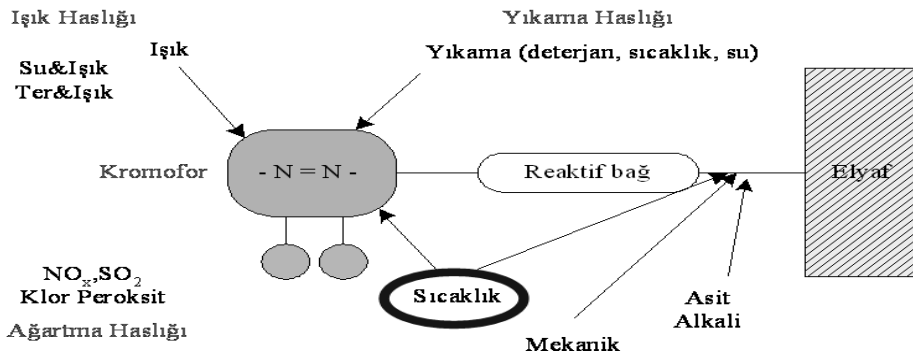
Sıcaklığın da aralarında bulunduğu bir grup faktör, kromofor gruplar ile renklilikte kromoforların tamamlayıcısı oksokrom gruplar üzerinde etkili olabilmektedir (Şekil 3).



Şekil 1: Oksokrom grubun boyarmaddenin renkliliğindeki etkisi (7)



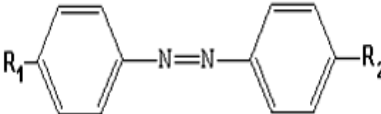
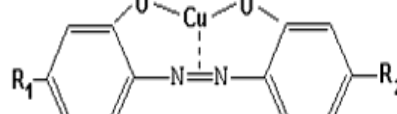
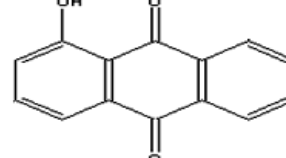
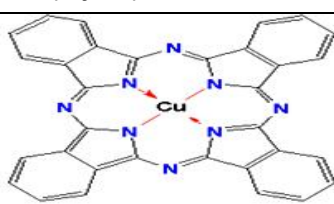
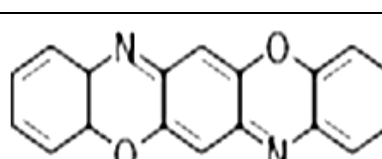
Şekil 2: C.I Reactive Blue 19 boyarmaddesi



Şekil 3: Reaktif boyamaların haslıklarının bağlı olduğu faktörler (8)

Bir reaktif boyarmadde, 6 farklı kromofor gruptan herhangi birine sahip olmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Reaktif boyarmaddelerin kromofor gruplarının kimyasal yapıları ve bazı karakteristik özellikleri (9)

| Kromofor Grup | | |
|--|--|--|
| <p>AZO, DIAZO</p>  <p>Sarı, oranj, kırmızı, lacivert renkler Işık ve ağartma haslıları kimyasal formuna bağlıdır.</p> | <p>METAL- AZO KOMPLEKS</p>  <p>Kahve, rubin, violet, bordo, oliv, siyah (açık tonda) renkler Yüksek ışık haslığı Ter haslığı bazı durumlarda kritik</p> | <p>ANTRAKİNON</p>  <p>Açık lacivert, parlak mavi renkler Yüksek ışık haslığı Yüksek ağartma haslığı Çok iyi yıkama haslığı</p> |
| <p>Cu(veya Ni) - FİTALOSİYANİN</p>  <p>Turkuaz ve parlak yeşil tonları Yüksek ışık haslığı Sınırlı yıkama haslıkları</p> | <p>TRİFENDİOKSAZİN</p>  <p>Açık lacivert, çok parlak mavi Yüksek ışık haslığı Bazı durumlarda yıkama haslığı sınırlı</p> | <p>Cu – FORMAZİNE</p> <p>Kombinasyon mavisini Yüksek ışık haslığı İyi ağartma haslığı Çok iyi yıkama haslığı</p> |

Tablo 2. Kromofor grubuna göre sınıflandırılan boyarmaddeler

| | Ticari İsim | Color Index İsmi | Kromofor Grup | Reaktif Grup |
|----|---------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|
| 1 | Remazol Yellow GR | Reactive Yellow 15 | Monoazo | VS ^a |
| 2 | Setazol Yellow 3RS | Reactive Yellow 145 | Monoazo | VS/MCT ^b |
| 3 | Remazol Black B | Reactive Black 5 | Diazo | VS/VS |
| 4 | Levafix Brill. Blue E-FFN | Reactive Blue 181 | Antrakinin | MFT ^c |
| 5 | Levafix Brill. Blue E-B | Reactive Blue 29 | Antrakinin | DCC ^d |
| 6 | Levafix Brill. Blue E-BRA | Reactive Blue 114 | Antrakinin | FCP ^e |
| 7 | Remazol Brill. Green 6B | Reactive Blue 38 | Fitalosiyenin | VS |
| 8 | Procion Turq. H-A | Reactive Blue 71 | Fitalosiyenin | ? |
| 9 | Remazol Turq. Blue G | Reactive Blue 21 | Fitalosiyenin | VS |
| 10 | Remazol Blue RR | ? | Azo-Metal Kompleks (%2 Cu) | VS/VS |
| 11 | Remazol Brill. Violet 5R | Reactive Violet 5 | Azo-Metal Kompleks (%3,7 Cu) | VS |
| 12 | Remazol Red 3B | Reactive Red 3B | Azo-Metal Kompleks (%1,6 Cu) | VS |

(a:Vinilsülfon, b:Monoklorotriazin, c:Monoflorotriazin, d:Diklorokinoksalin, e:Florklorprimidin)

Bu çalışmada, reaktif boyarmaddelerle boyanmış pamuklu örgü kumaşlara yapılan parça baskıda, yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilen fiksaj işlemi sonrasında zemin renginde sararma veya rengin nüansında kayma olarak beliren renk değişiminin boyamada kullanılan boyarmadde ve boyama koyuluğu ile ilişkisi incelenmiştir. İlk olarak 4 farklı kromofor gruptan 3'er boyarmadde seçimi yapılmış, bu boyarmaddelerle boyanan kumaşlar ısıtılarak, boyarmaddeler için renklilikten asıl sorumlu yapılar olan kromofor

gruplarının cinsine göre boyarmaddelerin ısıtılma hassasiyetlerinin sistematize edilebilirliği araştırılmıştır. Ardından bazı firmaların (Ciba, DyStar, Everlight, Sumitomo) pazarda yaygın olarak kullanılan reaktif boyarmaddeleri tek tek ele alınarak, geniş bir yelpazede boyarmaddelerin ısıtılma hassasiyetleri değerlendirmeye alınmış, makalede bir boyarmadde grubuna ait sonuçlar verilmiştir. Son olarak da boyama koyuluğunun ısıtılma işlemi sonrası kumaşlarda oluşan renk değişimi ile ilişkisi incelenmiştir.

2. MATERYAL

Denemelerde 169g/m² ağırlığında bazik işlem görmüş ve ağartılmış %100 pamuklu 30/1 süprem örgü kumaş kullanılmıştır. Kumaşın beyazlık derecesi (Stensby) 74,38, sarılık indeksi (ASTM D 1925) ise 8,54'tür. Boyama işlemlerinde Dystar ve Setaş firmalarından edinilen reaktif boyarmaddeler kullanılmıştır. Kromofor gruplarına göre sınıflandırılan boyarmaddelerin Color Index isimleri Tablo 2'de görülmektedir. Bütün denemelerde yıkama ve boyama işlemlerinde 0-1 Al-

man sertliğinde (dH) yumuşak su kullanılmıştır. Boyama ve yıkama işlemleri Termal marka laboratuvar tipi boyama cihazında, kumaşların ısı işlemleri W. Mathis AG marka kurutucuda yapılmıştır. Renk ölçümleri ise Minolta CM 3600d spektrofotometrede gerçekleştirilmiştir.

3. METOD

- Boyama ve yıkama işlemleri boyarmadde üreticisi firma tarafından kataloglarda belirtilen reçete ve çalışma koşullarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.
- Kromofor gruplarının çeşidine göre sınıflandırılmış boyarmaddelerle yapılan denemelerde %1 koyulukta boyanan kumaşlar 180°C'de 8 dak. ısı işleme tabi tutulmuştur.
- Dystar firmasına ait reaktif boyarmaddelerin incelendiği denemelerde ise %1 koyulukta boyanan kumaşlar önce 180°C'de 4 dak ısı işleme tabi tutulmuş, bu koşullarda ΔE^* değeri 1'den büyük olan kumaşlar süre sabit tutulup daha düşük sıcaklıklarda (130-140-150-160-170°C) ısı işleme alınarak renk değişiminin kabul edilebilir sınırlar dahilinde olduğu koşullar tespit edilmiştir.
- Boyama koyuluğunun ısı işleme sonrası kumaşta oluşan renk değişimine etkilerini görmek amacıyla yapılan denemelerde ise renk değişimi gösterdiği (*Remazol Yellow GR*) ve göstermediği (*Remazol Black RL*) tespit edilen boyarmaddeler kullanılarak 8 farklı koyulukta (%0.05-0.10-0.30-0.50-0.70-1-3-5) boyamalar yapılmış, elde edilen kumaşlar yine 180°C'de 4 dak. ısı işleme tabi tutulmuştur.
- ısı işleme tabi tutulan numunelerde oluşan renk değişimini değerlendirmede CIE (Commission International d'Eclairage) 1976 renk uzayı $L^* a^* b^*$ koordinatları kullanılmıştır. Kumaşta ısı işlemin ardından oluşan toplam renk farklılığının (ΔE^*) belirlenmesinde aşağıdaki formülден yararlanılmıştır.

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

Renk ölçümü değerleri, maksimum absorpsiyon dalga boyunda elde edilen değerlerdir.

- Bütün denemeler iki tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Reaktif Boyarmaddelerin Isı İşlem Sonrası Renk Değişirme Eğilimlerinin İncelenmesi

4.1.1 Kromofor Grubunun Cinsine Göre Sınıflandırılmış Boyarmaddelerle Yapılan Denemelere İlişkin Sonuçlar

Yapılan denemeler sonucunda, aynı kromofor gruba sahip boyarmaddelerle boyanmış kumaşlarda ısı işleme sonrası meydana gelen renk değişiminin birbirinden çok farklı olabildiği tespit edilmiştir (Şekil 4).

Örneğin Antrakinin kromoforuna sahip Levafix Brilliant Blue E-FFN, Levafix Brilliant Blue E-B ve Levafix Brilliant Blue E-BRA boyarmaddeleri ile boyanmış kumaşların ısı işleme sonrası renk ölçümleri yapıldığında, ΔE^* değerleri sırasıyla: 5.50, 1.90 ve 0.71 olarak ölçülmüştür. Benzer durumlar Azo, Fitalosiyanın ve Azo-Metal Kompleks kromoforuna sahip boyarmadde gruplarında da görülmektedir. Bu nedenle boyarmaddeler arasında kromofor grup farklılığına göre yapılan bir sınıflandırmanın ısı işleme sonrası gerçekleşen renk değişimini sistematize etmede yeterli olmadığı görülmektedir.

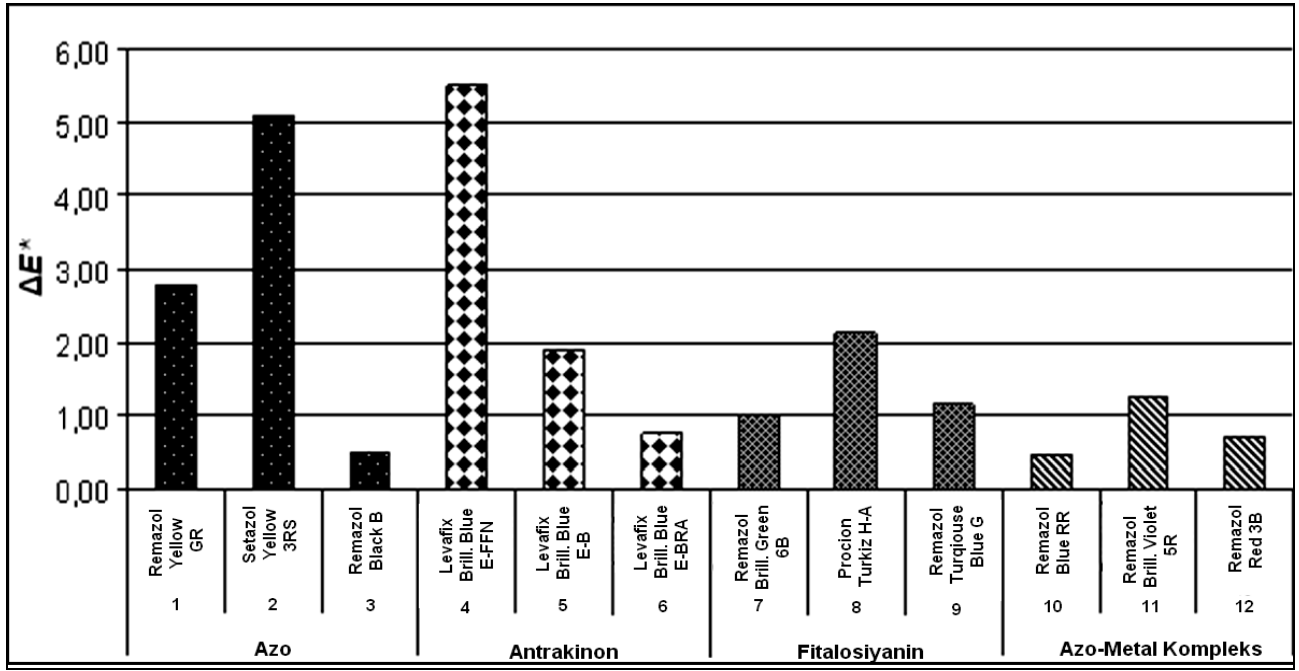
Boyarmadde molekülünde meydana gelen bozunmanın sadece kromofor grup değil, molekül üzerindeki herhangi bir grup veya grupların bozunmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Önceki bölümlerde de belirtildiği gibi oksokrom grupların cinsi, sayısı ve molekül üzerindeki yerleşimi, boyarmaddenin renkliliği üzerinde son derecede etkilidir. ısı işleme ile oksokrom ve/veya kromofor gruplarda meydana gelebilecek bir değişim boyarmaddedeki mezomeri sistemi ve dolayısıyla renkliliği büyük ölçüde etkileyecek ve oluşan renk değişimine kaynaklık edebilecektir. Bu bilgiler ışığında

boyarmaddelerin neden olduğu renk değişiminin her boyarmaddenin kendi molekül yapısına öznel olduğu söylenebilmektedir.

Bu denli ağır koşullarda ısı işleme yapıldığında pamuk liflerinde, lif degradasyonu ve yeni kromofor grupların oluşumuna bağlı olarak sararma meydana gelmesi de kaçınılmaz olmaktadır (10-19). Bu durumda boyanmış kumaşta ısı işleme sonrasında meydana gelen renk değişiminin, liflerde meydana gelen sararmadan mı yoksa boyarmaddeden mi ileri geldiği sorusu akla gelmektedir.

Tablo 3, iki ayrı boyarmadde ile %1 koyulukta boyanıp 180°C'de 4 dak. ısı işleme tabi tutulan kumaşlarda, Tablo 4 ise aynı koşulda ısı işleme tabi tutulan ağartılmış kumaşta $L^* a^* b^*$ koordinatlarındaki değişimleri göstermektedir.

Buna göre Evercion Yellow HE-4R boyarmaddesi ile boyanan kumaşta ısı işleme sonrası $\Delta E^*=3,42$ olurken, ΔE^* değeri büyük oranda Δb^* değerinden, yani b eksenindeki değişimden tetiklenmektedir. b^* ekseninde (sarı-mavi renk eksen) mavi yönünde ve 3,38 büyüklüğünde bir değişim söz konusudur. Dolayısıyla ısı işleme tabi tutulan kumaşta mavi renge doğru bir kayma meydana gelmiş durumdadır. Aynı şekilde ağartılmış kumaş incelendiğinde, ısı işleme sonrası $\Delta E^*=3,37$ olduğu ve bunun büyük oranda b^* eksenindeki sarı yönde meydana gelen değişimden ($\Delta b^*=+3,19$) tetiklendiği görülmektedir. Başka bir deyişle ağartılmış kumaştaki renk değişimi sararma şeklindedir. Ağartılmış liflerde ısı işleme etkisiyle sararma meydana gelir iken %1 koyulukta Evercion Yellow HE-4R ile boyanmış kumaşta, b^* eksenine göre tam tersi yönde bir renk değişimi meydana gelmesi, boyalı kumaştaki renk değişiminin pamuk liflerinde meydana gelen sararmadan değil boyarmaddeden kaynaklandığını göstermektedir. Dolayısıyla aynı koyulukta Levafix Brilliant Blue E-FFN boyarmaddesi ile boyanan kumaşta ısı işleme sonrası gözlenen renk değişimi (sararma) lif sararması değil boyarmadde kaynaklı olarak meydana gelmektedir.



Şekil 4. Kromofor grubun cinsine göre sınıflandırılmış boyarmaddelerle yapılan denemelerde 180°C'de 8 dak. ısıtım işlem sonrası oluşan ΔE^* değerleri (Referans: ısıtım işlem görmemiş numune)

Tablo 3. ısıtım işlem sonrası renk değişimi gösteren iki ayrı boyarmadde ile yapılan denemelerden sonra renk ölçümü sonucu elde edilen değerler (Referans: ısıtım işlem görmemiş numune)

| Boyarmadde | Isıl İşlem | λ (nm) | R | K/S | L^* | Δa^* | Δb^* | ΔL^* | ΔE^* | Sarılık (ASTM D1925) |
|------------------------------|------------|----------------|-------|------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|
| Levafix Brilliant Blue E-FFN | İşlemsiz | 640 | 12,03 | 3,21 | 56,78 | -1,77 | 4,00 | -0,50 | 4,40 | -149,33 |
| | 180°C/4' | 640 | 12,24 | 3,15 | 56,27 | | | | | -133,36 |
| Evercion Yellow HE-4R | İşlemsiz | 440 | 7,72 | 5,52 | 74,89 | -0,16 | -3,38 | -0,55 | 3,42 | 124,64 |
| | 180°C/4' | 420 | 8,24 | 5,11 | 74,34 | | | | | 122,34 |

Tablo 4. Bazı işlem ve ağartma görmüş kumaşın, ısıtım işlem sonrası renk ölçümü ile elde edilen değerler (Referans: ısıtım işlem görmemiş numune)

| Ağartılmış kumaş | Isıl İşlem | L | Δa^* | Δb^* | ΔL^* | ΔE^* | Beyazlık (Stensby) | Sarılık (ASTM D 1925) |
|------------------|------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|-----------------------|
| | İşlemsiz | 94,13 | 0,05 | 3,19 | -1,08 | 3,37 | 74,38 | 8,54 |
| | 180°C/4' | 93,06 | | | | | 64,60 | 14,22 |

4.1.2. Levafix Boyarmaddeleri ile Yapılan Denemelere İlişkin Sonuçlar

Reaktif boyarmaddelerin ısıtım işlem hassasiyetlerini kromofor gruplarının cinsine göre yapılan bir sınıflandırma ile genelleştirmek mümkün olmamıştır. Ancak Şekil 4'de de görüldüğü gibi bazı boyarmaddelerde son derece yüksek, bazılarında ise kabul edilebilir seviyelerde renk değişimi meydana gelmesi, boyarmaddeleri daha geniş çerçevede değerlendirme ihtiyacı

yaratmıştır. Bu noktada bazı firmaların (Ciba, DyStar, Sumitomo ve Everlight) piyasada kullanımı yaygın olan reaktif boyarmaddeleri tek tek ele alınarak incelenmiştir. Aşağıda sadece Dystar firmasına ait Levafix ticari markası altındaki boya gamına ilişkin sonuçlar verilmektedir. Tablo 5'te görüldüğü üzere boyarmaddelerin ısıtım işlem sonrası renk değiştirme eğilimleri birbirinden oldukça farklıdır. 180°C'de 4 dak. ısıtım işlem sonrası $\Delta E^* < 1$ olan boyarmadde, parça baskı işlemi için

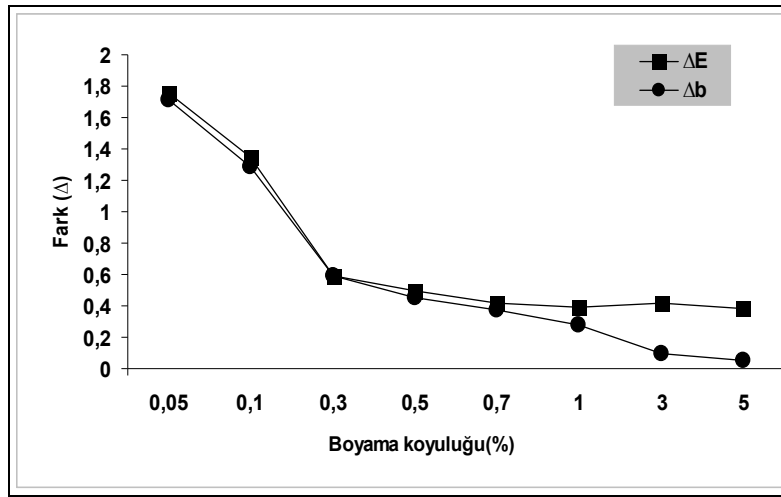
güvenilir bir boyarmadde olarak kabul edilmektedir. Bu koşulda renk değişimi gösteren boyarmaddeler ise Tablo 6'da görüldüğü gibi ancak $\Delta E^* < 1$ durumunu sağlayan sıcaklık değerlerinde ısıtım işleme tabi tutulacak kumaşların boyanmasında tercih edilmelidir. Bu nedenle boyanacak kumaşın parça baskı işlemine tabi tutulacağını ve boyamada kullanılacak boyarmaddelerin ısıtım işlem hassasiyetinin önceden bilinmesi, uygun boyarmadde seçiminde önem arz etmektedir.

Tablo 5. Levafix boyarmaddeleriyle %1 koyulukta boyanan kumaşların 180°C'de 4 dak. ısıtım işlem ardından renk ölçümü sonucunda elde edilen değerler

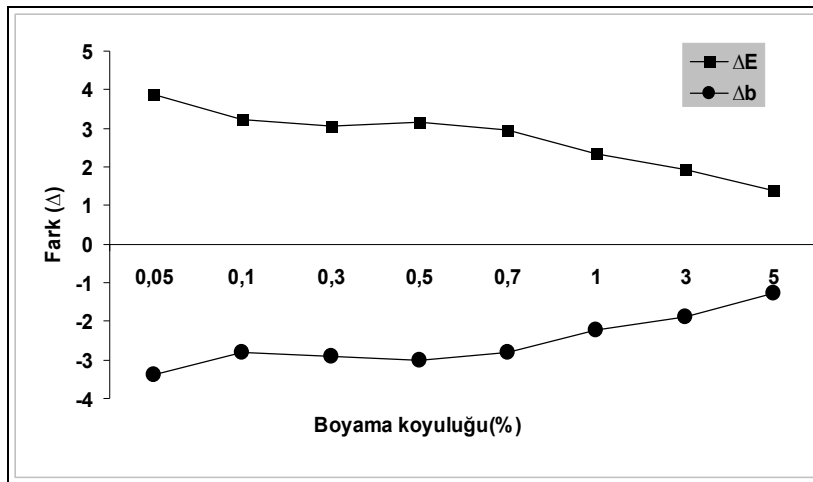
| Boyarmadde | Isıl İşlem | λ (nm) | R | K/S | L* | Δa^* | Δb^* | ΔL^* | ΔE^* | Sarılık (ASTM D 1925) |
|------------------------------|------------|----------------|-------|-------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|
| Levafix Yellow CA | İşlemsiz | 420 | 6,11 | 7,21 | 74,39 | -0,72 | -3,37 | -0,81 | 3,54 | 130,30 |
| | 180°C/4' | 420 | 6,38 | 6,87 | 73,58 | | | | | 127,92 |
| Levafix Yellow E-3RL | İşlemsiz | 420 | 6,73 | 6,46 | 74,03 | -0,22 | -1,12 | -0,55 | 1,27 | 124,75 |
| | 180°C/4' | 420 | 6,82 | 6,37 | 73,49 | | | | | 124,12 |
| Levafix Brilliant Gelb CA | İşlemsiz | 420 | 6,38 | 6,88 | 87,76 | 0,17 | -0,63 | -0,32 | 0,72 | 96,43 |
| | 180°C/4' | 420 | 6,41 | 6,83 | 87,44 | | | | | 96,30 |
| Levafix Orange CA | İşlemsiz | 500 | 5,33 | 8,42 | 63,77 | 0,02 | -0,54 | -0,29 | 0,61 | 154,03 |
| | 180°C/4' | 500 | 5,33 | 8,42 | 63,49 | | | | | 153,96 |
| Levafix Amber CA | İşlemsiz | 440 | 5,75 | 7,73 | 68,06 | -0,37 | -1,62 | -0,38 | 1,71 | 138,09 |
| | 180°C/4' | 440 | 5,96 | 7,43 | 67,68 | | | | | 136,81 |
| Levafix Scarlet E-2GA | İşlemsiz | 510 | 4,18 | 11,00 | 52,77 | -0,78 | -1,17 | -0,36 | 1,46 | 164,13 |
| | 180°C/4' | 510 | 4,31 | 10,64 | 52,40 | | | | | 161,79 |
| Levafix Scarlet CA | İşlemsiz | 510 | 6,18 | 7,13 | 56,48 | -0,19 | -0,54 | -0,14 | 0,59 | 147,25 |
| | 180°C/4' | 510 | 6,22 | 7,07 | 56,34 | | | | | 146,30 |
| Levafix Red CA | İşlemsiz | 540 | 4,89 | 9,25 | 47,60 | -0,54 | -0,05 | -0,21 | 0,58 | 106,96 |
| | 180°C/4' | 540 | 4,88 | 9,27 | 47,39 | | | | | 106,15 |
| Levafix Fast Red CA | İşlemsiz | 540 | 10,17 | 3,97 | 51,47 | -1,16 | -0,08 | -0,15 | 1,17 | 44,90 |
| | 180°C/4' | 540 | 10,30 | 3,90 | 51,32 | | | | | 42,80 |
| Levafix Brilliant Red E-BA | İşlemsiz | 550 | 6,46 | 6,78 | 53,24 | -0,81 | -0,23 | -0,17 | 0,86 | 103,71 |
| | 180°C/4' | 550 | 6,57 | 6,64 | 53,08 | | | | | 101,96 |
| Levafix Brilliant Red E-4BA | İşlemsiz | 550 | 6,04 | 7,32 | 50,09 | -1,10 | -0,62 | -0,08 | 1,26 | 87,15 |
| | 180°C/4' | 550 | 6,26 | 7,02 | 50,01 | | | | | 83,27 |
| Levafix Brilliant Red E-6BA | İşlemsiz | 560 | 6,70 | 6,50 | 48,75 | -0,81 | -0,26 | -0,17 | 0,87 | 54,51 |
| | 180°C/4' | 560 | 6,81 | 6,38 | 48,58 | | | | | 52,25 |
| Levafix Brilliant Red E-RN | İşlemsiz | 560 | 5,50 | 8,11 | 46,92 | -1,27 | -0,84 | -0,16 | 1,54 | 72,42 |
| | 180°C/4' | 560 | 5,68 | 7,83 | 46,76 | | | | | 67,05 |
| Levafix Rubın CA | İşlemsiz | 540 | 5,27 | 8,51 | 43,16 | -0,07 | -0,17 | 0,20 | 0,27 | 54,12 |
| | 180°C/4' | 540 | 5,36 | 8,36 | 43,36 | | | | | 53,14 |
| Levafix Brilliant Blue E-FFN | İşlemsiz | 640 | 12,03 | 3,21 | 56,78 | -1,77 | 4,00 | -0,50 | 4,40 | -149,33 |
| | 180°C/4' | 640 | 12,24 | 3,15 | 56,27 | | | | | -133,36 |
| Levafix Brilliant Blue E-BRA | İşlemsiz | 630 | 10,55 | 3,79 | 51,80 | 0,06 | 0,24 | -0,28 | 0,37 | -136,50 |
| | 180°C/4' | 630 | 11,98 | 3,24 | 51,63 | | | | | -135,94 |
| Levafix Brilliant Blue E-B | İşlemsiz | 610 | 13,34 | 2,81 | 55,70 | -0,24 | 1,02 | -0,36 | 1,11 | -119,67 |
| | 180°C/4' | 610 | 13,24 | 2,84 | 55,34 | | | | | -116,09 |
| Levafix Blue CA | İşlemsiz | 630 | 6,95 | 6,23 | 43,44 | -0,60 | 0,98 | 0,48 | 1,25 | -130,47 |
| | 180°C/4' | 630 | 7,21 | 5,97 | 43,92 | | | | | -124,51 |
| Levafix Navy Blue E-BNA | İşlemsiz | 620 | 3,31 | 14,12 | 32,33 | 0,04 | 0,49 | 0,37 | 0,62 | -118,61 |
| | 180°C/4' | 620 | 3,44 | 13,57 | 32,37 | | | | | -115,19 |
| Levafix Navy CA | İşlemsiz | 620 | 2,88 | 16,41 | 29,73 | 0,78 | 0,12 | 0,43 | 0,90 | -125,86 |
| | 180°C/4' | 620 | 3,17 | 14,81 | 30,51 | | | | | -120,10 |
| Levafix Olive CA | İşlemsiz | 590 | 17,39 | 1,96 | 49,26 | -0,36 | 0,08 | -0,17 | 0,41 | 32,70 |
| | 180°C/4' | 590 | 17,20 | 1,99 | 49,10 | | | | | 32,52 |

Tablo 6. Levafix boyarmaddelerinden 180°C'de 4 dak. ısıtım işlem sonrası renk değişimi gösteren boyarmaddelerin, renk değişimi göstermediği ($\Delta E^* < 1$) ısıtım işlem koşulları (Referans: Isıtım işlem görmemiş numune)

| Boyarmadde | Sıcaklık/Süre | | | | | |
|------------------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 130°C/4' | 140°C/4' | 150°C/4' | 160°C/4' | 170°C/4' | 180°C/4' |
| Levafix Yellow CA | | 0,42 | 1,14 | 2,03 | 3,54 | |
| Levafix Yellow E-3RL | | | | 0,44 | 1,27 | |
| Levafix Amber CA | | | 0,65 | 1,22 | 1,71 | |
| Levafix Scarlet E-2GA | | 0,93 | 1,10 | 1,20 | 1,46 | |
| Levafix Fast Red CA | | | 0,72 | 1,08 | 1,17 | |
| Levafix Brilliant Red E-4BA | | | | 0,76 | 1,26 | |
| Levafix Brilliant Red E-RN | | | 0,94 | 1,09 | 1,54 | |
| Levafix Brilliant Blue E-FFN | | 0,50 | 1,33 | 1,79 | 2,71 | 4,40 |
| Levafix Brilliant Blue E-B | | | | 0,88 | 1,25 | |



Şekil 5. Remazol Black RL boyarmaddesi ile farklı koyuluklarda boyanmış kumaşların 180°C'de 4 dak. ısıtım işlemlerinin ardından b^* değerlerindeki değişim ve ΔE^* değerleri (Referans: Isıtım işlem görmemiş numune)



Şekil 6. Remazol Yellow GR boyarmaddesi ile farklı koyuluklarda boyanmış kumaşların 180°C'de 4 dak. ısıtım işlemlerinin ardından b^* değerlerindeki değişim ve ΔE^* değerleri (Referans: Isıtım işlem görmemiş numune)

Remazol Black RL boyarmaddesi, bir önceki çalışmada adımında renk değiştirmedeği tespit edilen bir boyarmadde. Bu boyarmadde ile yapılan denemelerde, boyama koyuluğu %0,3 olduğunda dahi 180°C'de 4 dak. koşulunda yapılan bir ısıtım işleminden sonra kumaşta meydana gelen renk değişiminin 1 sınır değerinin altında kaldığı ($\Delta E^* = 0,50$), boyama koyuluğu arttıkça ΔE^* değerinin düştüğü görülmüştür (Şekil 6). Boyama koyuluğu %0,1 olduğunda ise ısıtım işlem sonrası ΔE^* değeri 1 sınır değerinin üstüne çıkmış ve bu farklılık büyük ölçüde b^* ekseninde sarı yönde meydana gelen değişimden kaynaklanmıştır ($\Delta E^* = 1,35$; $\Delta b^* = +1,29$). %0,1 koyuluktaki kumaşta ısıtım işlem sonrası görülen önemli seviyedeki renk değişiminin nedeninin lif sararması kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Yüksek sıcaklıkta ısıtım işlem sonrası liflerde meydana gelen sararma, açık tonda boyama yapılmış olması nedeniyle kendisini göstermeye başlamıştır. Boyama koyuluğunun %0,05 olduğu denemede, boyama neticesinde zemin örtücülüğünün daha düşük olması nedeniyle ısıtım işlem sonrası ortaya çıkan renk farklılığı daha yüksek değerde olmuş ve yine sararma şeklinde ortaya çıkmıştır ($\Delta E^* = 1,76$; $\Delta b^* = +1,71$). Dolaşısıyla, boyarmaddenin yüksek sıcaklıkta ısıtım işlemi karşı dayanımının yüksek olduğu bilirse de açık ton boyama nedeniyle pamuk liflerinin yüzeyinin tam olarak örtülemediği ve ısıtım işlem sonrası lif sararması nedeniyle kumaşta renk değişimi meydana gelebileceği ihtimalinin göz önünde bulundurulması ve açık tonda boyanmış kumaşlarda dikkatli olunması gerekmektedir.

Isıtım işlem hassasiyetinin yüksek olduğu bilinen Remazol Yellow GR boyarmaddesi ile yapılan denemelerde genel olarak boyama koyuluğu arttıkça ısıtım işlem sonrası ku-

maşta oluşan renk değişiminin azaldığı; ancak gerek açık gerekse koyu tonlarda ΔE^* 'nin 1'den büyük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 7). b^* değerlerindeki değişim incelendiğinde renk değişiminin lif sararması değil boyarmaddeden kaynaklandığı görülebilmektedir. Zira ΔE^* değeri yine büyük ölçüde b^* eksenindeki değişimden kaynaklanmış, ancak değişim sarı değil mavi (-) yönde gerçekleşmiştir.

4.2. Boyama Koyuluğunun Isıl İşlem Sonrası Oluşan Renk Değişimine Etkisinin İncelenmesi

Boyama koyuluğunun ısıl işlem sonrası oluşan renk değişimine etkisini incelemek amacıyla yapılan deneylere ilişkin sonuçlar Şekil 6 ve Şekil 7'de görülmektedir.

5. SONUÇ

Parça baskı işlemine tabi tutulacak bir kumaş terbiyesi söz konusu olduğunda, boyamada kullanılacak boyarmaddenin seçimi mutlak suretle boyarmaddenin ısıl işlem hassasiyeti göz önüne alınarak yapılmak durumundadır. Yukarıda da görüldüğü üzere, boyarmaddelerin renk değiştirme eğilimleri birbirinden oldukça farklı olmaktadır. Parça baskıda uygulanacak ısıl işlem koşullarının boyahane tarafından bilinmesi, güvenle kullanılacak boyarmadde seçisini sayıca genişletebilmektedir. Ayrıca, açık tonda boyanmış kumaşlarda, boyamada ısıl işleme dayanımının yüksek olduğu bilinen boyarmaddeler kullanılmış olsa dahi, pamuk liflerinin sararması ve boyamanın tam bir yüzey örtücülüğü yaratmaması sonucunda

ısıl işlem sonrası kumaşta sararma şeklinde renk değişimi meydana gelebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu noktada, parça baskıya kumaş tedarik eden boyahane ile baskı işlemi arasında baskının ısıl işlem koşullarına dair kurulacak bir iletişim köprüsü, tatsız sürprizlerin yaşanmasının daha başından önüne geçmeyi sağlayabilecektir.

KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Özgüney A.T., Özerdem A., Özkaya K., Ön Terbiye İşlemlerinin Parça Baskı Prosesi Sırasında Meydana Gelen Sararma Üzerine Etkileri, *Tekstil ve Konfeksiyon*, Ocak-Mart, 2007, 45-51.
2. Gözüküçük M., Baskı Teknikleri, Yaşanan Problemler ve Son Ar-Ge Çalışmaları, Ege İhracatçı Birlikleri, 20 Haziran 2006.
3. <http://screenprinters.net/articles.php?art=59>
4. <http://screenprinters.net/articles.php?art=64>
5. <http://screenprinters.net/articles.php?art=122>
6. Duran K., Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma, *Ege Üni. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayınları*, 2004, Bornova, İzmir.
7. Öktem T., Boyarmadde Kimyası Ders Notları, 2004.
8. Yurdakul A., Öktem T., Kumbasar P., Atav R., Korkmaz A., Arabacı A., Boyama İşleminin Sonra Kullanılan Tekstil Kimyasallarının ve Diğer Terbiye İşlemlerinin Haslık Özellikleri Üzerine Etkileri, *Proje No: Tubitak TAM 2002-02*, Kasım, 2003.
9. DyStar Çeşme Semineri, 2002.
10. Rosenau T., Potthast A., Milacher W., Hofinger A., Kosma P., Isolation and Identification of Residual Chromophores in Cellulosic Materials, *Polymer*, 45, 2004, 6437-43.

11. Piantanida G., Bicchieri M., Coluza C., Atomic Force Microscopy Characterization of the Ageing of Pure Cellulose Paper, *Polymer*, 46, 2005, 12313-21.
12. Urreaga J.M., Orden M.U., Chemical Interactions and Yellowing in Chitosan-Treated Cellulose, *European Polymer Journal*, Article in press, 2006.
13. Yatağai M., Dyeability of Artificially Aged Cotton Fabrics, *Textile Research Journal*, 66 (1), 1996, 11-16.
14. Yatağai M., Zeronian Sh., Effect of Ultraviolet-Light and Heat on the Properties of Cotton, *Cellulose* 1 (3), 1994, 205-14.
15. Potthast A., Rosenau T., Sartori J., Sixta H., Kosma P., Hydrolytic Processes and Condensation Reactions in the Cellulose Solvent System N,N-dimethylacetamide/lithium chloride. Part 2: degradation of cellulose, *Polymer*, 44, 2003, 7-17.
16. Orden M.U., Urreaga J.M., Photooxidation of Cellulose Treated with Amino Compounds, *Polymer Degradation and Stability*, 91, 2006, 2053-60.
17. Burgess H. D., Relationships Between Colour Production in Cellulose and the Chemical Changes Brought about by Bleaching, *Book and Paper Specialty Group, AIC Annual Meeting*, Milwaukee, May 27 - 30, 1982.
18. Dadashian F., Yaghoobi Z., Wilding M.A., Thermal Behaviour of Lyocell Fibres, *Polymer Testing*, 24, 2005, 969-77.
19. Fromageot D., Pichon N., Peyron O., Lemaire J., Thermal Yellowing Sensitised by Pre-Photo-Oxidation of Non-Deacidified Paper, *Polymer Degradation and Stability*, 91, 2006, 347-57.

Bu araştırma, Bilim Kurulumuz tarafından incelendikten sonra, oylama ile saptanan iki hakemin görüşüne sunulmuştur. Her iki hakem yaptıkları incelemeler sonucunda araştırmanın bilimselliği ve sunumu olarak "Hakem Onaylı Araştırma" vasfıyla yayımlanabileceğine karar vermişlerdir.