

POLİESTER ESASLI ÖRME KUMAŞLARIN REDÜKTİF YIKANMASI İÇİN YENİ YAKLAŞIMLAR

NEW APPROACHES FOR REDUCTIVE WASHING OF POLYESTER KNITTED FABRICS

Onur BALCI
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Tekstil Mühendisliği Bölümü
e-mail: obalci@ksu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada redüktif (indirgen) yıkama prosesine yeni bir yaklaşım getirilmeye çalışılmıştır. Öncelikle, farklı özellikteki üç redüktif yıkama maddesi ile alkali redüktif yıkama yapılmıştır. Daha sonra alternatif olarak aynı yıkama maddeleri kullanılarak asidik ortamda, banyo boşaltmadan redüktif yıkama denenmiştir. Çalışma sonunda tüm numunelerin renk ve çeşitli haslık performansları ölçülmüştür. Sonuçlar incelendiğinde, özellikle yıkama maddesi cinsi ve çalışma şartlarına bağlı olarak asidik yıkamanın, alkali ile benzer performans sonuçları verdiği görülmüş ve dispers boyama ardına temizleme için kullanılabilir bir proses olabileceği kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dispers boyarmadde, Haslık, Redüktif yıkama maddesi, Poliester, Redüktif yıkama.

ABSTRACT

In the study, we tried to bring a new approach to the reductive washing process. Firstly, alkali reductive washing was applied using three different washing agents. Then, alternatively, reductive washing was treated at acidic condition using same agents without loading out dyeing solution. At the end of the study, the color and different fastness performances of all specimens were measured. When the results were examined, it was seen that acidic washing treatments gave similar performance results as alkali depending on the type of the washing agents and working conditions, and it was reached a decision that acidic process was useful for cleaning of the polyester after dyeing by disperse dyes.

Key Words: Disperse dye, Fastness, Reductive washing agent, Polyester, Reductive cleaning.

Received: 14.05.2010

Accepted: 19.08.2010

1.GİRİŞ

Poliester elyafı ülkemizde ve dünyada en yaygın olarak kullanılan sentetik elyafıdır. Poliester elyafının kısaltması; PES ya da polietilenterefalat esaslılarından PET'dir. Polietilenterefalat esaslı poliester, DMT veya TPA ile etilen glikol veya nadiren de etilenoksit veya glikolkarbonat kullanılarak üretilmektedir (1, 2).

Sentetik elyaf ve karışımlarına bakıldığında, poliesterin kullanım alanı en çok olan elyaf olduğu söylenebilmektedir. Bu nedenle poliester elyafının gelişimi üzerine birçok çalışmaya rastlanabilmektedir. Terbiye prosesleri açısından düşünüldüğünde bu çalışmalar daha çok elyafın boyanabilirliği üzerinedir. Poliester elyafı sentetik lif özelliği gösterdiğinden, boyarmadde ile kimyasal bağ yapacak serbest uçlara sahip değildir. Bu nedenle selülozik elyaftaki gibi reaksiyonlar, kimyasal olarak gerçekleşmez. Boyama işlemi dış zorlamayla gerçekleşmektedir. Poliesterin boyanması ile ilgili yapılan bazı çalışmaları,

- Poliester ve doğal karışımlarının boyanması (3-9),
- Alkali ortamda poliesterin boyanması (10 - 13),
- Oligomer probleminin ortadan kaldırılması (1),

- Boyama ardına yapılan redüktif yıkama (14 -20) olarak sınıflandırabilmekteyiz.

Poliesterin boyanması, ardı ardına takip eden birçok prostesten meydana gelmektedir. Proseslerin çokluğu ve karmaşık olması boyama maliyetini yukarılara çekmektedir. Bu nedenle poliester üzerine yapılan çalışmalar, bu proses maliyetlerini, performans olumsuz etkilemeden minimize etmek üzerinedir.

Poliester elyafının boyanmasının rasyonelleştirilmesi için iki alternatif yol mevcuttur. Bunlardan birincisi boyamanın alkali ortamda yapılması, diğeri ise redüktif yıkamanın asidik ortamda yapılmasıdır (3). Redüktif yıkama işleminde, indirgen yıkama maddeleri kullanılmaktadır. Bu indirgen yıkama maddelerine örnek olarak hidrosülfid, tiouredioksit, hidroskiaseton, glikoz derivatları, sodyumborhidrit, sodyumbisülfid, tioglikolikasit verilebilmektedir. Hidrosülfid, bunlardan en yaygın kullanılanıdır (16, 21). İndirgen yıkama konvansiyonel olarak alkali ortamda gerçekleştirilmektedir. Bu yıkama esnasında, yüksek su tüketimi ve atık suya yüksek kükürt atığı bırakma gibi sorunlar bulunmaktadır. İndirgen yıkama ile elyafa yüzeysel olarak tutunmuş boyarmadde molekülleri daha küçük, suda çözünebilir, renksiz parçalara ayrılmaktadırlar. Yüzeyden ayrılan boyarmadde moleküllerinin yeniden

elyafa bağlanması için, banyoda dispersiyon maddelerinin olması tavsiye edilmektedir (10, 16).

Asidik ortamda gerçekleştirilen indirgen yıkama işlemlerinde ise boya banyosu, boyama bitiminde boşaltılmaz, çözelti soğutulur, çözeltiyeye indirgen madde ilavesi yapılır, pH ayarlanır ve proses devam eder. Böylece su, enerji, zaman ve işçilik maliyetlerinde düşüşler yaşanmaktadır. Bu proseste dikkat edilmesi gereken nokta indirgen maddenin redoks potansiyel değerinin sürekli sabit ve yüksek tutulmasıdır. Çünkü indirgen maddeler özellikle ortam pH'sı ve sıcaklık gibi faktörlerden çok kolay etkilenmektedir (19, 22).

Bu deneysel çalışmada poliesterin asidik ortamda redüktif yıkanması işlemine değiştirilmiştir. Deneysel çalışmada ön terbiyesi işletme şartlarında yapılmış %100 örme kumaş kullanılmıştır. Yapılan boyamalar ardına alkali ve asidik şartlarda redüktif yıkamalar uygulanmıştır. Ayrıca yıkamasız ve sadece kaynar yıkamalı numuneler elde edilmiştir. Böylece konvansiyonel alkali yıkama yöntemiyle, alternatif yöntemler karşılaştırılabilmektedir. Performans karşılaştırma kriteri olarak toplam renk farkı (ΔE_{dE}) ve çeşitli haslık performans değerlerine dikkat edilmiştir. Toplam 56 deneme üzerinden bu araştırma yapılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada %100 poliester kesikli elyaftan üretilmiş örme kumaş kullanılmıştır. Boyama ve yıkama olmak üzere, iki proses

için farklı kimyasallar kullanılmıştır. Tablo 1'de boyama, Tablo 2'de yıkama için kullanılan yardımcı kimyasallar ve reçeteler görülmektedir. Çalışmada kullanılan Setapers Black CERN orta molekülü, Setapers Black PRL büyük molekülü boyarmaddelerdir. Bu

parametrenin, özellikle renk derinliği ve haslık değerleri üzerinde etkili olacağı düşünülmektedir. Şekil 1'de bir dispers boyarmaddenin temel yapısı görülmektedir.

Tablo 1. Boyama için kullanılan yardımcı kimyasallar ve boyama reçetesi (23, 24)

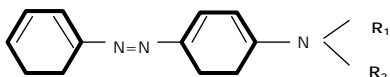
Kimyasal ticari adı	Görevi	Kimyasal Yapı	Reçete	Miktar
Setapers Black CERN (Karışım Boya)	Dispers boyarmadde (Orta molekülü)	Ethyl, Cyanoethyl grupları $R_1=C_2H_5$, $R_2=C_2H_4CN$	Dispers Boyarmadde	%2 ve %4
Setapers Black PRL (Karışım Boya)	Dispers boyarmadde (Büyük molekülü)	Acetoxyethyl grupları $R_1=R_2=C_2H_4-O-C-CH_3$	pH tamponlayıcı	2 g/l
			Dispergator	1 g/l
			Egalizator	0.5 g/l
			Kırık önleyici	1 g/l
			Boyama pH	4 – 4.5

Tablo 2. Yıkama için kullanılan yardımcı kimyasallar ve yıkama reçetesi (23, 24)

Kimyasal ticari adı	Kod	Görevi	Kimyasal Yapı	Reçete	Miktar
Hidrosülfid	İndirgen A	İndirgen yıkama maddesi	Hidrosülfid	Yıkama Maddesi	2 g/l ve 4 g/l (İndirgen A-B-C)
Redüktan A	İndirgen B	İndirgen yıkama maddesi	Tioüredioksit	Kostik	2 g/l - pH (11 – 12 olacak şekilde) (Sadece alkali yıkamalarda)
Redüktan ACR	İndirgen C	İndirgen yıkama maddesi	Bor esaslı	Dispergator	0.5 g/l (Tüm yıkamalarda)

Tablo 3. Deney planı (Referans ve kaynar yıkamalar için)

Deney No	Proses	Boyarmadde	BM Şiddeti	Yıkama Md.	Derişim (g/l)
N1	Yıkamasız – Referans	Black CERN	2%	Yok	Yok
N2	Yıkamasız – Referans	Black CERN	4%	Yok	Yok
N3	Yıkamasız – Referans	Black PRL	2%	Yok	Yok
N4	Yıkamasız – Referans	Black PRL	4%	Yok	Yok
N5	Kaynar Yık.(85°C)	Black CERN	2%	Yok	Yok
N6	Kaynar Yık.(85°C)	Black CERN	4%	Yok	Yok
N7	Kaynar Yık.(85°C)	Black PRL	2%	Yok	Yok
N8	Kaynar Yık.(85°C)	Black PRL	4%	Yok	Yok



Şekil 1. Temel bir dispers boyarmadde yapısı (25)

Dispers boyarmaddenin molekül büyüklüğü "R" kısmına bağlanan gruplara bağlı olarak değişmektedir. Çalışmada kullanılan boyarmaddelerin bu "R" grupları Tablo 1'de gösterilmiştir. Çalışmada kullanılan bir diğer önemli değişken de redüktif (indirgen) yıkama maddesinin cinsidir. Üç tip indirgen madde kullanılmıştır. Tekstil endüstrisinde kullanılan redüktif maddeler genel olarak, hidrosülfid, tioüredioksit, hidroksiaseton, glikoz derivatları, sodyumborhidrit, sodyumbisülfid, tioglikolikasit, hidroksimetan sülfonikası olarak sıralanabilmektedir. Hidrosülfid en yaygın olarak kullanılan yıkama maddesidir. Toz bir malzemedir ve redüktif yıkamada çok etkilidir. Son yıllara kadar poliesterin redüktif yıkamadaki gelişmelerini yönlendirmiştir [14, 18]. Çalışmada tercih

edilen indirgen yıkama maddeleri Tablo 2'de verilmiştir. Bu kimyasallardan indirgen A ve B'nin alkali, İndirgen C'nin ise özellikle asidik şartlara uyumlu olduğu bilinmektedir (24).

3.2. Yöntem

Bu çalışmada konvansiyonel olarak uygulanan alkali redüktif yıkama işlemine alternatif olarak asidik ortamda redüktif yıkama prosesi geliştirmeye çalışılmıştır. Bunun için ilk olarak farklı boyarmaddelerle, farklı renk şiddetlerinde boyamalar yapılmış, daha sonra yıkama denemeleri uygulanmıştır. Tablo 3 ve 4'te çalışma planları verilmiştir. İlk dört deneme %2 ve %4'lük boyamalar için referans olarak kabul edilecek denemelerdir. Çalışmada toplam 56 adet deney noktası belirlenmiştir. Her deney noktası için iki tekrar yapılmıştır.

Bu deney planı ışığında, redüktif yıkama için; boyarmadde cinsinin, renk şiddetinin, kullanılan redüktif yıkama madde cinsinin,

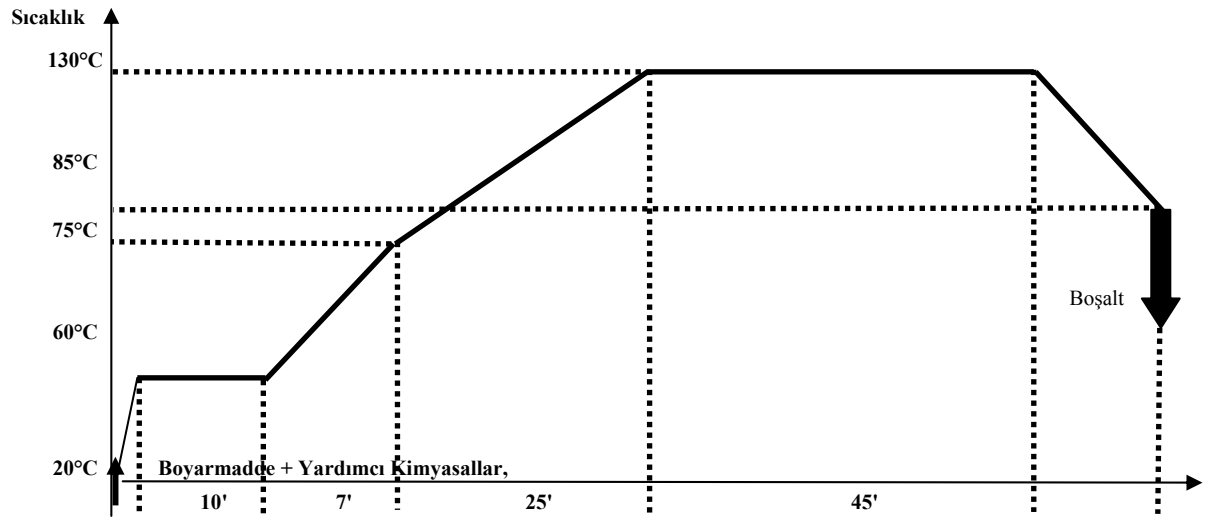
redüktif yıkama maddesi derişiminin ve prosesin yıkama performansı üzerine etkileri incelenmiştir.

Numune kumaşların ön terbiyesi işletme şartlarında gerçekleştirilmiştir. Ön terbiye işlemi olarak yıkama – termofikse işlemleri uygulanmıştır. Boyama ve yıkama denemeleri IR ısıtmalı, ATAÇ Lab-Dye HT10 marka makinede gerçekleştirilmiştir. Boyama uygulamaları 1/10, yıkama uygulamaları 1/11 flote oranında gerçekleştirilmiştir. Alkali yıkama uygulamalarında konvansiyonel olarak boyama sonrası banyo boşaltılmış ve yeni yıkama çözeltisi tüplere alınarak, yıkama gerçekleştirilmiştir. Asidik yıkama işlemi ise boyama bittikten sonra, makine 85°C'ye soğutulmuş ve pH 4'de hazırlanan yıkama çözeltileri şırınga vasıtasıyla, boyama banyoları boşaltılmadan tüplere dozajlanmıştır. Boyama ve alkali redüktif yıkama reçeteleri Tablo 1 ve Tablo 2'de, tüm çalışma grafikleri ise Şekil 2 ve Şekil 3'te de verilmiştir.

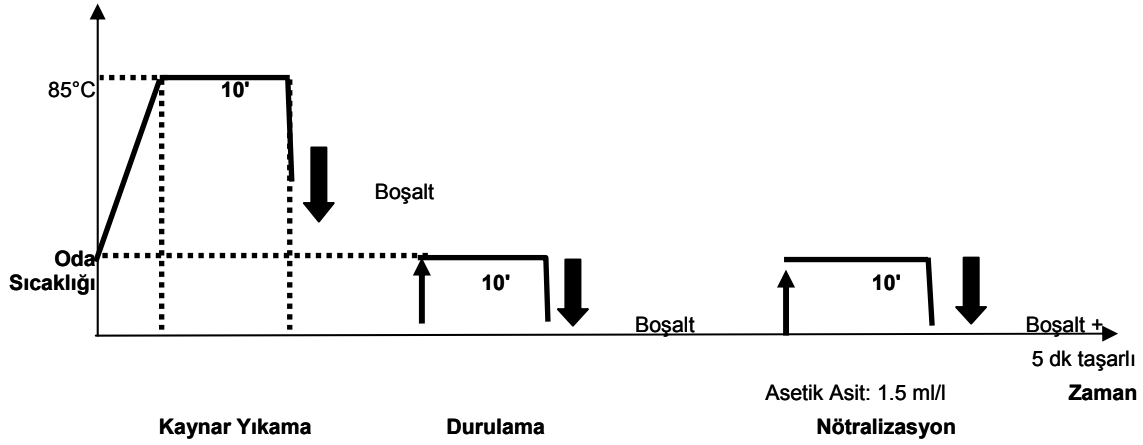
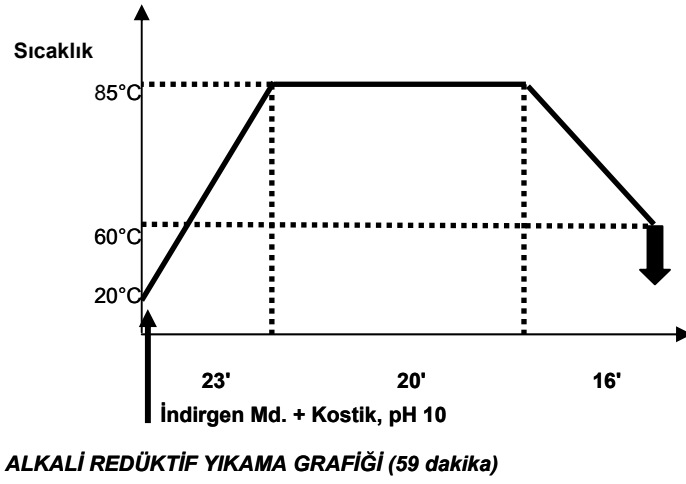
Tablo 4. Deney planı (alkali ve asidik yıkamalar için)

Deney No	Proses	Boyarmadde	BM Şiddeti	Yıkama Md.	Derişim (g/l)		
N9	N33*	Alkali	Asidik*	Black CERN	2%	İndirgen A	2
N10	N34*	Alkali	Asidik*	Black CERN	2%	İndirgen B	2
N11	N35*	Alkali	Asidik*	Black CERN	2%	İndirgen C	2
N12	N36*	Alkali	Asidik*	Black CERN	2%	İndirgen A	4
N13	N37*	Alkali	Asidik*	Black CERN	2%	İndirgen B	4
N14	N38*	Alkali	Asidik*	Black CERN	2%	İndirgen C	4
N15	N39*	Alkali	Asidik*	Black CERN	4%	İndirgen A	2
N16	N40*	Alkali	Asidik*	Black CERN	4%	İndirgen B	2
N17	N41*	Alkali	Asidik*	Black CERN	4%	İndirgen C	2
N18	N42*	Alkali	Asidik*	Black CERN	4%	İndirgen A	4
N19	N43*	Alkali	Asidik*	Black CERN	4%	İndirgen B	4
N20	N44*	Alkali	Asidik*	Black CERN	4%	İndirgen C	4
N21	N45*	Alkali	Asidik*	Black PRL	2%	İndirgen A	2
N22	N46*	Alkali	Asidik*	Black PRL	2%	İndirgen B	2
N23	N47*	Alkali	Asidik*	Black PRL	2%	İndirgen C	2
N24	N48*	Alkali	Asidik*	Black PRL	2%	İndirgen A	4
N25	N49*	Alkali	Asidik*	Black PRL	2%	İndirgen B	4
N26	N50*	Alkali	Asidik*	Black PRL	2%	İndirgen C	4
N27	N51*	Alkali	Asidik*	Black PRL	4%	İndirgen A	2
N28	N52*	Alkali	Asidik*	Black PRL	4%	İndirgen B	2
N29	N53*	Alkali	Asidik*	Black PRL	4%	İndirgen C	2
N30	N54*	Alkali	Asidik*	Black PRL	4%	İndirgen A	4
N31	N55*	Alkali	Asidik*	Black PRL	4%	İndirgen B	4
N32	N56*	Alkali	Asidik*	Black PRL	4%	İndirgen C	4

*Asidik redüktif yıkama denemelerin numune numaralarını temsil etmektedir.

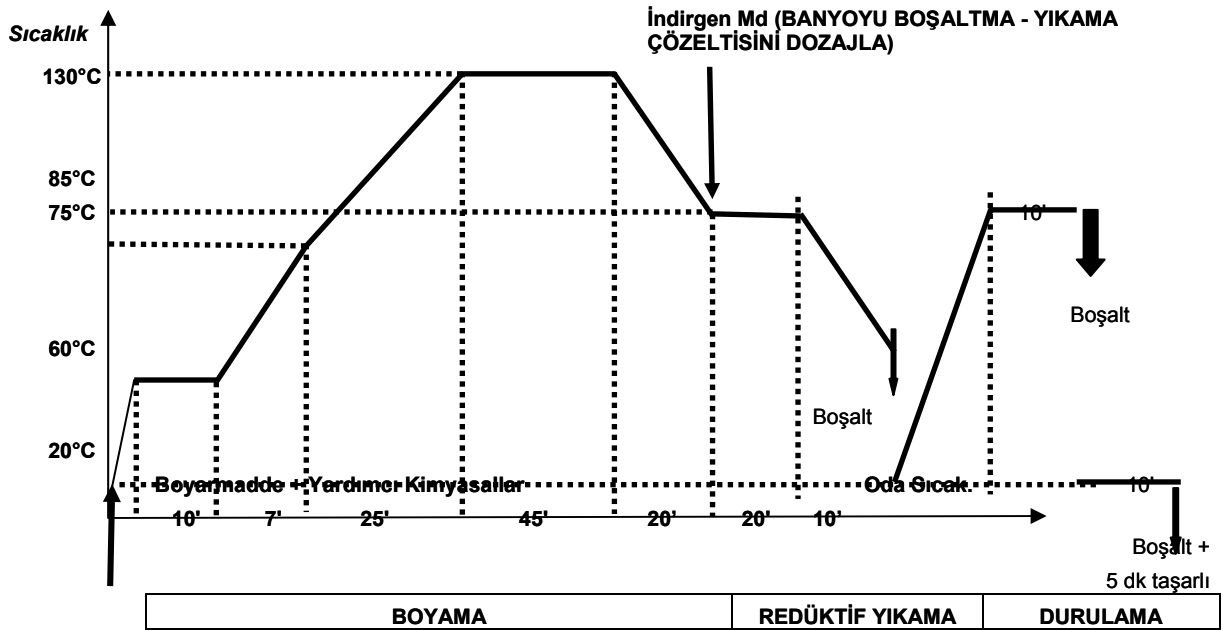


BOYAMA GRAFİĞİ (Toplam: 122 dakika)



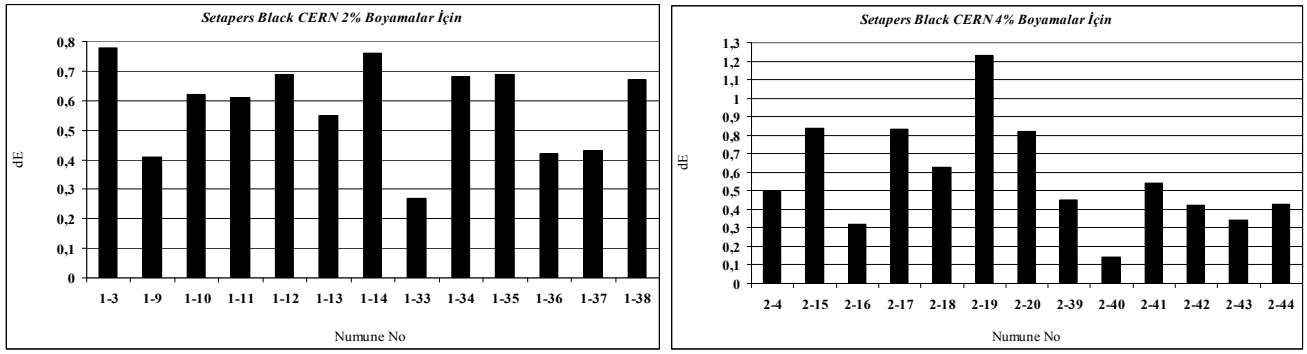
DİĞER ARD İŞLEMLER (50 dakika)
 Toplam İşlem, 122 (boyama) + 59 (yıkama) + 50 (diğer)= 231 dakika

Şekil 2. Boyama ve alkali redüktif yıkama için çalışma grafikleri (konvansiyonel proses)



Toplam İşlem, 122 (boyama) + 30 (yıkama) + 40 (diğer)= 192 dakika

Şekil 3. Boyama ve asidik redüktif yıkama için kesiksiz çalışma grafiği (yeni yaklaşım)



Şekil 4. %2 ve %4'lük Setapers Black CERN boyaması için dE değerleri

3.3. Yıkama Şartlarının Kumaş Performansına Etkisi

Çalışma sonunda elde edilen numunelere, uygulanan yıkama proselerinin ve proselerdeki değişkenlerin, performans üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla renk ölçümü, yıkamaya, tere, suya, sürtünmeye ve kuru ısıya (süblimasyon) karşı renk haslıkları olmak üzere bir dizi test uygulanmıştır (25-30).

Tablo 3 ve 4'te verilen plana göre deneysel çalışma gerçekleştirildikten sonra elde edilen numunelerin spektral değerleri D65 ışık kaynağı altında, 10° gözlemci açısı ile MINOLTA marka, CM 3600 D model spektrofotometrede ölçülmüştür. Ölçüm sonucunda toplam renk farkı CIELab 1976 formülü kullanılarak hesaplanmıştır (31-32). Renk farkı değerleri hesaplanırken, yıkama yapmaksızın alınan numuneler (N1-N4) referans olarak alınmıştır. Karşılaştırmada numune olarak, Tablo 3 ve Tablo 4'de ki plandan elde edilen numuneler (N5-N56) kabul edilmiştir. Böylece ortaya çıkan toplam renk farkı değerleri, yıkama işlemlerinin renk üzerinde yarattığı farkı yansıtmıştır. Ölçüm yapılırken her numuneden tüm yüzeyi ifade edecek dört ölçüm alınmıştır.

4. SONUÇLAR

Uygulanan alternatif yıkama proselinin başarısı ve yeni bir yaklaşım olarak literatüre sunulup, sunulamayacağındaki en önemli parametre numunelerin haslık performanslarıdır.

4.1. Renk Farkı Ölçüm Değerleri

Şekil 4 ve Şekil 5'te yıkama sonrası numunelerin, yıkanmamış numunelere göre toplam renk farkı değerleri verilmiştir.

Şekil 4 ve 5 incelendiğinde, yıkama sonrası referans olarak kabul edilen numunelerin renk değerlerinin değiştiği görülmekte, bunun da boyama sonrası kumaşa bağlanmamış dispers boyarmaddenin elyaf üzerinde veya elyaftan yıkama banyosuna doğru göçü ile ilgili olduğu söylenebilmektedir. Ölçülen toplam renk farkı değerleri, "1" olarak kabul edilebilen üst kabul sınırını aşmamıştır. Genel olarak bakıldığında alkali şartlarda gerçekleştirilen yıkamalar sonucu elde edilen numunelerde, asidiklere göre

daha büyük renk farkı değerleri hesaplandığı görülebilmektedir. Ayrıca orta molekül büyüklüğüne sahip Setapers Black CERN kullanılarak boyanan numuneler üzerinde gerçekleştirilen yıkamalardan elde edilen numuneler için, büyük moleküllü Setapers Black PRL'ye göre daha büyük renk farkı değerleri hesapladığı da vurgulanabilecek diğer bir bulgudur. Alkali ve asidik redüktif yıkama sonucu elde edilen numunelerin renk farkı değerleri üzerinde 0,05 (% 95) anlamlılık seviyesinde tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Bu analiz sonucunda, bireysel faktörlerden prosenin, boyarmadde molekül büyüklüğünün indirgen madde kimyasal yapısının oluşan renk farkı değerleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu, bunun yanı sıra renk farkı değerlerinin faktörlerin birbirleriyle ilişkisinden de etkilenebileceği tespit edilmiştir. En etkili faktörlerin yıkama prosesi (alkali-asidik) ve boyarmadde cinsi (CERN - PRL) olduğu yorumu yapılabilmektedir.

4.2. Renk Haslığı Test Sonuçları

Tablo 5'te yıkama-su-ter (asidik-bazik)-kuru sürtünme-süblimasyon haslık test sonuçları verilmiştir. Haslık performansları, değerlendirme açısından en önemli kriterdir. Haslık değerlendirmesi yapılırken, arz ettiği önem bakımından refakat bezi olarak adlandırılan "multifibre" kumaşının üzerindeki sekonder asetat, pamuk ve poliester kısımlara olan akma değerlerinin incelenmesi yeterli bulunmuştur.

Yıkama haslığı sonuçları incelendiğinde; N1, N2, N3 ve N4 olarak adlandırılan numuneler sadece boyanıp durulama işlemine tabi tutulmuş numunelerdir ve referans olarak kabul edilmişlerdir (Tablo 3). Kaynar yıkamaların haslıklar üzerinde iyileşme yönünde önemli katkısının olmadığı tespit edilmiştir.

%2'lik ve %4'lük Black CERN ile boyama yapılan numunelere uygulanan alkali ve asidik redüktif yıkama proseleri genel olarak yıkamaya karşı renk haslığı performansını artırmıştır. İndirgen yıkama maddesinin cinsi alkali redüktif yıkama prosesinde farklılık göstermese de asidik redüktif yıkamada özellikle 2 g/l'lik derişimde, indirgen C, indirgen A ve indirgen B' ye göre daha iyi performans sergilemiştir. Bor esaslı bir kimyasal olan indirgen C'nin asidik

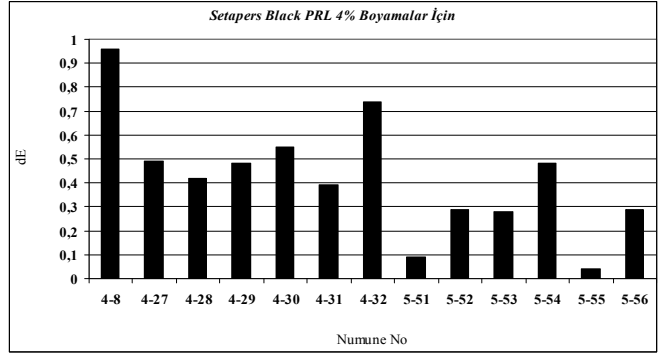
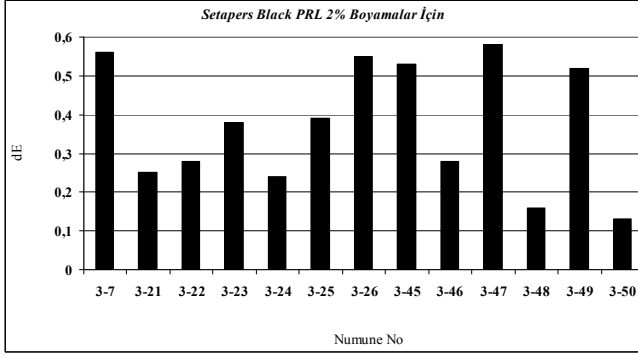
yıkama şartlarına daha uygun oluşu bu sonuçta bir etkidir. İndirgen yıkama maddelerinin derişimleri 2 g/l'den 4 g/l'ye çıkarıldığına multifibre üzerinde sadece polisterde yarım puanlık bir iyileşme görülmüştür. Ancak 2 g/l'lik uygulamalar da ticari olarak kabul görebilir düzeydedir. %2'lik Black PRL ile boyanan ve alkali yıkama prosesi uygulanan numunelerde haslıklar artmıştır. Asidik redüktif yıkama uygulamalarında indirgen A ve indirgen B kullanılan yıkama denemelerinde değişme olmamış, diğer tüm denemelerde (indirgen C'li) haslıklar artmıştır. Alkali redüktif yıkama prosesinde indirgen yıkama maddelerinin derişimlerinin artışı, indirgen A ve B için, haslıklarda artış sağlarken indirgen C için değişikliğe sebep olmamıştır. %4' lük Black PRL ile boyanan numunelerde uygulanan asidik ve alkali yıkamalar sonrası genel olarak haslıklar artmıştır.

Kullanılan boyarmaddelerin molekül büyüklükleri göz önüne alındığında, %2'lik boyamalarda, alkali ve asidik redüktif yıkama prosesi sonrası, orta moleküllü Black CERN ile boyanan numunelerin, büyük moleküllü Black PRL ile boyanan numunelere göre haslık sonuçlarının daha iyi olduğu belirlenmiştir. % 4 renk şiddetinde boyanan numuneler incelendiğinde, % 2'lik boyamalardakine paralel olarak, Black CERN ile boyanıp alkali şartlarda yıkanan numunelerin, Black PRL ile boyananlara nazaran daha iyi haslık performansı gösterdiği tepsi edilmiştir. Ancak asidik redüktif yıkama prosesi uygulananlarda, Black CERN ile boyanan numunelerin, büyük moleküllü Black PRL ile boyanan numunelere göre haslıkları daha iyi çıkmıştır.

%2'lik Black CERN boyanan numunelere uygulanan alkali ve asidik yıkama proseleri kıyaslandığında, kullanılan indirgen yıkama maddesi cinsi önem kazanmaktadır. Asidik yıkama prosesinde indirgen C kullanıldığında iki proses arasındaki haslık değerlerinde çok fark görülmemektedir. %4'lük Black CERN boyanan numuneler için yıkama maddesi olarak indirgen A ve B kullanıldığında, haslık değerleri düşebilmektedir. Asidik redüktif yıkama prosesinde indirgen C'nin performansı, alkali ile benzerdir.

Tablo 5. Renk haslığı test sonuçları (Refakat bezi üzerine akma değerleri)

	Yıkama			Ter [Asidik (A) –Bazik (B)]						Su			Sürtünme	Süblimasyon (Kuru Isı)
	Sekonder Asetat	Pamuk	Poliester	Sekonder Asetat		Pamuk		Poliester		Sekonder Asetat	Pamuk	Poliester		
				A	B	A	B	A	B					
N1	3/4	4/5	3	4/5	4	4/5	4	4/5	4	3/4	4	4	3/4	3/4
N2	2	2/3	1/2	3	2	4	3/4	3/4	3/4	2	3/4	3/4	3	3
N3	3	4	3	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4	4/5
N4	2	3/4	2	3/4	3	4/5	3/4	4	3/4	3	3/4	4	4	4/5
N5	2/3	3	2	4	4	4/5	4/5	4	4	4	4/5	4	4/5	3
N6	2	2/3	1/2	4	4	4/5	4/5	3/4	3/4	4	4/5	3/4	4	3
N7	3	4	3	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
N8	2	3/4	2	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4
N9	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	5	4/5	3
N10	4/5	5	4/5	5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	5	4/5	3
N11	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	5	4/5	3/4
N12	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	5	4/5	3
N13	4/5	5	5	4/5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4
N14	4/5	5	5	4/5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	5	4/5	4
N15	4	4/5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4/5	4/5	3
N16	4	5	4/5	5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4	4
N17	4	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	5	3	4
N18	4/5	5	5	4/5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	5	2/3	3
N19	4/5	5	5	4/5	5	5	5	5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	3
N20	4	5	4/5	5	5	5	5	5	4/5	5	5	4/5	4/5	2
N21	3	4/5	4	4	4/5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4
N22	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4
N23	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
N24	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
N25	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4/5	4/5
N26	4	5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4/5	4/5
N27	3	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	3
N28	3/4	5	4/5	5	5	5	5	5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4
N29	3/4	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
N30	4/5	5	5	4/5	4/5	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	4/5	4
N31	4/5	5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4
N32	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4	4	3
N33	4	4	3	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3
N34	4	4	3	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4
N35	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4
N36	4	4	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4
N37	4	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	3
N38	4/5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3
N39	2	3/4	2	4	4	4	4/5	4	4/5	4	4/5	4/5	4/5	3/4
N40	2	4	2	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	3
N41	3/4	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	1/2
N42	2/3	3/4	2	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4	3/4
N43	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3
N44	4	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	1/2
N45	2	4	2/3	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
N46	2/3	4	3	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
N47	4/5	5	5	4/5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	5	4/5	4/5
N48	3	4	3/4	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4
N49	4	4/5	4	4/5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	3/4
N50	4	5	4/5	5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5
N51	3	4	3	5	5	5	5	5	4/5	4	4/5	4	4	4
N52	2/3	3/4	2/3	5	5	5	5	4/5	5	4	4/5	4/5	4	4
N53	3	4/5	4	5	5	5	5	5	5	4	4/5	4/5	4/5	4
N54	2/3	4	2/3	5	4	5	5	4/5	4/5	4	5	4/5	4	4
N55	2/3	4	2/3	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4	4
N56	3/4	4/5	4	5	4/5	5	5	4/5	4/5	5	5	5	3/4	4/5



Şekil 5. %2 ve %4'lük Setapers Black PRL boyaması için dE değerleri

%2'lik Black PRL ile boyanan ve alkali redüktif yıkama prosesi uygulanmış numunelerde haslıklar düzgündür. Asidik redüktif yıkama prosesi uygulananlarda ise, 2 g/l'lik indirgen yıkama maddesi derişimli numuneler için, indirgen A ve B'nin haslık performansı ticari olarak kabul görmeyebilecek değerdedir. Ancak yıkama maddesi derişimi 4 g/l'ye çıktığında, asidik yıkama prosesi olmasına rağmen indirgen A ve B düzgün sonuç vermektedir. İndirgen C ile asidik redüktif yıkamada sorunsuz olarak çalışabilmektedir. %4'lük Black PRL ile boyanan numunelerde ise, asidik redüktife göre alkali redüktif prosesi uygulananlar, daha iyi haslık sonuçları vermiştir.

Boyarmadde şiddetinin (boyarmadde derişimi) yıkama haslığına etkisi incelendiğinde, Black CERN ile boyanan numuneler için, alkali yıkama prosesi uygulananların, renk şiddetinin artmasıyla haslık performansında farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Asidik yıkama prosesi uygulananlarda ise, boyama şiddeti arttıkça haslıklar düşmektedir. Numunelerin Black PRL ile boyanmasında boyama şiddeti artırıldığında alkali ve asidik ortamda haslıklar değişmemektedir.

Ter (asidik-bazik) ve su haslığı performansları incelendiğinde; genel olarak bütün uygulamalarda haslıkların iyileştiği gözlemlenmiştir. Kaynar yıkama uygulanan numunelerde %2'lik boyamalar için haslıklarda değişme olmamıştır. %4'lük boyanan numunelere uygulanan kaynar yıkama az da olsa haslıkları artırmıştır. Alkali ve asidik yıkama yapılan numuneler birbirleriyle kıyaslandığında haslıklar arasında fazla fark gözlemlenmiştir. Ancak Black PRL ile %4'lük boyanan numunelerde asidik yıkama prosesi uygulananların haslıkları, alkali yıkama prosesi uygulananlardan daha iyi sonuç vermiştir. Kullanılan yıkama maddesinin de-

rişimi haslıklar üzerinde fazla etkili olmamıştır.

Sürtünme haslığı performansında, bütün parametreler açısından değerlendirildiğinde genel olarak haslıkların yıkama sonrası iyileştiği gözlenmiştir. Kaynar yıkama yapılan numunelerde de haslıklar iyileşme göstermiştir. Kullanılan yıkama maddesinin derişimi haslıklar üzerinde fazla etkili olmamıştır.

Süblimasyon haslığı performansında, genel olarak haslık değerleri birbirine yakındır. Asidik redüktif yıkamalar ile elde edilen numunelerin haslık değerleri alkalilere göre daha yüksek sonuç vermiştir. Boyarmadde derişimleri göz önüne alındığında, numunelerin çoğunda boyama şiddeti arttıkça haslıklar düşmüştür. Dispers boyarmaddelerin yüksek sıcaklıklarda lif üzerindeki gözeneklerden süblime olma özelliğinden dolayı, molekül büyüklüğüne bağlı olarak bu haslık düşüşleri orta moleküllü boyarmaddelerde daha fazla gözlemlenmiştir.

5. DEĞERLENDİRME

Sonuçlar incelendiğinde genel olarak redüktif yıkama sonrası haslık performanslarının iyileştiği, ancak kaynar yıkama yapılan numunelerin sonuçlarının tatmin edici olmadığı saptanmıştır. Redüktif yıkamanın uygulaması açısından alkali ve asidik şartlarda yapılan numuneler karşılaştırıldığında, numunelerin haslık performansları arasında önemli farklar olmadığı tespit edilmiştir. Bulgulara göre, indirgen A, B ve C'nin alkali ortamda performansları genelde değişmezken, asidik ortamda indirgen C'nin diğer indirgen maddelere göre daha iyi performans sergilediği gözlenmiştir. İndirgen A ve B'nin çözeltideki derişimleri artırıldığında etkinlikleri artarken, indirgen C'nin etkinliğinin çoğu

zaman derişimle değişmediği saptanmıştır. Boyarmadde molekül büyüklüklerinin farklılığı, süblimasyon haslığı performansı dışında kayda değer etkisi gözlenmemiştir. Süblimasyon haslığının ise dispers boyarmaddenin molekül büyüklüğü arttıkça, iyileştiği sonucuna varılmıştır. Boyama şiddetinin değişmesinin, haslıklara çok fazla bir etkisi olmamıştır.

İncelenen prosesleri kıyaslamak gerekirse, standart proseste (alkali redüktif yıkama) poliesterin dispers boyarmaddelerle boyanmasından sonra boya banyosu boşaltılmakta ve tekrar soğuk su alınarak gerekli yıkama kimyasalları ilave edilmekte, flote ısıtılarak alkali redüktif yıkama yapılmaktadır. Asidik yıkamada ise boyama işleminden sonra boya banyosu boşaltılmadan yıkama sıcaklığına soğutulmakta ve yıkama maddeleri ilavesiyle proses tamamlanmaktadır. Burada amaç performans düşürülmeden zaman, enerji, su ve işçilikten tasarruf yapmak ve yıkama işleminin getirdiği maliyeti azaltmaktır. Sonuç olarak,

- kaynar yıkama boyama sonrası haslıkları iyileştirmek için çözüm olmamıştır.
- alkali ve asidik redüktif yıkama sonucu elde edilen numuneler benzer haslık performansını vermiştir.
- yıkama işlemlerinin performansı üzerinde özellikle boyarmadde ve indirgen yıkama maddesi cinsinin etkili olduğu kanısına varılmıştır. Asidik ortamda yıkama yapılmak istendiğinde indirgen C'nin tercih edilmesi gerektiği söylenebilmektedir.

Bu bulgulara dayanılarak, asidik redüktif yıkamanın, mevcut uygulamalara yeni bir yaklaşım olabileceği ve yukarıda sayılan avantajlarıyla sanayide alternatif olarak başarıyla uygulanabileceği sonucuna varılabilmektedir.

KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Anış, P., Yıldırım, F., F., 2003, "Poliester Boyamada Oligomer Sorununa Farklı Bir Yaklaşım", *Tekstil ve Konfeksiyon*, 13 (1), s: 38-46.
2. Yakartepe, M., Yakartepe, Z., 1995, *Tekstil Terbiye Teknolojisi*, Cilt 8, İstanbul.
3. Anış, P., Eren, H., A., 2003, "Polyester/Pamuk Karışımlarının Boyanması:Uygulamalar ve Yeni Yaklaşımlar", *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 8 (1), s:131-139.
4. Walawska, A., Filipowska, B., Rybicki, E., 2003, "Dyeing Polyester and Cotton-Polyester Fabrics by Means of Direct Dyestuff After Chitosan Treatment", *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, 11 (41), s: 71-74.
5. Kim, S., S., Leem, S., G., Ghim, H., G., Kim, J., H., Lyoo, W., S., 2003, "Microwave Heat Dyeing of Polyester Fabric", *Fibers and Polymers*, 4 (4), s: 204-209.
6. Kim, S., D., Kim, M., J., Lee, B., S., Lee, K., S., 2004, Effects of Thermomigration on the Washfastness of Disperse Dye Having Different Molecular Size", *Fibers and Polymers*, 5 (1), s: 39-43.
7. Bae, J., S., Park, J., Koh, H., J., Kim, S., D., 2006, "Dyeing and Fastness Properties of a Reactive Disperse Dye on PET, Nylon, Silk and N/P Fabrics", *Fibers and Polymers*, 7 (2), s: 174-179.
8. Aizenshtein, E., M., Ignatovskaya, L., V., Anan'eva, L., Okuneva, A., O., T., Molokov, V., L., Simonova, R., V., 2000, "Dyeability of Modified Polyester Fibre with Cationic Dyes", *Fibre Chemistry*, 32 (3), s: 187-190.
9. Anış, P., Yıldırım, F., F., 2002, "Poliester Boyamada Farklı Asitlerin Kumaş Kalitesi ve Çevre Yüğü Üzerine Etkileri", *Tekstil ve Konfeksiyon*, 12 (2), s:96-102.
10. Kuhar, N., Gorenek, M., 2000, "Experimental Alkaline Dyeing of Polyester Yarn", *Textiltec*, 43 (5-6), s:181-187.
11. Anış, P., Eren, H., A., 2001, "Poliesterin Alkali Ortamda Boyanması:Mevcut Teknolojinin Gözden Geçirilmesi", *Tekstil ve Konfeksiyon*, 11 (3), s:159-165.
12. Anış, P., Eren, H., A., 2003, "Poliesterin Alkali Ortamda Boyanması: Mevcut Teknolojileri Gözden Geçirilmesi", *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 8 (1), s:139-146.
13. Eren, H., A., Anış, P., 2005, "Poliesterin Alkali Ortamda Boyanmasında Boraksın Etkisi", *Tekstil ve Konfeksiyon*, 14 (1), s:23-28.
14. Uhri, N., 2000, "Dispers Boyamada Redüktif Yıkamanın Önemi", Setaş Kimya Yayınları.
15. Yeşil, Y., 2003, "Farklı Kumaşlarda Lif İçeren Örne Kumaşların Boyanması ve Haslık Özellikleri", Doktora Tezi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, s:261.
16. Anış, P., Yıldırım, F., F., 2003, "Polyester Boyama sonrası İndirgen Yıkamanın Kumaş Kalitesi ve Çevre Yüğü Üzerine Etkileri", *Tekstil ve Maraton*, 13 (64) s:43-49.
17. Bebekli, M., Balcı, O., 2005, "%100 Polyester ve %100 Mikro Polyester Örne Kumaşların Çektirme Yöntemine Göre Boyama ve Haslık Sonuçlarının Karşılaştırılması", *Tekstil & Teknik*, 4 (21), s:234-243.
18. Tiedemann, W., ve Schad, J., 1999, "Ekolojik ve Ekonomik Açılardan PES-Boyarmaddelerinin Redüktif Temizlenmesi", *Melliand Türkiye*, 1999 (2), s: 112-114.
19. Işık, M., 2007, "Tekstil Terbiyesi İşlemleri İçin Yeni İndirgen Yıkama Malzemesi", *Güncel Gelişmeler Çerçevesinde Tekstil Teknolojileri Seminer Kitabı*, TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası Güney Bölge Şubesi, Sevil Matbaası, Adana, s: 96-102,
20. Uğur, S., S., 2004, "Poliesterin Dispers Boyarmaddelerle Boyama Yöntemlerinin Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi.
21. Balcı, O., 2004, "Tekstil Terbiyesinde Yeniden Değerlendirme Yöntemlerinin Uygulanması ve Bu Yöntemlerin Kumaş Performansına Olan Etkilerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, s:639.
22. Balcı, O., Oğulata, R., T., 2007, Effects of Extra Washing Aftertreatments on Fastness and Spectrophotometric Properties of Dyed PET/Viscose/Eastane Fabric, *The Journal of Textile Institute*, 98 (5), s: 409-419.
23. Setaş Ürün Kataloğu, 2009.
24. Uhri, N., "Polyester Kumaşlarda Haslıklar", 11.Polyester Günleri Bildirisi, Mersin, 2003.
25. Duran,K., 2001, "Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma", E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, No.17, in Turkish, İzmir.
26. TS EN ISO 105 C06, Test for colour fastness- Part C06: Colour fastness to domestic and commercial laundering, 2001.
27. TS EN ISO 105-E04, Textiles - Tests for colour fastness - Part E04: Colour fastness to perspiration, 2006.
28. TS EN ISO 105-E01, Textiles - Tests for colour fastness - Part E01: Colour fastness to water, 2006.
29. TS EN ISO 105-X16, Textiles-test for colour fastness-Part X16:Colour fastness to rubbing-small areas, 2003.
30. TS 3515 EN ISO 105-P01, Textiles - Tests for colour fastness - Part P01: Colour fastness to dry heat (excluding pressing), 2002.
31. Renk Ölçüm Programı, RealColor^{V.1.3}, 2009.
32. Renk Ölçüm Programı, CHROMA CMY[®], 2009.

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.