



Katyonize ve normal pamuğun çeşitli boyarmaddeler ile boyama sonuçlarının karşılaştırılması

Hüseyin Özdemir *

Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep Meslek Yüksek Okulu, Tekstil Bölümü, Gaziantep /Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada asidik ve bazik ortamda tuzlu-tuzsuz, soda kullanılmadan katyonize pamuğun ve normal pamuğun direkt ve reaktif boyarmaddeler ile boyanması yapılmıştır. Normal pamuk ile katyonik reaktiflerle katyonize edilmiş pamuğun terbiye işlemlerindeki davranışları, yıkama haslıkları, katyonik pamuğun normal pamuğa göre boya tüketimi-boya sabitlemesi ve normal pamuk ile katyonize pamuğun terbiye maliyetleri incelenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda, katyonik pamukla, normal pamuk karşılaştırılarak avantaj ve dezavantajları ortaya konulmuştur. Katyonizasyon işlemi ile berrak boyama atık sularının eldesi ve kimyasal maddelerden tasarruf sağlanması gerçeği deneysel olarak incelenmiştir. Tekstil endüstrisinde katyonize pamuğun boyama davranışları ve boyamaya kattığı olumlu gelişmeleri değerlendirilmiştir. MATHLAB 7.0 yazılımı grafiksel sonuçların elde edilmesinde kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Katyonize Pamuk, Boya Tüketimi, Tuzsuz Boyama

Cationized and normal cotton with various dye-stuffs comparison of dyeing results

ABSTRACT

In this study, it was performed the dyeing process of cationized cotton and normal cotton with the direct and reactive dyestuffs at the acidic and basic environment, salt-no salt, without using soda. The behaviors in the treatment process of normal cotton and cationized cotton with the cationic reactives and their wash fastness, treatment costs, the dye exhaustion and fixation of cationic cotton compare to normal cotton were investigated. Obtaining the waste water of the clear dyeing and saving the chemical matters were also investigated experimentally. In the result of these studies normal cotton and the cationic cotton were compared with each other hand their advantages and disadvantages were shown. In textile industry, the dyeing behaviors of the cationized cotton and positive contribution to dyeing process were assessed. MATHLAB 7.0 for Windows is used in getting graphical results.

Keywords: Cationized cotton, dye exhaustion, no-salt dyeing

1. Giriş

Günümüzde direkt ve reaktif boyalarla normal pamuk kumaşların boyanması işlemi çok enerji, çok su kullanımı ve kirlilik üreten bir prosestir. Bunun nedeni daha çok ticari olarak üretilen mevcut reaktif ve direkt boyarmaddelerin pamuk için sadece orta afiniteye sahip olmalarından kaynaklanmaktadır. Normal pamuk lifleri sudaki negatif yüzey yüklerinden oluşur ve bu yükler yavaş boyarmadde tüketimi ve anyonik boyaları iterek hareket ederler. Afinitenin yetersizliği boya banyosundaki elektrolitleri yüksek konsantrasyonlarda kullanarak (örneğin sodyum klorür, sodyum

* e-posta : hozdemir@gantep.edu.tr (H Özdemir)

sülfat) boyama süresini ve boyama sıcaklığını yükselterek giderilmektedir. Boyamada elektrolitlerin yüksek konsantrasyonlarının kullanılması sonucu, pamuk liflerde oluşan negatif yüklerin etkisinin azaltılması ve boyarmaddenin çözünürlüğünü azaltarak durulama ve yıkama sonrası sabitlememiş boyaların giderilmesini sağlarlar. Çoğunlukla kullanılan fiksatorler boyanmış liflerin yıkama haslıklarını geliştirirler. Sonuç olarak, normal pamuk boyamasında atık suların büyük çevresel yükleri, fazla kimyasal madde kullanımını ve haslıklarda oluşan düşük değerleri de beraberinde getirmektedir. Tüm bu olumsuzluklar katyonize edilmiş pamuk ile giderilmiş aynı zamanda farklı boyama proseslerinin gelişmesini ve karışım liflerinin tek banyoda boyanmasına da imkan sağlamıştır. Daha az maliyetle boya-lif etkileşimini artırmak mevcut ticari boyaların pamuğa olan affinite azlığının üstesinden gelmek için bazı araştırmacılar pamuk lifindeki katyonik yükleri desteklemek için kullanılabilir birçok kimyasal madde kullanmışlardır. Ayrıca lif-boya arasındaki bağlara elektrostatik çekim de eklenerek boya tüketiminde ve sabitlemesinde olumlu gelişmeler meydana getirir [1]. Direkt boyaların kullanımının en cazip özelliği boyama işleminin gerekli basitliğidir. Bu boyaların kullanımı, yüksek elektrolit konsantrasyonlarının varlığında boya ihtiyacını ve boyanmış materyallerin düşük yıkama haslık özelliklerini göstermesi belli başlı problemlerde artış gösterir. Katyonik reaktiflerle selülozik liflerin ön işlemi, ihtiyaç olan elektrolit miktarını elimine ya da azalttığı ve direkt boyaların yıkama haslığının iyileştirdiği rapor edilmiştir [2]. Katyonizasyon maddesi olarak kolin klorürü (choline chloride) kullanarak bir çalışma yapılmıştır. Bu katyonizasyon maddesini pamuğa bağlamak için köprü bağı oluşturucu madde gerekmektedir. Bu çalışmada köprü bağı oluşturucu madde olarak trimetilol asetlen diürein kullanılmıştır. Ayrıca katyonizasyon işleminden sonra reaktif ve direkt boyarmaddelerle boyamalar gerçekleştirilmiştir. Kolin klorür, metilpolioksietilen kokoamonyum klorür ve suda çözülebilen bir polimer, katyonizasyon maddesi olarak kullanılmıştır [3]. Renksiz katyonik ve anyonik selüloz-reaktif bileşim hazırlanmış ve pamuk ipliklerine uygulanmıştır. Katyonik ajanlarla ön terbiyeli iplik kolaylıkla kontrol edilebilen terbiyelenmemiş ipliğe nazaran direkt boyalarda daha iyi boya alımı olduğunu gösterir [4]. Çeşitli amin bileşikleri de katyonizasyon işlemi için kullanılmıştır. Katyonizasyon işlemi için çalışmalarında trietanol aminin hidroklorür türevleri kullanılmış, işlem banyosuna bir glikol ilave edilmiştir [5]. Mono ve bis reaktif katyonik ajanlarla pamuklu kumaşların ön işlem, tuzsuz ortamda nötral şartlar altında direkt boyalarla boyanabilen bir lif üretilir. Az çok tüketim ve sabitlemesinin yüksek dereceleri ve iyileştirilmiş yıkama haslığı, işlenmemiş örneklerle kıyaslanan katyonize edilmiş pamuk kumaşların tüm durumları için elde edildi. Sonuçlar şunu da gösteriyor ki, bis reaktif katyonik ajanla ön işlenmiş pamuk mono reaktif ajanla ön işlenmiş pamuğa nazaran yüksek derecede boya tüketimini ve sabitlemesini göstermektedir [6]. Pamuk, çeşitli direkt ve reaktif boyalarla mükemmel renk ürünleri vermesi için elektrolitsiz boyanabilen katyonik boya alanlarını destekleyen reaktiflerle terbiyelendi. Bu boyamaların renk haslığı, terbiyelenmemiş pamuktaki aynı boyaların renk haslığına eşittir ya da yüksektir. Katyonik pamuk için boyama prosedürleri daha kısadır, daha az su ve kimyasal yardımcıları kullanılır ve terbiyelenmemiş pamuk için kullanılan prosedürden daha az enerjiye ihtiyaç duyar. Asit boyalarla katyonik pamuk boyama, terbiyelenmemiş pamuktaki asit boyamalardan yeteri kadar koyu boyanmış kumaşlar üretir. Asit boyalı naylonlarla yıkama haslığı kıyaslanamadı. Daha az olumsuz çevresel etki ve daha az enerjili, daha az zamanda kabul edilebilir renk haslıklı, iyi renk ürünlü pamuğu boyayabilmenin pratikteki anlamı tekstil endüstrisi için yeterlidir. Pamuk için anyonik boyaların affinitesini geliştirmek için bir yaklaşımda liflere katyonik boya alanları eklemektir. 2,3 epoksipropiltrimetilamonyum klorid reaksiyonu ile katyonikleştirilmiş pamuğun boyama davranışı incelendi. Boya ürünleri ve haslık özellikleri modifiye edilmiş lif ile direkt, reaktif ve asit boyaların numaraları rapor edildi. Mükemmel boya ürünleri ve renk haslık özellikleri; elektrolitler, çok durulama ya da fiksator (normal olarak pamuk boyama da kullanılır) kullanmaksızın elde edildi. Günümüzde direkt ve reaktif boyalarla pamuk kumaşların boyanması işlemi çok enerji, su kullanımı ve kirlilik üreten bir prosesdir. Daha çok ticari olarak mevcut olan reaktif ve direkt boyalar pamuk için sadece orta affiniteye sahiptir. Pamuk lifleri sudaki negatif yüzey yüklerinden oluşur ve bu yükler yavaş tüketimi ve anyonik boyaları iterek hareket ederler. Affinitenin bu azlığı boya banyosundaki elektrolitlerinin yüksek konsantrasyonlarının kullanımı ile (örneğin sodyum klorür ve sodyum sülfat) ve artırılan ısıdaki boyama zamanlarının uzatılmasıyla giderilir. Elektrolitlerin yüksek konsantrasyonları iki rol üstlenir. Pamuk liflerdeki oluşan negatif yüklerin üstesinden gelme ve boyanın çözünürlüğünü azaltma çoklu sıkma ve yıkama sonrası sabitlememiş boyaların giderilmesini üstlenirler. Sıklıkla polimerik fiksator

ajanı boyanmış liflerin yıkama haslık özelliklerini geliştirmek için kolaylık sağlar. Sonuç olarak, atık suların büyük hacimleri, kimyasal ve boyaların yeterli miktarda içermesi tipik pamuk boyahanelerinde boşaltılır [7]. Katyonik pamuk eldesi için kullanılan kimyasal maddelerin çoğunun çevresel açıdan güvenilirliğinin olmadığı ifade edilmiştir. Dolayısıyla çevre dostu kimyasal maddelerin pamuğun katyonizasyon işlemi için kullanılmasının araştırılması gerektiği belirtilmiştir. Kitinden üretilen bir polimer olan chitosanın bu amaçla kullanımı bu yönde atılan bir adım olarak bildirilmiştir [8]. Pamuklu kumaşın tek banyoda ağartmasının ve boyanabilirliğinin modifikasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, tek banyoda ağartma işlemi sırasında katyonik bir monomerin (metakrilolaminometilamonyum klorür, MAPTAC) aşısı (graft) polimerizasyonu ile pamuklu kumaşın katyonizasyonu gerçekleştirilmiştir. Selüloza MAPTAC'ın fiksaj yüzdesi belirlenmiştir. MAPTAC varlığında hidrojen peroksitin ağartma performansının az miktarda azaldığı bulunmuştur. Bu yöntemle elde edilen katyonik pamuklu kumaşın tuz kullanmadan reaktif boyarmadde ile boyanabildiği ve renk kuvveti ve boyarmadde veriminin MAPTAC konsantrasyonunun artışı ile belirgin şekilde arttığı bulunmuştur [9]. Bir halohidrin (Williamson intermoleküler sentezi) maddesi kullanarak pamuk lifinin yüzeyinin kimyasal modifikasyonunu gerçekleştirilmiştir. Ardından modifiye edilen pamuklu kumaşı direkt ve reaktif boyarmaddelerle emdirme-bekletme yöntemine göre boyanmıştır. Katyonik pamuk, boyama banyosundan boyarmaddeyi tamamıyla çekmiş ve durulama flotteleri berrak olarak gözlenmiştir [10]. Katyonizasyonu gerçekleştirilen viskoz çözeltisinden viskoz liflerinin çekimi araştırılmıştır. Viskoz çözeltisine ilave edilen farklı miktarlarda katyonizasyon maddesi ile bu çözeltinin teknolojik parametrelerindeki değişimler araştırılmıştır. Bu çözeltilerden lifin çekilebilirliği incelenmiştir. Üretilen poliamfolitik lifler mukavemet, uzama ve boyanabilirlik özellikleri bakımından incelenmiştir [11]. Selülozun katyonizasyonu için reaksiyon verimi CHTAC'ın hidroliz reaksiyonundan dolayı düşüktür. Hidrolize olmuş CHTAC artık reaktif değildir. Bunun sonucu olarak verim mükemmelden azdır. Reaksiyonun gerçekleşmesi için iki yol vardır. Emdirme-pişirme, emdirme-buharlama, tüketim ve emdirme-kurutma-terbiyeleme. Bu prosedürlerin tümünün verimlilik değerleri farklıdır. Emdirme-pişirme işlemi oda sıcaklığında CHTAC solisyonu ve NaOH karışımı ile kumaşı emdirmeden oluşur ve 24 saatliğine oda sıcaklığında bekletilmesi şeklinde devam eder. Katyonik selülozun eldesi kimyasal etkileşim şeklinde Şekil 1'de gösterilmiştir [12].

2. Materyal ve Metot

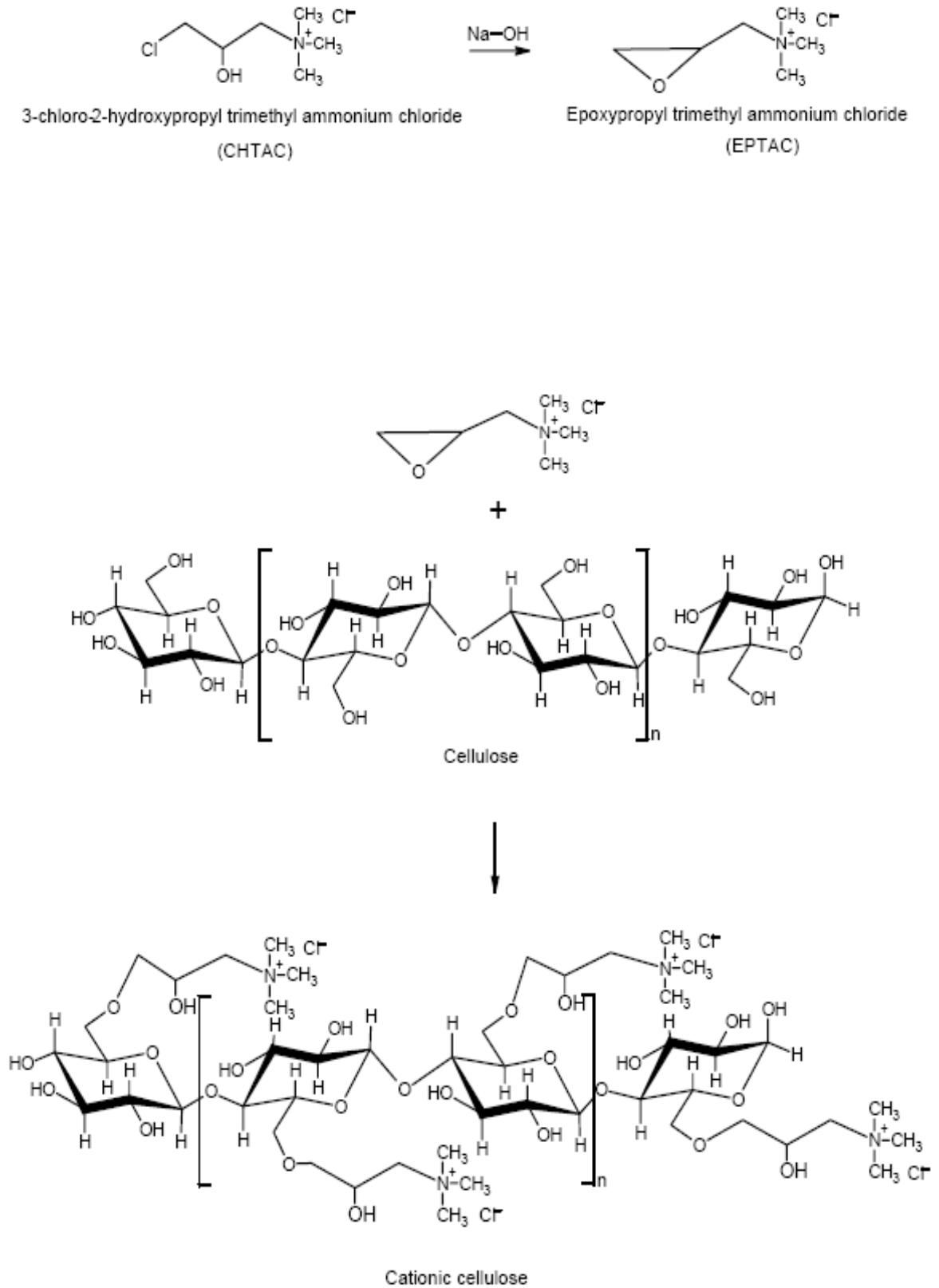
Çalışmalarda Gyrowash boyama makinesi, Roaches boyama makinesi, etüv, ışık kabini, Comeureg tentolab cihazları ve yıkama haslığı değerlendirmek için gri skala kullanılmıştır. Deneylede kasarlı normal pamuk olarak GAP bölgesinde yetiştirilen, katyonize pamuk olarak ise İtalyan De Martini firmasının üretmiş olduğu ithal pamuk kullanılmıştır. Boyarmadde olarak ticari olarak kullanılan çeşitli reaktif ve direkt boyarmaddeler kullanılmıştır. Boyamalarda kimyasal madde olarak yine ticari olarak üretilen ıslatıcı, kostik, hidrojen peroksit, stabilizatör, iyon tutucu, kırık önleyici, yağ sökücü, antiperoksit enzim, asetik asit, tuz, soda ve sabun kullanılmıştır.

Normal ve katyonize pamuk direkt ve reaktif boyalarla çeşitli ortamlarda boyanmıştır. Bu boyamalarda boyama şartları ve boyama sonuçları değerlendirilmiştir.

Normal kasarlı pamuk flotte oranı 1:50'de, 60 g/L NaCl tuzu ve 12 g/L soda kullanarak bazik ortamda (pH=10,5) reaktif boyarmadde ile boyanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Normal pamuğun reaktif boyalarla boyama şartları.

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T (°C)	t (dk)
% 1 Procion Royal Blue H-EXL (Dystar)	10,5	80	240



Şekil 1. Katyonik karakter veren CHTAC'lı kimyasalların selüloz ile reaksiyonları.

Yapılan boyama sonucu boya banyo atık yükünün oldukça fazla olduğu görülmüştür (Şekil 2).



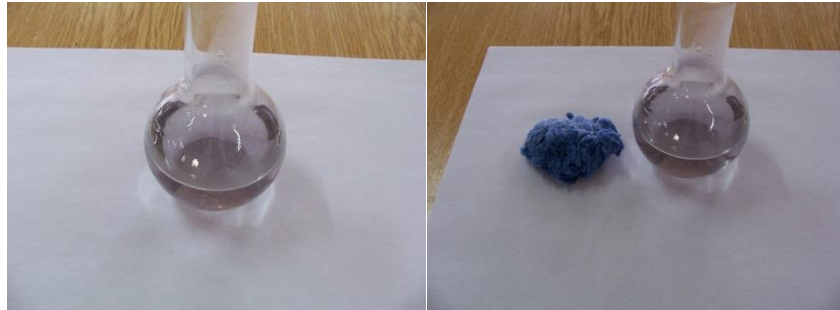
Şekil 2. Kasarlı normal pamuğun reaktif boyalarla boyama sonrası atık banyo görünümü.

Katyonik pamuk boyamada tuz ve soda kullanmadan boyama yapılmıştır. Katyonik pamuğun boya çekimi ve boyarmaddenin life bağlanması asidik ortamda daha iyi olduğu için boyama asidik ortamda yapılmıştır. Boyama banyosunun pH'ı asetik asit ile ayarlanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Katyonik pamuğun reaktif boyalarla boyama şartları.

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T(°C)	t (dk)
% 1 Procion Royal Blue H-EXL (Dystar)	4	80	180

Boyamada aynı renk için farklı pH'ta yapılan boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin mükemmel olduğu, boyama banyo atık yükünün berrak olduğu görülmüştür (Şekil 3).



Şekil 3. Katyonik pamuğun reaktif boyalarla boyama sonrası atık banyo görünümü.

Normal kasarlı pamuk flotte oranı 1:50'de, 60 g/L NaCl tuzu ve 12 g/L soda kullanarak bazik ortamda (pH=10,5) direkt boyarmadde ile boyanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Normal pamuğun direkt boyalarla boyama şartları.

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T(°C)	t (dk)
% 1 Sirius Red F4BL (Dystar)	10,5	100	240

Yapılan boyama sonucu boya banyo atık yükünün oldukça fazla olduğu görülmüştür (Şekil 4).



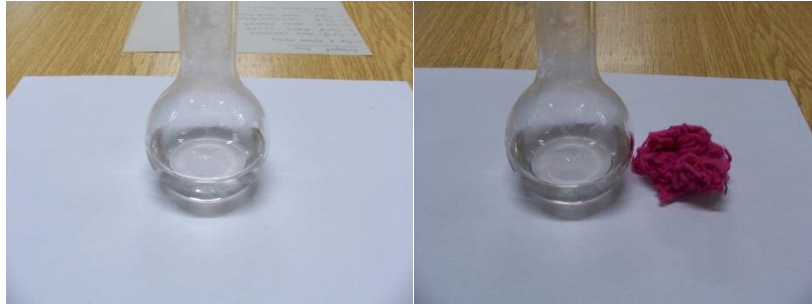
Şekil 4. Kasarlı normal pamuğun direkt boyalarla boyama sonrası atık banyo görünümü.

Katyonik pamuk boyamada tuz ve soda kullanmadan boyama yapılmıştır. Katyonik pamuğun boya çekimi ve boyarmaddenin life bağlanması asidik ortamda daha iyi olduğu için boyama asidik ortamda yapılmıştır. Boyama banyosunun pH'ı asetik asit ile ayarlanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Katyonik pamuğun direkt boyalarla boyama şartları.

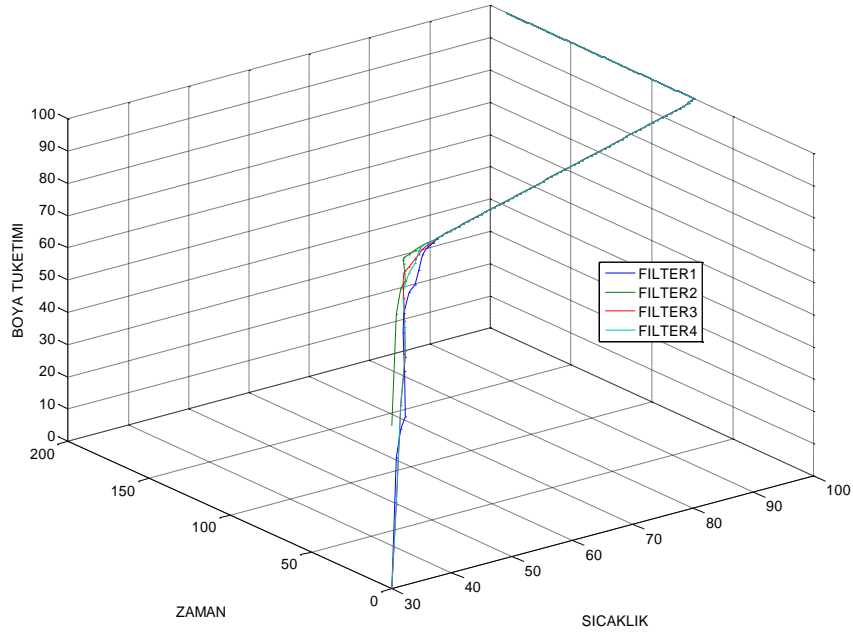
Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T(°C)	t (dk)
% 1 Sirius Red F4BL (Dystar)	4	100	180

Boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin asidik ortamda mükemmel olduğu görülmüştür (Şekil 5).

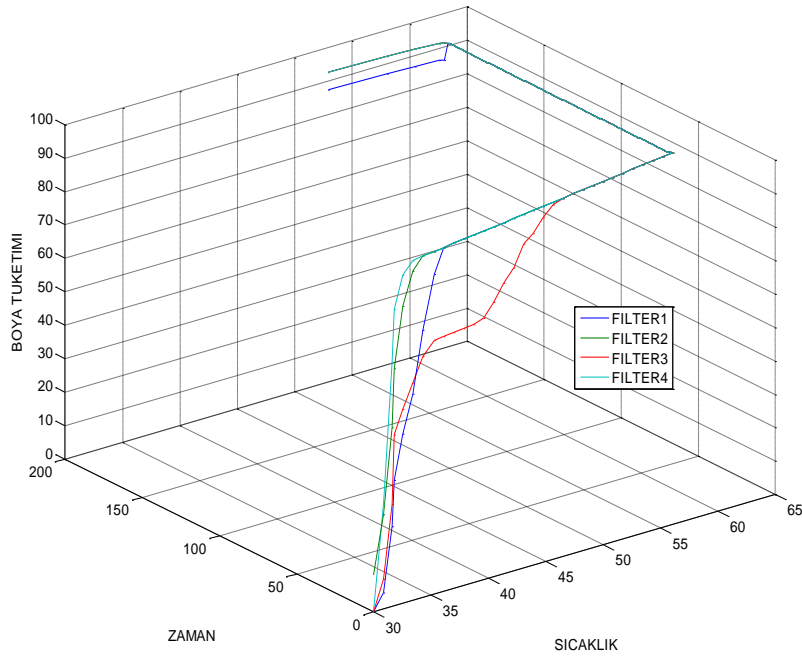


Şekil 5. Katyonik pamuğun direkt boyalarla boyama sonrası atık banyo görünümü.

Boyamalarda boya tüketimi ve sabitlemesi de zaman ve sıcaklığa bağlı olarak değişim tentolab makinesinde değerlendirilmiştir. Katyonize pamuğun boya tüketiminin çok iyi olduğu rakamsal ve grafiksel olarak tespit edilmiştir (Şekil 6 ve 7).



Şekil 6. Katyonize pamuğun pH=4'te direkt boya çekim grafiği.



Şekil 7. Katyonize pamuğun pH=4'te reaktif boya çekim grafiği.

3. Sonuçlar ve Tartışma

Katyonik pamuğun çeşitli formlarda reaktif ve direkt boyalarla boyama davranışları gözlemlenmiştir. Elyaf, iplik ve örme kumaş formundaki katyonik pamuğun reaktif ve direkt boyalarla asidik ve bazik ortamlarda yapılan boyama verileri not edilmiştir.

Reaktif ve direkt boyaların asidik ortamlarda tuzsuz yapılan katyonik pamuk boyamalarında boya tüketiminin oldukça iyi olduğu görülmüştür. Ayrıca haslıklar açısından önemli olan boya sabitlemesi de istenen düzeyde çıkmıştır. Katyonik pamuğun reaktif ve direkt boyalarla asidik ortam boyanması alışılabilir bir yöntem olmamasına rağmen sonuçlar oldukça iyi çıkmıştır. Literatürlerde de katyonik pamuğun reaktif ve direkt boyalarla özellikle asidik ortamlarda boyanmasına rastlanmamıştır. Boya-lif etkileşiminde elektrostatik çekim kuvvetinin etkin rol alması sağlanmaya çalışılmıştır. Boyamada kimyasal madde ya hiç kullanılmamış ya da ihtiyaca göre çok az kullanılmıştır.

Çalışmamızda ortaya çıkan bulgu reaktif ve direkt boyalarla alışılmadık dışında katyonize edilmiş pamuğun asidik ortamlarda da boyanabilirliğinin ortaya çıkmasıdır. Diğer bir bulguda klasik boyama anlayışının dışında soda ve tuz kullanımına ihtiyaç olmaması gerçeğidir.

Direkt ve reaktif boyarmaddelerle katyonize pamuk mamüllerin yıkama haslıkları değerlendirildi. Çıkan sonuçlar haslık değerlerinin gri skalada 4-5 gibi oldukça yüksek değerler olduğunu göstermiştir. Normal pamuğun direkt boyalarda orta düzeyde olan yıkama haslıkları katyonik pamuk ile oldukça yüksek değerlere çıktığı görülmüştür (Çizelge 6 ve 7).

Çizelge 6. Direkt boyalarla boyanmış normal ve katyonik pamuğun yıkama haslık özellikleri.

Boyarmadde sınıfı	Pamuk türü	Renk değişimi	Renk kirletme
Sirius Yellow KGRL (Dystar)	Normal	3	3-4
	Katyonik	5	5
Sirius Red F4BL (Dystar)	Normal	2-3	2-3
	Katyonik	4-5	5
Sirius Royal Blue-S (Dystar)	Normal	1-2	2-3
	Katyonik	5	4-5

Çizelge 7. Reaktif boyalarla boyanmış normal ve katyonik pamuğun yıkama haslık özellikleri.

Boyarmadde sınıfı	Pamuk türü	Renk değişimi	Renk kirletme
Procion Yellow H-EXL (Dystar)	Normal	4-5	5
	Katyonik	4-5	5
Procion Red Crimson H-EXL (Dystar)	Normal	5	4-5
	Katyonik	5	4-5
Procion Royal Blue H-EXL (Dystar)	Normal	4-5	5
	Katyonik	4-5	5

Pamuğa yapılan katyonize işlemi sonucu katyonik pamuğun asidik ortamda boyanmasının mümkün olduğu görülmüştür. Katyonik pamukta ard işlemlerdeki azalma ve azalmanın boyahanelere sağladığı maliyet avantajı önemlidir. Özellikle boyama sonrası yapılan yıkama işlemlerindeki sayıca azalma birçok bakımdan boyahanelere avantajlar sağlamaktadır. Bu avantajlar; zaman, su, enerji ve kimyasal maddeden tasarruf şeklinde sayılabilir. Zaman tasarrufu ile kazanılan iş gücü verimliliğinin yanında işlerin yoğun olduğu çalışma ortamlarında müşterilerin isteklerine daha hızlı cevap imkânı da sağlar. Su tasarrufu ile günümüzde çok değerli hale gelen tatlı su kaynaklarının daha verimli kullanımına katkı sağlanmış olmaktadır. Katyonik pamukta daha az sayıda yapılan ard işlem adımı ile daha az enerji

kullanılarak enerjiden tasarruf sağlanmıştır. Katyonik pamuk, yıkamada kullanılan sabun ve nötralizasyon için gerekli kimyasal madde kullanımında da tasarruf sağlamıştır.

Normal pamuk boyamada oldukça fazla görülen atık banyo yükünün çevresel zararlarını azaltmak katyonik pamukla gerçekleştirilebilir. Normal pamuğun reaktif ve direkt boyarmaddeler ile boyanmasındaki büyük atık yüklerinin yanında boyamaya katılmayan boyarmaddelerinin fazlalığı boyahaneleri büyük maddi külfetlerle arıtma tesisi kurmaya zorlamaktadır. Katyonik pamuk boyamada boya tüketimi ve sabitlemesinin yüksek değerlerde olması çevresel sorunları büyük ölçüde azaltmıştır.

Normal pamuğun asidik ortamda terbiyesi nadiren yapılan bir uygulama iken katyonik pamuğun asidik ortamda da boyanabilmesinin yaygınlaştırılabileceği gerçeği ortaya konmuştur. Asidik ortamda sodyum klorit ağartması mevcut durumda hala yapılmakta ve ortamın asidik karakteri pamuğa zarar vermemektedir.

Pamukta kullanılan boyarmaddelerin lif ile yapmış olduğu çeşitli çekim kuvvetleri ve bağlara, katyonik pamukta bir de elektrostatik çekim kuvveti eklenmiştir. Çünkü mevcut pamuk boyalarının çoğunluğu anyonik yapıdadır. Bu da bu boyarmaddelerin katyonik yapıdaki katyonize pamuk ile elektrostatik çekim kuvveti ilave yardımıyla birbirine bağlanmasını sağlamıştır.

Normal pamuk boyamada vazgeçilmez maddeler olan ve oldukça fazla miktarda kullanılan tuz-sodanın katyonik pamukta kullanılmaması hem maliyet hem de boya banyosu hazırlık süresinin azalmasına katkısı boyahaneleri oldukça rahatlatacaktır.

Katyonik pamuğun boyama sonucu elde edilen ürünlerinin yıkama haslıklarındaki artışta özellikle direkt boyarmaddeler gibi düşük yaş haslıklara sahip boyalar için olumludur. Katyonik pamuk boya ürünleri yıkama haslıkları 4-5 gibi oldukça yüksek değerlerdir.

Normal pamuğun ön işlemlerinde sayı ve çeşit olarak çok sayıda yardımcı kimyasal madde kullanılırken, katyonik pamukta kimyasal yardımcı madde çeşit ve sayısı oldukça az kullanılmıştır. Buda maliyet açısından katyonik pamuğa üstünlük sağlamıştır. Normal pamuğun koyu ton boyamalarda boyama süresi 10-12 saat gibi oldukça uzun bir zaman almaktayken katyonik pamukta bu süre 6 saat kadardır. Bu durum katyonik pamuğun üstünlüğünü göstermiştir

Kaynaklar

- [1] Lewis DM, Lei S. Improved cellulose dyeability by chemical modification of the fibre. *Textile Chemist and Colorist* 1989;21(10):23-32.
- [2] Lewis DM., McIlroy KA. The Chemical Modification of Cellulosic Fibres to Enhance Dyeability. *Review of Progress in Coloration and Related Topics* 1997;27:5-17.
- [3] Harper RJ, Stone RL. Cationic cotton plus easy care. *Textile Chemist and Colorist* 1986;11:33-35
- [4] Clipson JA, Roberts GAF.. Differential dyeing cotton.1-Preparation and evaluation of differential dyeing cotton yarn. *J.S.D.C.* 1989;105:158-162.
- [5] Blanchardt EJ, Reinhardt RM. Dyeing of Crosslinked Cotton Containing Glycol Additives. *Textile Chemist and Colorist* 1992;24:1-13.
- [6] Youssef YA. Direct dyeing of cotton fabrics pre-heated with cationising agents. *Journal of Society Dyers and Colourists*, 2000;10:316-322.
- [7] Hauser PJ, Tappa AH. Improving the environmental and economic aspects of cotton dyeing using a cationised cotton. *Coloration Technology* 2001;5:282-288.
- [8] Chattopadhyay DP. Cationization of cotton for low-salt or salt-free dyeing. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*. 2001, 26, pp. 108-115.
- [9] Srikulkit K, Larpsuriyakul P. Process of dyeability modification and bleaching of cotton in a single bath. *Coloration Technology* 2002;2:79-84.
- [10] Ponsa L, Salva J. Improving the ecological aspects of cotton dyeing. *Revista de la Industria Textil*, 2003;409:24-29.
- [11] Simeonov N, Petkova M. Spinning of viscose fibers from cationized viscose solution. *Man-Made Textiles in India* 2005;4:132-135.
- [12] Bilgen M. Wrinkle Recovery for Cellulosic Fabric by Means of Ionic Crosslinking. *Msc Thesis, Raleigh; North Carolina State University: 2005.*