

## POLİESTER/PAMUK KARIŞIMLARININ BOYANMASI: UYGULAMALAR ve YENİ YAKLAŞIMLAR

*Pervin ANIŞ\**  
*Hüseyin Aksel EREN*

**Özet:** Poliesterin dispers boyarmaddeler ile boyanması ya da pamuğun çeşitli boyarmadde sınıflarıyla boyanması üzerine birçok çalışma mevcut olmasına rağmen, karışım halinde boyanmaları üzerine yeterince kaynak yoktur. Bu hiç te şaşırtıcı değildir çünkü karışım halinde boyamada prosesi etkileyen faktör sayısı oldukça artmakta ve problem karmaşıklaşmaktadır. Bu çalışmada poliester/pamuk karışımlarının boyanmasında prosesi etkileyen temel faktörler irdelenmiş ve özellikle dispers/reaktif boyamada uzun işlem süresini kısaltmaya yönelik yeni gelişmeler değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Poliester, pamuk, karışım, boyama.

### **Dyeing of Polyester/Cotton Blends: Practice and Novel Approaches**

**Abstract:** There is plenty of literature concerning the dyeing of polyester with disperse dyes or dyeing of cotton with several dyestuff classes although there is very limited literature concerning dyeing of polyester/cotton blends. This is not surprising since the number of factors influencing the process shows a great increase and the problem becomes more complex in dyeing of blends. The fundamental factors influencing the process and the new approaches especially for reducing the total process time in disperse/reactive dyeing has been examined in this paper.

**Key Words:** Polyester, Cotton, blend, dyeing.

## 1. GİRİŞ

Karışım (harman) kelimesi fiziksel ya da kimyasal yapıları farklılık gösteren birçok lifsi polimerin oluşturabileceği topluluk olasılıklarını ifade eder. Burada poliester/pamuk karışımları söz konusudur. 1995 itibarıyla dünya çapındaki lif tüketiminin %16'sı poliester/pamuk karışımı şeklinde olmuştur. Bu miktar kullanılan toplam lif karışımlarının %55-60'ına tekabül eder ki bu da karışımların genelinin toplam lif tüketimine oranının %25-30 civarında olduğunu gösterir. (Aspland 1993) Poliester lifi bütün lifler içerisinde en baskın olan lifdir. 2000 yılında poliester lifi üretiminin toplam kimyasal lif üretimine oranı %60, toplam doğal ve kimyasal lif üretimine oranı ise %30 olmuştur. Bu değer bütün insan kullanımı ve endüstriyel kullanım amaçlı poliester lifini kapsamaktadır. Poliester lifleri su emicilik ve rahatlık amacıyla birçok halde karışım halinde özellikle de selülozik elyafla karışım halinde kullanıldığı için karışımların önemi de bu oranda artmaktadır. (Perepelkin 2001) Yakın geçmişte dünya poliester üretimi Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1: 1996,1998 ve 2000 yıllarında dünya poliester üretimi. (Perepelkin 2001)**

		1996	1998	2000	1999'a Göre % Değişim
Poliester	İplik	6,7*	10,3*	10,8*	+6,2
	Stapel Elyaf	5,6*	7,6*	8,1*	

\*Değerler milyon ton olarak verilmiştir.

Karışımlar içerisinde en belirgin ve önemli olan poliester/pamuk karışımlarında, poliester bileşen mukavemet, aşınma dayanımı ve boyutsal stabilite sağlarken pamuk bileşen de pillingleşmeyi azaltır, su

\* Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, BURSA.

emicilik ve rahat kullanım sağlar. Poliester/pamuk karışımlarında en yaygın kullanılan oranlar 65/35 ve 50/50'dir. (Aspland 1993)

Poliester/pamuk karışımı mamüller genellikle; iplikler dikiş ipliği olarak, dokuma kumaşlar gömlekklik, elbiselik, dış giyim, iş elbisesi ve çarşaflık olarak, örme kumaşlar da tişört ve elbiselik olarak kullanılırlar. (Shore 1998)

## 2. POLİESTER/PAMUK KARIŞIMLARININ ÖN TERBİYESİ

Poliesterin pamuk ile harmanlanmasında önemli avantajlardan biri, ham pamuğu boyamaya uygun hale getirmek için yapılan ön terbiye işlemlerine poliesterin gösterdiği dayanımdır. Başarılı bir boyama yapmak için, özellikle de kontinü metotlarla çalışılacaksa, poliester/pamuk karışımlarının ön terbiyesi son derece önemlidir. Oluşabilecek herhangi bir düzgünsüzlük ya da lekelenme genellikle ön terbiye işlemlerinin iyi yapılmamış olmasından kaynaklanır, öyle ki poliester/pamuk boyanmasında hataların %70'i zayıf penetrasyondan kaynaklanır.

Poliester/pamuk karışımlarının ön terbiyesinde, kullanılan haşılama maddesinin tipi doğru tespit edilmeli ve etkin olarak uzaklaştırılmalıdır. Suda çözünebilen haşıl maddeleri için nötr pH'da yıkama yapılması yeterli görülse de haşılın tamamen uzaklaştırılması için hidrofilleştirmeden önce bir enzimatik haşıl sökme işlemi yararlı olacaktır.

Poliester/pamuk karışımlarında pamuk genellikle küçük bileşendir ve hidrofilleştirme, peroksit ağartması ve merserizasyon ile uygun bir ön terbiye yapılmış olur. Birçok poliester/pamuk karışımı 70-80°C'da sodyum karbonat ve anyonik deterjan kullanımı ile hidrofilleştirilebilir. Peroksit ağartması için soğuk pad-batch yöntemi ekonomik ve uygun bir yoldur.

Ağartmadan sonra yapılacak bir soğuk merserizasyon absorbansı, parlaklığı ve boyutsal stabiliteyi artırdığı gibi renk verimini de artırır. Ancak pamuk yerine viskon ya da modal elyaf kullanıldığında merserizasyon yapılmaz, bunun yerine bir soğuk kostikleme ve ardından yıkama yapılabilir.

Poliester/pamuk karışımlarının ramözden geçirilmesi ile buruşmazlık, boyutsal stabilite ve pilling özellikleri iyileşir. Bu işlem boyamadan önce veya sonra, genellikle 180-200°C'da yapılır. Eğer boyama jetlerde halat formunda yapılacaksa ısıl fiksajın boyamadan önce yapılması kırışıklık riskini azalttığı gibi poliesterin daha önce gördüğü termik şartlardaki farklılıklardan ötürü oluşabilecek düzgünsüz boyama riskini de azaltır, çünkü bu tip termal farklılıklar çekirme yöntemine göre boyamada daha belirgin olarak sorun ortaya çıkarmaktadır. Eğer ısıl fiksaj boyamadan önce yapılıyorsa kumaşta yağ lekesi ya da herhangi bir diğer safsızlık kalmadığından emin olunmalıdır, kalabilecek bu tip safsızlıklar ısıl fiksaj esnasında life iyice sabitlenmekte ve daha sonraki aşamalarda uzaklaştırılması güçleşmektedir. Isıl fiksajın boyamadan sonra yapılması halinde halat boyamadan gelen kırışıklıklar giderilecek ve mamül son eninde sabitlenebilecektir.

Kesikli elyafla çalışılması halinde poliester/pamuk kumaşın her iki yüzünün de yakılması önemlidir, ancak yakma işlemi boyamadan sonra yapılmalıdır. Makaslama bir diğer alternatiftir. (Shore 1998, Tarakçıoğlu 1986)

## 3. POLİESTER/PAMUK KARIŞIMLARININ BOYANMASI:

### 3.1. Kullanılan Boyarmaddeler:

- **Direkt boyarmaddeler** pamuk bileşeninin boyanmasına yönelik olarak kullanılabilirler. Suda çözülebilirler ve renkli anyonlar oluştururlar. Uygulanmalarının kolay olması en genel karakteristikleridir. Haslıkları genelde orta ve düşüktür. Dezavantajları parlak renkler için uygun olmamalarıdır. Ekonomiklikleri ve uygulama kolaylıkları bu sınıfı ön plana çıkarsa da orta ve koyu tonlardaki yaş haslıkları en büyük dezavantajlarıdır. Yaş haslıkları kalıcı ütü apresi ile birlikte bir katyonik fiksator kullanılarak geliştirilebilir. Direkt boyarmaddenin penetrasyonunda bir problem olursa %1 anyonik ıslatıcı ilave edilebilir. (Shore 1998, Gore 1995)

- **Küp Boyarmaddeler** pamuk bileşeninin boyanmasına yönelik olarak kullanılabilirler. Suda anyonik dispersiyonlar oluştururlar. Pigmentlerin kendileri noniyoniktirler ancak boyama sırasında suda çözünebilir anyonlara dönüşürler. Kuvvetli alkali eşliğinde indirgen maddeler kullanılır. Küp boyarmaddeler pahalıdır ancak genellikle mükemmel haslıklara sahiptirler. Sınıf olarak çözümleri ve

uygulamaları zor bir boyarmadde sınıfıdır ve ard oksidasyon ve sabunlama adımları gerektirirler. (Shore 1998, Horne 1995)

- **Kükürt Boyarmaddeleri** pamuk bileşeninin boyanmasına yönelik olarak kullanılabilirler. Genellikle alkali indirgenmiş çözeltiler halinde satılırlar., burada renk anyonik formdadır. Çok ekonomiktirler ve selüloza uygulanmaları kolaydır. Boyamadan sonra bir oksidasyon adımı gerektirirler. Renk gamları son derece sınırlıdır. Siyah ve koyu-mat tonlar için uygundur. Oluşan atık su problemidir.

- **Reaktif boyarmaddeler** pamuk bileşeninin boyanmasına yönelik olarak kullanılabilirler. Suda çözünürler, anyonik karakterlidirler ve nikotik asit türevi haricindekiler alkali şartlar gerektirirler. İşlem şartları uygun seçildiğinde haslıkları iyidir. Renk gamları tamdır. Pahalıdır ve uygulamaları yıkama adımları nedeniyle uzundur. Renk gamlarının tam oluşu ve iyi haslıkların elde edilebilmesi ayrıca reaktif boyarmaddelerin poliesteri lekelememesi reaktif boyarmaddeleri polyester/pamuk karışımlarının pamuk bileşeninin boyanmasında en önemli sınıf yapar. (Aspland 1993, Shore 1998)

- **Dispers boyarmaddeler** poliestere bileşeninin boyanmasına yönelik olarak kullanılabilirler. Noniyoniktirler ancak suda anyonik dispersiyonlar oluştururlar, çok düşük ama boyama için önemli bir çözünürlük gösterirler. Bu tip dispersiyonların birçoğu yüksek konsantrasyonda tuz mevcudiyetinde stabil değildir. Dispers boyarmaddeler genel olarak üç sisteme aittirler; azo grubu içerenler (birçok değişik renk mevcuttur, genelde monoazo olsa da disazo olanlarda vardır), nitrodifenilamin grubu içerenler (sarı ve turuncular) ve antrakinon grubu içerenler (turuncudan yeşilimsi maviye kadar renkler mevcuttur). Dispers boyarmaddeler alkali hidrolize karşı hassastır ve pH 4,5-5,5 aralığında uygulanırlar. Genellikle haslıkları iyidir. (Aspland 1993, Peters 1975)

### 3.2. Çektirme Yöntemine Göre Yapılan Boyamalar:

Poliester/pamuk karışımları genellikle jetlerde 130°C'da boyanırlar. Bunun ilk nedeni carrier kullanımından kaçınmaktır. Diğer nedenler; düşük çözelti oranları, hızlı boyama döngüleri, enerji tasarrufu ve iyi renk düzgünlüğüdür. Dispers/direkt ve dispers/reaktif boyarmadde kombinasyonları en çok kullanılan sınıflardır.

#### - Dispers/Direkt Boyarmaddelerle Boyama:

Ucuz ve basit bir tek adım prosesi ile uygulanabilirler ama düşük haslık değerleri genelde problem oluşturmaktadır. (Nunn 1979) İstenilen renk tonunun ve haslıkların direkt boyarmaddeler kullanılarak elde edilebileceğine kanaat getirilmişse iki opsiyon vardır:

**a-) İki Banyo:** Poliester 130°C'da jette boyanır. Süre 160 dakikadır. Sonraki aşama redüktif yıkama ve nötralizasyondur, süre 90 dk'dır. Pamuğun direkt boyanması 90°C'da yapılır ve ardından soğuk durulama gerektirir, süre 210dk. Böylece toplam boyama süresi yaklaşık 6 saattir. Açık tonlarda redüktif yıkama procesten çıkartılabilir.

**b-) Hızlı Boyama/Tek Adım:** Baştan dispers ve direkt boyarmaddelerin her ikisi de banyoya ilave edilir ve poliesterin boyanması için 130°C'a çıkarılır. Yüksek sıcaklık direkt boyarmaddenin selülozik kısmı hızlı boyanmasına neden olduğu gibi normal boyama sıcaklıklarına göre lifte daha az banyoda daha fazla boyarmadde kalmasına neden olur. Daha sonra banyo sıcaklığı 82-90°C'a düşürülür ve bazı hallerde pH ayarlaması yapılır. Tuz ilavesiyle direkt boyama tamamlanır ve 60-70°C'da banyo boşaltılarak iki soğuk durulama yapılır. Toplam proses süresi 4 saattir. Burada dikkat edilmesi gerekli noktalar; çalışılan direkt boyarmaddeler yüksek sıcaklığa dayanıklı olmalı ve dispers boyarmadde de selülozik kısmı lekelememelidir, çünkü bir redüktif temizleme yapılamamaktadır.

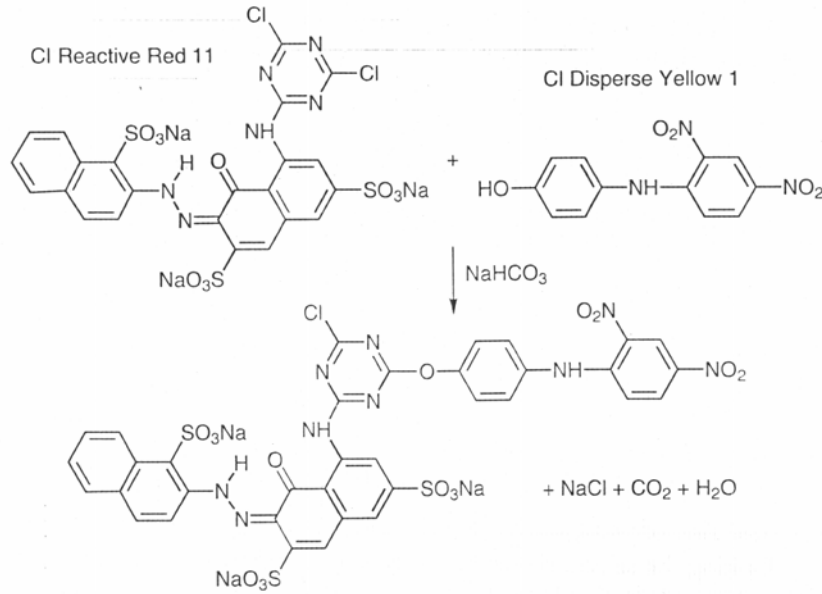
#### - Dispers/Reaktif Boyarmaddelerle Boyama:

Dispers/direkt boyarmadde kombinasyonlarının dispers/reaktif boyarmadde kombinasyonlarına göre zaman, enerji ve işgücü tasarrufu açısından daha iyi sonuçlar verdiği ispatlanmıştır. Ancak bununla birlikte, parlak renkler ve yüksek yaş haslıkları gerektiğinde direkt boyarmaddeler yeterli sonuçları verememektedirler. Dispers/reaktif boyamada boyarmadde etkileşimi önemlidir.

#### Dispers ve Reaktif Boyarmaddelerin Etkileşimi:

Poliester/selüloz karışımlarının çektirme yöntemine göre tek banyoda boyanmasında ve pad-termofikse metoduyla boyanmasında boyarmadde seçiminde iki boyarmadde sınıfının etkileşimi önemli bir faktördür. Oluşabilecek problemlerin nedenleri; reaktif boyarmaddelerin belli dispers boyarmaddelerle kovalent bağ oluşturması, reaktif boyarmaddelerle dispersatörlerin etkileşimi ya da alkali ve elektrolit şartlar altında banyonun dispersiyon stabilitesini kaybetmesi olabilir. Etkileşim her iki lifin de boyama verimlerinin düşmesine ve belki de bazı hallerde fulard banyosunun jelleşmesine neden olabilir.

Yüksek reaktiviteli reaktif boyarmaddeler uygun değildir. Örneğin CI Red 11 ile CI Disperse Yellow 1'in reaksiyonu ile sodyumbikarbonat mevcudiyetinde oluşan monoklortriazin boyarmaddesi Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1:  
Sodyumbikarbonat varlığında CI Red 11 ile CI Disperse Yellow 1'in reaksiyonu.

Reaktif boyarmaddenin monoklortriazin grupları ile dispers boyarmaddenin fenolik ya da amin grupları arasında oluşan başka reaksiyonlar da gösterilmiştir. Oluşan ürünler stabil değildir ve alkali şartlarda çabucak dekompoze olurlar. Bu problemler bireysel boyarmaddelerin yapısal özellikleri ile ilgili olduklarından birçoğunun üstesinden kolaylıkla gelinebilir. Mümkün olan durumlarda primer amino ya da fenolik gruplar içermeyen dispers boyarmaddeler ve düşük reaktiviteli reaktif boyarmaddeler tercih edilmelidir.

İki boyarmadde sınıfı arasında oluşabilecek reaksiyonların önlenmesi için fulard banyosunun pH'nın kontrolü kritik bir faktördür. Dispers ve reaktif boyarmadde karışımları, azo grubu reaktif boyarmaddelerin redüksiyonunu önlemek için sodyumnitrobenzenesülfonat içeren ve migrasyon önleyici içeren nötr fulard çözeltilerinden aplike edilebilirler. Dispers boyarmaddenin poliestere difüzyonu için yapılan kurutma ve termofikse işlemlerinden sonra mamül bir alkali fulardan geçirilir ve reaktif boyarmaddenin desorbsiyonu önlenir. Daha sonra buharlama ile reaktif boyarmadde fikse edilir, bunu soğuk durulama ve kaynar sabunlama takip eder. (Shore 1998) Ayrıca pamuklu kısmın boyanmasında kullanılan reaktif boyarmaddelerle elde edilen rengin tekrarlanabilirliğinin iyi olması için kullanılan reaktif boyarmaddelerin kendi aralarında boyama profilleri iyi seçilmelidir, çektirmenin birinci fazında ve ikinci (alkali ilavesinden sonra) fazında boyarmaddelerin özellikleri ve reaktiviteleri bu seçime etki eden faktörlerdir. (Bradbury ve ark. 1995)

Poliester/pamuk karışımlarının dispers/reaktif boyarmaddelerle boyanması dört farklı yolla yapılabilmektedir:

**a-) İki Banyolu Metot:** Önce poliester seçilen prosedüre göre boyanır ve ardından redüktif yıkama yapılır. Daha sonra pamuk boyanır ve sabunlamalar yapılır. Adımlar birbirinden bağımsızdır. Bu metodun en önemli dezavantajı 9-10 saat süren ve 2 saatini ard kaynatma işlemlerinin oluşturduğu işlem süresidir. Burada boyarmadde seçiminde herhangi bir sınırlama yoktur çünkü redüktif yıkama işlemi yapılmaktadır. Ayrıca reaktif boyama banyosunda adi tuz kullanılabilir, dispers boyarmadde dispersiyonları yüksek elektrolit konsantrasyonuna dayanıksız olduklarından banyoda dispers boyarmadde bulunduğu hallerde Glauber tuzu kullanımı tavsiye edilir. Dispers boyarmaddeler alkali şartlara dayanıksızdırlar ancak bir kez life fikse olduktan sonra alkali hassasiyeti ortadan kalkar.

**b-) Ters İki Banyolu Metot:** Burada reaktif boyama daha önce yapılır ve kaynar sabunlama işlemi sadece tuz ve alkali artıklarının uzaklaştırılması için 1-2 ılık banyoya dönüştürülür çünkü hidrolize reaktif

boyarmaddenin uzaklaştırılmasını daha sonra yapılacak dispers boyama destekleyecektir. İşlem süresi 7 saate kadar düşer ama hala bazı problemler vardır. Reaktif boyarmadde zarar göreceğinden redüktif yıkama yapılamayacaktır bu nedenle az lekelenme yapan ve iyi fikse olan dispers boyarmaddelerle çalışılması gerekmektedir. Reaktif boyamanın önce yapıldığı durumlarda sonradan poliesterin boyanması esnasında yüksek sıcaklıklara çıkıldığında vinilsülfon boyarmaddeleri tercih edilir, çünkü bu tip boyarmaddeler nükleofilik adisyon mekanizmasına göre bağ oluşturdıklarından bağ kuvveti yüksektir.

**c-) Hızlı Tek Banyo Boyama:** Burada dispers ve reaktif boyarmaddeler baştan ilave edilerek pH 6.5'ta tamponlanır. Sıcaklık 80°C'a çıktığında tuz ilave edilir. Poliesterin boyanması için sıcaklık 130°C'a çıkartılır ve ardından pamuğun boyanmasının tamamlanması için alkali ilave etmek üzere düşürülür. Ard işlem olarak kaynar sabunlamalar yapılır. Boyama süresi sadece 5 saattir ancak yine uygun boyarmadde seçimi zorunludur. Reaktif boyarmaddeler çalışılan pH'a dayanıklı olmalı, dispers boyarmaddeler ise pamuğu lekelememeli ve dispersiyonları tuz ilavesi ile bozulmamalıdır. (Shore 1998) Dispers boyarmaddelerin pamuğu lekelemeyecek şekilde seçilmesinin nedeni, bu proseste de bir redüktif temizleme yapılamıyor olmasıdır. Poliester/selüloz karışımlarının boyanmasında redüktif temizleme ihtiyacı çalışılan renk derinliğinin yanında, kullanılan dispers boyarmaddenin selülozik kısmı lekeleme eğilimine bağlıdır. (Cunningham 1996)

**d-) Ters-Hızlı Tek Banyo Boyama:** Bu metotta banyo pH 9-9.5'ta tamponlanır ve sıcaklık 125°C'a yükseltilerek her iki boyarmadde ile aynı anda boyama yapılır. İşlem süresi burada da 5 saate düşürülmüştür ancak boyarmadde seçiminde sınırlamalar vardır. Bu metot üzerinde yeni yaklaşımlar başlığı altında daha detaylı olarak durulacaktır.

Görüldüğü gibi dispers/reaktif boyarmaddelerle boyama süreleri dispers/direkt boyarmaddelerle boyama sürelerine oldukça yaklaştırılabilmiştir ancak boyarmadde seçiminde sınırlamalar vardır.

#### **- Dispers/Küp Boyarmaddelerle Boyama:**

Dispers ve küp boyarmaddelerle poliester/selüloz karışımlarının boyanması 130°C'da yapılır. Dispersiyonun stabilitesi için anyonik yüzey aktif madde ilavesi gerekir. Ayrıca sertlik giderici maddeler de kullanılmalıdır. Yüksek sıcaklıklardaki stabilizasyon problemleri nedeniyle küp boyarmaddelerin seçimi sınırlıdır. (Nunn 1979)

Dispers boyarmadde poliesteri boyarken küp dispersiyon da selülozik kısımda ön pigmentlemeyi gerçekleştirir. Bazı küp boyarmaddelerin poliester kısmı ağır şekilde lekelemesi şaşırtıcı olmamalıdır çünkü basit küp rengi molekülleri antrakinon dispers renklere çok benzerlik gösterebilmektedirler. Banyo daha sonra 85°C'ın altına genellikle 60-70°C'a soğutulur ve soda (30 g/l) ve hidrosülfid (10 g/l) ilave edilir. 85°C küp boyamaya göre biraz yüksektir ancak daha iyi renk alımı gerçekleşmesini sağlar. Poliesterin redüktif temizlenmesi ve küp rengin leuko forma gelmesi eşzamanlı olarak gerçekleşir. Boyama 30 dakika devam eder ve daha sonra yıkama, oksidasyon ve kaynar sabunlama yapılır. Döngü 4-5 saat süre. Mükemmel ışık ve yaş haslıklar elde edilir. Küp boyarmaddelerin fazla redüksiyonunu önlemek için sodyumnitrat ilave edilmeli ya da tamamen dolu banyoda çalışılmalıdır. (Aspland 1993, Shore 1998, Nunn 1979)

#### **- Dispers/Kükürt Boyarmaddelerle Boyama:**

Prosesler iki adımlı ve uzun sürelidir ancak bazı kükürt boyarmaddeler, özellikle siyah renkler, öyle ekonomiktirler ve öyle iyi renk tonları verirler ki iki adımlı prosesin uzun süresi tolere edilir. Renk seçimi sınırlıdır ve renkler mat ve koyu tonlar için uygundur. Haslıklar dispers/küp boyarmaddelere göre daha düşüktür. Poliester kısmın dispers boyanması önce yapılır, bu yolla kükürt boyamanın alkali indirgen şartları redüktif temizlemeyi destekler. (Shore 1998, Aspland 1993)

Yukarıdaki boyarmadde kombinasyonlarının seçimi renk tonuna, renk derinliğine ve istenilen haslık özelliklerine göre yapılır. (Nunn 1979)

### **3.3. Yarı-Kontinü ve Kontinü Yöntemlerle Boyama:**

En önemli yarı-kontinü boyama metodu soğuk pad-batch'dir. Reaktif boyarmaddelerle ve seçilmiş direkt boyarmaddelerle çalışılabilir. Uygun direkt boyarmaddeler suda çözünürlüğü iyi olan ve tuz içermeyen tiplerdir. Soğuk suda agregasyona uğrayanlar problem oluştururlar. Agregasyon oluşumunu önlemek için 25-50 g/l üre kullanımı yaygındır. Hem çözünürlüğü artırmak hem de düzgün boyamalar elde etmek için anyonik bir ıslatıcı ilave edilir. Süre genelde 15-20 saat ve pH 8-8,5'tir. Polyester bileşen daha önce jette boyanmış olabilir.

Kontinü metotlardan pad-dry termozol ve pad-steam hatlarının kuruluş amaçları poliester/pamuk kumaşların boyanması olmuştur. Karışımın selülozik kısmı için küp, kükürt ve reaktif boyarmaddeler iyi sonuçlar verir, çok yaygın olmamakla birlikte direkt boyarmaddelerde kullanılabilir. Bu metotların çoğunda ilk önce termofikse yoluyla poliester kısım boyanır. Dispers boyarmadde antimigrasyon maddeleri ile birlikte ilk fulardda verilir, ön kurutma yapılır, kurutulur ve termozolleme adımında 200-215°C'da 30-60 saniyeden sonra poliesterin boyanması tamamlanmıştır. Bundan sonra sadece artık dispers boyarmaddenin uzaklaştırılması kalır ki bu esnada da zaten reaktif, küp ya da kükürt boyarmaddeleri life difüze olur. Isı stabilitesi olan direkt ve reaktif boyarmaddeler ilk fulardda applike edilebilirler. Bunlar termozol kısmından çıktıklarında selüloz üzerinde kurumuşlardır ancak henüz boyama gerçekleşmemiştir. Buharlamadan önce alkali ve tuz içeren banyodan geçirirler, düzgünsüz boyama riski vardır. Küp boyarmaddeler de ilk banyoda ilave edilebilirler ancak bunlar poliesteri lekeleyebilirler, ayrıca indirgenmiş halde substantiviteyi yüksek ve stabiliteyi düşük olduğundan düzgünsüz boyama riski vardır. (Shore 1998) Chao ve arkadaşları da küp boyarmaddelerin kükürt, reaktif ve direkt boyarmaddelere göre renk tekrarlanabilirliği ve haslıklar açısından daha iyi sonuçlar verdiğini ve redüktif yıkamaya gerek olmamasının diğer bir avantaj olduğunu belirtmişlerdir. Küp boyarmaddeleri için kullanılan redüksiyon maddeleri mevcudiyetinde poliesterin boyanması tatmin edici seviyelerde olmadığından kontinü dispers/küp boyamaların önemi artmıştır. Dispers ve küp boyarmadde uygulaması iki aşamada yapılmalıdır, ancak iki aşamalı metotta boyarmaddelerin karşı lifi lekelemesi ve seçimli boyarmaddeler kullanıldığı için renk gamının tam olmaması gibi problemler vardır. (Chao ve ark. 1998)

Poliester/pamuk karışımlarının kontinü metotlarla boyanması hakkında daha yapılması gerekli birçok yorum vardır. (Shore 1998)

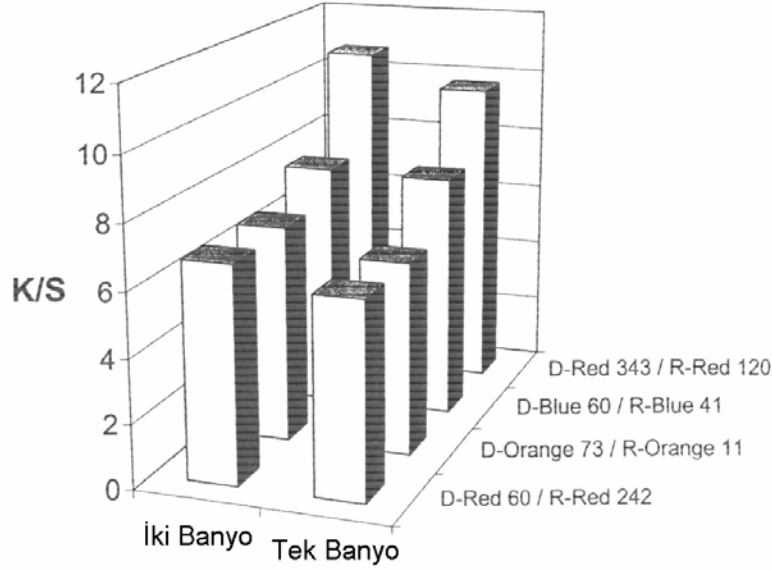
#### 4. YENİ YAKLAŞIMLAR:

Yanq ve Li poliesterin alkali ortamda boyanması ile poliester/pamuk karışımlarının tek banyo tek adımda dispers/reaktif boyarmaddelerle boyanma parametrelerini incelemişlerdir. Prosesin avantajları enerji, süre, su ve işgücü tasarrufu ve hem kumaşa hem de makinelere yapılacak redüktif yıkamaların eliminasyonu sonucu kimyasal tüketimi ve atık yükünün azaltılmasıdır. Prosesin dezavantajı ise çekirme oranlarının konvensiyonel iki adımlı prosese göre daha düşük olmasıdır. Ancak uygun boyama şartları sağlandığında oldukça iyi ve karşılaştırılabilir sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir.

Tek banyoda boyama yapmak birçok avantaja sahiptir ancak reaktif boyarmaddelerin fiksaj için alkali şartlar istemesi, buna karşın dispers boyarmaddelerin de asidik şartlar istemesi endüstriyel başarıyı engellemiştir. Ayrıca redüktif yıkamalar reaktif boyarmaddelere zarar verdiği gibi dispers boyama şartlarında reaktif boyarmaddelerin hidrolizi de hızlanır. Bu sorunların üstesinden gelmek için reaktif boyarmaddelerin nötr şartlarda fiksesi ve tek banyo iki adımlı prosesler önerilmiştir ancak her iki metodunda dezavantajları vardır. Birincisinin dezavantajı yüksek sıcaklıklarda nötr şartlarda fikse olacak reaktif boyarmadde sayısının yetersiz olması, ikincisinin dezavantajı konvensiyonel iki banyo iki adımlı prosese göre fazla bir tasarruf sağlayamamasıdır.

Poliester/pamuk karışımlarının alkali şartlarda tek banyo-tek adımda boyanabilmesi için alkali şartlara dayanıklı dispers boyarmadde seçimi yanında yüksek sıcaklıklara dayanıklı reaktif boyarmadde seçimi de gereklidir. Yapılan çalışmada 125°C'da pH 9-10 da optimum sonuçların alındığı belirtilmiştir. Reaktif boyarmaddeler için 125°C'da optimum kalış süresi 45 dakikadır ki bu 130°C'da 30 dakikada boyayan dispers boyarmaddeler için de uygundur. 95°C'da yapılan boyamalarda 60 g/l tuz yerine 125°C'da 90 g/l tuz kullanılmasının uygun olacağı bunun nedeninin ise yüksek sıcaklıkta reaktif boyarmadde affinitesinin düşmesi olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmalarda tuzun dispers boyarmaddeye önemli bir etkisinin olmadığı, iyonik kuvvetlerin ve hidrofobik reaksiyonların artışıyla renk kuvvetinin arttığı görülmüştür. Redüktif yıkama yerine noniyonik alkoksilatlarla yapılan yıkamaların haslık değerlerini redüktif yıkama yapılmışlarla eşitlediği rapor edilmiştir. Bu metot ile işletme bazında yapılan oldukça yeni çalışmaların da olumlu sonuçlar verdiği ve süre, su, enerji ve kimyasal tüketiminden %30'lara varan tasarruflar sağlandığı rapor edilmiştir. Tek adımlı metotta banyo-lif arası boyarmadde dengesi bakımından çözelti oranlarının düşük tutulması tavsiye edilmektedir. (Yanq ve Li 2002) Alkali boyamada pH'ı ayarlayıp tamponlayan ve dispersgir, iyon tutuculuk gibi diğer özellikleri yerine getiren yeni yardımcı maddelerin ve özel olarak alkali boyamaya yönelik dispers boyarmadde sınıflarının tanıtılması ile alkali şartlarda iyi tekrarlanabilirliklerin elde edilmesi ve konvensiyonel boyamalarda elde

edilen renk gamının %70'inin elde edilebilmesi poliester/pamuk karışımlarının alkali ortamda boyanması için bu metodu destekleyici gelişmelerdir. (Dohmen 1998, Walles ve Kühn 1999, Nahr ve ark. 1998)



Şekil 2:

*Geleneksel iki banyolu ve yeni alkali şartlarda tek adım dispers/reaktif boyarmaddelerle poliester/pamuk karışımlarının boyanmasının karşılaştırılması, Ç.O:1:6, boyarmadde konsantrasyonu %1,2 owf, Pamuk/poliester oranı 40/60. (Yanq ve Li 2000)*

Karışımların tek boya sistemiyle boyanmasının büyük avantajlar sağlayacağı açıktır. (Chao ve ark. 1998, Özcan ve ark. 1998, Lewis ve Broadbent 1997).

Chao ve arkadaşları pH'ın düşürülmesi halinde poliesterin leuko küp boyarmaddelerle boyanabileceğinden yola çıkarak çeşitli küp boyarmadde sentezleri yardımıyla her iki lifinde boyanmasını araştırmışlardır. 1,4-diaminoantrakinon, 1-aminoantrakinon, 2,8-diaminoantrorufin ve benzeri küp boyarmaddelerle yaptıkları denemelerde her iki bileşenin de aynı renk tonunda boyanabildiğini ve haslık değerlerinin de ticari gereksinimleri karşılayacak düzeyde olduğunu belirtmişlerdir. (Chao ve ark. 1998).

Bundan daha cezbedici bir diğer alternatif ise her iki bileşenin dispers boyarmaddelerle boyanmasıdır. Noniyonik dispers boyarmaddeleri pamuğa ve diğer doğal elyafa karşı çok düşük bir substantiviteye sahiptir ve bir modifikasyon işlemi yapılmadan doğal elyafın boyanması gerçekleştirilmez. Pamuklu kumaşların benzoklorür ile muamelesi kolay kullanım amacıyla 1920'lerden beri bilinen bir yöntemdir. Bu proseste selülozik kumaşlar Schotten-Baumann metoduna göre asetillenirler. Proses 20°C'da %20'lik kostik soda çözeltisi ile 30 dakika muamele, AF %90 olacak şekilde sıkma daha sonra istenilen değere göre 10-480 saniye benzoklorür ile muamele ve ardından yıkamalardan ibarettir. Lewis ve Broadbent bu yolla modifiye ettikleri pamuğu pH 6'da 100°C'da dispers boyarmadde ile boyamışlar ve oldukça iyi renk verimleri elde etmişlerdir. Haslık değerlerinin de oldukça iyi olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca suda çözünebilir bir benzolatlama ajanı olan sodyumbenziltioglikolat ile yaptıkları çalışmalarda da pad-dry-termofikse metoduyla iyi sonuçlar elde ettiklerini belirtmişlerdir. (Lewis ve Broadbent 1997). Özcan ve arkadaşları ise modifiye edilmiş pamuklu kumaşı süperkritik karbondioksit ortamında boyamışlar ve yine oldukça iyi renk değerleri ile haslıklar elde ettiklerini belirtmişlerdir. Ancak 100°C 300 bar şartlarında yaptıkları bu boyamalarda poliester pamuk kadar iyi sonuçlar vermemiştir bunun nedeni olarak poliesterin optimum çalışma sıcaklığının daha yüksek olmasını göstermişlerdir. (Özcan ve ark. 1998) Ancak De Giorgi ve arkadaşlarının yaptığı poliesterin süperkritik karbondioksit ortamında boyanması çalışmasında 80°C ile 120°C arasında renk verimi açısından önemli bir farklılık olmadığı belirtilmiştir. (De Giorgi ve ark. 2000) Belki yapılacak yeni çalışmalarla poliester ve pamuğun aynı şartlarda iyi renk verimi verebilecekleri optimum sıcaklık ve basınçlar bulunabilir.

El-Sayed ise yaptığı çalışmada alkil malonik asit esteri içeren yeni azo boyarmaddeleriyle pamuk ve poliesterin her ikisini de boyayabildiğini belirtmiştir. Yeni boyarmaddeler pamuk ve poliesterin her ikisini de aynı renk tonunda boyamışlardır. Boyama için termozol yöntemi kullanılmıştır. Terfoksasyon esnasında, alkil malonik asit dekarboksilatlarının hidrolize ürünleri boyarmaddeyi çözünmez halde



bırakarak pamuğa geçerler. Poliesterin yakınındaki ya da üzerindeki dekarboksile boyarmadde de dispers boyarmadde gibi davranarak poliesterde difüze olur. Elde edilen yıkama ve ışık haslıklarının tatmin edici düzeyde olduğu rapor edilmiştir. (El-Sayed 1996)

## 5. SONUÇ

Dispers boyarmaddelerin pamuk ve poliester için süperkritik karbondioksit şartlarında uygulanması çevresel açıdan da büyük avantajlar sağlamaktadır. Kullanılan karbondioksit geri kazanılabilmekte, poliesterin redüktif temizlenmesine gerek kalmamakta ve bu yolla atık problemi azaltılmaktadır. (Özcan ve ark. 1998) Gerek süperkritik şartlarda gerekse bahsedilen diğer metotlarla tek boyarmadde sınıfıyla poliester/pamuk karışımlarının boyanmasının pratik uygulaması için henüz oldukça erkendir ve bu konudaki çalışmalar devam etmektedir. Ancak alkali şartlarda tek adım boyama prosesi kısa vadede umut verici görünmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

1. Aspland, J.R. (1993) 'Chapter 13: Dyeing Blends: Polyester/Cellulose, *American Dyestuff Reporter*, 25 (8), 21-26.
2. Perepelkin, K.E. (2001) World Production Of Chemical Textile Fibers At The Beginning Of The Third Millenium, *Fibre Chemistry*, 33 (4), 249-251.
3. Shore, J. (1998). *Blends Dyeing*, Society Of Dyers And Colourists Publication, Manchester-UK.
4. Tarakçıoğlu, I. (1986) *Tekstil Terbiyesi Ve Makinaları Cilt:3*, Aracılar Matbaacılık, İzmir.
5. Peters, R.H. (1975) *Textile Chemistry*, Elsevier Scientific Publication Company, Amsterdam-Holland.
6. Horne, C.M. (1995) A Review Of Vat Dyeing On Cotton Yarns, *Textile Chemist And Colorist*, 27 (12), 27-32.
7. Gore, D.C. (1995) Practical Experiences İn Garment Dyeing: Problems And Solutions, *Textile Chemist And Colorist*, 27 (3), 37-40.
8. Bradburry, M.C., Collishaw, P.S. Ve Moorhouse, S. (1995) Reactive Dye Selection And Process Development For Exhaust Dyeing Of Cellulose, *Textile Chemist And Colorist*, 27 (8), 19-23.
9. Nunn, D.M., (1979) *The Dyeing Of Synthetic Polymer And Acetate Fibers*, Dyers Company Publications Trust, Yorkshire-England.
10. Cunningham, A.D. (1996) Identifying Critical Machinery And Dye Parameters For Successfull Rapid Dyeing Polyester, *Textile Chemist And Colorist*, 28 (2), 23-31.
11. Yanq, Y. Ve Li, S. (2002) One-Step Dyeing Of Polyester/Cotton With Disperse/Reactive Dyes, *Textile Chemist And Colorist & American Dyestuff Reporter*, 32 (3), 38-45.
12. Chao, Y.C., Chung, Y.L., Lai, C.C., Liao, S.K. Ve Chin, J.C. (1998) Dyeing Of Cotton-Polyester Blends With Anthraquinonoid Vat Dyes, *Dyes And Pigments*, 40, 59-71.
13. Dohmen, M. (1998) Practical Realization Of The Alkaline Dyeing Of Pet Fibers, *Melliand International*, 4, 274-276.
14. Walles, F. Ve Kuhn, R. (1999) Alkali Dyeing Process For Polyester Fibers, *Melliand English*, 10, E223-E225.
15. Nahr, U., Leyde, W. Ve Schmidler, W. (1998) Alkaline Dyeing Of Pes-Basis For An Electronic Sample Card, *Melliand English*, 6, E122-E124.
16. Özcan, A.S., Clifford, A.A., Burfle, K.T. Ve Lewis, D.M. (1998) Dyeing Of Cotton Fibres With Disperse Dyes, *Dyes And Pigments*, 36 (2), 103-110.
17. Lewis, D.M. Ve Broadbent, P.J. (1997) A Universal Dye For All Fibres-Are Disperse Dyes Capable Of Fulfilling This Vision? *JSDC*, 113, 159-164.
18. De Giorgi, M.R., Cadani, E., Maricca, D. Ve Pires, A., (2000) Dyeing Of Polyester Fibers With Disperse Dyes İn Supercritical CO<sub>2</sub>, *Dyes And Pigments*, 45, 75-79.
19. El Sayed, W.A. (1996) Novel Dyes For Pet/Cotton Blends, *American Dyestuff Reporter*, 22-23-56-57.