

**POLYESTERİN  
DISPERS BOYARMADDELERLE  
BOYAMA YÖNTEMLERİNİN  
KARSILASTIRILMASI**

**Sule Sultan UGUR**

**Yüksek Lisans Tezi  
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI  
ISPARTA, 2004**

**T.C**  
**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**POLYESTERİN DISPERS BOYARMADDELERLE**  
**BOYAMA YÖNTEMLERİNİN KARSILASTIRILMASI**

**Sule Sultan UGUR**

**Yrd. Doç. Dr. İbrahim ÜÇGÜL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ISPARTA, 2004**

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'nda  
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Baskan : Yrd. Doç. Dr. Aysun CIRELİ

Üye : Yrd. Doç. Dr. İbrahim ÜÇGÜL (Danışman)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ayşe İSBİLEN

ONAY

Bu tez .../.../2004 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri  
üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

.../.../2004

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL  
Enstitü Müdürü

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TESEKKÜR.....	vi
SEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Polyester Lifleri.....	1
1.1.1. Polyester Liflerinin Tarihçesi .....	1
1.1.2. Polyester Liflerinin Elde Edilmesi.....	2
1.1.2.1. PET Polyester Liflerinin Elde Edilmesi.....	2
1.1.2.2. Oligomerin Tanımı.....	4
1.1.3. Polyester Liflerinin Genel Özellikleri .....	4
1.1.3.1. Polyester Liflerine Asitlerin Etkisi.....	6
1.1.3.2. Polyester Liflerine Bazların (Alkalilerin) Etkisi.....	7
1.1.3.3. Polyester Liflerine Yükseltgen ve İndirgen Etkisi.....	7
1.1.3.4. Polyester Liflerine Organik Çözücülerin Etkisi.....	7
1.1.3.5. Polyester Liflerine Işın Etkisi.....	8
1.2. Polyester Liflerinin Boyanması.....	8
1.2.1. Dispers Boyarmaddelerin Özellikleri.....	8
1.2.1.1. Dispers Boyarmadde Formları .....	11
1.2.1.2. Dispers Boyarmaddelerin Kimyasal Yapısı.....	12
1.2.2. Dispers Boyarmaddeler ile Polyester Liflerinin Boyama Mekanizması.....	14
1.2.2.1. Adsorpsiyon İzotermi.....	15
1.2.2.2. Dispers Boyarmaddelerin Difüzyonu.....	17
1.2.2.3. Dispers Boyarmaddelerin Polyester Üzerindeki Kinetiği.....	20
1.2.2.4. Dispers Boyarmaddelerin Afinitesi.....	21
1.2.3. Polyesterin Boyanma Yöntemleri.....	22
1.2.3.1. Carrier Boyama Yöntemi.....	22

	<b>Sayfa</b>
1.2.3.2. HT Boyama Yöntemi .....	27
1.2.3.3. Termosol Boyama Yöntemi.....	31
2. KAYNAK BILGISI .....	35
2.1. Dispers Boyarmaddeler Ile Polyester Liflerinin Boyama Yöntemleri.....	35
2.2. Dispers Boyarmaddeler Ile Polyester Liflerinin Boyama Mekanizmaları.....	43
3. MATERYAL ve METOD .....	46
3.1. Materyal .....	46
3.1.1. Kullanılan Kumaslar.....	46
3.1.2. Kullanılan Boyarmadde ve Yardimci Kimyasallar.....	46
3.1.3. Kullanılan Cihaz ve Makineler.....	47
3.1.3.1. Boyama Islemleri için Kullanılan Cihaz ve Makineler.....	47
3.1.3.2. Test Islemleri için Kullanılan Cihaz ve Makineler.....	48
3.2. Metod.....	49
3.2.1. Uygulanan Boyama Yöntemleri ve Boyama Reçeteleri.....	49
3.2.1.1. HT-Asidik Boyama Reçetesi ve Boyama Grafiği.....	49
3.2.1.2. HT-Alkali Boyama Reçetesi.....	50
3.2.1.3. Carrier Boyama Reçetesi ve Boyama Grafiği.....	51
3.2.1.4. Termosol Boyama Yöntemi ve Boyama Reçetesi.....	52
3.2.2. Uygulanan Redüktif Yıkama Reçetesi.....	53
3.3. Değerlendirmede Kullanılan Test Yöntemleri.....	53
3.3.1. Renk Kuvvetinin Ölçülmesi.....	53
3.3.2. Ter Haslığının Ölçülmesi.....	54
3.3.3. Yıkamaya Karşı Renk Haslığının Ölçülmesi.....	55
3.3.4. Isıya Karşı Renk Haslığının Ölçülmesi.....	55
3.3.5. Kuru ve Yaş Sürtünmeye Karşı Renk Haslığının Ölçülmesi.....	55
3.3.6. İplik Mukavemet Değerlerinin Ölçülmesi.....	55
3.4. Test Sonuçlarının İstatistiksel Analizi ve Sonuçların Gösterimi.....	55
4. ARASTIRMA BULGULARI ve TARTISMA .....	57
4.1. Farklı Boyama Yöntemleri İçin Elde Edilen Renk Verimine İlişkin Bulgular.....	57

	<b>Sayfa</b>
4.2. Farkli Boyama Yöntemleri İçin Elde Edilen Renk Farkina ( $\Delta E$ ) İlişkin Bulgular.....	64
4.3. Farkli Boyama Yöntemleri İçin Elde Edilen Renk Özelliklerine İlişkin Bulgular.....	67
4.4. Farkli Boyama Yöntemleri İçin Elde Edilen Yıkamaya Karsi Renk Hasligina İlişkin Bulgular.....	70
4.5. Farkli Boyama Yöntemleri İçin Elde Edilen Sürtünmeye Karsi Renk Hasligina İlişkin Bulgular.....	75
4.5.1. Kuru Sürtünmeye Karsi Renk Hasligi Sonuçlari.....	77
4.5.2. Yas Sürtünmeye Karsi Renk Hasligi Sonuçlari.....	79
4.6. Farkli Boyama Yöntemleri İçin Elde Edilen Isik Hasligina İlişkin Bulgular	80
4.7. Farkli Boyama Yöntemleri İçin Elde Edilen Ter Hasligina İlişkin Bulgular.	83
4.8. Ortam pH'inin İplik Mukavemet i Üzerine Etkilerinin İncelenmesi.....	86
4.8.1. İplik Kopma Mukavemeti Test Sonuçlarindan Elde Edilen Bulgular.....	86
4.8.2. İplik % Kopma Uzamasi Test Sonuçlarindan Elde Edilen Bulgular	92
5. SONUÇ ve DAHA SONRAKI ÇALISMALAR İÇİN ÖNERILER.....	99
6. KAYNAKLAR.....	105
ÖZGEÇMİS.....	110
EKLER.....	111
EK-1.....	115
EK-2.....	120

## ÖZET

Polyester liflerinin bugünkü yapıları ile ilk olarak 1940'li yıllarda üretilip pazara sunulmalarından bu yana, dünya tekstil sektöründeki kullanım trendleri artmıştır ve bundan sonrada aynı eğilimin devam edeceği öngörülmektedir. Polyester liflerinin boya-terbiye sektöründeki proses şartlarının iyileştirilmesi, yeni boyama yöntemlerinin geliştirilmesi ve boyama işlemleri sırasında kullanılan dispers boyarmaddelerin sentezi üzerine yapılan çalışmalar halen devam etmektedir.

Bu tez çalışmasında, %100 polyester kumaşların dispers boyarmaddeler ile boyama yöntemlerinin performansları karşılaştırılmış ve farklılıkların ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, sektörde en fazla uygulanan HT, Carrier, Termosol boyama yöntemleri ve son yıllarda polyester liflerinin alkali ortamda boyanabilirliği üzerine yapılan araştırmalar dikkate alınarak, HT-Alkali boyama yöntemi ile boyama denemeleri yapılmıştır. Çalışmada, azo ve antrakinon esaslı dispers boyarmaddeler ile iki farklı % 100 polyester kumaş, HT-Asidik, HT-Alkali, Carrier ve Termosol boyama yöntemlerine göre boyanmıştır. Carrier boyama yönteminde iki farklı carrier ile boyama denemeleri gerçekleştirilmiştir.

HT-Asidik, HT-Alkali, Carrier ve Termosol boyama yöntemleri ile boyanan numunelerin renk verimi ve renk farklarının ölçümleri yapılmış ve sonuçlar istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Bunun yanı sıra, HT-Asidik boyama yöntemi ile boyanan numuneler standart olarak ele alınmış, diğer yöntemler kullanılarak boyanan numunelerle arasındaki  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta C^*$  ve  $\Delta H^*$  değerleri bulunmuş ve elde edilen renk özellikleri yorumlanmıştır.

Çalışmada uygulanan boyama yöntemleri, alkali ve asidik ter, ısı, yıkama, kuru ve yas sürtünme renk hasırları açısından karşılaştırılmış ve sonuçlar istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Ayrıca, yapılan boyama denemeleri sonunda HT-Asidik ve HT-Alkali boyama yöntemleri ile boyanan kumaşlar kopma mukavemeti ve % kopma uzaması açısından karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER** : Carrier, Dispers Boyarmadde, HT, Polyester, Termosol

## ABSTRACT

The trend in the use of polyester fibers has been increasing in the world textile sector since their first production and introduction into the markets in 1940's and it is anticipated that this trend will continue to increase. The studies on improving the process conditions in the polyester fiber dyeing and finishing sector, developing new dyeing methods and the synthesis of disperse dyestuff used in dyeing are still continuing.

In this thesis study, the performances of dyeing methods applied on 100% polyester fabrics using disperse dyestuff are compared and the differences are aimed to be determined. In this scope, considering the dyeing methods mostly employed in this sector: HT, Carrier, Thermosol and the investigations recently conducted on dyeability of polyester fabrics in alkaline medium, dyeing experiments were carried out by using HT-Alkali dyeing method. In this study, two distinct 100% polyester fabrics were dyed based on the methods of HT-Acidic, HT-Alkali, Carrier and Thermosol using azo and anthraquinone dyestuff. In Carrier dyeing method, experiments were accomplished by using two different carriers.

Measurements of color efficiency and color differences were conducted on the samples, dyed by the methods of HT-Acidic, HT-Alkali, Carrier and Thermosol and the results were evaluated by using different statistical approaches. Besides, taking the samples dyed by the method of HT-Acidic as the standard, the values of  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  and  $H^*$  were obtained by comparing the output of other methods and the color properties were interpreted.

The dyeing methods practiced in this study were compared in terms of sweat, light, washing, dry and wet rubbing color fastness and the results were analyzed statistically.

Moreover, the break strength and break elongation (%) of the fabrics dyed by the methods of HT-Acidic and HT-Alkali were compared at the end of the dyeing tests and the results were analyzed statistically.

**KEY WORDS:** Carrier, Disperse Dyestuff, HT, Polyester, Thermosol



## TESEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle bana yardımcı olan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. İbrahim ÜÇGÜL'e ve çalışmamın her aşamasında büyük çaba harcayarak gerek yönlendirme, gerekse bilimsel katkı ve tecrübeleriyle her an yanımda olarak yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen hocam Sayın Öğr. Gör. Dr. Yasar KARAKAYA'ya teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, yüksek lisans eğitimim boyunca manevi desteklerini esirgemesiyle, karşılaştığım problemlerin çözümü konusunda bana destek olan hocalarım Sayın Doç. Dr. Fatma GÖKTEPE ve Sayın Doç. Dr. Özer GÖKTEPE'ye teşekkür ederim.

Çalışmamın deneysel bölümünde, numune temini konusunda bana destek olan Zorlu Linen Dokuma Empirime Kon. San. ve Tic. A.S. fabrikası Eğitim Şefi Evrim ÖZDEMİR ve Tekstil Mühendisi Orçun BOZKAN'a, Setas Kimya A.S. firması yöneticilerinden Mehmet SENER, Nehir UHRI ve Denizli Bölge Satış Pazarlama sorumlusu Endaze SINLIK'a ve Eksoy Kimya A.S. yöneticilerinden Neda SOYDAN'a teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamda boyama denemelerini ve testlerimi fabrikalarında yapmama imkan tanıyan Deniz Tekstil San. ve Tic. A.S. Genel Müdür Yardımcısı M. Murat İLHAN'a, laboratuvar sorumlusu Fatma YATAK'a ve laboratuvar çalışanlarına, Degirmenci Tekstil Baskı Boya San. ve Tic. A.S. boyalı laboratuvar çalışanlarına, Urhan Boya Tekstil Terbiye San. A.S. firması BOYA laboratuvar çalışanlarına ve Birlik Mensucat A.S. kimya laboratuvar çalışanlarına ve Tekstil Mühendisi Orhan Sami SEZGIN'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam sırasında her an yanımda olarak bana destek veren mesai arkadaşlarım Ars. Gör. Demet YILMAZ, Yük. Müh. Evren KATI, Ars. Gör. Funda CENGİZ, Ars. Gör. Murat KODALOĞLU, Ars. Gör. Sennur ALAY, bölüm teknisyenimiz Kadir Uğur KUTLAY'a teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim esnasında maddi ve manevi her konuda destek olan, bana yol göstererek ışık tutan CANIM AILEME ve esim Yrd. Doç. Dr. İbrahim UĞUR'a teşekkürlerimi sunarım.

Sule S. UĞUR

## SEKILLER DIZINI

	Sayfa
Sekil 1.1. Polyesterin genel formülü (Baser, 1992).....	2
Sekil 1.2. Baslangiç maddesi olarak etilen glikol ve dimetiltereftalat kullanılan PET lifleri (Baser, 1992).....	3
Sekil 1.3. Baslangiç maddesi olarak etilen glikol ve tereftalik asit kullanılan PET lifleri (Baser, 1992).....	3
Sekil 1.4. Dispers boyarmaddelerin A-D gruplari ile siniflandirilmesi (Vigo, 1994).....	10
Sekil 1.5. Diazo dispers boyarmaddelerin formülasyonu (Vigo, 1994).....	12
Sekil 1.6. Monoazo dispers boyarmaddelerin formülasyonu (Vigo, 1994).....	13
Sekil 1.7. Antrakinin dispers boyarmaddelerin formülasyonu (Vigo, 1994)...	13
Sekil 1.8. Dispers boyama sistemi (Cegarra vd., 1992).....	14
Sekil 1.9. Nernst yasasindan elde edilen adsorpsiyon izotermi (Cegarra vd., 1992).....	16
Sekil 1.10. Polyester için adsorpsiyon izotermi (Cegarra vd., 1992).....	17
Sekil 1.11. Difüzyon katsayısına sicakligin etkisi (Cegarra vd., 1992).....	19
Sekil 1.12. Kinetige sicakligin etkisi (Cegarra vd., 1992).....	21
Sekil 1.13. Boyama kinetigine carrierlerin etkisi (Cegarra vd., 1992).....	26
Sekil 1.14. % 100 Polyester için islem akis semasi (Anis, 2003).....	29
Sekil 1.15. Termosol boyama prosesi islem akisi.....	31
Sekil 1.16. Adsorpsiyon zamaninin degerlendirilmesi (Cegarra vd., 1992).....	34
Sekil.1.17. Termofiksajin, boya miktarı, fiksaj sicakligi ve sistem çiktisinin bir fonksiyonu olarak kronolojik gelismisi(Cegarra vd., 1992).....	34
Sekil 3.1. HT-Alkali ve HT-Asidik boyama için uygulanan boyama grafigi ..	51
Sekil 3.2. Carrier boyama yöntemi için uygulanan boyama grafigi.....	52
Sekil 3.3. Termosol boyama yöntemi için uygulanan islem akisi.....	53
Sekil 4.1. A kumasi için renk verimi (K/S) degerleri.....	57
Sekil 4.2. B kumasi için renk verimi (K/S) degerleri.....	61
Sekil 4.3. A kumasi için HT-Asidik yöntemle diger yöntemler arasindaki renk farki (? E) degerlerini gösteren test sonuclari.....	64

	<b>Sayfa</b>
Sekil 4.4. B kumasi için HT-Asidik yöntemle diger yöntemler arasindaki renk farki (? E) degerlerini gösteren test sonuçlari.....	66
Sekil 4.5. A kumasi için renk degisimi degerlerinin grafiksel gösterimi.....	72
Sekil 4.6. A kumasi için renk akmasi degerlerinin grafiksel gösterimi.....	73
Sekil 4.7. B kumasi için renk degisimi degerlerinin grafiksel gösterimi.....	74
Sekil 4.8. B kumasi için renk akmasi degerlerinin grafiksel gösterimi.....	75
Sekil 4.9. A kumasi için kuru sürtünmeye karsi renk hasligi test sonuçlari nin grafiksel gösterimi.....	77
Sekil 4.10. B kumasi için kuru sürtünmeye karsi renk hasligi test sonuçlari nin grafiksel gösterimi.....	78
Sekil 4.11. A kumasi için yas sürtünmeye karsi renk hasligi test sonuçlari nin grafiksel gösterimi.....	79
Sekil 4.12. B kumasi için yas sürtünmeye karsi renk hasligi test sonuçlari nin grafiksel gösterimi.....	80
Sekil 4.13. A kumasi için isik hasligi test sonuçlari nin grafiksel gösterimi.....	81
Sekil 4.14. B kumasi için isik hasligi test sonuçlari nin grafiksel gösterimi.....	82
Sekil 4.15. A kumasinin atki kopma mukavemet degerlerini gösteren test sonuçlari.....	86
Sekil 4.16. A kumasinin çözgü kopma mukavemet degerlerini gösteren test sonuçlari.....	88
Sekil 4.17. B kumasinin atki kopma mukavemet degerlerini gösteren test sonuçlari.....	89
Sekil 4.18. B kumasinin çözgü kopma mukavemet degerlerini gösteren test sonuçlari.....	91
Sekil 4.19. A kumasinin % atki kopma uzamasi degerlerini gösteren test sonuçlari.....	92
Sekil 4.20. A kumasinin % çözgü kopma uzamasi degerlerini gösteren test sonuçlari.....	94
Sekil 4.21. B kumasinin % atki kopma uzamasi degerlerini gösteren test sonuçlari.....	95

Sekil 4.22. B kumasinin % çözgü kopma uzaması degerlerini gösteren test sonuçları.....	97
--	----

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan % 100 polyester kumasların özellikleri.....	46
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan boyarmaddelerin özellikleri.....	47
Çizelge 4.1. Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan A kumasının renk verimi değerlerinin LSD Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları.....	59
Çizelge 4.2. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan A kumasının renk verimi değerlerinin LSD Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları.....	60
Çizelge 4.3. Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan B kumasının renk verimi değerlerinin LSD Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları.....	62
Çizelge 4.4. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan B kumasının renk verimi test sonuçlarının LSD Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları.....	63
Çizelge 4.5. A kumasına ait HT-Asidik yöntemle diğer yöntemler arasındaki renk farkı (? E) test sonuçları.....	65
Çizelge 4.6. B kumasına ait HT-Asidik yöntemle diğer yöntemler arasındaki renk farkı (? E) test.....	67
Çizelge 4.7. Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddeleri ile boyanan A kumasına ait $\Delta L^*$ , $\Delta a^*$ , $\Delta b^*$ , $\Delta C^*$ ve $\Delta H^*$ değerleri.....	68
Çizelge 4.8. Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddeleri ile boyanan B kumasına ait $\Delta L^*$ , $\Delta a^*$ , $\Delta b^*$ , $\Delta C^*$ ve $\Delta H^*$ değerleri.....	70
Çizelge 4.9. A ve B kumaslarına ait yıkamaya karşı renk haslığı test sonuçları.....	71
Çizelge 4.10. A ve B kumaslarına ait kuru ve yas sürtünmeye karşı renk haslığı test sonuçları.....	76
Çizelge 4.11. A ve B kumaslarına ait ısı haslığı test sonuçları.....	81
Çizelge 4.12. A ve B kumaslarına ait alkali ter haslığına ait test sonuçları.....	84
Çizelge 4.13. A ve B kumaslarına ait asidik ter haslığına ait test sonuçları.....	85

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 4.14. A kumasi için atki kopma mukavemeti degerlerine ait t-testi sonucu.....	87
Çizelge 4.15. A kumasi için çözü kopma mukavemeti degerlerine ait t-testi sonucu.....	89
Çizelge 4.16. B kumasi için atki kopma mukavemeti degerlerine ait t-testi sonucu.....	90
Çizelge 4.17. B kumasi için çözü kopma mukavemeti degerlerine ait t-testi sonucu.....	92
Çizelge 4.18. A kumasi için % atki kopma uzamasi degerlerine ait t-testi sonucu.....	93
Çizelge 4.19. A kumasi için % çözü kopma uzamasi degerlerine ait t-testi sonucu.....	95
Çizelge 4.20. B kumasi için % atki kopma uzamasi degerlerine ait t-testi sonucu.....	96
Çizelge 4.21. B kumasi için % çözü kopma uzamasi degerlerine ait t-testi sonucu.....	98

## **1. GIRIS**

### **1.1. Polyester Lifleri**

Dünyadaki tekstil elyafına duyulan talepler 1996-2000 yılları arasındaki periyotta incelendiğinde, yapay elyaf talebinin bu süre zarfında % 52'den % 57'ye çıktığı ve 2000 yılında 60.443.000 tonluk yapay elyaf üretiminin % 73'ünün polyester elyafı olduğu bildirilmiştir. Dispers boyarmaddeler için de 1988'de 95.000 ton olan üretim miktarının 1998 yılında 150.000 ton olduğu belirlenmiştir. Polyester elyaf talebindeki artış trendinin bu yüzyılın ilk yarısında da devam edeceği ve polyester elyaf üretimindeki artışa bağlı olarak dispers boyarmadde tüketimi miktarının da önemli ölçüde artacağı öngörülmektedir (Holme, 2003; Philips, 2003).

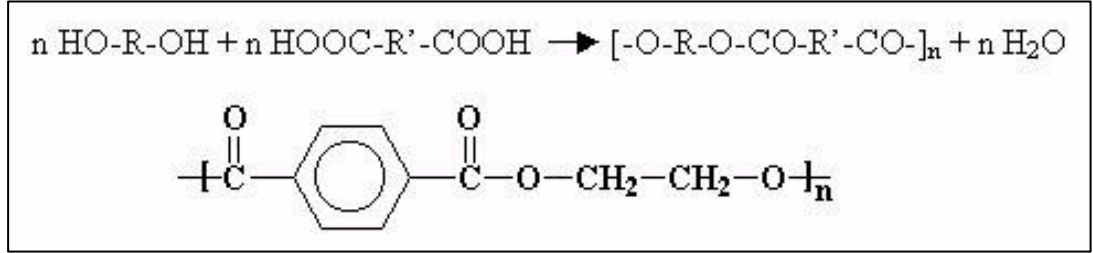
Polyester lifleri iyi kullanım özellikleri sağlamaları nedeniyle giyim esyası, ev tekstili ve teknik tekstillerde oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptirler.

#### **1.1.1. Polyester Liflerinin Tarihçesi**

Polyester lifleri, genellikle bir dihidrik alkol ile dibazik organik asidin esterleşmesiyle oluşurlar. Du Pont Carothers firmasının Calico Printers Association Ltd. laboratuvarında çalışan J. R. Whinfield ve J. T. Dickson tarafından 1939'dan 1941'e kadar ki periyotta bu konuda yapılan araştırmalar sürdürülmüştür. Polyetilentereftalat'tan yapılmış olan bu yapay life araştırmacılar tarafından "Terylene" adı verilmiştir. Daha sonra, A.B.D.'de "Dacron" adı altında üretilmeye başlanmıştır. Dünyada polyester elyaf üretimi yapan diğer firmalarda farklı ticari isimler vermişlerdir. İngiltere'de "Terylene" dışında "Trevira", "Terlanka", A.B.D.'de "Dacron" dışında "Fostel", Batı Almanya'da "Diolen" ve "Trevira", İtalya'da "Terital", Fransa'da "Tergal", Hollanda'da "Terlanka", Japonya'da "Tetoran" ve Türkiye'de "Perilen", "Lalelen", "Polylen" gibi isimler altında piyasada polyester lifleri bulunmaktadır (Nunn, 1979; Harmancıoğlu, 1991).

### 1.1.2. Polyester Liflerinin Elde Edilmesi

Polyester kelimesi, genel olarak bir dialkol ile dikarboksilik asidin kondenzasyon ürünü olan uzun zincirli polimerlere verilen isimdir. Bu zincirde ester (-CO-O-) grubu çok sayıda tekrarlanır.



Sekil 1.1. Polyesterin genel formülü (Baser, 1992)

Sekil 1.1'de görülen zincirde kullanılan R ve R' alifatik yapıda olduğu zaman polimerin erime noktası düşük olduğu için tekstilde kullanılamazlar. Tekstilde kullanılabilen polimerin elde edilebilmesi için kullanılan aromatik yapıdaki bileşenlere göre farklı yapıda polyesterler elde edilir. Tekstilde kullanılan üç farklı tipte polyester bulunmaktadır. Bunlar;

1. PET (polietilen-tereftalat) lifleri
2. PCDT (polisikloheksil-dimetilen-tereftalat) lifleri
3. PET polyesterlerinin modifiye edilmesi ile elde edilen modifiye polyester lifleri (Baser, 1992).

Polyesterin, farklı hammaddelerden çıkılarak farklı tiplerde üretimi olmasına rağmen dünyada en yaygın olarak üretilen tipi tereftalik asit-etilen glikol reaksiyonuna dayanmaktadır (Reichert, 1998).

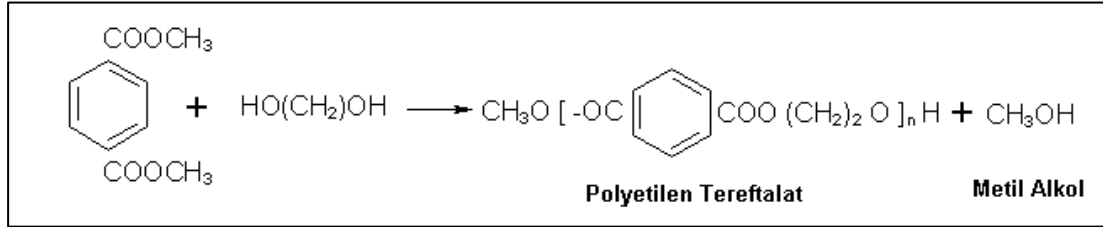
#### 1.1.2.1. PET Polyester Liflerinin Elde Edilmesi

Kimyasal adı polietilen-tereftalat olan PET polyesteri, Whinfield ve Dickson tarafından keşfedilmiş olup, ilk defa 1941 yılında ticari ölçüde üretilmiştir. Etilen glikolün tereftalik asit veya tereftalik asit dimetil esteri ile kondensasyonundan elde



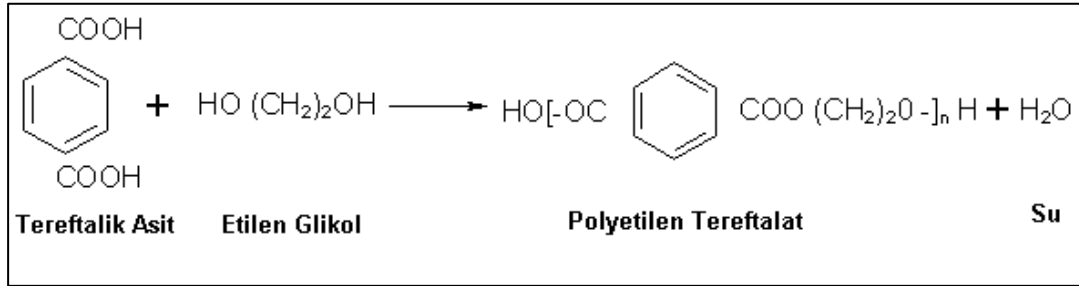
edilmektedir. Başlangıç maddelerindeki bu farka göre iki ayrı yöntem uygulanmaktadır (Baser, 1992).

***Etilen Glikol ve Dimetiltereftalat Kullanılan Polyester Lifleri*** : Polyester liflerinin ilk elde edilme yöntemidir. Etilen glikol ve dimetiltereftalat arasında  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  civarında katalizör etkisi ile ester değişimi meydana geldikten sonra daha yüksek sıcaklıklarda ve katalizör yardımıyla kondenzasyon meydana gelir. Şekil 1.2’de de görüldüğü gibi, kondenzasyon sonunda yan ürün olarak metil alkol açığa çıkmaktadır.



Şekil 1.2. Başlangıç maddesi olarak etilen glikol ve dimetiltereftalat kullanılan PET lifleri (Baser, 1992)

***Etilen Glikol ve Tereftalik Asit Kullanılan Polyester Lifleri*** : Tereftalik asit ile etilen glikol kondenzasyona tabi tutularak polietilen tereftalat elde edilir. Şekil 1.3’de de görüldüğü gibi, kondenzasyon sonunda yan ürün olarak su açığa çıkmaktadır (Harmancıoğlu, 1991).



Şekil 1.3. Başlangıç maddesi olarak etilen glikol ve tereftalik asit kullanılan PET lifleri (Baser, 1992)

### 1.1.2.2. Oligomerin Tanimi

Oligomerler polyesterin sentezi sırasında oluşan lineer veya çiklik yapılardır. Polietilentereftalat esaslı lif üretiminde, esas polimerin yanında molekül ağırlığı düşük olan oligomerlerde bulunur. Oligomerler termik ve hidrotermik işlemler sonucu, elyaf içinden dışarı çıkmaktadır. Oligomerler asiri tozuyarak iplik elde etme, bobin sarma ve çift kat iplik elde etme işlemlerinde sorun çıkarırlar. Makine içlerinde ve tekstil materyalinin yüzeyinde çökelti (lekeler) oluşturlar. Çapraz bobin boyamada bobin içerisinde filtre olurlar ve sirkülasyon düzenini bozarlar (Wallis, 1999, Reichert, 1998 ).

Polyesterin terbiyesi sırasında işlemleri olumsuz yönde etkileyen, sadece çiklik oligomerlerdir. Bunun nedeni, çiklik oligomerlerin suda çözünürlüğü iyi olmadığı için iplik yüzeyinde ve makine içinde çökelti oluşturmasıdır. Lineer yapıda olanlar suda çözülerek uzaklaştırılabilmektedir (Sowoidnich, 1998).

Oligomer probleminin azaltılması veya engellenmesi için uygulanan yöntemler : mümkün olduğunca sınırlı boyama süresi; carrier ilavesi; yüksek dispergator ilavesi; banyonun sıcak boşaltılması; sıcak durulama; yoğun redüktif yıkama; ipliklerde avivajdan geçirmek; aparatların sık sık temizlenmesidir (Reichert, 1998).

### 1.1.3. Polyester Liflerinin Genel Özellikleri

Polyester liflerinin spesifik avantajları;

- Yüksek elastikiyet özelliği ve yüksek mukavemet,
- Yüksek yıpranma dayanıklılığı,
- Mükemmel ısı dayanıklılığı,
- Düşük su absorpsiyonu, kolay yıkanabilirlik ve çabuk kuruma,
- Isık ve hava şartlarına mükemmel dayanıklılık,
- İyi elektrik yalıtkanlığı,
- Yüksek miktarda asindirici kimyasal maddeye, özellikle asitlere karşı yüksek mukavemet,

- Bitmiş materyalde daha az sentetik elyaf hissi, daha fazla sıcak ve hoş tutum.

Polyester liflerinin spesifik dezavantajları;

- Kirliliğe yol açan maddelere ve yağlara ilgi,
- Kuvvetli elektrostatik yüklenme, hızlı kirlenme,
- Boyama zorlukları,
- Düşük su ve ter absorpsiyonu,
- Kesikli elyaftan oluşan mamul ürünlerde “pilling” olayı (Reichert, 1998).

Polyester liflerinin enine kesitleri genellikle yuvarlaktır; fakat özel amaçlarla üretilen bazı liflerin kesitleri düze formuna göre değişik olabilmektedir. Polyester liflerinin yüzeyleri pürüzsüz olup, cam çubuga benzerler ve mikroskop altında renklendirilmiş olanlar pigment içerdiklerinden lekeli ve benekli görünürler (Harmancıoğlu, 1991).

Polyester liflerinin, ortalama polimerizasyon dereceleri polyesterin cinsine ve üretim koşullarına göre farklılık göstermekle beraber 100-350 civarında olmaktadır.

Elektron dağılımı ve hareketliliği sonucu meydana gelen, Van der Waals Kuvvetleri, Hidrojen Köprüleri, Dipol Yönlenme Kuvvetleri ve Endüksiyon Kuvvetleri polyester liflerinin makromoleküler yapısında yer alan ikincil çekim kuvvetleridir (Tarakçıoğlu, 1986).

Polyester lifleri yüksek derecede kristalin bölge içerdiklerinden, yoğunluğu bazı doğal ve yapay liflerle karşılaştırıldığında oldukça yüksektir (1,36-1,45 gr/cm<sup>3</sup>). Yoğunluk değeri kristalin bölge oranı ile değişmektedir. Yüksek kristalin bölge içerdikleri için, erime sıcaklıkları 256 °C ve (T<sub>g</sub>) camlaşma sıcaklıkları 79 °C'dir (Tarakçıoğlu, 1986; Baser, 1992).

Polyester liflerinin mukavemetleri üretim şekillerine bağlı olarak değişmekle beraber, oldukça yüksektir. Genellikle filament halinde olan standart polyester liflerinde, kuru halde mukavemet 4-5 gr/denye iken, ıslak halde mukavemetleri

degismez. Yüksek mukavemetli liflerde ise mukavemet, yas ve kuru hallerde 6.4-8.0 gr/denye arasında, stapel liflerde ise 5.5-6.5 gr/denye arasında olur.

Poliamidden az, pamuk ve rayondan çok elastiktir. Uzama yetenekleri standart liflerin filament ve stapellerinde degisiktir. Genellikle standart filamentlerde uzama oranı % 15-30, stapel liflerinde ise bu yetenek % 30-50 arasındadır. (Harmancıoğlu, 1991).

Hidrofob yapıda olduklarından normal şartlarda nem miktarı % 0.4'tür. Rutubet liflerin mukavemetlerine, uzamalarına etki etmemektedir (Seventekin, 2002).

Termoplastik etkiler nedeniyle 100 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda polyester liflerinin büzülme göstermesinden dolayı, kaynar yıkama ve ütüleme işlemlerinde dikkat edilmelidir (Baser, 1992).

Az rutubet absorbe etmesi nedeniyle elektrik iletkenliği düşüktür. Polyesterin statik elektriklenme özelliği olduğundan çok çabuk kirlenir. Güve, zararlı böceklerden, küf ve mantar gibi mikroorganizmalardan zarar görmezler (Seventekin, 2002).

### **1.1.3.1. Polyester Liflerine Asitlerin Etkisi**

Polyester liflerinin mukavemetini arttırmak için yapılan germe-çekme işlemi sırasında liflerde kristalinite ile birlikte kimyasal reaktiflere karşı ilgisizlik de artmaktadır. Bu nedenle zayıf asit çözeltilerine karşı sogukta ve sıcakta oldukça dayanıklıdırlar. Derisik anorganik asitlerden oda sıcaklığında etkilenmez, ancak sıcaklık yükseldikçe etkilenmeye baslarlar. Asetik asit, formik asit ve oksalik asit ile 80°C'de 72 saat muameleden sonra % 8-15,6 oranında ağırlık kaybına uğramaktadırlar (Nunn, 1979; Baser 1992).

### **1.1.3.2. Polyester Liflerine Bazların (Alkalilerin) Etkisi**

Polyester lifleri, zayıf bazik çözeltilere karşı dayanıklıdır; ancak kuvvetli bazik çözeltiler zincirdeki ester bağlarına etki ederler. Derişik NaOH ile kısa süreli yapılan işlemlerde polimer lif yüzeyinden başlayarak hidroliz olur ve lif yüzeyi pürüzlü bir hal alır. Bu işlemle lif yüzeyi daha hidrofil hale geldiği için boyama özellikleri gelişir. Ancak çok derişik NaOH çözeltileri, sıcaklığın artırılmasıyla liflere zarar vererek mukavemetlerini azaltır (Nunn, 1979; Baser, 1992).

Basınç altında amonyak ile polyester liflerinin muamele edilmesi sonucunda polyester lifleri indirgenerek zarar görmektedir (Nunn, 1979).

### **1.1.3.3. Polyester Liflerine Yükseltgen ve İndirgen Etkisi**

Polyester lifleri; sodyumklorit, hipoklorit, hidrojenperoksit gibi yükseltgen maddeler ve sodyumditionit, sodyumbisülfid gibi indirgen maddelere karşı yüksek bir dayanıma sahiptirler (Nunn, 1979).

### **1.1.3.4. Polyester Liflerine Organik Çözücülerin Etkisi**

Polyester lifleri organik çözücülerin büyük bir kısmına karşı oldukça dayanıklıdır. Petrol, metilen klorür, kloroform, karbon tetraklorür, trikloretilen, perkloretilen, benzen, klorobenzen, toluen, ksilen, metiletil, propil alkol, aseton, dioksan ve dietil eter gibi organik çözücüler içerisinde polyester lifleri çözünmezler (Nunn, 1979).

Aseton, kloroform ve trikloretilen gibi eriticiler polyester mamuller kaynama noktasında etkileyerek büzölmelerine neden olurlar. Bununla beraber polyester mamulleri sıcak fiksaj işlemine tabi tutulmuşlar ise, bu etkenler karşısında ve kaynar suda büzölmezler. Dimetilformamid, o-diklorobenzen, benzilalkol, nitrobenzen, m-kresol, dimetiltereftalat, tetrakloretilen gibi maddeler belirli koşullarda polyesteri tamamen çözmektir (Madran, 1991; Seventekin, 2002).

### **1.1.3.5. Polyester Liflerine Isigin Etkisi**

Polyester elyafinin, açık hava kosullari ve isiga karsi dayanimlari çok iyidir. Ancak uzun süre isikta kalirsa, özellikle ultraviyole isigindan zarar görebilirler. 3000 saat günes isiginda birakildiginda % 50 kadarlik bir kopma dayanimi düsmesi olmaktadır. Fakat baslangiç dayanimlari pamuk, poliamid, poliakrilik gibi elyaflardan çok daha yüksek oldugu için perde, güneslik yapiminda kullanılan en ideal elyaftir (Harmancioglu,1991; Seventekin, 2002 ).

### **1.2. Polyester Liflerinin Boyanmasi**

Polyester liflerinin, yüksek kristalinite ve belirgin hidrofob özellik göstermeleri nedeniyle büyük moleküllü boyarmaddeler elyaf içine kolay nüfuz edemezler. Ayrıca, elyaf kimyaca aktif grup içermediği için boyarmadde anyon ve katyonlarını da bağlayamaz. Bu nedenlerle, polyesterin boyanması için hidrofil boyarmaddeler uygun değildir. Dispers, bazik, pigment, küp, küp loyko ester ve inkisaf boyarmaddeler, polyester liflerinin boyanmasında kullanılacak boyarmadde sınıflarıdır. Polyesterin boyanmasında en fazla kullanılan boyarmadde sınıfı % 95'i asan bir payla dispers boyarmaddelerdir (Tarakçioğlu, 1974).

#### **1.2.1. Dispers Boyarmaddelerin Özellikleri**

Dispers boyarmaddeler başlangıçta selüloz asetat ve selüloz triasetat liflerinin boyanması için 1920'lerde geliştirilmiş olsalar da, bu boyarmaddeler su anda özellikle polyester ve polyester karışımlarının boyanması için kullanılmaktadır. Bunlar, sentetik lifler için en önemli boyarmadde sınıfını temsil etmektedir ve poliamid, akrilik, modakrilik, poliolenin ve polivinilklorür liflerinin boyanması için de kullanılmaktadırlar (Vigo, 1994).

Bugün yaklaşık 250'si Colour Index (CI) numarası ile adlandırılmış 750'ye yakın dispers boyarmadde bulunmaktadır. Bu boyarmaddelerin % 30'a yakını mavi, % 25'i

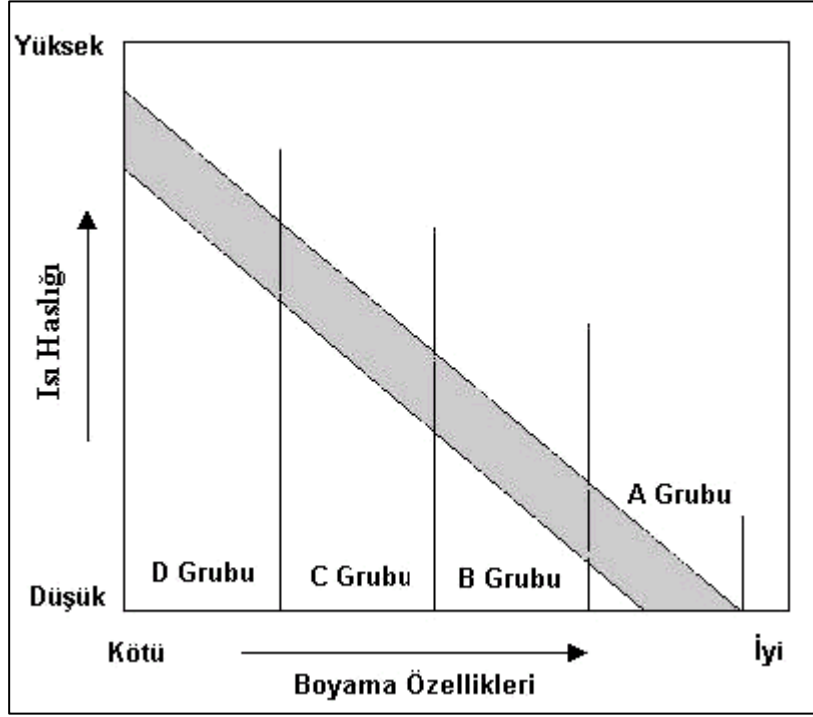
kırmızı, % 20'si sarı, % 8'i viole ve oranj ve % 3'ü kahverengi renklerini vermektedir.

Dispers boyarmaddeler oda sıcaklığında suda çözünmeyen, non-iyonik, küçük parçacıklı ve hidrofobik liflere substantiviteye sahip boyarmaddelerdir. Bunların liflere fiksaj özellikleri parça boyutlarına, uniformiteye ve boya dağıtıcılarının yapısına dayanmaktadır. Dispers boyarmaddeler liflere, az miktarda çözünmüş boyarmadde içeren küçük tanecikli dispersiyonlar halinde uygulanırlar (Nunn, 1979; Aspland 1992).

Dispers boyarmaddeler 80 °C'de 0,2-100 mg/l çözünürlüğe ve 25 °C'de  $3 \cdot 10^{-6}$ - $3 \cdot 10^{-7}$  M arasında çözünürlüğe sahiptirler. Boyarmaddelerin çözünürlüğü boyarmaddenin formülasyonu ve kimyasal yapısı tarafından belirlenmektedir (Nunn, 1979; Cunningham, 1996).

Dispers boyarmaddeler kati halden gaz fazına geçme olarak adlandırılan süblime olma özelliğine sahip tek boyarmadde sınıfıdır.

Dispers boyarmaddeler kimyasal yapılarına bakılmaksızın, ısı ve ısı/süblimasyon haslıklarına ve toplam boyama özelliklerine göre 4 grupta (A-D) sınıflandırılabilirler. Bu sınıflandırma 1973'te ICI tarafından önerilmiştir ve suanda da geniş ölçüde kullanılmaktadır. Şekil 1.4'te görülen bu gruplandırma, boyarmaddeler düşükten yükseğe doğru enerji tipleri ile de ilişkilidir. Şekilde, bütün dispers boyarmaddeler özelliklerine göre belirli alan içindeki boyama ve ısı haslığına sahiptirler. A grubu, zayıf süblimasyon karakterine fakat uygun ısı haslıkları ve mükemmel boyama özelliklerine sahiptir. B grubu, iyi ısı ve ısı haslığına sahiptir ve taşıyıcı boyama için oldukça uygundur. C grubu, B grubuna benzerdir; fakat daha üstün ısı veya süblimasyon haslığına sahiptir ve D grubu zayıf boyama özelliklerine fakat son derece iyi süblimasyon karakterine sahiptir (Vigo, 1994; Cunningham, 1996).



Sekil 1.4. Dispers boyarmaddelerin A-D gruplari ile siniflandirilmesi (Vigo, 1994)

Polyester materyallerde isil islem sonucunda dispers boyarmaddeler lif yüzeyine dogru hareket ederler ve eger yüzeyde hidrofobik bitim kimyasali bulunuyorsa, boyarmaddeler lif disina çikip olusan bu film tabakasi içerisinde çözünebilmektedirler. Bu durumun olusmasi veya lif yüzeyinde fazla boyarmadde kalmasi yas hasligi, yıkama hasligi, sublimasyon hasligi ve kuru temizleme hasligini düşürerek rengin donuklasmasına neden olur (Aspland,1992, Nunn, 1979).

Dispers boyarmaddeler ortam pH'ına karsi oldukça hassastirlar. Ortam pH'i nötrden alkaliye dogru kaymaya basladiginda boyarmadde hidroliz olmaya baslar ve hidroliz olan dispers boyarmadde, polyester liflerine karsi farkli afinite gösterdiginden farkli tonda yer alır. Boyamanin alkali ortamda yapilmasi durumunda, hidroliz olayini engellemek için boya banyosuna uygun tampon sisteminin kullanilmasi tavsiye edilmektedir. Ayrica pH'in 5'i geçtigi bazi durumlarda boyama ortaminda metal iyonlari varsa, bazi azo dispers boyarmaddelerde renk kaybi olusmaktadır (Dohmen, 1998).



Polyester liflerinin boyanması sırasında, dispers boyarmadde ile boyayı dispers durumda tutmak için banyoda dispersiyon ajanlarının da bulunması gerekmektedir. Dispersiyon ajanları dispersiyon stabilitesini yani boyama işlemi boyunca boya partiküllerinin stabil dispersiyonunu ve boya dağılımını sağlamak amacıyla kullanılırlar (Shulka ve Duhri, 1993; Odvarka ve Schejbalova, 1994).

#### **1.2.1.1. Dispers Boyarmadde Formları**

Dispers boyarmaddeler iki formda bulunmaktadır.

1. Mikro dispers granüller veya toz boyarmaddeler
2. Sivi boyarmaddeler

#### ***Granül ve Toz Dispers Boyarmaddeler***

Granül veya toz dispers boyarmaddelerin çoğu ağırlıkça % 30 aktif boya maddesi içerirken geri kalan % 70'lik kısmı üretim maddeleri, inert seyrelticiler, dispersiyon ajanları, toz önleyici maddeler ve renk maddelerinden oluşmaktadır (Aspland,1992; Nunn, 1979).

Granül veya toz dispers boyarmaddeleri yüksek oranda dispersiyon maddesi içermeleri nedeni ile;

- a) Boyarmaddenin sudaki çözünürlüğü artar.
- b) Emdirme yöntemine göre flotte aplikasyonlarında kurutma sırasında migrasyona sebep olur.
- c) Flotteden boyarmadde alımı azalır.

Toz formundaki dispers boyarmaddeler, zayıf depolama stabilitesine sahiptir ve özellikle nemli atmosfere maruz kaldıkları zaman topak haline geçerler. Böyle bir boyarmadde de düzensüz boyama verir (Karahmetoglu, 2000).

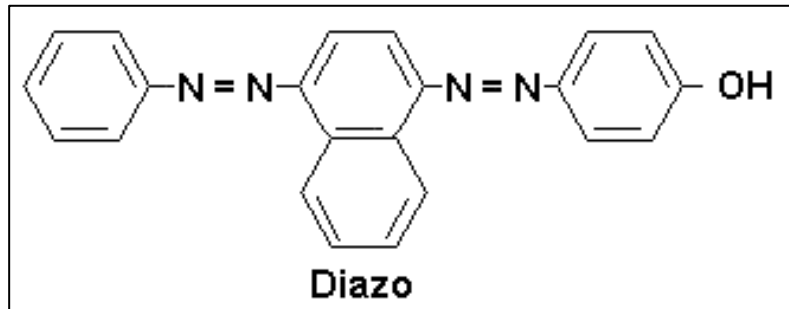
### ***Sivi Dispers Boyarmaddeler***

Sivi boyarmaddeler, yaklaşık % 15 oranında aktif boya ve toz boyalara göre daha az dispersiyon ajani içerirler. Sivi boyarmaddeler kolay karisabilirlik, dispersiyon stabilitesi, hazır pH degerleri boya ve emdirme banyolarinin kolay hazirlanmasi ile kullanım kolayligina sahiptirler. Bununla beraber depolama esnasinda çökme, konsantrasyon degisimi, buharlasma gibi temel olumsuzluklar tasirlar. Sivi formdaki dispers boyarmaddelerin, lif içerisine difüzyonu için daha az enerji gerekmektedir. Bu nedenle sivi formdaki boyarmaddeler polyester baskiciligina daha uygundur (Karaahmetoglu, 2000; Aspland, 1992; Nunn, 1979).

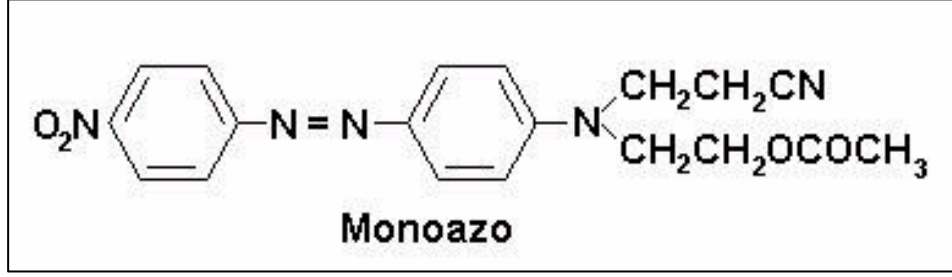
#### **1.2.1.2. Dispers Boyarmaddelerin Kimyasal Yapisi**

Kullanilan en önemli dispers boyarmaddelerin kimyasal tipleri monoazo, antrakinin ve diazo yapılaridir. Bu üç tipteki kimyasal yapı kullanılan boyarmaddeler, tüm dispers boyarmaddelerin toplamının % 85'ini oluşturmaktadır. Kalan % 15 metin, sitiren türevleri, aroylebenzimidazoles, quinonaphtholes, aminpaphthylimides ve naphtolquinonemines'dir (Vigo, 1994)

Dispers azo boyarmaddelerin yaklaşık % 10'u diazo (Sekil 1.5) ve % 50'si monoazo (Sekil 1.5) boyarmaddelerdir. Monoazo boyarmaddeler, düşük molekül ağırlıklı ve non-iyonik yapıdadırlar (Aspland, 1992; Vigo, 1994).



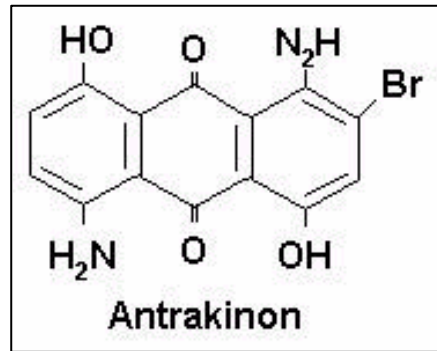
Sekil1.5. Diazo dispers boyarmaddelerin formülasyonu (Vigo, 1994)



Sekil1.6. Monoazo dispers boyarmaddelerin formülasyonu (Vigo, 1994)

Dispers azo boyarmaddeler yapılarındaki benzen halkasında özel bileşenler ve heterokromatik diazo bileşikler kullanılarak farklılaştırılmaktadır. Dispers boyarmaddelerin sentezinde diazo ve kenetleme bileşeni olarak heterosiklik bileşiklerin kullanılması son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Bu dispers azo boyarmaddeler parlak mavi ve kırmızı renkler verirler ve zayıf renk veren dispers antrakinonlarla karşılaştırıldığında avantajlı sayılmaktadırlar (Nunn, 1979; Baser, 1990; Vigo, 1994).

Günümüzde kullanılan dispers boyarmaddelerinin % 25'i  $\alpha$ -yerinde elektron donör grup taşıyan antrakinon bileşikleridir (Sekil 1.7). Bu sübstitüentlerin absorpsiyon spektrumlarına etkisi elektron donörün kuvveti ile artmaktadır. Antrakinon esaslı dispers boyarmaddeler genellikle mavi, viole, mavimsi kırmızı ve yeşillerdir (Nunn, 1979; Baser, 1990).



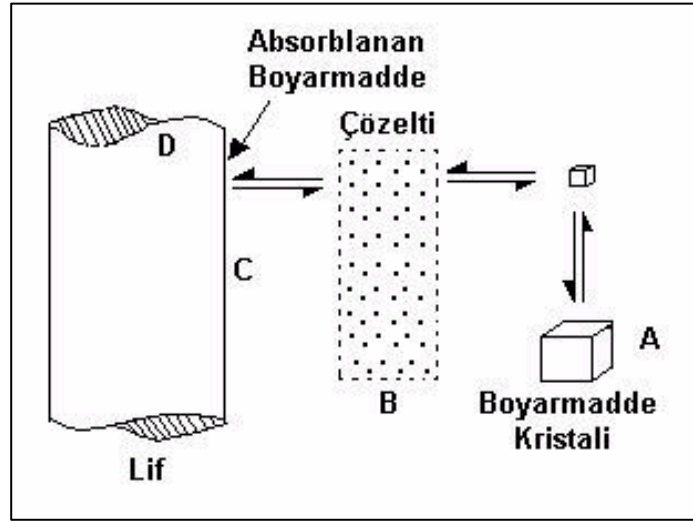
Sekil1.7. Antrakinon dispers boyarmaddelerin formülasyonu (Vigo, 1994)

Antrakinon esasli dispers boyarmaddeler parlak renkler vermeleri, iyi isik hasligi ve iyi yeniden üretilbilme avantajlarına ve kötü yas haslik, pahali ve üretim sırasında çevre problemi yaratma dezavantajlarına sahiptirler (Leaver vd., 1992).

### 1.2.2. Dispers Boyarmaddeler ile Polyester Liflerinin Boyama Mekanizması

Polyester liflerinin boyanması liflerin yüksek kristalin yapısı, hidrofobik karakteri ve boyarmadde moleküllerinin kimyasal bağ olusturabileceği etkili fonksiyonel gruplar içermemesi nedeni ile normal şartlarda oldukça zordur.

Polyester liflerinin boyanması sırasında boyarmaddenin life transferi monomoleküler sivi içerisinde gerçekleşmektedir. Dispers boyarmaddelerle polyester liflerinin boyanmasında Sekil 1.8'de gösterilen model gerçekleşmektedir.



Sekil 1.8. Dispers boyama sistemi (Cegarra vd., 1992)

Sekil 1.8'de gösterilen model incelendiğinde, polyester liflerinin dispers boyarmaddeler ile boyama mekanizması 4 adımdan oluşmaktadır :

A- Partikül haldeki boyarmadde boya banyosu içinde çözünür : Su içerisinde çözülmüş olan dispers boyarmaddenin çözünürlüğü olarak ifade edilmektedir.

Çözeltideki çözünmez ve asili durumdaki boyarmadde partikülleri yavaşça çözünürler.

- B- Boyarmaddenin difüzyon sınır tabakasının içerisine difüzyonu : Boya çözeltisinden lif yüzeyine doğru boyarmadde moleküllerinin difüzyonu, lif yüzeyine boyarmaddeyi taşıyan boya çözeltisindeki hidrodinamik akısla etkilenmektedir. Bu nedenle, hidrodinamik akisi etkileyen boya banyosundaki karıştırma oranı, tekstil substratının geometrisi ve boya makinesinin dizaynı gibi faktörler lif yüzeyine boya difüzyonu prosesini de etkilemektedir.
- C- Boyarmaddenin, difüzyon sınır tabakası içerisinden lif yüzeyine tutunması : Difüzyon sınır tabakası içerisinde difüzyonlanmış olan boyarmadde lif yüzeyinde adsorblanır.
- D- Lif yüzeyine tutunan boyarmaddenin lif içine difüzyonu ve fiksajı : Lif yüzeyine adsorplanan boyarmadde molekülleri lifin içerisine difüzyonlanır (Venkataram, 1974; Vigo, 1995).

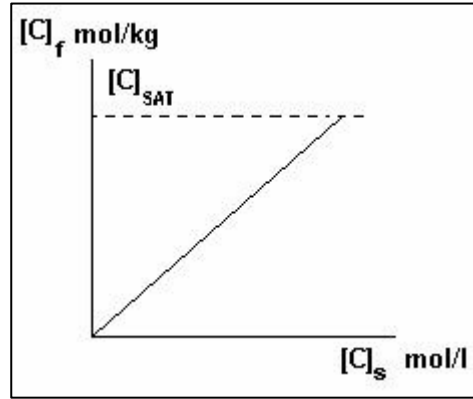
#### **1.2.2.1. Adsorpsiyon İzotermi**

Polyester liflerinin üzerine dispers boyarmaddelerin adsorpsiyonu hidrojen bağı, zayıf polar ve dispersiyon kuvvetleri ile gerçekleşmektedir. Dispers boyarmaddelerin çözünürlüğü ile adsorpsiyonu arasındaki ilişki boyarmadde molekülü ve içindeki polar  $\pi$ -bağlı gruplarının sayısı ve yapısına bağlıdır. Her ne kadar lifler ve dispers boyarmaddeler arasındaki hidrofobik bağlanma liflerin bir miktar substantifliğine neden olmakta ise de, liflere dispers boyarmaddenin fiksajında Hidrojen bağları ve Van der Waals kuvvetleri öneme sahiptir (Burdett, 1975; Vigo, 1995).

Lif içerisinde boyarmadde konsantrasyonu varyasyonlarının ve banyodaki konsantrasyonla birlikte bunların ilişkisinin belirlenebilmesi amacıyla adsorpsiyon izotermi geliştirilmiştir. Dispers boyarmaddeler ile polyester liflerinin boyanması Nernst yasasından elde edilen adsorpsiyon izotermi ile ifade edilebilmektedir.

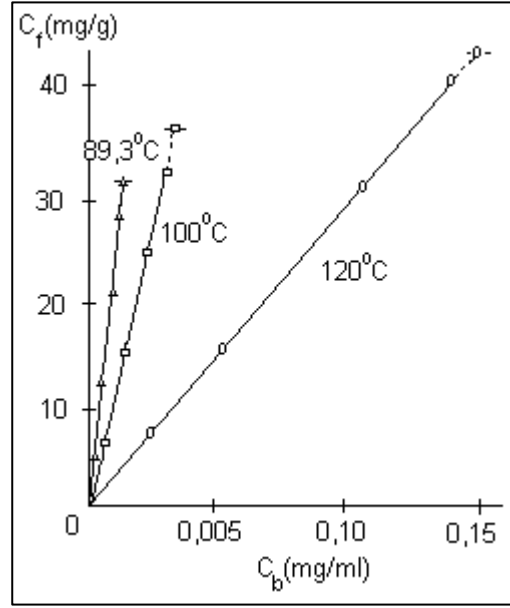
$$\text{Nernst Yasası} \Rightarrow [C]_f = K [C]_s$$

Burada,  $[C]_f$  ve  $[C]_g$  sirasiyla lif ve çözelti içindeki boyarmadde konsantrasyonlarını ve  $K$  lif ve banyo arasındaki boyanın ayrılma katsayısını temsil etmektedir. Şekil 1.9'da gösterildiği gibi, Nernst izoterminin yönü doğrusaldır. Çözelti içindeki boyarmadde konsantrasyonuna karşı lif içindeki boya konsantrasyonunun grafiğinde, lifin doyma noktasında tamamen sonlanan düz bir doğru elde edilmektedir (Cegarra vd., 1992).



Şekil 1.9. Nernst yasasından elde edilen adsorpsiyon izotermi (Cegarra vd., 1992)

Şekil 1.10'da dispers boyarmaddelerle elde edilen adsorpsiyon izotermi gösterilmektedir. Adsorpsiyon izotermi sıcaklıkla artan ve doyma noktasına kadar devam eden lineer bir doğrudur. Bu artış devam ettikçe, afinite azalmaktadır. Bu durum, prosesin ekzotermik olduğunu göstermektedir (Cegarra vd., 1992).



Sekil 1.10. Polyester için adsorpsiyon izotermeleri (Cegarra vd., 1992)

### 1.2.2.2. Dispers Boyarmaddelerin Difüzyonu

Difüzyon olayı Fick denkleminde uygun olarak gerçekleşmektedir. Difüzyon, moleküllerin seyrek düzensiz hareketlerinin etkisi altında dengelenen konsantrasyon durumunda oluşur ve hemen ilerler (örneğin, maddenin büyük miktarı bilinen bir alanın enine kesimine doğru birim zamanda difüze olur.). Önemli olan enine kesit ve kesitin her iki tarafındaki sistemlerin konsantrasyonlarındaki değişimdir. Silindir ekseninde X yönündeki AX enine kesiti ile silindire doğru dt zamanında geçmiş olan maddenin miktarı ds, Fick eşitliği ile formüle edilebilir;

$$ds = -DA \frac{dc}{dx} dt$$

Burada;

$$\frac{dc}{dx} = X \text{ noktasındaki konsantrasyon sabiti}$$

D = difüzyon katsayısı,  $\text{cm}^2/\text{s}$

Fick yasasındaki negatif isaret sistemin çalıştığı yönü göstermektedir ve difüzyon artan konsantrasyona ters yönde olmaktadır (Venkataram, 1974; Cegarra vd., 1992).

Difüzyon katsayısı, bir molekülün verilen bir ortamdaki hareketinin hızlılığının bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Gerçek bir sistemde difüzyon katsayısını etkileyen faktörlerden bazıları konsantrasyon, molekül ağırlığı, afinite, elektrolit, boyarmadde yapısı, sıcaklık ile substrat ve boyarmaddenin yapısı olarak sayılabilir.

Difüzyon katsayısı substrat içindeki boyarmadde konsantrasyonu ile artmaktadır. Farklı molekül ağırlıklı dispers boyarmaddelerin difüzyonu üzerine yapılan çalışmalarda ise difüzyon katsayısının molekül ağırlığı ile birlikte arttığı bulunmuştur (Cegarra vd., 1992).

Sıcaklıktaki artışla beraber difüzyon katsayısının artmasının nedeni, öncelikle boyarmadde molekülünden elde edilen kinetik enerjinin artmasından, lif içindeki gözeneklerin yapı ve çaplarındaki artışa neden olan substrat makromolekül zincirinde ayrı bölümlerdeki osilasyon genliği ve frekanslardaki artıştan kaynaklanmaktadır (Venkataram, 1974).

Sıcaklığın difüzyon hızı üzerindeki etkisi difüzyon aktivasyon enerjisi bulunarak belirlenebilmektedir. Aktivasyon enerjisi aşağıdaki denklemle nitelendirilmektedir;

$$D = D_0 e^{-\varepsilon / RT}$$

D : Belirli bir sıcaklıktaki difüzyon katsayısı

$D_0$  : Mutlak difüzyon katsayısı

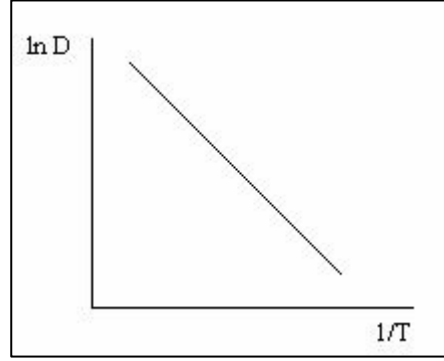
$\varepsilon$  : Aktivasyon enerjisi

Bu denklemin logaritması alınırsa aşağıdaki denklem elde edilmektedir.

$$\ln D = \ln D_0 - \varepsilon / RT$$



Bu denklemde  $\ln D$ 'nin  $1/T$ 'nin bir fonksiyonunu belirttiği kabul edilerek,  $\varepsilon / R$  eğimli Şekil 1.11'deki gibi düz bir doğru elde edilmektedir. Aktivasyon enerjisi  $\varepsilon$ 'nin değeri bu eğimden hesaplanabilmektedir (Venkataram, 1974; Cegarra vd., 1992).



Şekil 1.11. Difüzyon katsayısına sıcaklığın etkisi (Cegarra vd., 1992)

Farklı boyama sistemleri için aktivasyon enerjisi 10-80 kcal arasında değişmektedir. Dispers boyarmaddeler ile polyester liflerinin boyama sisteminin aktivasyon enerjisi 30 kcal civarındadır (Venkataram, 1974).

Yüksek aktivasyon enerjili sistemlerde enerjinin değerleri lifin camlaşma noktasına eşit bir maksimum noktasına erişir ve sıcaklık arttığında tekrar azalmaya başlar. Dispers boyarmaddeler ile polyester liflerinin boyama kinetikleri serbest hacim teorisi ile açıklanabilmektedir. Bu teori serbest hacimlere doğru difüzyon olarak ifade edilmektedir. Belirli bir karakteristik sıcaklığın altında  $T_g$  camlaşma noktası sıcaklığında amorf materyaller rijit veya camsi cisim gibi davranırlar.  $T_g$ 'in üstünde materyal lastik durumuna dönüşür ve bunlar yüksek viskoziteli sıvılar gibi davranırlar.  $T_g$ 'den daha düşük sıcaklıklarda boyarmaddeler sadece gözeneklere doğru hareket edebilirler fakat daha yüksek sıcaklıklarda makromoleküllerin parçaları, serbest hacmin boyutlarında bir artışı veren belirli bir hareket derecesi kazanmasını sağlayacak şekilde değişir. Boyarmaddenin difüzyonu bu hareketlilikle ve oluşturulan serbest hacmin artışıyla kontrol edilir. Boslukların kapanması, camlaşma noktasının üzerinde sıcaklıkla birlikte kinetigin oldukça fazla artmasıyla açıklanmaktadır. Bu durum lifin açılmasıyla difüzyon katsayısının artması imkandır (Cegarra vd., 1992).

Polyester liflerinin üzerine dispers boyarmaddelerin difüzyonu, substratin kristallesme derecesinden, liflerin maruz kaldığı daha önceki germe ve termofiksaj olaylarından da etkilenmektedir.

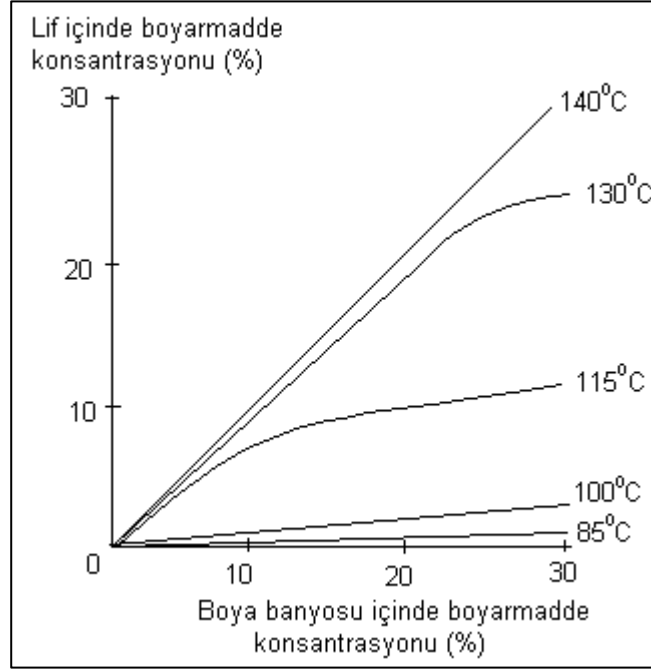
Kristallesme derecesi, polimer içindeki kristalimsi substratların oranını tanımlamaktadır. Kristallesme arttığında lifler daha az elde edilebilir hale gelir ve bu nedenle boyarmadde adsorpsiyonu azalmaktadır.

Egirmeden sonra lifler, kristallesme artmasına ve amorf bölgelerde makromoleküllerin oryantasyonunda artışı veren bir germe işlemine maruz kalmaktadır. Doyma ve difüzyon katsayısı, çekme oranı arttığı zaman azalmaktadır. Bu varyasyonlar, hem kristallesmenin artması ve moleküllerin oryantasyonundan, hem de amorf bölgelerdeki modifikasyonlar sayesinde camlaşma noktasındaki artış nedeniyle oluşmaktadır (Cegarra vd., 1992; Vigo, 1995).

Polyester liflerine uygulanan termofiksaj işlemi, başlangıçta sıcaklığın artması ile 170-200 °C civarında % boya alımında bir azalma oluşur ancak bu minimum noktayı geçildikten sonra boya alımı tekrar artar (Burdett, 1975; Vigo, 1995).

### **1.2.2.3. Dispers Boyarmaddelerin Polyester Üzerindeki Kinetiği**

Boyama prosesinin kinetiği, polyester liflerinde sıcaklık varyasyonlarına oldukça duyarlıdır. Bunun nedeni, polyester liflerinin camlaşma noktalarının oldukça yüksek olması ve tatmin edici anlamda boyamanın sadece camlaşma noktası civarındaki sıcaklıklarda yer alabilmesidir. Şekil 1.12'de görüldüğü gibi 60 dakikada gerçekleştirilen boyama sonunda, sıcaklık düşük olduğu zaman boyama oldukça yavaşır ve sadece sıcaklık 130-140 °C'ye ulaştığı zaman hızlanabilmektedir (Cegarra vd., 1992).



Sekil 1.12. Kinetige sıcaklığın etkisi (Cegarra vd., 1992)

#### 1.2.2.4. Dispers Boyarmaddelerin Afinitesi

Liflerinin boyarmaddeden başka elektrolit içermediği ve adsorpsiyon iyonlarının sonucunda elde edilen elektriksel potansiyelinde önemsiz olduğu kabul edilerek, dispers boyarmaddelerin polyester liflerine afinitesi hesaplanmıştır.

Lif içinde boyarmaddenin çözüldüğü durumda afinite su şeklinde bulunabilmektedir;

$$\Delta\mu_f^0 = RT \ln[C]_f - RT \ln [C]_s = RT \ln \frac{[C]_f}{[C]_s}$$

$\Delta\mu^0$  sistemin kimyasal potansiyeli; R gaz sabiti ve T sıcaklığı temsil etmektedir.

Lif içine diüzyonlanmış adsorpsiyon durumunda ise afinite aşağıdaki şekilde bulunabilmektedir;

$$-\Delta\mu^0 = RT \ln \frac{[C]_f}{V} - RT \ln [C]_s = RT \ln \frac{[C]_f}{V [C]_s}$$

Burada V, lifle birlestirilmis çözeltili hacmini ifade etmektedir. Bu denklemler Nernst yasasına göre ifade edildiginde;

$$\frac{[C]_f}{[C]_s} = \text{Sabit}$$

### 1.2.3. Polyesterin Boyanma Yöntemleri

Polyester lifleri, oldukça hidrofobik, kompakt ve yüksek kristalli bir yapıya sahip olmaları ve yapılarındaki tereftalat gruplarının benzen halkaları 80 °C civarında amorf bölgelere rijitlik sağlayan yüksek bir camlaşma noktası vermeleri nedeniyle, yüksek sıcaklıklarda veya camlaşma noktasını düşüren taşıyıcılar kullanılarak boyanabilmektedirler.

Polyester liflerinin boyanmasında en çok kullanılan yöntemler ;

- Carrier boyama yöntemi
- HT boyama yöntemi
- Termosol boyama yöntemidir.

#### 1.2.3.1. Carrier Boyama Yöntemi

Polyesterin boyama oranının, boya banyosu içinde birçok organik maddenin varlığında oldukça arttığı bulunmuştur. Bu maddeler "Carrier" olarak adlandırılmış ve taşıyıcıları kullanan boyama proseslerine "Carrier Boyama" denilmiştir (Keshev vd., 1984) .

Belirli hidrokarbonların, yapay hidrokarbonların, fenollerin, amino asitlerin, aminlerin, alkollerin, esterlerin, ketonların ve nitrillerin, sulu ortamdan dispers boyamaddeler ile polyester liflerinin boyama oranını iyileştirdikleri kanıtlanmıştır. Bu boyama yardımcıları, boyamaddelerin dağılım özelliklerini ve lifin fiziksel özelliklerini değiştirmektedirler (Mehra vd., 1980).

Poly(etilen tereftalat) lifleri hidrofobiktir, oldukça kompakt bir yapıya sahiptirler ve yarı kristallidirler. Ayrıca, tereftalat grubunda kalan fenil ile zincirlerin sağlamlık

kazanması nispeten yüksek camlasma sıcaklığı ( $T_g$ ) ile sonuçlanmaktadır. Bu nedenle, ortalama boyama sıcaklıklarında boyama prosesi biraz daha zordur. Boyanabilirliği geliştirmek için kullanılan metotlara göre, boya banyosuna bir carrier ilavesi genellikle kullanılan bir prosedürdür. Carrier bir plastikleştirici gibi çalışır, camlasma sıcaklığını düşürür, genellikle kaynar suda boyama sıcaklığında boya alimini gerçekleştirmeyi sağlar (Simal, 1996).

Carrierler, boyama oranını artırırlar ve lif içindeki boya migrasyonunu yükseltirler. Polyester lifleri üzerinde dispers boyarmaddenin düzgün boyanması, carrierin doğası ve yapısı, boyama zamanı, sıcaklık ve renk derecesiyle etkilenen, boyarmaddenin migrasyon gücüne dayanmaktadır.

Polyester liflerin boyanmasında kullanmak için bir carrier seçimi yapılırken, aşağıdaki noktalar dikkate alınmaktadır;

- Yüksek carrier etkisi,
- Düşük fiyatta elde edilebilmesi,
- Son boyamanın ısı haslığını az veya hiç etkilememesi,
- Toksik etkisi olmaması,
- Lif etkilememesi veya lekelememesi,
- Boyamadan sonra kolay uzaklaştırılması,
- Boyama koşulları altında yüksek stabilite,
- Boyarmadde ile uyumluluk,
- Boya banyosunda kolay dağılması,
- Buharda düşük uçuculuk içeren carrierle düşük uçuculuk, ve
- Lif tarafından uniform absorpsiyon (Mehra vd, 1980; Tarakçıoğlu, 1980).

Hiçbir carrier bütün istenilen özelliklerin hepsini birden sağlayamamaktadır. En etkili carrierler nispeten suda çözünebilirler ve kendisi emülsiyonlaşabilen sivilar sağlarlar. Oldukça fazla çeşitte organik bileşimler carrier gibi davranırlar fakat sadece birkaçı bunların ticari kullanımlarını kanıtlayan çekici özellikleri başarılı olarak göstermektedir (Keshev vd., 1984) .

### ***Carrierlerin Etki Mekanizmaları***

Carrierlerin etki mekanizmaları tam anlamıyla anlaşılamamıştır ve carrierlerin hızlandırıcı etkisini açıklamak için dokuz farklı teori ileri sürülmüştür. Bu teorileri Nunn (1979), boya banyosunda ve lif yapısında oluşan değişimler olarak ikiye ayırmıştır. 1980'de Mehra ve arkadaşları, bu dokuz teoriyi ayrıntılı olarak araştırmıştır.

#### **a ) Lif Yapısında Olusan Değişimler ile İlgili İleri Sürülen Teoriler**

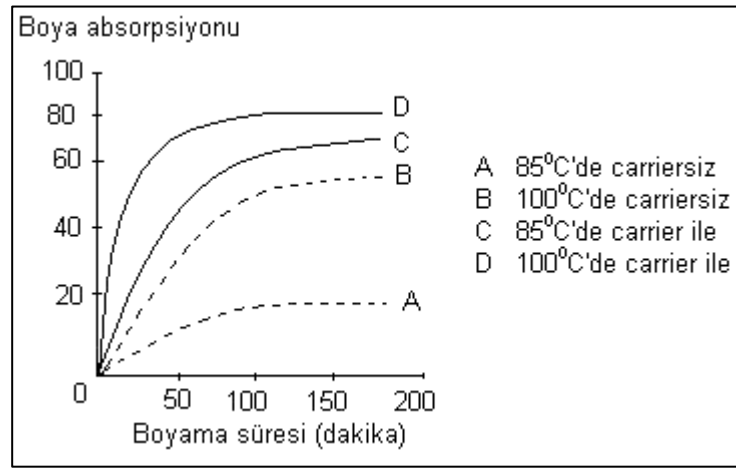
- *Lif Yapısını Gevsetme* : Bu teoriye göre carrierler, lif içerisine dispers boyarmaddelerin boyama mekanizmasıyla aynı şekilde absorblanırlar. Liflerin sismis molekül zincirleri nedeniyle, boyarmadde polimer zincirleri üzerine Van der Waals kuvvetleri veya hidrojen köprülerinden dolayı emilebilmektedir.
- *Girilebilen Bölgelerde Artış* : Bu teori, daha önce lifin penetrasyonu zor olan kompakt yapısı nedeni ile girilemeyen bölgelerini carrierin açıp genişlettiğini iddia etmektedir. Carrier, boyanabilir amorf bölgelerin, boyanamayan kristalin bölgelere oranını değiştirir ve böylece azalan kristallik ile eklenen bölgeler boyama için elverişli hale gelmektedir.
- *Sisirme* : Bu teoride, carrierlerin lifi sisirdiği kabul edilmiştir. Sismis lifler, içine büyük moleküllü boyarmaddelerin daha hızlı difüze olmasına izin verirler. Teorinin temel kabulü, lifin kışılma veya büzülmesinin sismenin bir fonksiyonu olduğudur.
- *Yağlayıcı Etki* : Bu teoriye göre, carrier lifin polimer moleküllerini bağlayan ve çapraz bağları koparan bir moleküler yağlayıcı gibi etki etmektedir.

**b) Boya Banyosunda Olusan Degisimler ile Ilgili Ileri Sürülen Teoriler**

- *Transfer Teorisi* : Önerilen bu teoride, içinde carrier ve boyarmaddenin bir gevsek kompleks olusturdugu carrier veya transfer mekanizmasi ve boyarmadde-carrier bilesiminin, boyarmaddenin sulu çözeltisinden daha hizli bir sekilde lif tarafından emildigi iddia edilmistir.
- *Banyoda Boyarmaddenin Çözünürlüğünü Arttirma* : Bu teoride, carrier varliginin sulu fazda boyarmadde çözünürlüğünü arttirdigi kabul edilmistir. Dispers boyarmadde ile boyamanin aslinda boyarmaddenin oldukça seyrek sulu çözeltiden oldugu ileri sürülmüştür. Çözünebilir boyarmadde lif tarafından absorblandikça, daha az çözünebilir dispers boyarmadde kristalleri çözünmektedir. Eger sulu boyarmadde sivisi içinde tek moleküllü boyarmadde konsantrasyonu artarsa boyama oranı da artacaktır.
- *Filmden Boyarmaddenin Elde Edilebilirliğinin Artmasi* : Teoride, suda çözünemez boyama yardimcilarinin, lifin etrafini bir film ile kaplama kabiliyetlerinden dolayi etkili olabildikleri ileri sürülmüştür. Boyarmaddeler carrierler ile birlikte mükemmel çözünürlüğe sahip olduklarından; boyama, seyreltilmiş banyoya göre boyarmaddenin daha konsantre oldugu film içerisinde daha hizli gerçekleşmektedir.
- *Sivi Lif Teorisi* : Bu teori, carrierin lif içerisine emildigini ve lif içinde boyarmaddeyi çözen ve tasiyan bir co-fibre gibi hareket ettigini ileri sürmektedir.
- *Su Çekmede Artis* : o-fenil fenol veya benzoik asit gibi hidrofilik gruplar içeren carrierlerin polyester lifi içerisine hizli difüzyon oranini verdikleri öne sürülmüştür. Molekülün aromatik bölümünün hidrofobik lif için Van der Waals kuvvetine sahip oldugu ve fenolik hidrofilik bölümün suyu çektiği kabul edilmistir. Su için artan çekim, boyama oranında artisla sonuçlanan boyarmadde sivisinin akisini arttirir (Nunn, 1979, Mehra vd., 1980).

İleri sürülen bu teoriler, benzer yapıdaki carrierlerin farklı dispers boyarmaddeler ile aynı etki göstermemesi nedeni ile geçerlilik kazanmıştır (Nunn, 1979).

Etkili carrierlerin tamamı, bazı boyarmaddeler ile diğerlerinden daha fazla boyama oranını artırırlar ve Şekil 1.13'den de görülebileceği gibi, bu tip carrierlerin optimum konsantrasyonları vardır. Bu konsantrasyona erişildikten zaman, boya banyosundan boya alımı durmaktadır. Bu durum, en iyi sonuçları veren en ekonomik carrierin seçiminde oldukça kullanışlıdır (Cegarra vd., 1992).



Şekil 1.13. Boyama kinetiğine carrierlerin etkisi (Cegarra vd., 1992)

### ***Carrier Boyama Prosesi***

Polyester materyallerin kaynama sıcaklığının altında uygulanan boyamalarında tatmin edici neticeler alınamamaktadır. Bu nedenle kaynama sıcaklığında boyama flottesine carrier ilave edilerek boyamalar yapılmaktadır. Boyama flottesinin pH'i 4,5-5,5'e ayarlandıktan sonra boya yardımcı kimyasalları ilave edilmekte ve kullanılan carrier cinsine göre boya banyosu 40-70 °C'ye ısıtılmaktadır. Materyal bu flotte ile bir süre muamele edildikten sonra carrier ilave edilip, 15 dakika kadar işleme devam edilir. Flotteye boyarmadde dispersiyonu ilave edildikten sonra sıcaklık yaklaşık 30-45 dakika içerisinde kaynama sıcaklığına çıkarılmakta ve 1-2 saat boyamadan sonra redüktif yıkama yapılmaktadır (Tarakçıoğlu, 1980).



Carrierin etki derecesi, lif tarafından absorbe edilen carrier miktarina baglidir. Balmforth, maksimum boya alimini veren bir carrier konsantrasyonunun oldugunu ve bu konsantrasyonda herhangi bir azalmanin daha düşük bir boya alimiyla sonuclanacagini göstermistir. Uygun konsantrasyonun, sistemin doymasi için gerekli carrier miktarinin karsiligi olacagini ve bu miktardan fazlasinin üçüncü bir faz olusturacagini (çözünmemis carrier fazi) bulmustur. Üçüncü faz olusumunda, boyarmadde elyaf fazinda degil, bu fazda çözünmeyi tercih edeceginden boyama siddeti düsmektedir (Simal, 1996, Özcan, 1984).

HT boyama prosesinde bile küçük miktarlarda carrier ilavesi faydali bulunmustur; çünkü carrier, boyarmaddenin migrasyon özelliklerini ve dengesini gelistirmektedir. Carrier boyama, carrierin yüksek fiyati, boyanmis kumastan tamamen uzaklastirilmasinin zorlugu, lekelenme problemi ve kirletme problemlerinden dolayi bazi sinirlamalara sahiptir. Bazi carrierler küçük miktarlarda bulundurulsalar bile boyanmis materyallerin isik hasligini kötü etkilemektedirler. Mükemmel haslik özelliklerine sahip çogu dispers boyarmadde, tam renk tonu elde etmek için banyodan tamamiyla çekilememektedir (Keshev vd., 1984; Burkinshaw, 1995).

En iyi haslik degerleri için carrier boyamadan sonra bir redüktif ard islem ve 190-220 °C sicaklikta fiksaj islemleri uygulanilarak alinmaktadır (Anonim, 1980).

### **1.2.3.2. HT Boyama Yöntemi**

Polyester materyallerin boyanmasi için bugün en fazla uygulanan boyama metodu kaynama sicakligindan yüksek sicakliklarda basınç altında gerçekleştirilen HT (High Temperature) boyama yöntemidir.

Polyesterin 1. camlasma noktası olan 70-80 °C'nin altındaki sicakliklarda liflerin siki moleküler üstü yapılarındaki sadece amorf bölgelerde bulunan etilen gruplarının hareketlilik kazanması nedeni ile boyarmadde nüfuz edememektedir. Lifler ancak polyesterin 2. camlasma sicakligi olan 120-140 °C'de yapılarındaki kristalin

bölgelerde bulunan benzen halkalarını hareketlilik kazanması ile boyarmadde almaktadır.

HT boyama şartlarında mamul, 100 °C'nin üzerinde ve basınç altında dispers boyarmaddeler ile boyanmaktadır. Sıcaklığın kaç °C'ye çıkarılmasının optimal sonuç vereceği kesin değildir, ancak genel olarak boyama işlemi 130 °C'de uygulanmaktadır.

Boyamanın uygulanacağı sıcaklık;

- Makinaya,
- Boyanacak olan malzemenin özelliklerine (tekstüre mamullerde sıcaklık arttıkça tekstüre özelliği kaybolabilmektedir),
- Kullanılacak boyarmaddeye bağlıdır (Burkinshaw, 1995).

### ***HT-Asidik Boyama Prosesi***

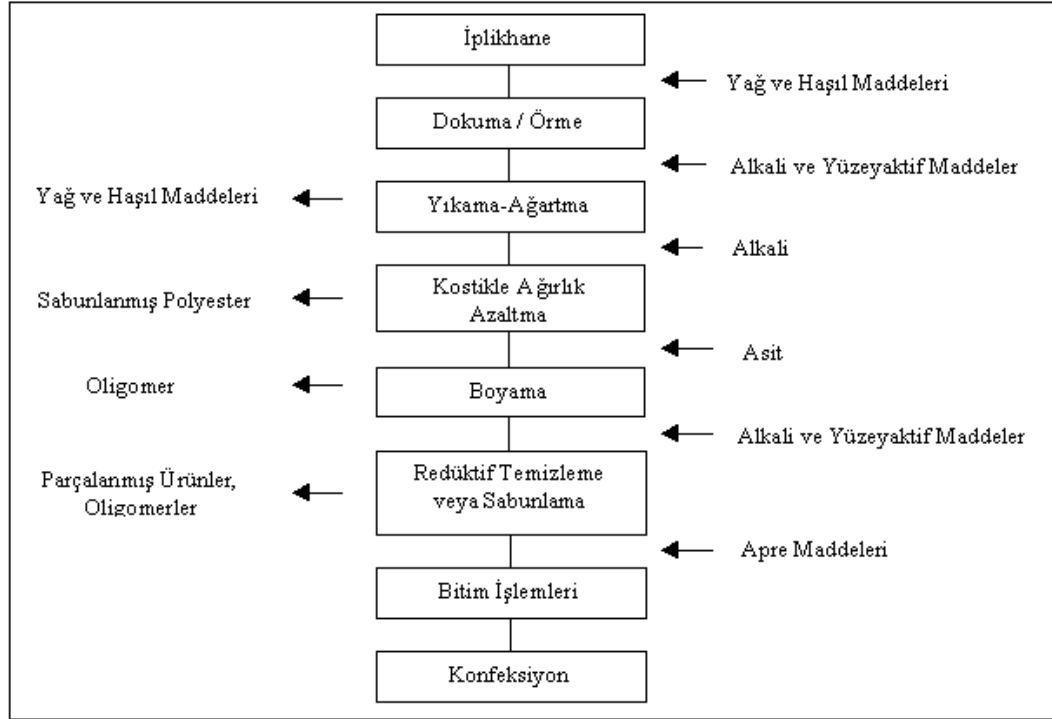
Boyama flottesinin pH'i 4,5-5,5'e ayarlandıktan sonra boya yardımcı kimyasalları ve dispers boyarmadde dispersiyonu ilave edilir. Bu sıcaklıkta 10-15 dakika kadar muamele edildikten sonra sıcaklık yaklaşık 30 dakikada 120-135 °C'ye çıkartılır. Materyalin basınç altında 1-2 saat muamele görmesi sağlandıktan sonra redüktif yıkama yapılır (Burkinshaw, 1995).

Sadece siddetli HT boyama koşulları altında iyi dispersiyon stabilitesine sahip mikro incelikte dispers boyarmaddeler HT boyama için kullanılabilir. Kumaş üzerinde filtre edilmiş boyarmadde kristalleri ve parçaları zayıf haslık özellikleri verirler. Tam renk tonlarının sürtünme haslığı bazen oldukça zayıftır. HT aparatının yüzeyinde ve lif üzerinde çöken oligomer problemi oluşabilmektedir. Banyodaki kalan boyarmadde dışarıda kristalize olur ve soğutma sırasında lif yüzeyinde çöker. Bu problemlere meydan vermemek için, çektirme banyosu mümkün olan yüksek bir sıcaklıkta bitirilmelidir (Keshev vd., 1984).

HT boyama yönteminde fiksaj ve çekmelerdeki düzensizliklerden kaynaklanan farklılıkların kapatılması daha iyi sağlanabilmektedir. Yeni tip makine ve aparatlar kullanılarak boyama süresi carrier boyama yöntemine göre kısaltılabilmektedir. Ayrıca carrier kullanımının neden olduğu lekelenme, toksik etki ve ısı haslıklarının düşmesi gibi problemler ortadan kalkmaktadır. İpliklerin içerisine daha iyi nüfuz etmiş boyamalar elde edilebilmektedir (Tarakçıoğlu, 1980; Burkinshaw, 1995).

### *HT-Alkali Boyama Prosesi*

Son yıllarda, % 100 polyester mamullerin alkali ortamda boyanabilirliği üzerine birçok araştırmacı tarafından çalışmalar yapılmaktadır. Şekil 1.14'de görüldüğü gibi, polyester mamullerin ön terbiye ve ard işlemleri alkali ortamda, sadece boyama işlemleri asidik ortamda gerçekleştirilmektedir.



Şekil 1.14. % 100 Polyester için işlem akis semasi (Anis, 2003)

Polyester liflerinin alkali ortamda boyanması ile iyi ve tekrarlanabilirliği olan boyamalar elde edilmesi halinde uygulanan bütün prosesler alkali ortamda gerçekleştirilebileceğinden aşağıdaki avantajlar sağlanmış olacaktır;

- Prosesin rasyonelleştirilmesi sağlanacaktır.
- Konvansiyonel boyama metodunda özellikle koyu renk için uygulanan boyamalarda oluşan oligomer problemi önlenilecektir.
- Dokuma sırasında uygulanan birçok hasil maddesi, alkali ortamda çözünür olmasına rağmen asidik ortamda çözünmemektedir. Asidik ortamda çöken maddelerin uzaklaştırılması sırasında, dispers boyarmaddelerin yüksek oranda çözünmesi boyama lekelerine neden olabilmektedir.
- İplik preparasyonları, hasil kalıntıları, yağlar ve mumlar alkali ortamda daha iyi emülsiyeye olduğundan, mamul üzerinde daha az preparasyon artığı kalmaktadır.
- Daha yüksek parlaklık sağlanabilmektedir.
- Mamulün tutum özelliklerinin iyileştirilmesi sağlanmaktadır.
- Enerji ve su tasarrufu sağlanmaktadır (Sowoidnich vd., 1998; Anis vd., 2003).

Polyesterin alkali ortamda boyanması ile halen yeterli tekrarlanabilirliğin sağlanamaması, dispers boyarmaddelerin birçoğunun alkali ortamda stabil olmaması nedeni ile yeterli ölçüde renk tonlarının elde edilememesi ve ortam pH'nin alkali ortamda sabit tutulmaması dezavantajları nedeni ile bu konuda yapılan çalışmalar halen devam etmektedir (Anis, 2003).

Alkali ortamda boyama yöntemi, işlem akisi ve boyama şartları açısından asidik ortamda yapılan boyama metodundan farklıdır. Boyama başlangıç pH değerinin 9-9,3 bitişinde ise 8,5-8,6 olması gerekmektedir. pH değeri düştükçe oligomer ve bunların parçalanması ile oluşan ürünler tekrar lif üzerine yerleşmektedir (Walles, 1999).

Alkali ortamda yapılacak boyamalarda boyarmadde seçimi oldukça önemlidir. Çünkü oligomerlerin sabunlaşması gibi, birçok dispers boyarmadde de sabunlaşmaya başlamaktadır. Bu nedenle tekrarlanabilir boyamaların elde edilebilmesi için alkaliye

dayanikli dispers boyarmadde kullanimi çok önemlidir (Sowoidnich vd., 1998; Walles, 1999).

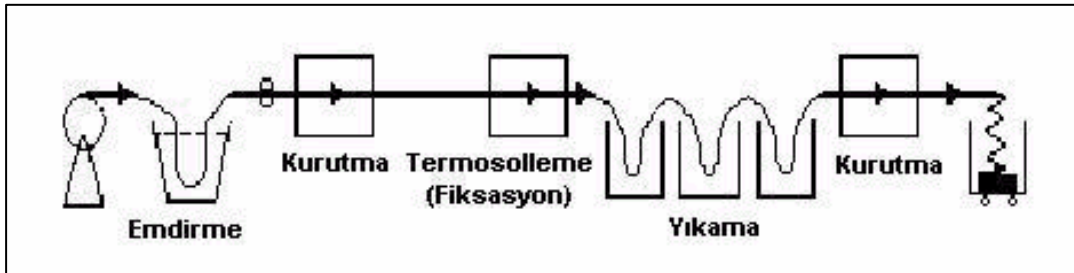
Alkali ortamda uygulanacak boyama islemlerinde kullanılacak suyun kalitesi, boya yardimcilarinin uygun olarak seçilmesi ve uygun bir tamponlayici sistemin kullanilmasi diger önemli faktörlerdir (Walles, 1999).

### 1.2.3.3. Termosol Boyama Yöntemi

Bu kontinü boyama metodu, 1949 yılında Du Pont firması tarafından “Termosol” ticari adı altında polyester ve polyester karışımı mamullerin dispers, küp leuko ester ve bazı küp boyarmaddeleri ile boyanması için geliştirilmiş bir yöntemdir. Termosol boyama yöntemi, çok ince bir dispers boyarmadde tabakası ile çevrelenen polyester lifinin yüksek sıcaklıklara maruz bırakılarak (180-220 °C), boyarmaddenin lif içerisine difüzyonunun sağlanması esasına dayanmaktadır. Boyarmaddenin 200 °C’deki difüzyonu 100-120 °C sıcaklık seviyesine oranla yaklaşık 1000 kat daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Bugün en fazla polyester/selüloz karışımlarına uygulanan bir boyama yöntemidir (Vigo, 1994; Burkinshaw, 1995).

Termosol boyama yöntemi Şekil 1.15’de gösterildiği gibi aşağıdaki işlem basamaklarından oluşmaktadır.

- Mamulün boyarmadde fotesiyle fulardda emdirilmesi,
- Ara kurutma (Ön kurutma + Esas kurutma),
- Termosolleme,
- Ard işlem adımlarından oluşmaktadır.



Şekil.1.15. Termosol boyama prosesi işlem akışı

Mamul ilk önce bir fulardda boya banyosu ile fularlanır. Emdirme boya banyosu dispers boyarmaddelerin yani sıra, anti-migrasyon maddesi, pH düzenleyici ve gerektiğinde absorpsiyon hizlandırıcı maddeler de içermelidir. Ancak düzgün bir emdirmenin sağlanabilmesi için mamulün her tarafında esit hidrofilitik olması gerekmektedir. Bu nedenle fularda gelen mamulün, hasilinin düzgün bir şekilde sökülmesi olması, yıkama islemi sırasında leke ve emdirme artıklarından tamamen arındırılmış olması ve her tarafının aynı kurulukta olması gerekmektedir (Tarakçıoğlu, 1980; Vigo, 1994; Burkinshaw, 1995).

Fularlamadan sonra mamule aplike edilmiş boya flottesinin akmaması ve boyarmaddenin göç etmesi sağlanmalıdır. Bu nedenle kullanılan fulardın ve boya flottesinin termosol yöntemine uygun olması gerekmektedir. Emdirme işleminde genellikle mamulde alınan flotte oranı ( $A_F$ ) % 50-60 olacak şekilde bir sıkma uygulanmaktadır (Tarakçıoğlu, 1980).

Polyester liflerinin hidrofob karakteri nedeni ile mamule aplike edilen flotte lifler tarafından emilmeyip, liflerin yüzeyinde bir boyarmadde-yardımcı kimyasal tabakası oluşturmaktadır. Fulardan çıkan yas mamul, üzerindeki boya ve kimyasal tabakasının bozulmaması için hiçbir yere değmeden genellikle fulardın üzerine yerleştirilen bir ön kurutma kanalına girmektedir. Kurutma miktarının migrasyon tehlikesi nedeni ile mamulün her tarafında aynı düzgünlükte ve hızda yapılması gerekmektedir. Aksi takdirde az kuruyan kısımlarda oluşan yüzey suyu çabuk kuruyan kısımlara doğru göç edeceğinden kenar-orta ve iki yüzü farklı bir boyama oluşmaktadır. Ön kurutma işleminde mamul üzerindeki  $A_F$  oranı % 20-30 düşürülmektedir (Vigo, 1994; Burkinshaw, 1995).

Esas kurutma sıcaklığı kurutucunun özelliğine ve mamulün cinsine göre 100-140 °C'de yapılmaktadır. Kurutmanın her noktada aynı seviyede olması gerekmektedir. Eğer esit bir kurutma sağlanamazsa, fazla kurutma meydana gelen yerlerde liflerin yüzeyindeki boyarmaddenin bir kısmı liflerin içerisine nüfuz etmeye başlar (Tarakçıoğlu, 1980).

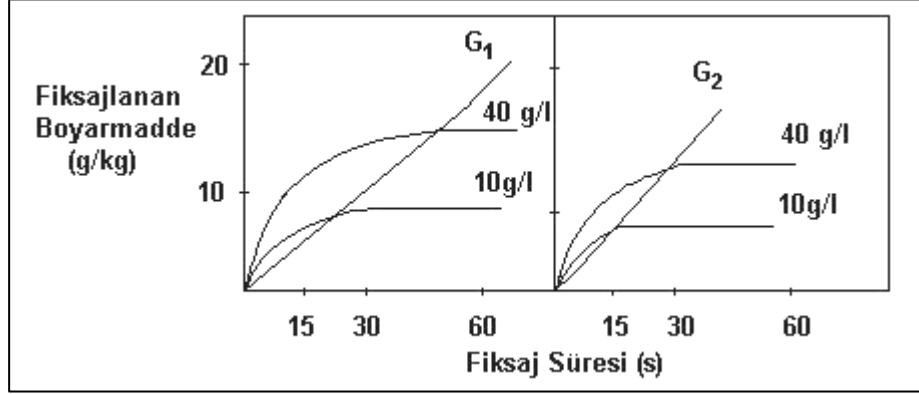
Kurutma islemi tamamlanan mamule termosolleme adiminda 180-220 °C'de kuru sicaklik 30-60 saniye etki ettirilir. Kurutma islemi sirasinda lif yüzeyine boyarmadde partiküllerinin yapismasi ile olusan film tabakasindan boyarmaddeler termosolleme adiminda isinarak elyaf içerine difüzyonlanarak fikse olurlar (Özcan, 1984).

Termosolleme islemi ile, boyarmadde lif tarafından absorbe edildiginde çok hizli bir sekilde lifin iç yapısına nüfuz etmektedir. Termosolleme prosesi üç temel asamadan olusmaktadır;

1. Isitma periyodu
2. Boya absorpsiyon periyodu
3. Boya difüzyon periyodu

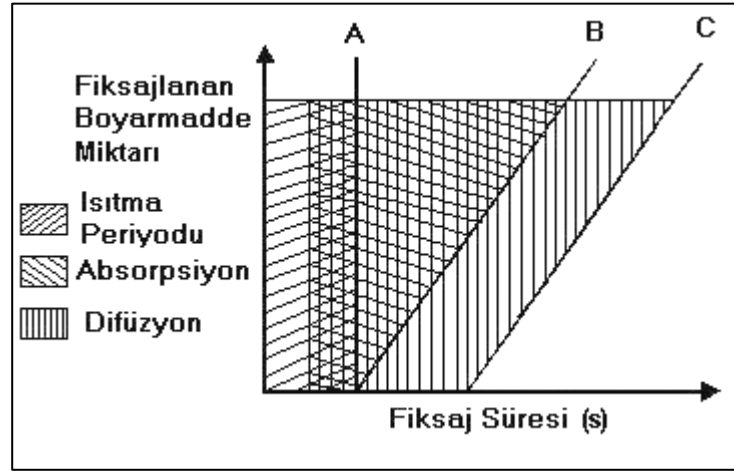
Bu asamalar bazen ayni anda gerçektelebilmektedir. Isitma asamasinda göz önünde bulundurulmasi gereken nokta, tekstil materyalinin yapisidir. Tekstil materyalinde yogunluk artisina bagli olarak, sitma için gerekli olan süre de uzamaktadır (Cegarra vd., 1992).

Absorpsiyon asaması, termofiksaj sicakliginin altinda baslamaktadır ve gerekli zaman ise fiksajlanacak olan boyarmadde miktarı ile iliskili olmaktadır. Süre, fiksajlanacak boyarmadde miktarının dogrusal bir fonksiyonu seklinde degisim göstermektedir. Absorpsiyon süreci ile baslayan boya difüzyonu, uygulanan sicaklik seviyesi ile dogrudan iliskilidir. Sicaklik arttikça difüzyon hizi ile absorpsiyon hizindan daha yüksek bir degere ulasmaktadır. Bu nedenle, absorpsiyon ve difüzyon etkisine bagli olarak optimum fiksaj sicakligina ulasılması ve uygun boyamanin yapilabilmesi için daha kisa bir zaman dilimi kullanilmalidir. Boya banyosu içerisinde bulunan farkli miktarlardaki boyarmaddenin boyama kinetigi Sekil 1.16'da gösterilmektedir (Cegarra vd., 1992).



Sekil 1.16. Adsorpsiyon zamaninin degerlendirilmesi (Cegarra vd., 1992)

Sekil 1.17'deki grafikte, egri trendinin yataya yaklastigi noktada absorpsiyon asamasi sona ermektedir. Dolayisiyla, 200 °C sicaklik için  $G_1$  dogrusu ve 215 °C sicaklik için  $G_2$  dogrusu elde edilmektedir. Ayrica, 215 °C sicakliga yaklastikça fiksaj zamaninda belirgin bir kazanim olmaktadır (Cegarra vd., 1992).



Sekil.1.17. Termofiksajın, boya miktarı, fiksaj sıcaklığı ve sistem çıktısının bir fonksiyonu olarak kronolojik gelişimi (Cegarra vd., 1992)

Termosolleme işleminin ardından mamule sürekli olarak yıkama işlem uygulanır. Koyu renk boyamalarda ise redüktif yıkama işlemi gerekmektedir (Anonim, 1980).



## 2. KAYNAK BILGISI

### 2.1. Dispers Boyarmaddeler Ile Polyester Liflerinin Boyanma Yöntemleri

Hemming ve Datyner'in (1975) yaptigi çalısmada, deneysel çalısmalarla substrat içinde tek ve aynı adsorpsiyon bölümü için boyarmadde molekülleri ve carrierin adsorpsiyonla rekabet edebilmesiyle, carrierin polyester substrat içinde boyarmaddelerin difüzyonunu ivmelendirdigini açıklamıştır.

Shenai ve Sadhu (1976) tarafından yapılan çalısmada, üç ticari dispers boyarmadde ve bir laboratuarda sentezlenmiş dispers azo boyarmadde farklı kristal formlara dönüştürülmüş ve bunların polyester lifleri üzerindeki boyama davranışları,  $x$  isini difraktogramları ve erime noktalarıyla karakterize edilmiştir. Aynı boyarmaddenin farklı kristal modifikasyonları, farklı oranlarda ve farklı lif doyma değerlerinde polyester liflerini boyamak için kullanılmış ve boyama oranı eğrileri elde edilmiştir. Bu kristal formdaki boyarmaddelerin farklı doyma derecelerine ve farklı boyama oranlarına sahip oldukları görülmüştür. Bu araştırmada, Celliton Fast Yellow G hariç aynı boyarmaddelerin farklı kristal formlarının, polyester lifleri içinde farklı doyma çözünürlüklerine sahip olduğu bulunmuştur. Çoğu boyarmadde için, lif doyma değerlerinin boyarmaddenin kristal formundan bağımsız olduğu görülmüştür.

Mehra ve Jhangiani (1980) yaptıkları çalısmada, polyester liflerinin boyanmasında özellikle Hindistan'da yaygın bir şekilde kullanılan farklı tipteki carrierlerin sahip olduğu avantaj ve dezavantajları belirtmişlerdir. Bu çalısmada polyester liflerinin boyanmasında carrier hareketinin etkisi ele alınmış ve carrier konusundaki bazı son gelişmeler özetlenmiştir. Sonuçta, carrierleri değerlendirmek için bir metod açıklanmıştır.

Shah ve Jain (1985) tarafından yapılan çalısmada, üç dispers boyarmadde sulu ve perkloretilenli boya banyosunda polyester üzerine uygulanmıştır. Perkloretilen, substrat içinde renk derinliğini dikkate değer bir derecede değiştirmesine karşın, polyester filminin camlaşma sıcaklığını ( $T_g$ ) 85 °C'den 56 °C'ye düşürmüştür.

Boyarmaddeler, sulu ortamda perkloretilenin bulunduğu ortama göre daha fazla toplanmıştır. Kalan perkloretilen; boyamaların isik haslığını azaltmıştır ve her iki boyama çalışması için de geride ne kadar fazla çözücü kaldıysa, isik haslığı da yine o oranda azalmıştır.

Dhara ve Gulrajani (1987) yaptıkları çalışmada, polyester bir kumasin boyanma özelliklerini, CI Dispers Orange 13 boyarmaddesi ile birlikte fenol varlığında araştırılmıştır. Fenol eklenmesi, belirli bir fenol konsantrasyonuna erişilene kadar boya çekimini artırmaktadır. Fenol özellikle düşük boyama sıcaklıklarında, genellikle  $T_D$ 'nin azalması nedeniyle ivmelendirme faktörünü arttırmıştır. Fenol çözültisi içinde boyarmaddenin artan çözünürlüğü, dengedeki boya alimini ve çektirmeyi kolaylaştırdığı görülmüştür. Ayrıca, fenol ilavesi boya çekimi dengesini geliştirmiş ve adsorpsiyon izotermelerinin yapısını egrisel formdan lineere çevirmiştir.

Ravichandran ve Obendorf (1990 ) tarafından yapılan çalışmada, scanning elektron mikroskopunun yüksek dağılma teknikleri ve enerji ayırıcı x-isini analizleri, carrier/çözücü ön terbiyelenmiş PET lifleri içerisinde, seçilmiş boyarmadde carrierleri, salisilik asit ve antranil asidin yerini belirlemede kullanılmıştır. Özellikle, lif yüzeyinde carrier varlığı açıkça bulunmuştur; fakat lif tarafından nüfuz edilmiş carrier düzgünce dağılmıştır. Ayrıca, lif yüzeyinin altından lif merkezine doğru genişleyen bölgeler içinde sonlu bir carrier penetrasyonu bulunmuştur. Sonuçlar, carrier boyama mekanizmasının, hem lif yapısında değişime neden olduğunu ve hem de lif yüzeyinde bir carrier filmi varlığı ile ilişkili olduğunu göstermiştir.

Koçak (1994) yaptığı çalışmada, polyester mikrolif kumaslarda ön terbiye ve HT boyama parametrelerini incelemiştir. Normal bir polyester kumas ve iki farklı polyester mikrolif kumas, ön terbiye işlemlerinden sonra, sekiz farklı boyarmadde ile üç farklı konsantrasyonda boyanmışlar ve renk haslıkları, boyama kuvveti ve renk farklılıkları dikkate alınarak kıyaslanmış ve sonuçlar istatistiksel olarak incelenmiştir. Sürtünme haslığı, yıkama haslığı ve isik haslığı değerleri bulunmuştur. Mikrolif kumaların boyanmasında antrakinin kökenli boyarmaddelerin haslık değerlerinin makul bir seviyede olduğu, ancak azo kökenli boyarmaddelerin haslık seviyelerinin daha düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle düşük

boyarmadde konsantrasyonlarında haslikların iyi olduğu, ancak konsantrasyon arttıkça haslikların düştüğü gözlenmiştir. Polyester mikrolif kumasların boyanmasında aynı boyama performansını elde edebilmek için, normal polyester kumalara nazaran daha fazla boyarmadde ile boyamaların gerektiği tespit edilmiştir.

Carrian Fite (1995) yaptığı çalışmada, dispers boyarmaddelerle düşük sıcaklıkta polyester için bir emülsiyon boyama prosedürü önermiştir. Emülsiyonlayıcı olarak fosfogliserin ve organik çözücünün (alkil halojen) küçük bir oranda bileşimi olan ultrasonik agitasyonla hazırlanmış bir mikroemülsiyon kullanılarak dispers boyarmaddelerle (40 °C ve altında) düşük sıcaklıklarda polyester için bir boyama prosesi uygulamıştır. Bu boyama sisteminin kinetiği, farklı molekül ağırlıklarında değişik dispers boyarmaddelerle birlikte sıcaklığın bir fonksiyonu olarak belirlenmektedir. Genellikle, düşük molekül ağırlıklı boyarmaddeler daha yüksek boyama oranına sahiptirler. Yüksek molekül ağırlıklı olanlar ise daha düşük boyama oranına sahiptirler. Aktivasyon enerjileri, 20-40 kcal.mol<sup>-1</sup> arasında değişmektedir; bu değerler, carrier ile birlikte geleneksel boyamalarda meydana gelen değerlere yakın çıkmıştır. Lif içinde boya difüzyonu, iyi haslık özellikleriyle ve mikroyapıda önemli bir değişim olmadan tamamlanmıştır. Yüksek, orta ve düşük molekül ağırlıklı dispers boyarmaddelerle beraber boyama kinetikleri bu metotta iyi çıkmıştır. Boya çekmesi, düşük ve orta molekül ağırlıklı boyarmaddeler için 180 dakikada 40°C'deki sıcaklığa göre %90'dan fazladır. Boya çekmesi, daha büyük molekül ağırlıklı boyarmaddelerle daha az olmuştur. Kinetik denklemlerinden bulunan oran sabitleri, test edilmiş bütün boyarmaddeler için sıcaklık artışı ( $\leq 40$  °C) zaman artmaktadır. 30 ve 40 °C sıcaklıklarda en hızlı boyama oranına sahip boyarmadde, orta molekül ağırlıklı olan ve en yavaş olanlar en büyük molekül ağırlıklı olanlar çıkmıştır.

Simal ve Araujo (1996) yaptıkları çalışmada, dispers boyarmaddeler ile farklı konsantrasyonlarda benzoik asitle muamele edilen ısıtılmış PET liflerinin morfolojisindeki değişimlerin, geniş açılı  $\chi$  isini difüzyonu ve dinamik ve mekanik ısı analizleri yapılmıştır. Analiz edilen PET lifleri için denge kadar farklı konsantrasyonlarda benzoik asit varlığında boyama tavrının, liflerin orijinal yapısal karakterleri (kristalleşme ve oryantasyon varlığında) gibi birçok faktöre kuvvetlice

dayandığı gösterilmiştir. Benzoik asit konsantrasyonuna karşı dengedeki boya adsorpsiyonu eğrilerindeki belli konsantrasyonlarda elde edilen maksimum değerlerin iki temel nedenden kaynaklandığı gösterilmiştir. Bu nedenlerin ilki, maksimum değerler kadar boyarmadde adsorpsiyonunu kontrol eden plastiklesme etkisinin üstünlüğüdür. Maksimum değerlerin pozisyonu, liflere uygulanan ısı fiksajı tipine ve bunların yapısal stabilitesine bağlıdır. İkincisi, bu maksimumlardan sonra, lif substratları içindeki bölümler için carrier ve boyarmadde molekülleri arasındaki rekabet ve morfolojik değişimler hakim olan faktörlerdir. Bu maksimumlardan sonra dengede boyarmadde adsorpsiyonundaki belirgin azalma ve benzoik asit muamelesiyle morfolojik değişimler bu sonuçları güçlendirmektedir. Eğrilmiş lifler üzerine benzoik asidin plastiklesme etkisi, muamelenin ilk 30 dakikasında ve çekime ugramış (drawn) olanlar için 24 saatte olmaktadır. Bütün bu etkiler, maksimum pozisyon ve benzoik asit muamelesiyle yapıdaki değişimler, oldukça kararsız yapılarla beraber aslında çekime ugramamış (undrawn) lifler için düşük benzoik asit konsantrasyonu ile meydana gelmektedir. Çekilmemiş lifler için hesaplanan açılma katsayıları çekilenlerle karşılaştırıldığında, yapısal faktörlerden oryantasyondaki değişimin, sadece boyama prosesinde rol oynadığı görülmüştür. Bu faktörler, benzoik asit muamelesiyle oluşan yeni kristalin yapı, liflere verilen önceki ısı muamele tipi ve boşlukların varlığıdır. Suda çözünürlükleri ve boyarmadde molekülünün boyutu gibi diğer indirekt faktörler, B değerlerinin hesaplanmasına yardımcı olmaktadır. Şimdiye kadar B değerlerinin, zincir esnekliği derecesini ve bu nedenle de substratın morfolojisinde zincir hareketliliğine neden olabilen miktardaki sınırlamayı gösterdiği bulunmuştur. B değeri ne kadar düşükse, esneklik o kadar yüksek olmaktadır.

Kim ve arkadaşlarının (1997) yaptığı çalışmada, polyester liflerinin üzerinde CI Disperse Violet 1, (1,4-DAA) 1,4 diaminoantrakinonun boyama davranışı, çift tabaka (yüzey) oluşturuğu olarak bilinen bir çift kuyruklu yüzey aktif madde olan dialkilamonyum bromid (DADMAB) varlığında araştırılmıştır. Polyester boyama için dağıtıcı (dispersing agents) olarak çift kuyruklu sentetik yüzey aktif maddelerin kullanılabilirliği çalışılmıştır. Polyester liflerinin üzerinde CI Disperse Violet 1, 1,4-DAA'nin boyama davranışı DADMAB ile birlikte oldukça geliştirilmiştir : Boyama

orani daha hızlıdır ve lifin doyma değeri ve dağılım katsayısı Miketon Fast Red Violet R kullanılan bir konvansiyonel boya banyosuyla elde edilenlere göre daha büyüktür. 1,4-DAA'nin boyama değişim sıcaklığı  $T_D$ , DADMAB varlığında yavaşça azalmakta ise de, DADMAB ile ön terbiyelenmiş liflerin  $T_g$  değeri değişmemektedir. Polyester üzerine adsorplanan DADMAB miktarı, konvansiyonel bir dağıtıcıya göre önemli derecede yüksektir. DADMAB agregatlarının çift tabaka yapısı boyarmadde moleküllerinin daha hidrofobik olmasına yardımcı olmaktadır. Bu nedenle, boyarmadde moleküllerinin yapıtaşlarının derişik bir tabakasının, birçok boyarmadde molekülü yapıtasi içeren DADMAB çift tabakasından, lif yüzeyine doğru adsorpsiyon yapabilmesine benzemektedir.

Kim ve arkadaşlarının (1997) yaptıkları diğer bir çalışmada ise; polyester liflerinin düşük sıcaklıkta dispers boyarmaddelerle boyanmaları, didodecyldimetil amonyum bromid (DDDMAB) çift kuyruklu bir yüzey aktif madde ile C.I. Disperse Violet 1 ile dağıtıldığı zaman araştırılmış ve polyester için boyama sıcaklığı belirlenmiştir. DDDMAB varlığında  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de boyanmış liflerin renk verimi, boya penetrasyonu ve renk haslığı özellikleri, yüksek sıcaklıkta C.I. Disperse Violet 1 konvansiyonel bir boyarmadde ile hazırlanmış boya banyosunda boyanmış liflerin özellikleri ile hemen hemen aynı olmuştur. 1,4-DAA ile boyanmış polyester kumaşların boyama karakterlerinden, renk kuvveti K/S ve boya alımı, iki farklı boya banyosu için benzer çıkmıştır.  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 1,4-DAA/DDDMAB veya  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de Miketon Fast Red Violet R alternatif boya banyolarında boyanmış polyesterlerin enine kesitlerine bakılmıştır. Lif içerisindeki boyarmadde difüzyonu her iki durumda da homojen olmuştur ve DDDMAB tarafından hızlandırılmıştır. Polyesterin renk haslığı özellikleri iki farklı boyama koşulu için değişmemiştir. Sonuç olarak, bu bulgular, DDDMAB uygulandığı zaman polyesterin düşük sıcaklıkta boyanmasının uygunluğunu ve mümkün olduğunu göstermektedir.

Wallis ve Kühn'nün (1999) yaptığı çalışmada, alkali boyama yöntemiyle terbiye işlemlerinin rasyonelleştirilmesinde yeni olanaklar araştırılmıştır. Oligomeri azaltılmamış, aynı zamanda boyalı PES liflerindeki oligomerler elimine edilerek

kalite optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Reprodüce edilebilen boyamaların başarısı, uygun bir tamponlama sistemi ve doğru boyarmadde seçimiyle sağlanmaktadır.

Karaahmetoğlu'nun (2000) yaptığı çalışmada, polyesterin boyanmasında klasik yöntem olan asidik ortamda boyama ile, yeni geliştirilen alkali ortamda boyamanın karşılaştırılması yapılmıştır. Klasik şartlarda boyanmış numuneler ile değişik alkalilerle ortam pH'i 9-9,5'e ayarlayarak yapılan boyanmış numunelerin renk verimi, mukavemet ve tutum özellikleri karşılaştırılmıştır. Asidik ortamda HT kosullarındaki en büyük problem olan oligomer probleminin, alkali ortamda oligomerin sabunlaşması ile giderildiği, hem kantitatif ölçümlerle hem de elektron mikroskopu altındaki görüntülerle doğrulanmıştır. Alkali ortamda boyanmış numunelerin tutum özelliklerinin % 4-16 oranında iyileştiği belirlenmiş ve çok belirgin bir renk verimliliği farklılığı nüans kayması görülmemiştir. Boyanmış numunelerde % 5-13 oranında bir mukavemet kaybı olduğu bulunmuştur.

Becerir'in (2000) yaptığı çalışmada, polyester mikrolif kumaşların boyama teknolojisinde; dispers boyarmaddelerin polyester mikrolifleri boyama davranışları araştırılmıştır. Çalışmada normal polyester, dimi dokuma örgülü ve bezayagi dokuma örgülü polyester mikrolif kumaşlar kullanılmıştır. Deneysel çalışmalarda elde edilen sonuçlar bir matematik program ile değerlendirilerek seçilen standart uygulama için boyama davranışı sayısal olarak ifade edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, normal ve mikrolif polyesterden yapılan kumaşların boyama davranışları genel boyama karakteristiği açısından birbirlerine benzer fakat dokuma örgüsü, lif inceliği ve kullanılan boyarmadde ve boyama metodu özelliklerine göre birbirlerinden farklıdır. Farklı uygulama metotları için elde edilen sonuçlar uygulanan metotları oluşturan bileşenler tarafından belirlenmekte ve her zaman için belirli bir süreklilik göstermemektedir.

Ghung ve arkadaşlarının (2001) yaptığı çalışmada, boyama koşulları altında C.I. Disperse Yellow 54'ün dağılımı, boyarmadde parçalarının boyutlarının azalmasıyla artan bulanıklık (çözünmemesi) oranı ile değerlendirilmiştir. İki farklı boya dağılımı; 1 ve 25 saat için degirmende preslenerek hazırlanmıştır. Küçük

boyarmadde parçalarının boyutları, yükseltile sıcaklıklarda boyama sırasında büyük olanlara göre artmaya daha uygundur; bu artış kristalleşmenin artmasını sağlamaktadır. Polyester lifleri üzerine adsorpsiyonla alınamayan boyarmaddeler, boyama prosesi sırasında artış göstermektedir. İlk olarak, küçük parça boyutlu boyarmaddeler büyük olanlara nazaran daha düşük çekme değerleri göstermesine karşın, neticede 130 °C üzerindeki sıcaklıklarda bunlar daha büyük değerler göstermiştir.

Baranov ve Moryganov (2001) tarafından yapılan çalışmada, dispers boyarmaddeler ve polyester lifleri ile ilgili olarak, erime noktası üzerine inorganik tuzların etkisi ve karbamid erimesinin viskozitesi ve bunun çözünme kuvveti araştırılmıştır. Polyester lifleri üzerine dispers boyarmaddelerin fiksajında, karbamid - LiCl ve karbamid - CaCl sisteminin oldukça yüksek bir etkiye sahip olduğu kanıtlanmıştır. Muhtemel bir mekanizma, karbamid varlığında polyester liflerine dispers antrakinon boyarmaddelerinin fiksajı üzerine inorganik tuzların hareket ettirici etkisi önerilmiştir.

Uddin ve arkadaşları (2002) yaptıkları çalışmada, konvansiyonel (5,5 dtex filament) ve mikrolif (0,56 dtex filament) polyesterlerin her ikisinin üzerinde 7 farklı dispers boyarmadde yüksek sıcaklıkta (130 °C) uygulanmış, renk verimi, ışık haslığı ve yaş haslık karakterleri araştırılmıştır. 1/1 standart derinlik boyamalarında farklı dispers boyarmaddelerin kurulan eğrilerinde regresyon denklemleri analiz edilmiştir. Bir spektrofotometre kullanılarak, bu boyarmaddeler için uygun  $\lambda_{max}$ 'larda K/S değerleri belirlenmiştir. Boya çekimi miktarı Kubelka Munk denklemi kullanılarak, renk gücü (K/S) terimiyle ifade edilmiştir. 130 °C'de ve pH 5'te uygulamada, konvansiyonel ve mikrolif polyester üzerinde bütün dispers boyarmaddeler optimum renk gücünü vermiştir. Bütün dispers boyarmaddelerin, konvansiyonel lif üzerinde mükemmel doldurma özelliğı göstermesine karşın, mikrolif polyester üzerinde olumlu sonuç alınamamıştır. Polyester mikroliflerin ışık haslığı değerleri, aynı görünür renk derecesi için konvansiyonel polyester liflerle karşılaştırıldığında 0,5'ten 1,5 birime kadar azalmaktadır. Eğer uygun redüksiyon yıkama ve sabunlama yapıldıysa, konvansiyonel ve mikrolif polyesterler eşit renk dereceleri için aynı ve mükemmel

yas hasliklara sahiptirler. Polyester mikroliflerin konvansiyonel polyester liflere göre üçte ikisi kadar fazla dispers boyarmadde tükettiği bu çalışmanın sonucunda gösterilmiştir.

Lee ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan çalışmada, polyester liflerinin boyanma tavırları üzerinde ultrasonun etkisi bir dispers boyarmadde kullanılarak araştırılmıştır. Bir boya banyosu ile birlikte ultrason kullanıldığı zaman, oldukça yüksek bir kristalin yapıya sahip olan C.I. Dispers Red 60 için boya alimini ve boyama oranını arttırmıştır. Bu sonuçlardan, ultrasonun C.I. Dispers Red 60 boyarmaddesinin moleküllerini daha küçük parçalara böldüğü ve böylece de boyarmadde çözünürlüğünün arttığı bulunmuştur. Oldukça zayıf bir kristal yapıya sahip olan C.I. Dispers Blue 56 için boyama oranı ve boya alimi üzerinde ultrasonun atfedilebilir herhangi bir etkisi yoktur. Bu metod kullanılarak  $T_g$  sonuçlarından, PET molekül parçalarının hareketliliği üzerinde ultrasonun herhangi bir etkisinin olmadığı doğrulanmaktadır; bu nedenle C.I. Dispers Blue 56 ve C.I. Dispers Red 60 için boya banyosu ile birlikte ultrason kullanıldığında  $T_g$  varyasyonları gözlenmemiştir.

İbrahim ve arkadaşlarının (2003) yaptığı çalışmada ise, alkali bir ortamda dispers boyarmaddelerle polyester kökenli tekstillerin boyanabilirliğini etkileyen faktörler çalışılmıştır. Bu çalışmada; alkali ortamda dispers boyarmaddelerle polyester kökenli tekstillerin boyanabilirliğine hakim olan çalışma faktörleri, boya banyosunun açılması uygunluğu değerlendirmeleri ve yüksek sıcaklıkta alkali koşullarda dispers/reaktif boyarmaddelerle beraber polyester/pamuk harmanlarının boyanmasında teknik uygunlukların kanıtlanmasına yönelik denemeler gerçekleştirilmiştir. Verilen bir seri boyama koşulları için 45 dak. ve 130 °C'de boyamada kullanılan substrata önem verilmeyerek, yüksek K/S değerlerine ulaşmak için optimal koşullar kurulmuştur. 30 s. için ısı fiksaj sıcaklığını 200 °C arttırmak veya alkali ağırlığını indirmek, K/S değerinde pozitif bir etkiye sahiptir. Boya alimi miktarı boya stabilizörünün yapısı gibi substrat tipi ile de gelişmektedir. Tek boyutta ve yeniden kurulma olmadan dispers boya banyosunu açarak farklı polyester substratlarının boyanması araştırılmış ve ters yönde (koyu→açık) uygun olan bulunmuştur. Yüksek sıcaklık alkali koşullarında bir polyester/pamuk harmanının



tek-banyo / tek-adim boyanması için çektirme yöntemiyle boyanması için uygun olan boyama formülleri kadar uygun dispers/reaktif boyarmadde bileşimleri, düzgünlük ters etkileme olmadan verilmiştir.

## 2. Dispers Boyarmaddeler İle Polyester Liflerinin Boyama Mekanizmaları

Cagerra ve Puente (1966) tarafından yapılan çalışmada, seçilmiş polyester filamentlerinin çaplarının, temizlenmiş dispers boyarmaddelerle birlikte bu liflerin boyama oranına etkisi çalışılmıştır. Dispers boyarmaddelerle polyester liflerin boyama oranı, difüzyon katsayısı, özel yüzey ve afinite veya çözünürlükle etkilenmektedir. Özellikle carrier içermeyen 100 °C'deki boyamalarda, çalışılan liflerle birlikte özel yüzeyin etkisi, boyama oranını etkileyen diğer faktörleri bastırmıştır. Bu nedenle, yüksek özel yüzeyli filamentler veya diğer bir deyişle düşük denyeli olanlarla, düşük özel yüzeyli (yüksek denyeli) filamentlere göre çalışılan üç sistemde daha hızlı bir boyama oranı ile sonuçlanmıştır. Yarı-boyama zamanı, difüzyon katsayısı ve özel yüzey, carrier olmayan 100 °C'deki sistemde  $t_{1/2}=0,133/Ds^2$  ile ilişkilidir. Difüzyon katsayısının değeri bir grafik yardımıyla kolayca hesaplanabilmektedir. Boyanın difüzyon katsayısı değerini mümkün kılan, yarı-boyama zamanı ve lifin özel yüzeyi arasında bir matematiksel ilişki belirlenmiştir.

Cagerra ve Puente (1967) tarafından yapılan diğer çalışmada ise; sonsuz bir banyo kullanılarak, dispers boyarmaddelerle polyesterin boyama kinetiği, Hill difüzyon denklemleriyle mükemmel bir şekilde açıklanmıştır. Çünkü bu ard arda gelen reaksiyonların prosesidir; prosesin oranı en yavaş safhalar veya lif içinde boya difüzyonu ile tespit edilmektedir. Reaksiyon kimyasalları ile geciktirilen heterojen reaksiyonlara dayanan kinetiği temsil eden yeni bir matematiksel denklem önerilmiştir; bu durumda desorpsiyon olayı ortaya çıkmıştır. Bunun grafiksel gösterimi deneysel verilere oldukça iyi uymaktadır ve reaksiyon sabitleri Paterson, Sheldon ve Vickerstaff'ın denklemlerinden bulunanlara göre daha uygun çıkmıştır. Önerilen denklemleri temsil eden eğri Hill denkleminde elde edilene oldukça benzerdir.

Cleve ve arkadaşlarının (1997) yaptığı çalışmada, tekstil substratlarının boya alimi, sorpsiyon proseslerinin hızlı ve yavaş alt proseslerine bölüdüğü yeni bir matematiksel model tarafından zamana bağımlı olarak açıklanabilmektedir. Hızlı alt proses; lif yüzeyine boya adsorpsiyonunu açıklamaktadır ve yavaş alt proses lif içerisinde boya difüzyonunu ayrıntılı olarak açıklamaktadır. Ek olarak, boya desorpsiyonu da adsorpsiyon ile birlikte eş zamanlı olarak hesaba katılmaktadır. Tanımlanan matematiksel model ile matematiksel denklemler vasıtasıyla adsorpsiyon ve difüzyon gibi taşıyıcı sorpsiyon proseslerinin tanımlanabileceği önerilmektedir. Bu model uygulanarak, boyama sıcaklığı, pH, tuz konsantrasyonu ve boyarmadde bileşimleri gibi proses parametrelerinin etkileri incelenebilmektedir.

Casetta ve arkadaşları (2001) tarafından yapılan çalışmada, verilen bir dispers boyarmadde/lif sisteminin, boya alim oranı, sıcaklık, başlangıç boya konsantrasyonu ve difüzyon katsayısı gibi birçok deneysel parametre kontrol edilmiştir. Hill ve Wilson boyama oranı denklemleri kanıtlanmıştır, polyester lifleri içinde dispers boyarmaddelerin difüzyon katsayısının tüm boyama süreci sırasında sabit olmadığı bulunmuştur. Bu nedenle Wilson ve Hill denklemleri ve deneysel sonuçlar kullanılarak, boyama süreci süresince örnek olarak alınan zamanlarda difüzyon katsayısı değerleri hesaplanmıştır.

Park ve arkadaşlarının (2002) yaptığı çalışmada, mikrolifler ve konvansiyonel lifler için sorpsiyon izotermi, difüzyon katsayıları ve lif içerisine boya alimi ve miktarı karşılaştırılmıştır. Kinetik özellikleri sadece sonsuz banyo koşulları altında analiz edilmiştir. Konvansiyonel polyester lifler ve mikrolifler için zamanın bir fonksiyonu olarak difüzyon katsayısı ve sorpsiyon izotermi, yüzey alanı ve difüzyon sinir tabakası etkisi hesaba katılarak karşılaştırılmıştır. Basit Langmuir sorpsiyon izotermi, yüksek boyama sıcaklıklarında elde edilen deneysel sorpsiyon izotermiyle uyumlu olmasına karşın, mikrolifler için uygunluk konvansiyonel liflere göre daha iyi olmuştur.

Georgiadou ve arkadaşları (2002) tarafından yapılan çalışmada ise; kinetik parametreleri, boyama oranı sabiti  $k$ , yarı boyama zamanı  $t_{1/2}$  ve difüzyon katsayısı

D, bir dispers azo ve bir dispers antrakinon boyarmadde ile birlikte 110, 120 ve 130<sup>0</sup>C'deki sicakliklarda polyester liflerinin boyanmasi için arastirilmis ve bu parametrelerin sicakligin artmasiyla beraber arttigi bulunmustur. Difüzyonun aktivasyon enerjisi E hesaplanmistir. Antrakinon boyarmaddeleri ile birlikte polyester boyama dengesi çalisilmis ve belirtilen üç sicaklikta standart afinite  $\Delta\mu^0$  ve dagilim katsayisi K, boyamanin standart entalpisi  $\Delta H^0$  ve standart entropisi  $\Delta S^0$  elde edilmistir. Ayni denge parametreleri, azo boyarmaddenin boyama davranisindan dolayi azo boyarmadde için elde edilememistir. Uygun bilesiklerin boyama tavirlarina ticari boyarmaddelerin varliginda dagiticilarin niceliksel etkilerini degerlendirmek için tesebbüsler de yapilmistir. Bu sonuçlar, deneysel zorluklar nedeniyle ticari boyarmaddeler için uygun sonuçlarla mukayese edilememistir.

Yang ve arkadaslarinin (2002) yaptigi çalismada, sorpsiyon kinetigi ve izotermleri gibi sorpsiyon karakterleri, boyarmadde adsorpsiyonu ve PTT'nin renk gelisimi arasindaki iliski ve bunlarin PET ile karsilastirilmesi açıklanmistir. Iki farkli boyama oranini çalismasinin sonuçlari, sabit sicaklikta ve degisen sicaklikta boyama oranini, genel oran sabitini elde etmek ve boyama sicakligi profili ve etki zamanini planlamak için bilgi elde etmek amaciyla çalisilmistir. Nernst ve Langmuir modellerinin her ikisi de incelenmistir. PTT'nin boya alim kabiliyeti PET ile karsilastirilmistir. 100 <sup>0</sup>C'de dispers boyarmaddelerle PTT'nin boyama oranini, 130<sup>0</sup>C'de PET için boyama oranina göre biraz daha düsüktür. Bu durum muhtemelen düsük sicaklikta boyanin düsük kinetik enerjisinden kaynaklanmaktadır.

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Kullanılan Kumaslar

Bu tez çalışmasında iki farklı % 100 polyester kumas kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan kumaslar A ve B olarak adlandırılmış olup, bundan sonraki bölümlerde bu şekilde belirtileceklerdir. Bu kumasların özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan % 100 polyester kumasların özellikleri

Kumas Tipi	Dokuma Örgüsü	Kumas Gramajı (gr/m <sup>2</sup> )	Atki Numarası (Ne)	Çözümlü Numarası (Ne)	Atki Sıklığı (tel/cm)	Çözümlü Sıklığı (tel/cm)
A	Bezayagi	171,72	16,42	16,40	20,7	26,1
B	Bezayagi	51,6	75,9	75,9	28	30

##### 3.1.2. Kullanılan Boyarmadde ve Yardımcı Kimyasallar

Çalışmada iki boyarmadde üretici firmasının dispers boyarmaddeleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan boyarmaddeler bundan sonraki bölümlerde Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291, Colour Index (C.I.) numaraları ile belirtileceklerdir. Bu boyarmaddelerin özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan boyarmaddelerin özellikleri

Firma	Boyarmadde Adi	C.I. Numarası	Kimyasal Sinifi	Molekül Büyüklüğü
Setas Kimya A.S.	Setapers Brillant Blue BGFN	Disperse Blue 60	Antrakinon	Büyük
Eksoy Kimya A.S.	Kimsolene Eco Navy Blue	Disperse Blue 291	Azo	Orta

Denemelerde uygulanan bütün boyama işlemleri için aşağıdaki kimyasal maddeler kullanılmıştır.

- Setawet R : Anyonik ıslatici
- Setalan DFT : Noniyonik egalizatör ve dispergatör
- Setalan SWN : Anyonik dispergatör
- Setacid SAB : Dispergatör, iyon tutucu, pH ayarlayıcı ve asit tamponlayıcı
- Setacarrier HT :Aromatik hidrokarbonların karışımından oluşan, noniyonik/hafif anyonik karakterde carrier ve egaliz maddesi
- Setacarrier ECO :Aromatik hidrokarbonların karışımından oluşan, noniyonik/hafif anyonik karakterde kokusuz carrier ve egaliz maddesi
- Setaantimigrant : Anyonik migrasyon önleyici
- Setaclean ECO : Anyonik redüktif yıkama maddesi
- Sodyum Karbonat

### 3.1.3. Kullanılan Cihaz ve Makineler

#### 3.1.3.1. Boyama İşlemleri için Kullanılan Cihaz ve Makineler

- **HT Boyama Aparatı** : HT-Asidik, HT-Alkali ve Carrier yöntemleri için boyamalar Termal marka 10 tüp kapasiteli, elektrik ve etilen glikol ile ısıtmalı laboratuvar tipi boyama makinesinde gerçekleştirilmiştir.

- **pH Metre** : WTW / pH 526 dijital pH metre ile boyamalar sırasında pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir.
- **Laboratuvar Tipi Fular Makinesi** : Termosol yöntemi için boyama Küçüker marka fular makinesinde gerçekleştirilmiştir.
- **Kurutma Makinesi** : Termosol yöntemi için kurutma ve termofiksaj işlemleri, Ataç marka GK-40, maksimum 250 °C sıcaklığa çıkabilen laboratuvar tipi gergefli kurutma makinesinde gerçekleştirilmiştir. Diğer yöntemler için kurutma işlemleri laboratuvar tipi Termal Kurutma makinesinde gerçekleştirilmiştir.

### 3.1.3.2. Test İşlemleri için Kullanılan Cihaz ve Makineler

- **Spektralfotometre** : Datacolour marka SF600 Plus CT cihazında boyanan numunelerin renk özellikleri ölçümleri gerçekleştirilmiştir.
- **Yıkamaya Karşı Renk Haslıgı Cihazı** : James Heal marka Gyrowash laboratuvar tipi yıkama ve kuru temizleme cihazı kullanılmıştır.
- **Sürtünmeye Karşı Renk Haslıgı Cihazı** : James Heal marka Crockmaster sürtünme test cihazı kullanılmıştır.
- **Mukavemet Ölçüm Cihazı** : Lloyd LR5K Plus marka mukavemet ölçüm cihazı kullanılmıştır.
- **Isık Haslıgı Cihazı** : Atlas Xenotest 150 S+ marka hava soğutmalı isık haslıgı test cihazı kullanılmıştır.
- **Standart Isık Kabini** : James Heal marka Verivide standart isık kabininde haslık testlerinin değerlendirmeleri yapılmıştır.

### 3.2. Metod

Çalışmada, iki farklı kumaş, iki farklı boyarmadde ile HT-Asidik, HT-Alkali, iki farklı carrier ile Carrier ve Termosol yöntemlerine göre boyanmıştır. Boyama işlemlerinden önce kumaşlara hasıl sökme işlemi uygulanmıştır.

Hasıl sökme reçetesi ;

0,5 g/l soda

1 g/l anyonik yıkama maddesi

Kumaşlar 90 °C'de 75 dakika muamele edildikten sonra, sıcak ve soğuk durulamadan geçirilmiş ve kurumaya bırakılmıştır.

#### 3.2.1. Uygulanan Boyama Yöntemleri ve Boyama Reçeteleri

Kumaşlar HT, Carrier ve Termosol boyama yöntemlerine göre boyanmıştır. HT yönteminde asidik ve alkali ortamlarda iki boyama gerçekleştirilmiştir. Carrier boyama yönteminde iki farklı carrier kullanılmıştır. HT ve Carrier boyama denemeleri sırasında boya banyosunun giriş ve çıkış, Termosol boyama denemelerinde giriş pH değerleri kontrol edilmiştir. HT-Asidik ve HT-Alkali yöntemleri için aynı (Şekil 3.1) ve Carrier HT ve Carrier ECO için aynı (Şekil 3.2) boyama grafikleri uygulanmıştır. Bütün boyamalardan sonra boyanan kumaşlara aynı redüktif yıkama reçetesi uygulanmıştır.

##### 3.2.1.1. HT-Asidik Boyama Reçetesi ve Boyama Grafiği

HT-Asidik boyama yönteminde boyamaya 70 °C'de başlanmıştır. 12 dakika bu sıcaklıkta boyama devam ettikten sonra 130 °C'ye 30 dakikada çıkılmıştır. Boyamaya 1 saat daha devam edilmiştir. Boyanan numunelere redüktif yıkama uygulanmıştır. HT-Asidik boyama işlemi için uygulanan boyama grafiği Şekil 3.1'de verilmiştir. HT-Asidik boyama işlemi için uygulanan boyama reçetesi aşağıda verilmiştir.

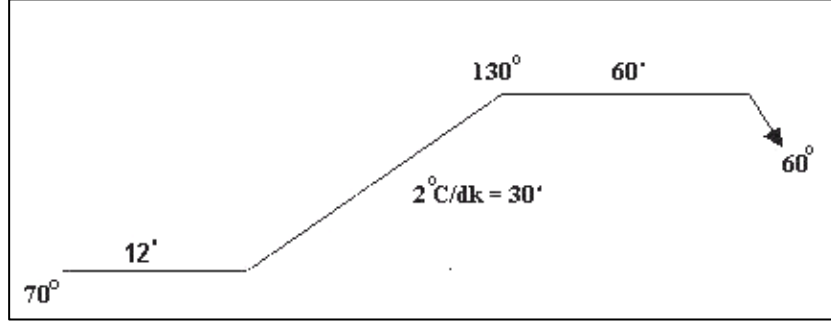
Setacid SAB (pH ayarlayıcı)	1 g/lt (pH : 4,5-5)
Setalan DFT (Dispergatör)	0,3 g/lt
Dispers boyarmadde	%1
Boyama baslangıç sıcaklığı	70 °C
Boyama sıcaklığı	130 °C
Boyama sırasında sıcaklık artışı	2 °C/dak
Boyama süresi	60 dakika
Flotte Oranı	1:20

### 3.2.1.2. HT-Alkali Boyama Reçetesi

HT-Asidik boyama yönteminde boyamaya 70 °C'de başlanmıştır. 12 dakika bu sıcaklıkta boyama devam ettikten sonra 130 °C'ye 30 dakikada çıkılmıştır. Boyamaya 1 saat daha devam edilmiştir. Boyanan numunelere redüktif yıkama uygulanmıştır. HT-Alkali boyama işlemi için uygulanan boyama grafiği Şekil 3.1'de verilmiştir. HT-Alkali boyama işlemi için uygulanan boyama reçetesi aşağıda verilmiştir.

Sodyum Karbonat	0,2 g/lt (pH : 9-9,5)
Setalan DFT (Dispergatör)	0,3 g/lt
Dispers boyarmadde	%1
Boyama baslangıç sıcaklığı	70 °C
Boyama sıcaklığı	130 °C
Boyama sırasında sıcaklık artışı	2 °C/dak
Boyama süresi	60 dakika
Flotte Oranı	1:20



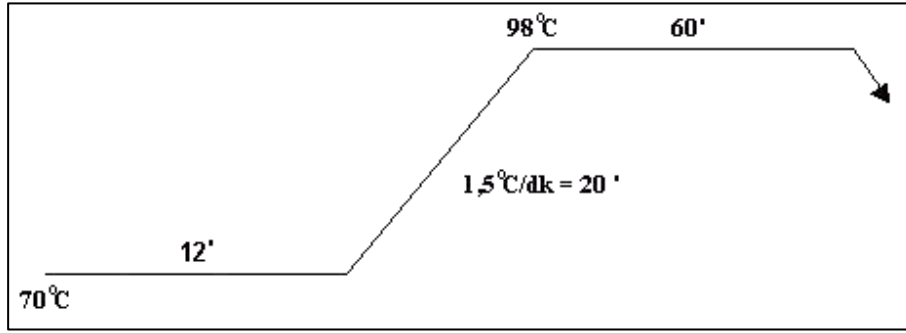


Sekil 3.1. HT-Asidikve HT-Alkali boyama için uygulanan boyama grafiği

### 3.2.1.3. Carrier Boyama Reçetesi ve Boyama Grafiği

Carrier boyama yönteminde iki farklı carrier kullanılarak iki ayrı boyama denemesi yapılmıştır. Carrier boyama yönteminde boyama işlemine 70 °C'de başlanmış ve 12 dakika bu sıcaklıkta kalındıktan sonra, 98 °C'ye 20 dakikada çıkılmıştır. Boyamaya 1 saat daha devam edilmiştir. Boyanan numunelere redüktif yıkama uygulanmıştır. Carrier boyama yöntemi için uygulanan boyama reçetesi aşağıda verilmiştir.

Setacid SAB (pH ayarlayıcı)	1 g/lt (pH : 4-4,5)
Setalan DFT (Dispergator)	0,3 g/lt
Dispers boyarmadde	%1
Setacarrrier HT / Setacarrrier ECO	3 ml/lt
Boyama başlangıç sıcaklığı	70 °C
Boyama sıcaklığı	98 °C
Boyama sırasında sıcaklık artışı	1,5 °C/dak
Boyama süresi	60 dakika
Flotte Oranı	1:20

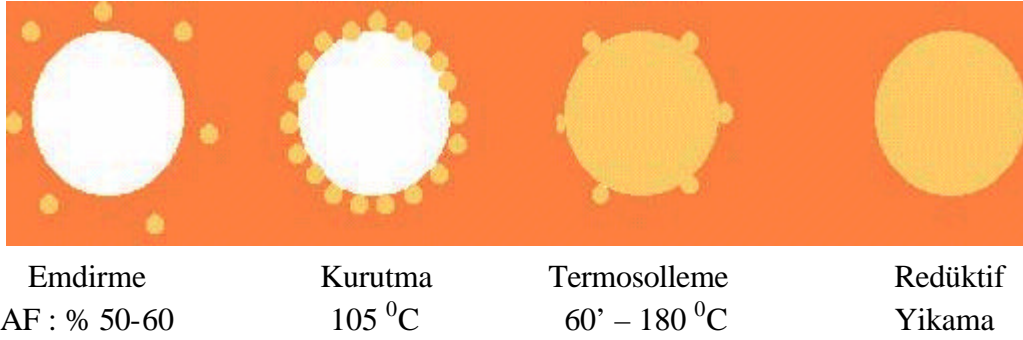


Sekil 3.2. Carrier boyama yöntemi için uygulanan boyama grafiği

### 3.2.1.4. Termosol Boyama Yöntemi ve Boyama Reçetesi

Termosol boyama yönteminde, hazırlanan numuneler boya fularından geçirildikten sonra 105 °C'de kurutma yapılmıştır. Kuruyan numunelere 60 saniyede 180 °C'de termosolleme işlemi uygulanmıştır. Boyanan numunelere redüktif yıkama uygulanmıştır. Termosol boyama yöntemi için uygulanan boyama prosedürünün işlem akisi Sekil 3.3'de verilmiştir. Termosol boyama yöntemi için uygulanan boyama reçetesi aşağıda verilmiştir.

Setacid SAB (pH ayarlayıcı)	1 g/lt (pH : 4-4,5)
Setalan SWN (Dispergator)	4 ml/lt
Setawet R (Islatici)	2 ml/lt
Setaantimigrant (Antimigrant)	20 ml/lt
Dispers boyarmadde	12,5 g/lt
Alinan Flotte	% 50-60
Ara Kurutma sıcaklığı	105 °C
Termofiksaj sıcaklığı ve süresi	180 °C, 60 saniye



Sekil 3.3. Termosol boyama yöntemi için uygulanan işlem akisi

### 3.2.2. Uygulanan Redüktif Yıkama Reçetesi

Çalışmada gerçekleştirilen bütün boyamaların ardından boyanan numunelere aynı redüktif boyama reçetesi uygulanmıştır.

Redüktif Yıkama Reçetesi;

Setaclean ECO (Redüktif yıkama maddesi)	0,15g/lt
Yıkama başlangıç sıcaklığı	70 °C
Yıkama sıcaklığı	98 °C
Yıkama süresi	20 dak.

Yıkamadan sonra boyanan kumaşlara sırasıyla sıcak yıkama, soğuk yıkama, sıkma ve kurutma işlemleri uygulanmıştır.

### 3.3. Değerlendirmede Kullanılan Test Yöntemleri

#### 3.3.1. Renk Kuvvetinin Ölçülmesi

Boyanan numunelerin renk kuvvetlerinin ölçülmesi Datacolour marka SF600 Plus CT marka Spektrofotometre renk ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Boyama performansının belirlenmesi için boyama kuvveti değeri kullanılmaktadır. Kubelka-Munk teorisi ile reflektans ölçümlerinden boyarmaddenin rölatif konsantrasyonunun

tayini yapılmaktadır. Bu nedenle, boyanmış olan kumaslar üzerindeki boyarmadde konsantrasyonu Kubelka-Munk Teorisi kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Kubelka-Munk Teorisi} \Rightarrow \frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

Burada; K absorpsiyon katsayısını, S dağılım katsayısını ve R remisyon değerini ifade etmektedir. Bu fonksiyon boyarmadde konsantrasyonu ile lineer ilişkilidir (Erdogan, 1989).

Renk ölçümleri D65 aydınlatıcısı altında  $10^0$ 'lık gözlem açısından 400-700 nm ışık aralığında 10 nm aralıklarla yapılmış, her kumaş için CIELAB renk uzayının  $\Delta E$ , %R,  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta C^*$  ve  $\Delta H$  değerleri bulunmuş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu sonuçların yorumlanması aşağıdaki noktalar dikkate alınarak yapılmıştır.

- $\Delta E$  : Renk farkı
- $\Delta L^*$  : + ise numune daha ışıklı  
- ise numune daha karanlık
- $\Delta a^*$  : + ise numune daha kırmizimsi  
- ise numune daha yeşilimsi
- $\Delta b^*$  : + ise numune daha sarımsı  
- ise numune daha mavimsi
- $\Delta C^*$  : + ise numune daha doygun  
- ise numune daha az doygun

### 3.3.2. Ter Haslığının Ölçülmesi

Boyanmış olan numunelerin tere karşı renk haslığı değerleri ISO-105-E04 standardına göre yapılmış ve sonuçlar standart ışık kabiniinde değerlendirilmiştir.

### **3.3.3. Yikamaya Karsi Renk Hasliginin Ölçülmesi**

Numunelerin yikamaya karsi renk hasliklerinin tayini TS EN 20105-C03 standardina uygun olarak James Heal marka laboratuvar tipi yikama ve kuru temizleme cihazi Gyrowash'da yapilmis ve sonuclar standart isik kabininde degerlendirilmistir.

### **3.3.4. Isiga Karsi Renk Hasliginin Ölçülmesi**

Farkli boyama yöntemlerine göre boyanan numunelerin isiga karsi renk hasliklerinin ölçümü ISO 105 B02 standardina uygun olarak Atlas marka Xenotest 150 S+ hava sogutmali isik hasligi test cihazinda 60 saatte gerçekleştirilmiştir ve degerlendirmeler mavi yün standartlari ile yapilmistir.

### **3.3.5. Kuru ve Yas Sürtünmeye Karsi Renk Hasliginin Ölçülmesi**

Boyanmis numunelerin kuru ve yas sürtünmeye karsi renk hasliklerinin tayini TS 717 standardina uygun olarak James Heal marka Crocmaster test cihazinda yapilmistir ve sonuclar standart isik kabininde degerlendirilmistir.

### **3.3.6. Iplik Mukavemet Degerlerinin Ölçülmesi**

HT-Asidik ve HT-Alkali yöntemleri ile boyanmis kumaslarin çözgü ve atki ipliklerinin kopma mukavemetleri ve % kopma uzamaları TS 245 EN ISO 2062 standardina uygun olarak Lloyd marka mukavemet test cihazi kullanilarak tespit edilmistir.

## **3.4. Test Sonuclarinin Istatistiksel Analizi ve Sonuclarin Gösterimi**

Çalismada, test sonuclarinin istatistiksel analizi için SPSS 10.0 Istatistik Paket Programi kullanilmistir. HT-Asidik ve HT-Alkali boyama yöntemlerinin polyester lifinin mukavemeti üzerine etkilerinin karsilastirilmasinda sonuclarin degerlendirilmesi için Bagimsiz Degiskenli t-testi ve Spektralfotometre renk ölçüm

cihazında farklı boyama yöntemlerinin renk verimi değerlerinin karşılaştırılmasında ise, LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

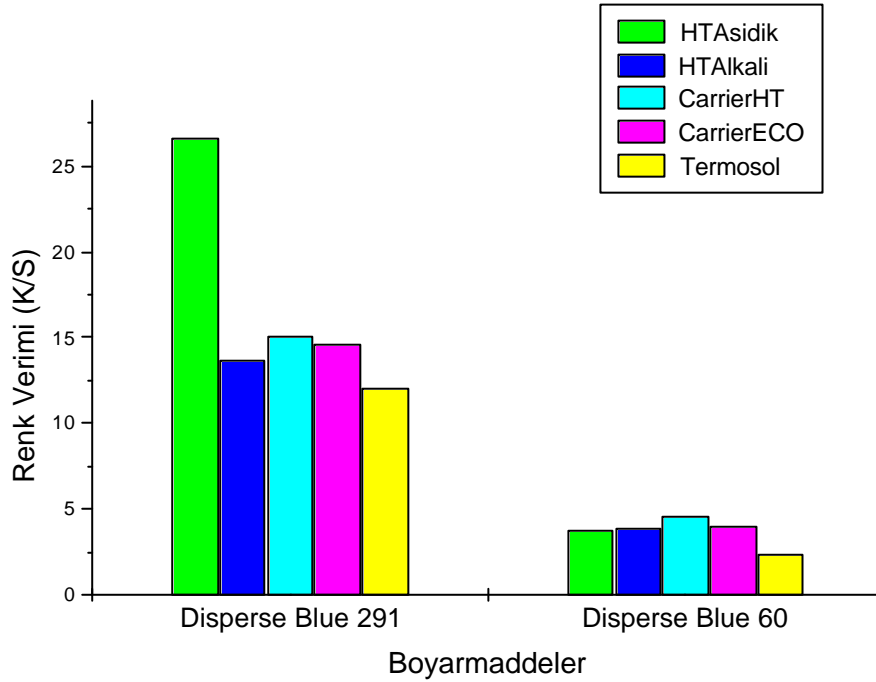
Boyama yöntemlerinin karşılaştırılmasında uygulanan tüm testlerde sonuçların grafiksel gösterimi, Bar Chart ve hata çubuklarının incelenmesi, Orijin İstatistik programı ile yapılmıştır.

#### 4. ARASTIRMA BULGULARI VE TARTISMA

##### 4.1. Farkli Boyama Yöntemleri İçin Elde Edilen Renk Verimine İlişkin Bulgular

Çalışmada farklı boyama yöntemlerine göre Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddeleri ile boyanan A ve B kumaşlarının % R değerleri ve Kubelka-Munk teorisine göre hesaplanan K/S renk verimi değerlerine ait çizelgeler Ek 1’de verilmiştir.

Farklı boyama yöntemlerine göre Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan A kumaşına ait renk verimi (K/S) test sonuçlarının grafiksel gösterimi Şekil 4.1’de verilmektedir.



Şekil 4.1. A kumaş için renk verimi (K/S) değerleri

Şekil 4.1 incelendiğinde, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile 5 farklı şekilde boyanan A kumaşının renk verimi değerinin en iyi HT-Asidik yönteminde olduğu ve bu yöntemle en yakın değerlerinde Carrier yöntemlerinde elde edildiği görülmektedir. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan A kumaşında ise en iyi renk verimi

değerleri Carrier yöntemlerinde elde edilmiştir. Her iki boyarmadde ile yapılan boyamalarda en kötü renk verimi değerini ise Termosol yöntemi vermiştir.

Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan A kumasının renk verimi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenebilmesi amacıyla LSD Çoklu Karşılaştırma testi uygulanmış olup, elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmektedir.

Çizelge 4.1’de verilen analiz sonuçlarına göre, uygulanan bütün boyama yöntemlerinin birbirleri ile karşılaştırılmasında, numunelerin renk verimi değerleri arasında istatistiksel açıdan 0,5 seviyesinde anlamlı fark bulunmamaktadır.



Çizelge 4.1. Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan A kumasinin renk verimi degerlerinin LSD Çoklu Karsilastirma testi sonuçlari

Boyama Yöntemi		Ortalama Fark	Sig.
HT-Asidik	HT-Alkali	-1,4051	,560
	Carrier HT	-2,7625	,253
	Carrier ECO	-2,2800	,345
	Termosol	0,2185	,928
HT-Alkali	HT-Asidik	1,4051	,560
	Carrier HT	-1,3574	,574
	Carrier ECO	-0,8750	,717
	Termosol	1,6235	,501
Carrier HT	HT-Asidik	2,7625	,253
	HT-Alkali	1,3574	,574
	Carrier ECO	0,4824	,841
	Termosol	2,9809	,218
Carrier ECO	HT-Asidik	2,2800	,345
	HT-Alkali	0,8749	,717
	Carrier HT	-0,4824	,841
	Termosol	2,4984	,301
Termosol	HT-Asidik	-0,2185	,928
	HT-Alkali	-1,6235	,501
	Carrier HT	-2,9809	,218
	Carrier ECO	-2,4985	,301

\* 0,05 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır.

Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile 5 farklı şekilde boyanan A kumasinin renk verimi degerlerinin istatistiksel analiz sonuçlari Çizelge 4.2’de verilmektedir.

Çizelge 4.2’deki analiz sonuçlari incelendiginde, uygulanan bütün boyama yöntemlerinin birbirleri ile karsilastirilmasında Termosol yöntemi ile HT-Asidik, HT-Alkali, Carrier HT, Carrier ECO yöntemleri ile boyanan numunelerin renk

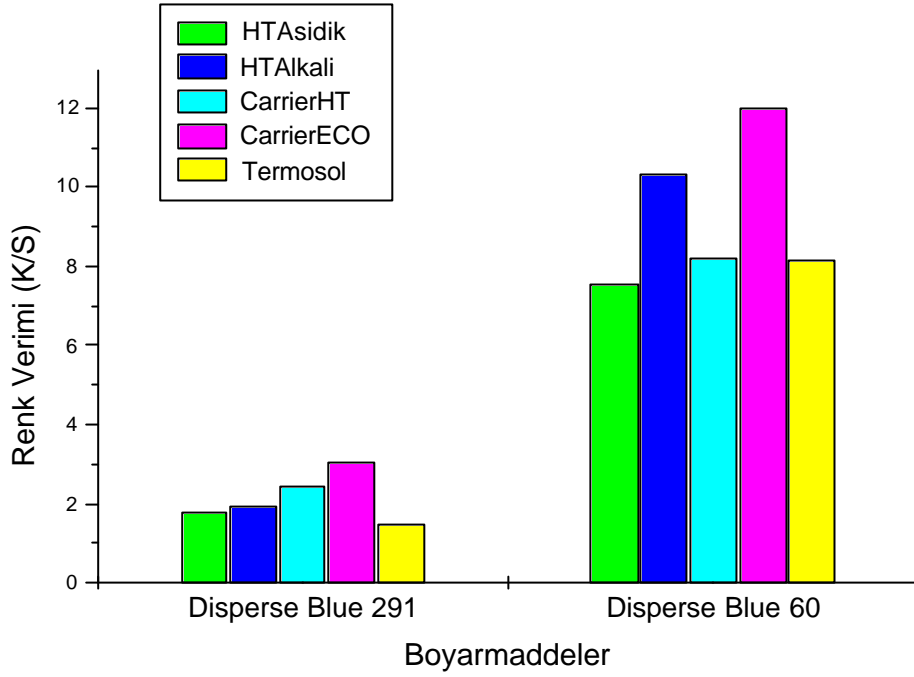
verimi degerleri arasında istatistiksel açıdan 0,5 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır.

Çizelge 4.2. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan A kumasının renk verimi degerlerinin LSD Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları

Boyama Yöntemi		Ortalama Fark	Sig.
HT-Asidik	HT-Alkali	-0,1219	,867
	Carrier HT	-0,7953	,277
	Carrier ECO	-0,1912	,793
	Termosol	1,4728	,045*
HT-Alkali	HT-Asidik	0,1219	,867
	Carrier HT	-0,6733	,357
	Carrier ECO	-0,0692	,924
	Termosol	1,5948	,030*
Carrier HT	HT-Asidik	0,7953	,277
	HT-Alkali	0,6733	,357
	Carrier ECO	0,6041	,408
	Termosol	2,2681	,002*
Carrier ECO	HT-Asidik	0,1912	,793
	HT-Alkali	0,0692	,924
	Carrier HT	-0,6041	,408
	Termosol	1,6639	,024*
Termosol	HT-Asidik	-1,4728	,045*
	HT-Alkali	-1,5948	,030*
	Carrier HT	-2,2681	,002*
	Carrier ECO	-1,6639	,024*

\* 0,05 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır.

Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddeleri ile farklı boyama yöntemlerine göre boyanan B kumasına ait renk verimi (K/S) test sonuçlarının grafiksel gösterimi Şekil 4.2'de verilmektedir.



Sekil 4.2. B kumasi için renk verimi (K/S) degerleri

Sekil 4.2 incelendiginde, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan B kumasinin renk verimi degerinin en iyi Carrier yöntemlerinde olduğu ve bu yöntemleri HT-Alkali yönteminin takip ettigi görülmektedir. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan B kumasinda ise en iyi renk verimi degeri Carrier ECO yönteminde ve en kötü HT-Asidik yönteminde elde edilmistir.

Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan B kumasinin renk verimi degerlerinin LSD Çoklu Karsilastirma testi sonuçlari Çizelge 4.3'de verilmektedir.

Çizelge 4.3'de verilen analiz sonuçlarına göre, uygulanan bütün boyama yöntemlerinin birbirleri ile karsilastirilmasinda numunelerin renk verimi degerleri arasında HT-Asidik ile Carrier ECO, HT-Alkali ile Carrier ECO, Carrier HT ile Termosol ve Carrier ECO ile Termosol boyama yöntemleri arasında istatistiksel açıdan 0,5 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır.

Çizelge 4.3. Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan B kumasinin renk verimi degerlerinin LSD Çoklu Karsilastirma testi sonuçlari

Boyama Yöntemi		Ortalama Fark	Sig.
HT-Asidik	HT-Alkali	-0,1576	,743
	Carrier HT	-0,6588	,172
	Carrier ECO	-1,2166	,012*
	Termosol	0,3395	,480
HT-Alkali	HT-Asidik	0,1576	,743
	Carrier HT	-0,5012	,298
	Carrier ECO	-1,0591	,029*
	Termosol	0,4971	,302
Carrier HT	HT-Asidik	0,6588	,172
	HT-Alkali	0,5012	,298
	Carrier ECO	-0,5578	,247
	Termosol	0,9983	,039*
Carrier ECO	HT-Asidik	1,2166	,012*
	HT-Alkali	1,0590	,029*
	Carrier HT	0,5579	,247
	Termosol	1,5561	,001*
Termosol	HT-Asidik	-0,3395	,480
	HT-Alkali	-0,4971	,302
	Carrier HT	-0,9983	,039*
	Carrier ECO	-1,5561	,001*

\* 0,05 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır.

Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan B kumasinin renk verimi degerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadiginin belirlenmesi amaciyla LSD Çoklu Karsilastirma testi uygulanmis olup, elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4'te verilmektedir.

Çizelge 4.4'deki analiz sonuçları incelendiğinde, uygulanan bütün boyama yöntemlerinin birbirleri ile karşılaştırılmasında, HT-Asidik ile Carrier ECO, Carrier HT ile Carrier ECO ve Carrier ECO ile Termosol boyama yöntemleri ile boyanan numunelerin renk verimi değerleri arasında istatistiksel açıdan 0,5 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır.

Çizelge 4.4. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan B kumasının renk verimi test sonuçlarının LSD Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları

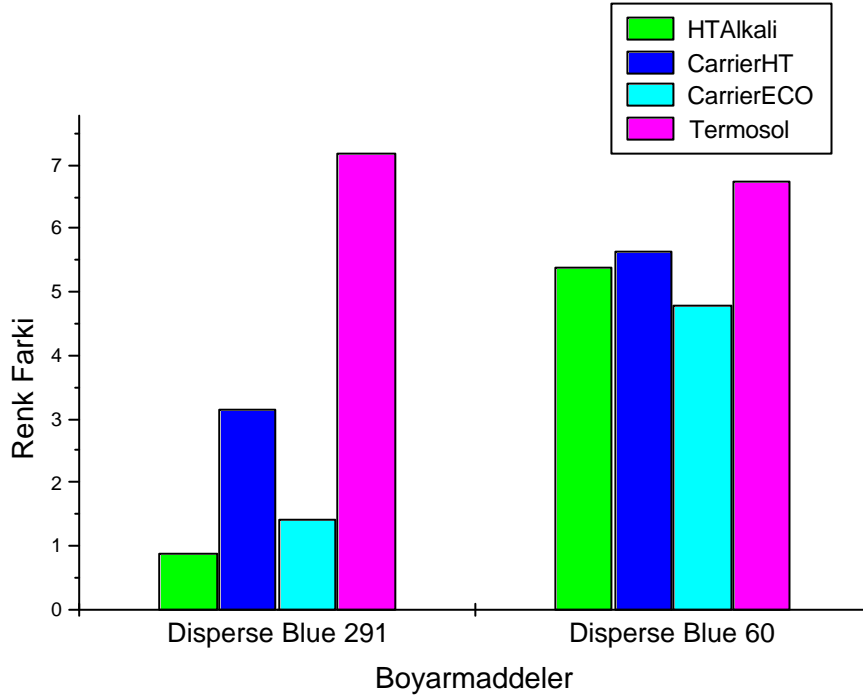
Boyama Yöntemi		Ortalama Fark	Sig.
HT-Asidik	HT-Alkali	-2,7728	,131
	Carrier HT	-0,6501	,722
	Carrier ECO	-4,4339	,016*
	Termosol	-0,6294	,731
HT-Alkali	HT-Asidik	2,7728	,131
	Carrier HT	2,1228	,246
	Carrier ECO	-1,6612	,364
	Termosol	2,1435	,242
Carrier HT	HT-Asidik	0,6501	,722
	HT-Alkali	-2,1228	,246
	Carrier ECO	-3,7839	,040*
	Termosol	0,0208	,991
Carrier ECO	HT-Asidik	4,4339	,016*
	HT-Alkali	1,6612	,364
	Carrier HT	3,7839	,040*
	Termosol	3,8046	,039*
Termosol	HT-Asidik	0,6294	,731
	HT-Alkali	-2,1434	,242
	Carrier HT	-0,0207	,991
	Carrier ECO	-3,8046	,039*

\* 0,05 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır.

## 4.2. Farklı Boyama Yöntemleri İçin Elde Edilen Renk Farkına ( $\Delta E$ ) İlişkin Bulgular

Çalışmada farklı boyama yöntemleri ile boyanan numuneler arasında HT-Asidik yöntemle boyanan numuneler standart olarak ele alınmış ve diğer yöntemlerle boyanan numunelerin asidik ortamda boyanan numunelere göre renk farklılıkları belirlenmiştir.

Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddeleri ile boyanan A kumasına ait HT-Asidik yöntemle diğer yöntemler arasındaki renk farkı ( $\Delta E$ ) test sonuçlarının grafiksel gösterimi Şekil 4.3'de verilmektedir.



Şekil 4.3. A kuması için HT-Asidik yöntemle diğer yöntemler arasındaki renk farkı ( $\Delta E$ ) değerlerini gösteren test sonuçları

Şekil 4.3 incelendiğinde, HT-Asidik boyama yöntemi ile hem Disperse Blue 291 hem de Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan A kumasının renk farkının en fazla Termosol yöntemleri ile boyanan numunelerde olduğu görülmektedir.

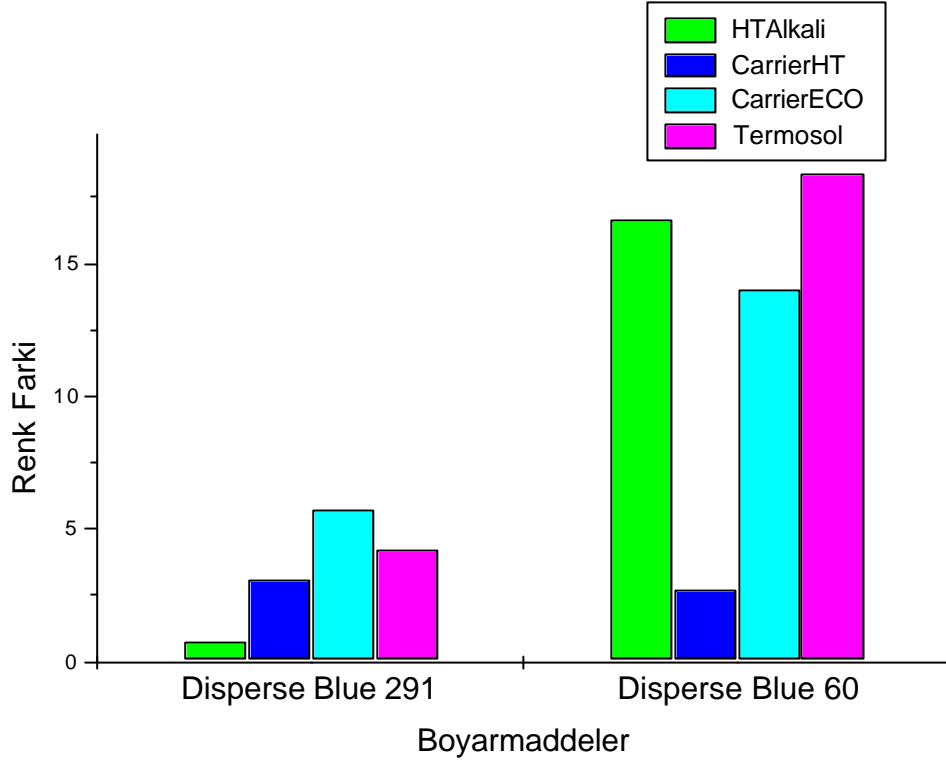
Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddeleri ile boyanan A kumasının renk farkı değerleri Çizelge 4.5’de verilmektedir.

Çizelge 4.5’de verilen sonuçlara göre, HT-Asidik boyama yöntemi ve diğer yöntemler ile boyanan numuneler arasında kabul sınırlarındaki (1,00) değerini Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile HT-Alkali yöntemine göre boyanan numune vermektedir.

Çizelge 4.5. A kumasına ait HT-Asidik yöntemle diğer yöntemler arasındaki renk farkı (? E) test sonuçları

Boyarmaddeler	Renk Farkı (?E)			
	HT Alkali	Carrier HT	Carrier ECO	Termosol
<b>Disperse Blue 291</b>	0,90	3,17	1,43	7,19
<b>Disperse Blue 60</b>	5,41	5,64	4,79	6,76

Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddeleri ile farklı boyama yöntemlerine göre boyanan B kumasına ait HT-Asidik yöntemle diğer yöntemler arasındaki renk farkı (? E) test sonuçlarınınin grafiksel gösterimi Şekil 4.4’de verilmektedir. HT-Asidik boyama yöntemi ile boyanan kumaş standart olarak ele alınmış ve diğer boyama yöntemleri ile arasındaki renk farkı sonuçları elde edilmiştir.



Sekil 4.4. B kumasi için HT-Asidik yöntemle diğer yöntemler arasındaki renk farkı (?E) değerlerini gösteren test sonuçları

Sekil 4.4 incelendiğinde, HT-Asidik boyama yöntemi ile Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan B kumasının renk farkının en fazla Carrier ECO kullanılan Carrier yöntemi ile boyanan numunede olduğu görülmektedir. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan B kumasında ise en fazla renk farkı değeri Termosol yöntemi ile boyanan kumasta elde edilmiştir.

Çizelge 4.6'da, Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddeleri ile boyanan B kumasının renk farkı değerleri verilmektedir.

Çizelge 4.6'da verilen sonuçlara göre, HT-Asidik boyama yöntemi ve diğer yöntemler ile boyanan numuneler arasında kabul sınırı (1,00) değerini Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile HT-Alkali yöntemine göre boyanan numune vermiştir.



Çizelge 4.6. B kumasına ait HT-Asidik yöntemle diğer yöntemler arasındaki renk farkı ( $\Delta E$ ) test sonuçları

Boyarmaddeler	Renk Farkı ( $\Delta E$ )			
	HT Alkali	Carrier HT	CarrierECO	Termosol
Disperse Blue 291	0,75	3,13	5,78	4,26
Disperse Blue 60	16,66	2,68	14,06	18,43

A ve B kumaları için verilen renk farkı değerleri incelendiğinde, renk farkı değerinin boyama yöntemi ve boyarmaddenin özelliklerinden etkilendiği düşünülmektedir.

### 4.3. Farklı Boyama Yöntemleri İçin Elde Edilen Renk Özelliklerine İlişkin Bulgular

A kumasının renk özelliği değerleri Çizelge 4.7’de verilmektedir. Renk özellikleri belirlenirken HT-Asidik boyama yöntemine göre boyanan numuneler standart olarak ele alınmış, diğer yöntemlerle boyanan numunelerin HT-Asidik yöntemi ile boyanan numuneye göre  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta C^*$  ve  $\Delta H^*$  değerleri bulunmuştur.

Çizelge 4.7’de verilen  $\Delta L^*$  değerlerine göre, her iki boyarmadde ile farklı şekillerde boyanan A kumasından, HT-Alkali ve Carrier yöntemleri ile boyanan numuneler HT-Asidik boyama yöntemi ile boyanan numune ile kıyaslandığında daha parlak görünürken, Termosol boyama yöntemi ile boyanan numune daha karanlık görünmektedir.

$\Delta a^*$  değerlerine bakıldığında, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan numunelerden HT-Alkali ve Carrier yöntemi ile boyanan numunelerin HT-Asidik yöntemi ile boyanan numuneye göre daha yeşilimsi bir renk verdiği; Termosol yöntemi ile boyanan numunenin kırmizimsi bir renk verdiği görülmektedir. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile HT-Alkali, Carrier ve Termosol boyama yöntemleri ile boyanan numunelerin, HT-Asidik yöntemi ile boyanan numuneye kıyasla daha kırmizimsi bir renk verdiği görülmektedir.

$\Delta b^*$  degerleri incelendiginde, HT-Asidik yöntemi ile boyanan numuneye göre diger yöntemlerle Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan numunelerin tamaminin sarimsi bir renk verdigi, Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan numunelerin ise mavimsi bir renk verdigi görülmektedir.

$\Delta C^*$  doygunluk degerleri incelendiginde ise, HT-Asidik boyama yöntemi ile boyanan numuneye göre HT-Alkali, Carrier ve Termosol boyama yöntemlerine göre Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan numunelerin daha az doygunluk degerine sahip oldugu görülmektedir. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan numunelere bakildiginda, HT-Alkali, Carrier ve Termosol boyama yöntemleri ile boyanan numunelerin HT-Asidik yöntemi ile boyanan numuneye kiyasla daha doygun boyandigi görülmektedir.

Çizelge 4.7. Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddeleri ile boyanan A kumasina ait  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta C^*$  ve  $\Delta H^*$  degerleri

Boyarmadde	Boyama Yön.	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*
Disperse Blue 291	HT Alkali	0,38	-027	0,77	-0,78	-0,25
	Carrier HT	3,14	-0,39	0,23	-0,24	-0,38
	Carrier ECO	1,18	-0,13	0,80	-0,81	-0,11
	Termosol	-5,35	2,12	4,31	-4,11	2,49
Disperse Blue 60	HT Alkali	1,80	0,98	-5,01	3,63	3,59
	Carrier HT	4,45	1,78	-2,97	1,47	3,13
	Carrier ECO	3,64	2,02	-2,37	0,83	3,00
	Termosol	-179	1,82	-6,26	4,29	4,91

B kumasinin renk özellik degerleri Çizelge 4.8'de verilmektedir. Farkli boyama yöntemleri ile boyanan B kumasinin renk özellikleri belirlenirken, HT-Asidik boyama yöntemine göre boyanan numuneler standart olarak ele alınmis ve diger yöntemlerle arasindaki  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta C^*$  ve  $\Delta H^*$  degerleri bulunmustur.

Çizelge 4.8'de verilen  $\Delta L^*$  degerlerine göre, her iki boyarmadde ile boyanan B kumaslarından HT-Alkali ve Carrier yöntemleri ile boyanan numuneler HT-Asidik boyama yöntemi ile boyanan numune ile kıyaslandığında daha parlak, Termosol boyama yöntemi ile boyanan numune daha karanlık görülmektedir.

$\Delta a^*$  degerlerine bakıldığında, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan numunelerden HT-Asidik boyama yöntemi ile boyanan numuneye göre HT-Alkali ve Carrier boyama yöntemi ile boyanan numunelerin daha yeşilimsi bir renk ve Termosol yöntemi ile boyanan numunenin daha kırmizimsi bir renk verdiği görülmektedir. Disperse Blue 60 boyarmaddesi HT-Alkali, Carrier ve Termosol boyama yöntemleri ile boyanan numunelerin tamamının HT-Asidik yöntemine göre boyanan numuneye kıyasla daha kırmizimsi renk verdiği görülmektedir.

$\Delta b^*$  degerleri incelendiğinde, HT-Asidik boyama yöntemi ile boyanan numuneler ile kıyaslandığında, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile Termosol boyama yöntemine göre boyanan numune sarımsi bir renk verirken, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile HT-Alkali ve Carrier yöntemlerine ve Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile bütün boyama yöntemlerine göre boyanan tüm numuneler mavimsi bir renk vermistir.

$\Delta C^*$  doygunluk degerleri incelendiğinde, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile HT-Asidik boyama yöntemi kullanılarak boyanan numuneye göre Termosol boyama yöntemi ile boyanan numunenin daha az doygunluk degerine sahip olduğu, HT-Alkali ve Carrier yöntemleri ile boyanan numunelerin ise daha doygun bir şekilde boyandığı görülmektedir. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile HT-Alkali, Carrier ve Termosol boyama yöntemleri kullanılarak boyanan bütün kumasların HT-Asidik boyama yöntemi ile boyanan numuneye göre daha doygun bir şekilde boyandığı görülmektedir.

Çizelge 4.8. Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddeleri ile boyanan B kumasına ait  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta C^*$  ve  $\Delta H^*$  degerleri

Boyarmadde	Boyama Yön.	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*
Disperse Blue 291	HT Alkali	0,29	-0,07	-0,69	0,68	-0,14
	Carrier HT	2,68	-0,83	-1,39	1,32	-0,94
	Carrier ECO	4,93	-1,07	-2,81	2,73	-1,28
	Termosol	-1,37	0,25	4,02	-3,95	0,82
Disperse Blue 60	HT Alkali	3,87	2,26	-16,04	11,62	11,29
	Carrier HT	1,38	0,55	-2,23	1,19	1,97
	Carrier ECO	8,45	0,34	-11,23	8,42	7,44
	Termosol	-2,04	4,95	-17,64	11,93	13,90

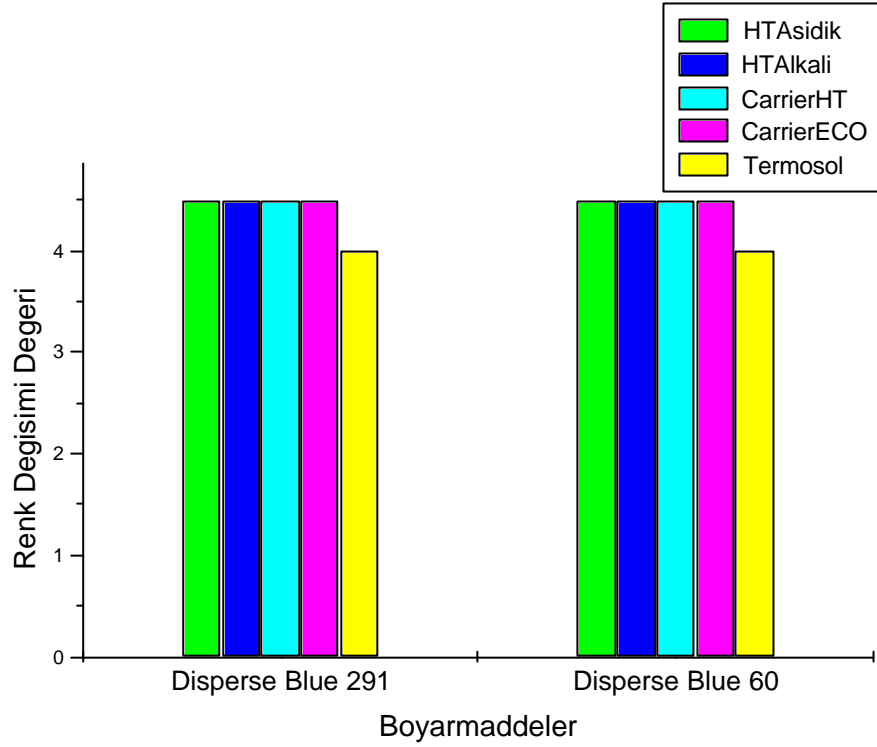
#### 4.4. Farkli Boyama Yöntemleri İçin Elde Edilen Yıkamaya Karsi Renk Haslığına İlişkin Bulgular

Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddeleri ile farklı boyama yöntemlerine göre boyanan A ve B kumaslarına ait yıkamaya karşı renk haslığı test sonuçları Çizelge 4.9’da verilmektedir.

Çizelge 4.9. A ve B kumaslarına ait yıkamaya karşı renk haslıgi test sonuçları

Boyama Yön.	Kumas Tipi	Boyarmad-de Tipi	Multifiber (Renk Akması)						Solma Degeri
			Yün	Akrilik	PES	Naylon	Pamuk	Asetat	
HT Asidik	A	Disperse Blue 60	5	5	5	4/5	5	5	4/5
		Disperse Blue 291	5	5	5	5	5	5	4/5
	B	Disperse Blue 60	5	5	5	5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	5	5	5	5
HT Alkali	A	Disperse Blue 60	4/5	5	4/5	5	5	5	4/5
		Disperse Blue 291	4/5	5	5	4/5	5	5	4/5
	B	Disperse Blue 60	4/5	5	5	5	5	5	4/5
		Disperse Blue 291	4/5	5	5	4/5	5	5	4/5
Carrier HT	A	Disperse Blue 60	4/5	5	5	5	5	5	4/5
		Disperse Blue 291	4/5	5	4/5	4	5	5	4/5
	B	Disperse Blue 60	4/5	5	5	5	5	5	5
		Disperse Blue 291	4/5	5	5	4	5	5	5
Carrier ECO	A	Disperse Blue 60	4/5	5	5	4/5	5	5	4/5
		Disperse Blue 291	4/5	5	4/5	4	5	5	4/5
	B	Disperse Blue 60	4/5	5	5	5	5	5	5
		Disperse Blue 291	4/5	5	5	5	5	5	5
Termozol	A	Disperse Blue 60	4/5	5	5	5	5	5	4
		Disperse Blue 291	4/5	5	4/5	4	5	5	4
	B	Disperse Blue 60	4/5	5	5	4/5	5	5	4/5
		Disperse Blue 291	4/5	5	4/5	4/5	5	5	4/5

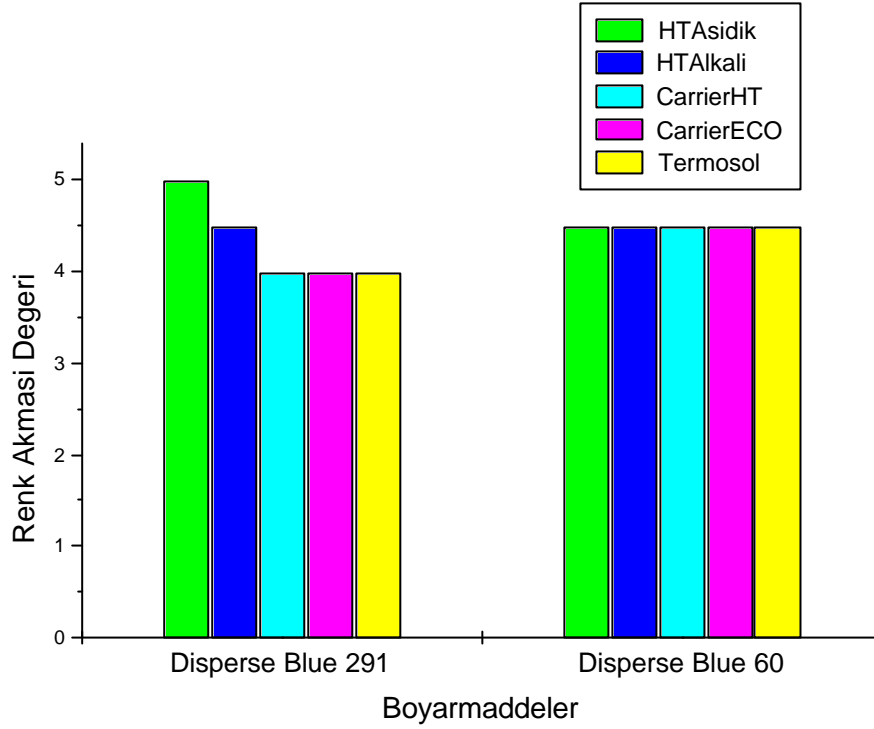
Farkli boyama yöntemlerine göre Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddeleri ile boyanan A kumasinin yikamaya karsi renk hasligi test sonuçlarının renk degisimi degerlerinin grafiksel gösterimi Sekil 4.5’de verilmektedir.



Sekil 4.5. A kumasi için renk degisimi degerlerinin grafiksel gösterimi

Sekil 4.5 incelendiginde, iki farkli boyarmadde ile boyanan A kumasinin renk hasligi test sonuçlarındaki renk degisimi degerlerine göre en düşük degeri Termosol yöntemi ile boyanan numunelerin verdiği görülmektedir.

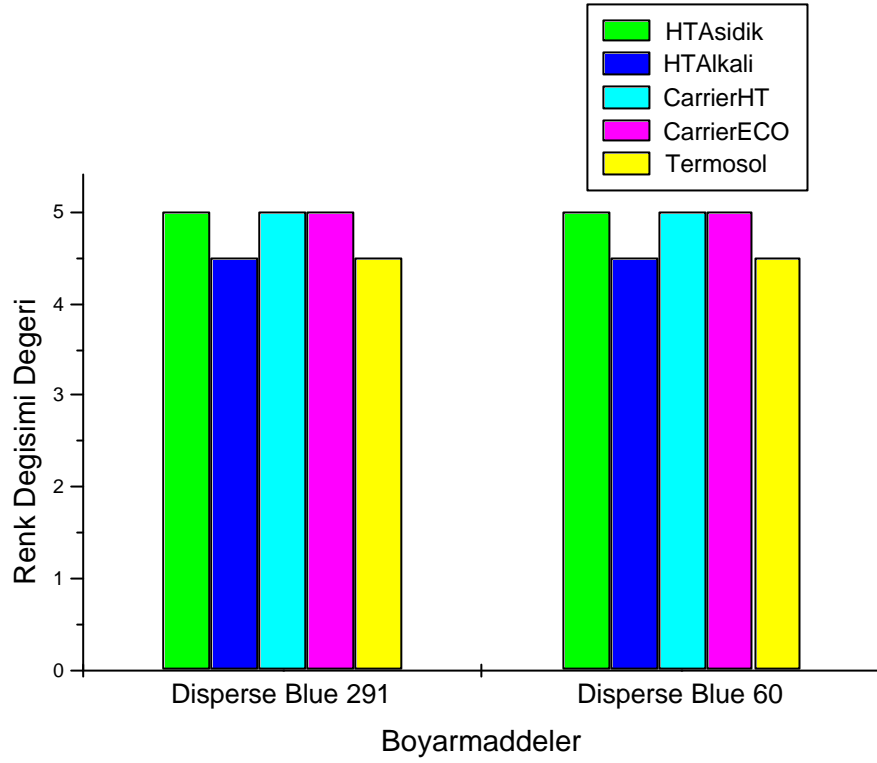
Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddeleri ile farkli boyama yöntemlerine göre boyanan A kumasinin yikamaya karsi renk hasligi test sonuçlarının renk akmasi degerlerinin grafiksel gösterimi Sekil 4.6’da verilmektedir.



Sekil 4.6 A kuması için renk akması değerlerinin grafiksel gösterimi

Sekil 4.6 incelendiğinde, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan A kumasının renk haslığı test sonuçlarındaki renk akması değerlerine göre en iyi değeri HT-Asidik yöntemi kullanılarak boyanan numunenin verdiği, Termosol ve Carrier yöntemleri ile boyanan numunelerin değerlerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan bütün numunelerin renk akması değerlerinin aynı olduğu görülmektedir.

Farklı boyama yöntemlerine göre Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddeleri ile boyanan B kumasının yıkamaya karşı renk haslığı test sonuçlarının renk değişimi değerlerinin grafiksel gösterimi Sekil 4.7'de verilmektedir.

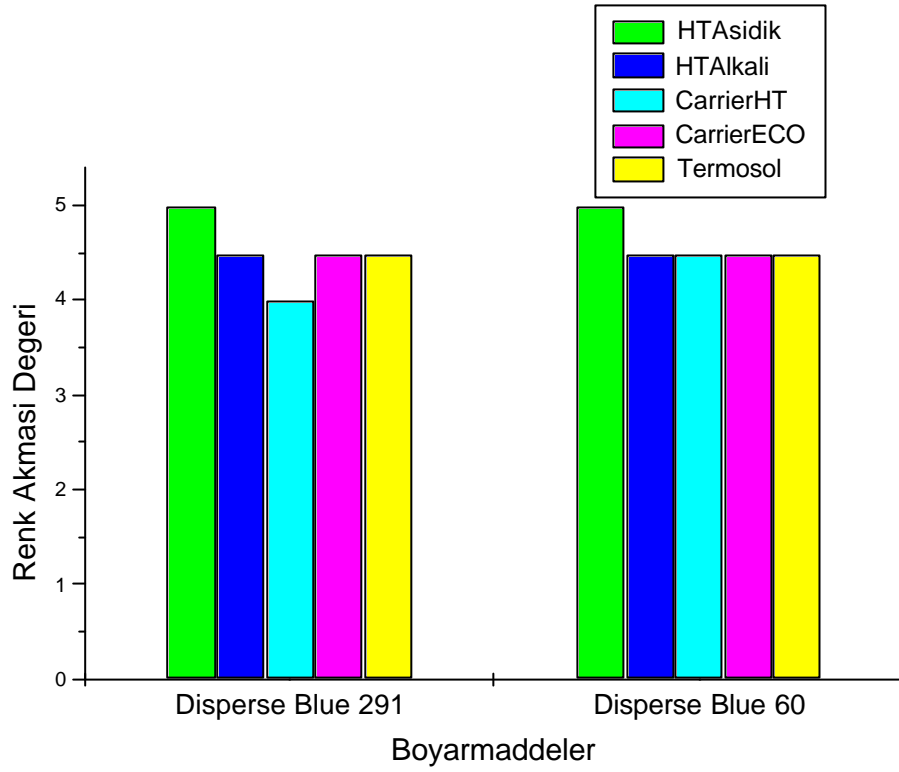


Sekil 4.7 B kumasi için renk degisimi degerlerinin grafiksel gösterimi

Sekil 4.7 incelendiginde, iki farkli boyarmadde ile boyanan B kumasinin renk hasligi test sonuclarindaki renk degisimi degerlerine göre en düşük degerleri HT-Alkali ve Termosol yöntemleri ile boyanan numunelerin verdigi görülmektedir.

Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddeleri ile farkli boyama yöntemlerine göre boyanan B kumasinin yıkamaya karsi renk hasligi test sonuclarinin renk akmasi degerlerinin grafiksel gösterimi Sekil 4.8'de verilmektedir.





Sekil 4.8. B kumasi için renk akması değerlerinin grafiksel gösterimi

Sekil 4.8 incelendiğinde, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan B kumasının renk haslığı test sonuçlarındaki renk akması değerlerine göre en iyi değeri HT-Asidik yöntemi kullanılarak boyanan numunenin verdiği, Carrier HT yöntemi ile boyanan numunenin değerini en düşük olduğu görülmektedir. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan B kumasının renk akması değerlerinde en iyi değeri HT-Asidik yöntemi ile boyanan numunenin verdiği, diğer boyama yöntemleri ile boyanan numunelerin renk akması değerlerinin aynı olduğu görülmektedir.

#### 4.5. Farklı Boyama Yöntemleri İçin Elde Edilen Sürtünmeye Karşı Renk Haslığına İlişkin Bulgular

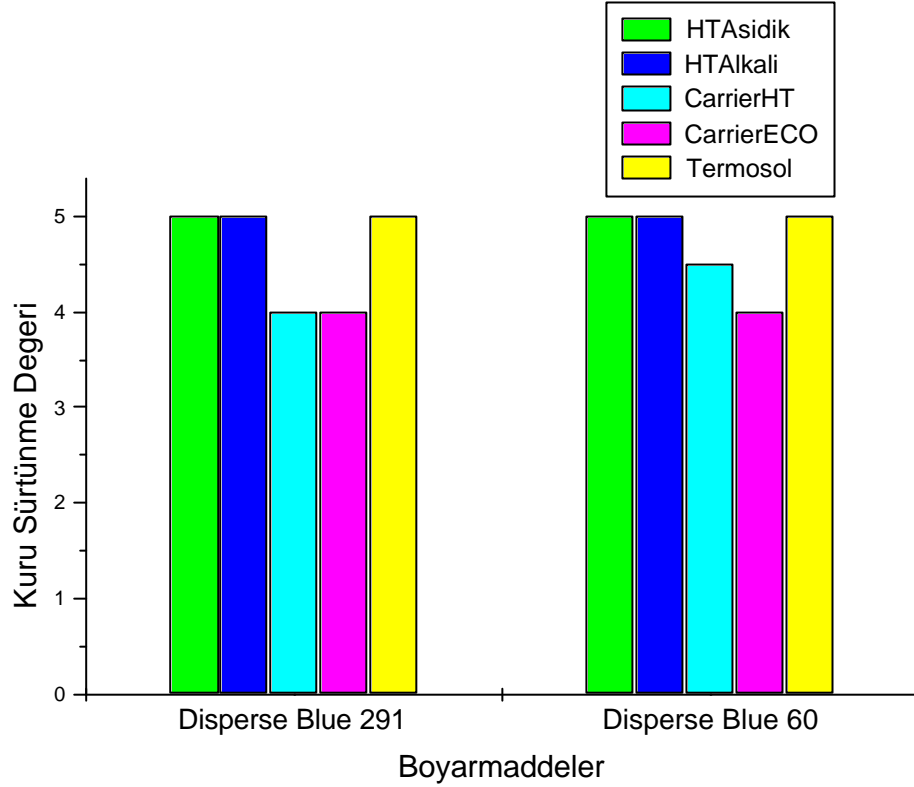
Çalışmada, iki farklı boyarmadde ve 5 ayrı yöntemle boyanan numunelerin kuru ve yaş sürtünmeye karşı renk haslıkları incelenmiştir. Çizelge 4.10'da kuru ve yaş sürtünme haslığı test sonuçları gösterilmektedir.

Çizelge 4.10. A ve B kumaslarına ait kuru ve yas sürtünmeye karşı renk haslığı test sonuçları

Boyama Yöntemi	Kumas Tipi	Boyarmadde Tipi	Kuru Sürtünme	Yas Sürtünme
HT Asidik	A	Disperse Blue 60	5	5
		Disperse Blue 291	5	5
	B	Disperse Blue 60	5	5
		Disperse Blue 291	5	5
HT Alkali	A	Disperse Blue 60	5	4/5
		Disperse Blue 291	5	4/5
	B	Disperse Blue 60	5	4/5
		Disperse Blue 291	5	4/5
Carrier HT	A	Disperse Blue 60	4/5	5
		Disperse Blue 291	4	5
	B	Disperse Blue 60	4/5	5
		Disperse Blue 291	4	5
Carrier ECO	A	Disperse Blue 60	4	5
		Disperse Blue 291	4	5
	B	Disperse Blue 60	4	5
		Disperse Blue 291	4	5
Termosol	A	Disperse Blue 60	5	4/5
		Disperse Blue 291	5	4/5
	B	Disperse Blue 60	5	5
		Disperse Blue 291	5	5

#### 4.5.1 Kuru Sürtünmeye Karsi Renk Hasligi Sonuçlari

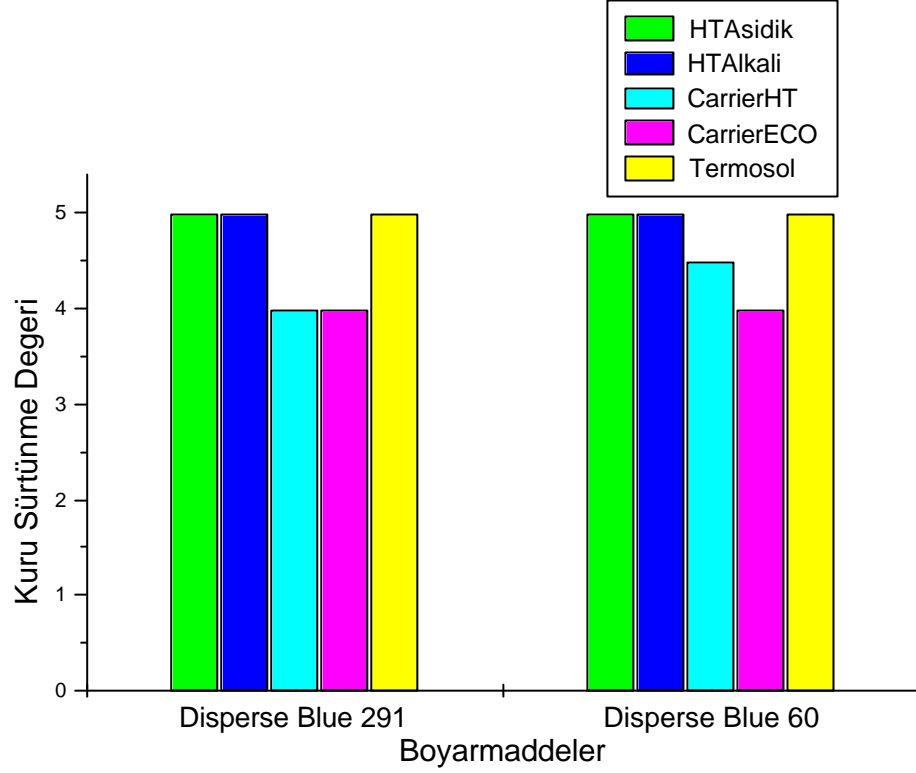
Farkli boyama yöntemlerine göre Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddeleri ile boyanan A kumasinin kuru sürtünmeye karsi renk hasligi test sonuçlarinin grafiksel gösterimi Sekil 4.9'da verilmektedir.



Sekil 4.9. A kumasi için kuru sürtünmeye karsi renk hasligi test sonuçlarinin grafiksel gösterimi

Sekil 4.9 incelendiginde, her iki boyarmadde ile boyanan A kumasi için Carrier yöntemi ile boyanan numunelerin kuru sürtünme degerlerinin, diger boyama yöntemleri kullanilarak boyanan numunelere kiyasla daha düşük oldugu görülmektedir. Bu durumun, redüktif yıkama sonunda boyanan numuneler üzerinde carrier kalintilarinin tamamen giderilememesinden kaynaklandigi düşünölmektedir. Carrier yöntemi ile boyamalardan sonra redüktif bir yıkama ve ardından da bir fiksaj isleminin, carrier kalintilarinin giderilmesinde etkili olabilecegi ve optimum hasliklarin elde edilebilecegi düşünölmektedir

Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddeleri ile farklı boyama yöntemlerine göre boyanan B kumasının kuru sürtünmeye karşı renk haslıği test sonuçlarının grafiksel gösterimi Şekil 4.10'da verilmektedir.

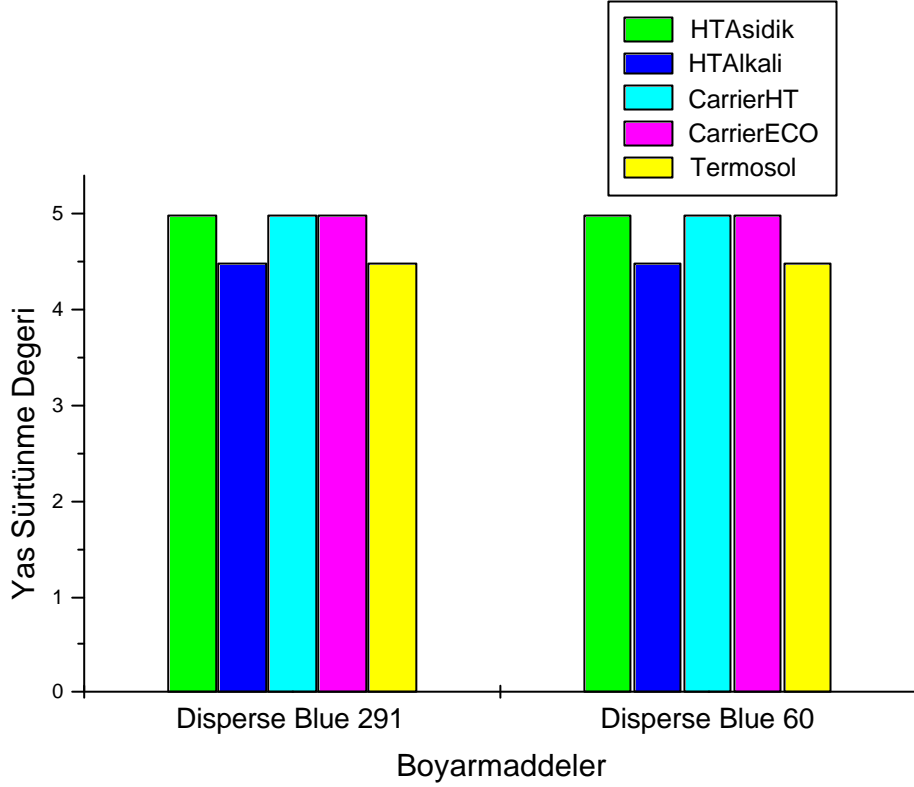


Şekil 4.10. B kuması için kuru sürtünmeye karşı renk haslıği test sonuçlarının grafiksel gösterimi

Şekil 4.10 incelendiğinde, her iki boyarmadde ile boyanan B kuması için de Carrier yöntemi ile boyanan numunelerin kuru sürtünme değerlerinin, diğer yöntemler kullanılarak boyanan numunelere göre düşük çıktığı görülmektedir. Carrier boyamalarda kuru sürtünme haslıklarının düşük çıkmasının A kumasında açıklanan nedenden ileri geldiği düşünülmektedir.

#### 4.5.2. Yas Sürtünmeye Karsi Renk Hasligi Sonuçlari

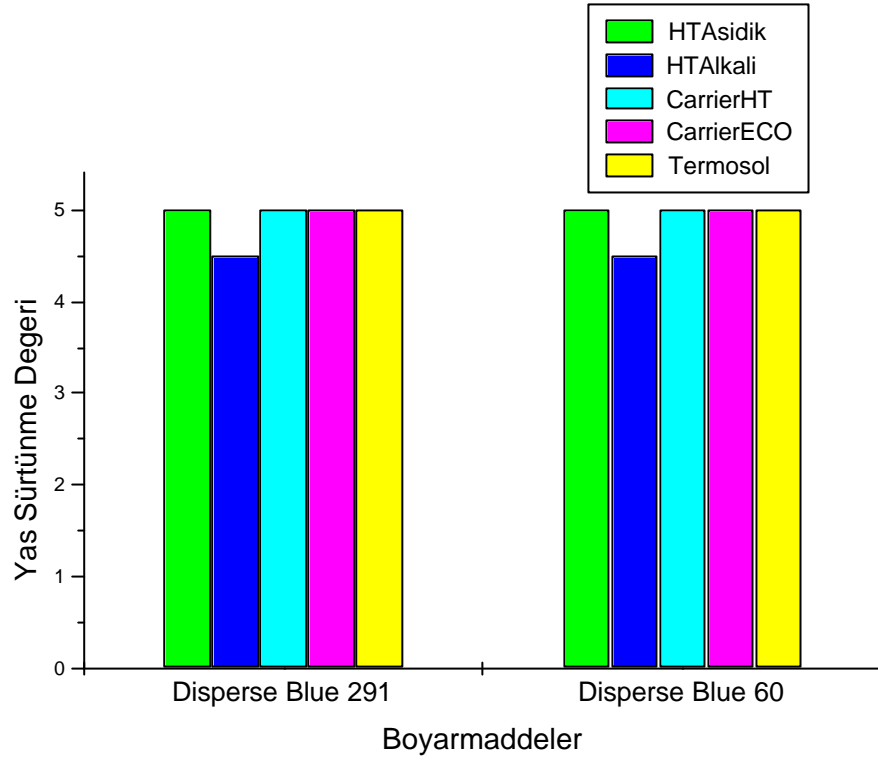
Farkli boyama yöntemlerine göre Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddeleri ile boyanan A kumasinin yas sürtünmeye karsi renk hasligi test sonuçlarinin grafiksel gösterimi Sekil 4.11'de verilmektedir.



Sekil 4.11. A kumasi için yas sürtünmeye karsi renk hasligi test sonuçlarinin grafiksel gösterimi

Sekil 4.11 incelendiginde, her iki boyarmadde ile boyanan Carrier HT ve Termosol boyama yöntemleri kullanilarak boyanan numunelerin yas sürtünme degerlerinin, diger yöntemler ile boyanan numunelere göre düşük çıktigi görülmektedir .

Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddeleri ile farkli boyama yöntemlerine göre boyanan B kumasinin yas sürtünmeye karsi renk hasligi test sonuçlarinin grafiksel gösterimi Sekil 4.12'de verilmektedir.



Sekil 4.12. B kumasi için yas sürtünmeye karsi renk hasligi test sonuçlarının grafiksel gösterimi

Sekil 4.12 incelendiginde, Carrier HT boyama yöntemi ile hem Disperse Blue 291 hem de Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan numunelerin yas sürtünme degerlerinin diger yöntemler kullanılarak boyanan numunelere kiyasla daha düşük olduğu görülmektedir .

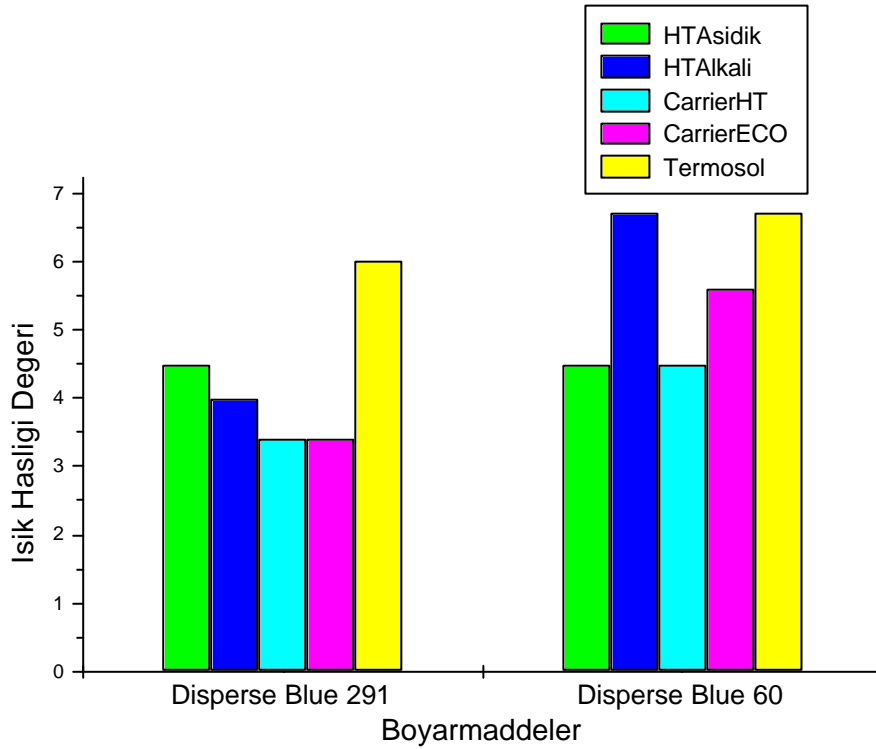
#### 4.6. Farkli Boyama Yöntemleri İçin Elde Edilen Isik Hasligina Iliskin Bulgular

Çalışmada, iki farklı boyarmadde ve 5 farklı şekilde boyanan numunelerin isiga karsi renk hasliklari incelenmistir. Çizelge 4.11’de isik hasligi test sonuçlari gösterilmektedir.

Çizelge 4.11. A ve B kumaslarına ait isik hasligi test sonuçları

Kumas Tipi	Boyarmaddeler	HT Asidik	HT Alkali	Carrier HT	Carrier ECO	Termozol
A	Disperse Blue 291	4-5	4	3-4	3-4	6
	Disperse Blue 60	4-5	6-7	4-5	5-6	6-7
B	Disperse Blue 291	6	6-7	4	6-7	6-7
	Disperse Blue 60	3-4	6-7	3-4	6-7	6

Farklı boyama yöntemlerine göre, Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddeleri ile boyanan A kumasının isik hasligi test sonuçlarının grafiksel gösterimi Sekil 4.13’de verilmektedir.

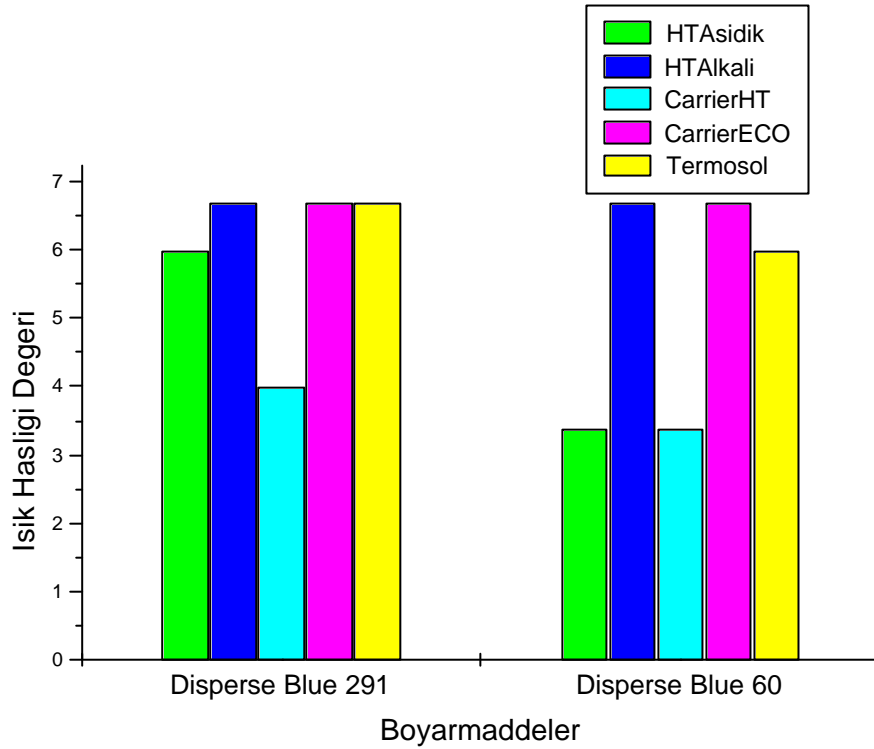


Sekil 4.13. A kumasi için isik hasligi test sonuçlarının grafiksel gösterimi

Sekil 4.13 incelendiğinde, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan A kumasının isik hasligi degerinin en iyi Termosol yöntemi ile boyanan numunede, en düşük degerlerin ise Carrier yöntemine göre boyanan iki kumasta olduğu

görülmektedir. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan A kumasinin ise en iyi degerleri HT-Alkali ve Termosol yöntemleri kullanılarak boyanan numunelerde, en kötü degeri ise Carrier ECO yönteminde gösterdiği görülmektedir.

Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddeleri ile farklı yöntemlere göre boyanan B kumasinin isik hasligi test sonuçlarınınin grafiksel gösterimi Sekil 4.14'de verilmektedir.



Sekil 4.14. B kumasi için isik hasligi test sonuçlarınınin grafiksel gösterimi

Sekil 4.14 incelendiğinde, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan B kumasinin isik hasligi degerlerinin en iyi HT-Alkali, Carrier ECO ve Termosol yöntemlerinde, en düşük degerin ise Carrier HT yöntemine göre boyanan kumasta olduğu görülmektedir. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan B kumasinin ise en iyi degerleri HT-Alkali ve Carrier ECO yöntemleri kullanılarak boyanan numunelerde, en kötü degeri ise HT-Asidik ve Carrier HT yöntemleri ile boyanan numunelerde elde edildiği görülmektedir.



#### **4.7. Farkli Boyama Yöntemleri İçin Elde Edilen Ter Hasligina Iliskin Bulgular**

Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddeleri ile farkli boyama yöntemlerine göre boyanan A ve B kumaslarina ait, alkali ter hasligi test sonuçlari Çizelge 4.12'de ve asidik ter hasligi test sonuçlari Çizelge 4.13'de verilmektedir.

Çizelge 4.12 incelendiginde, A ve B kumaslari için alkali ter hasligi sonuçlarinin renk akmasi degerlerinin 4/5 oldugu ve solma degerlerinin 5 oldugu görülmektedir. Alkali ter hasligi test sonuçlari incelendiginde ise, uygulanan bütün boyama yöntemlerinin ayni degerleri verdigi görülmektedir.

Çizelge 4.13 incelendiginde, A ve B kumaslari için asidik ter hasligi sonuçlarinin renk akmasi degerlerinin ve solma degerlerinin 5 oldugu görülmektedir. Asidik ter hasligi test sonuçlarina bakildiginda, uygulanan bütün boyama yöntemlerinin ayni degerleri verdigi görülmektedir.

Çizelge 4.12. A ve B kumaslarına ait alkali ter haslığı test sonuçları

Boyama Yön.	Kumas Tipi	Boyarmadde Tipi	Renk Akması Değerleri						Solma Değeri
			Yün	Akrilik	PES	Naylon	Pamuk	Asetat	
HT Asidik	A	Disperse Blue 60	5	5	5	4/5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	4/5	5	5	5
	B	Disperse Blue 60	5	5	5	4/5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	4/5	5	5	5
HT Alkali	A	Disperse Blue 60	5	5	5	4/5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	4/5	5	5	5
	B	Disperse Blue 60	5	5	5	4/5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	4/5	5	5	5
Carrier HT	A	Disperse Blue 60	5	5	5	4/5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	4/5	5	5	5
	B	Disperse Blue 60	5	5	5	4/5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	4/5	5	5	5
Carrier ECO	A	Disperse Blue 60	5	5	5	4/5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	4/5	5	5	5
	B	Disperse Blue 60	5	5	5	4/5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	4/5	5	5	5
Termosol	A	Disperse Blue 60	5	5	5	4/5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	4/5	5	5	5
	B	Disperse Blue 60	5	5	5	4/5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	4/5	5	5	5

Çizelge 4.13. A ve B kumaslarına ait asidik ter haslığı test sonuçları

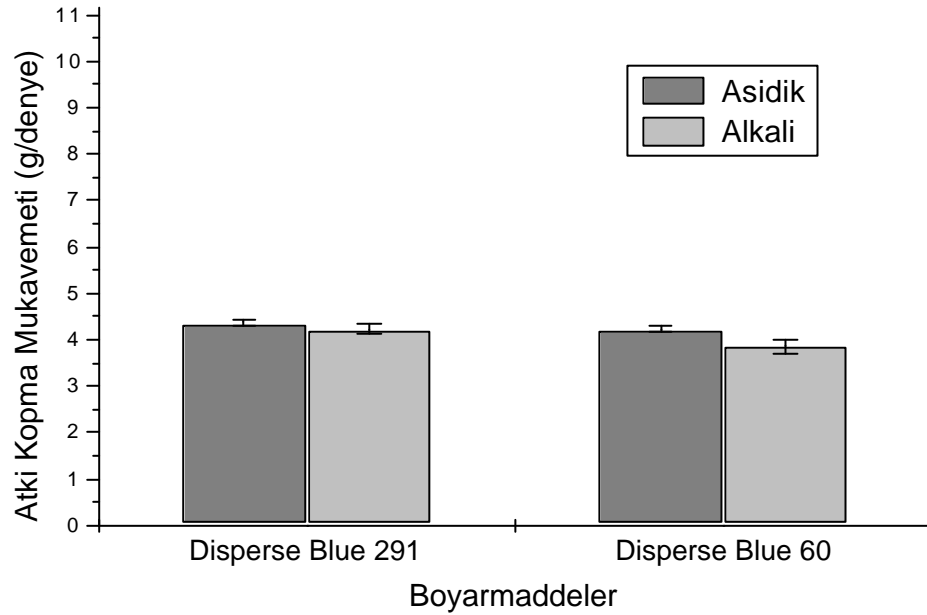
Boyama Yön.	Kumas Tipi	Boyarmadde Tipi	Renk Akması Değerleri						Solma Değeri
			Yün	Akrilik	PES	Naylon	Pamuk	Asetat	
HT Asidik	A	Disperse Blue 60	5	5	5	5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	5	5	5	5
	B	Disperse Blue 60	5	5	5	5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	5	5	5	5
HT Alkali	A	Disperse Blue 60	5	5	5	5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	5	5	5	5
	B	Disperse Blue 60	5	5	5	5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	5	5	5	5
Carrier HT	A	Disperse Blue 60	5	5	5	5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	5	5	5	5
	B	Disperse Blue 60	5	5	5	5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	5	5	5	5
Carrier ECO	A	Disperse Blue 60	5	5	5	5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	5	5	5	5
	B	Disperse Blue 60	5	5	5	5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	5	5	5	5
Termosol	A	Disperse Blue 60	5	5	5	5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	5	5	5	5
	B	Disperse Blue 60	5	5	5	5	5	5	5
		Disperse Blue 291	5	5	5	5	5	5	5

#### 4.8. Ortam pH'inin Iplik Mukavemeti Üzerine Etkilerinin İncelenmesi

Çalışmada kullanılan iki kumasın, iki farklı boyarmadde ile HT-Asidik ve HT-Alkali yöntemleri ile boyanmasında polyester liflerinin ortam pH'ından etkilenecek mukavemet değerlerinde farklılık olacağı düşünüldüğü için, boyanmış numunelerin iplik mukavemetleri ölçülerek, kopma mukavemetleri ve % kopma uzaması değerleri belirlenmiştir. A ve B kumaslarına ait kopma mukavemeti ve % kopma uzaması test sonuçları Ek 2'de verilmektedir.

##### 4.8.1. Iplik Kopma Mukavemeti Test Sonuçlarından Elde Edilen Bulgular

HT-Asidik ve HT-Alkali yöntemlerine göre Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan A kumasının atki ipliklerinin kopma mukavemeti test sonuçlarının grafiksel gösterimi Şekil 4.15'de verilmektedir.



Şekil 4.15. A kumasının atki kopma mukavemet değerlerini gösteren test sonuçları

Sekil 4.15 incelendiğinde, iki farklı boyarmadde ile boyanan A kumasının atki kopma mukavemetlerinin her iki boyarmadde ile de HT-Asidik yönteminde daha yüksek olduğu görülmektedir.

A kumasının atki kopma mukavemeti değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenebilmesi amacıyla, Bağımsız Değişkenli t testi kullanılmış olup, elde edilen sonuçlar Çizelge 4.14’de verilmektedir.

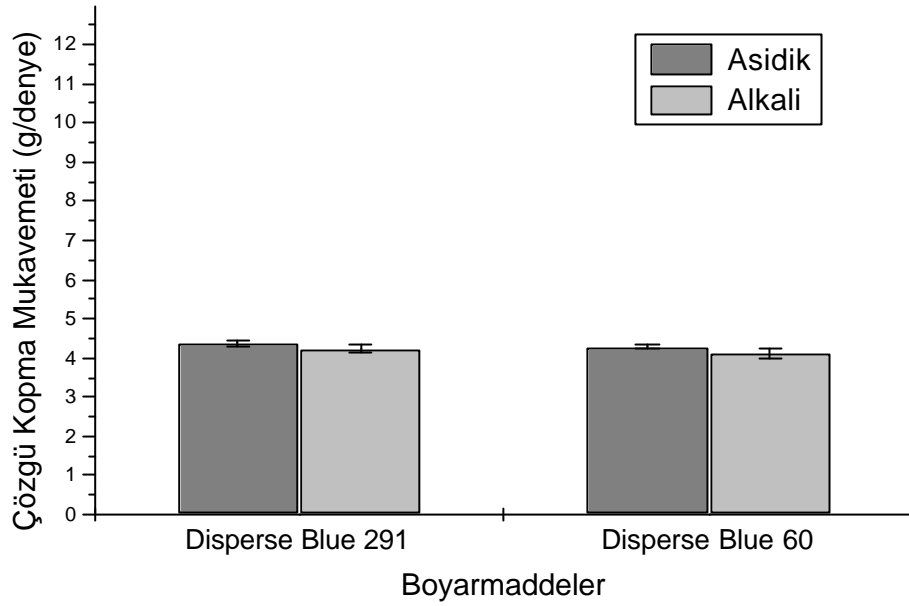
Çizelge 4.14’de verilen analiz sonuçlarına göre, asidik ve alkali ortamda boyanmış numunelerin atki kopma mukavemetleri arasında istatistiksel açıdan 0,5 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır. Bu durumun, polyester liflerinin yüzeyinin camlaşma noktasının üzerindeki sıcaklıklarda alkali ortamda sabunlaşarak, makromelokül yapısının gevsemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanmış kumasın atki mukavemetlerinin Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanmış kumasa göre hem asidik, hem de alkali ortamda daha düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.14. A kumasi için atki kopma mukavemeti değerlerine ait t testi sonucu

Test Değerleri	Atki Kopma Mukavemeti			
	Disperse Blue 291		Disperse Blue 60	
	HT-Asidik	HT-Alkali	HT-Asidik	HT-Alkali
<b>Ortalama</b>	4,366520	4,223970	4,222950	3,847580
<b>Standart Sapma</b>	0,057146	0,108702	0,064035	0,156669
<b>t-değeri</b>	5,191		9,918	
<b>P (Analiz değeri)</b>	,000*		,000*	

\* 0,05 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır.

Sekil 4.16’da HT-Asidik ve HT-Alkali yöntemlerine göre Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddeleri ile boyanan A kumasının çözgü ipliklerinin kopma mukavemeti test sonuçlarının grafiksel gösterimi verilmiştir.



Sekil 4.16. A kumasiinin çözgü kopma mukavemet degerlerini gösteren test sonuçlari

Sekil 4.16 incelendiginde, atki kopma mukavemetlerinde olduğu gibi, alkali ortamda boyanan A kumasiinin çözgü kopma mukavemeti degerinin asidik ortamda boyananlara göre daha düşük olduğu görölmektedir.

A kumasiinin çözgü kopma mukavemeti degerlerinin Bagimsiz Degiskenli t-testi sonuçlari Çizelge 4.15’de verilmektedir.

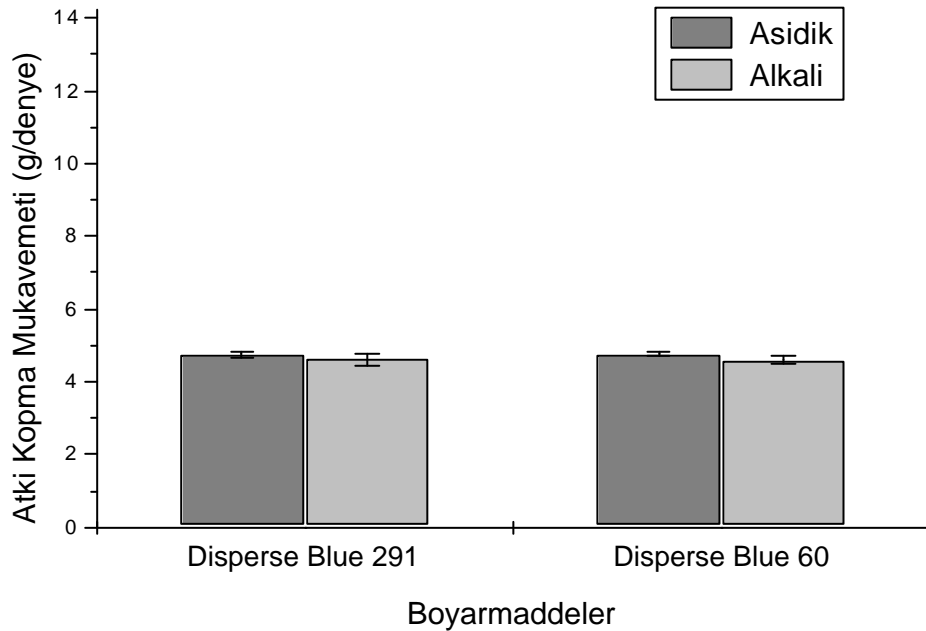
Çizelge 4.15’de verilen analiz sonuçlarına göre asidik ortamdaki boyamaların alkali ortamdaki boyamalara göre çözgü kopma mukavemetleri arasında istatistiksel açıdan 0,5 seviyesinde bir fark bulunmaktadır. Bu durumun, atki kopma mukavemetlerindeki nedenden kaynaklandığı düşünölmektedir. Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan numunelerin çözgü kopma mukavemetleri, atki ipliklerinde olduğu gibi, Disperse Blue 60 boyarmaddesine kıyasla daha yüksek çıkmıştır.

Çizelge 4.15. A kumasi için çözgü kopma mukavemeti degerlerine ait t testi sonucu

Test Degerleri	Çözgü Kopma Mukavemeti			
	Disperse Blue 291		Disperse Blue 60	
	HT-Asidik	HT-Alkali	HT-Asidik	HT-Alkali
Ortalama	4,366530	4,240090	4,301850	4,108830
Standart Sapma	0,072301	0,080672	0,059607	0,102748
t-degeri	5,220		7,267	
P (Analiz degeri)	,000*		,000*	

\* 0,05 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır.

HT-Asidik ve HT-Alkali yöntemlerine göre Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddeleri ile boyanan B kumasinin atki ipliklerinin kopma mukavemet test sonuçlarının grafiksel gösterimi Sekil 4.17’de verilmektedir.



Sekil 4.17. B kumasinin atki kopma mukavemet degerlerini gösteren test sonuçlari

Sekil 4.17 incelendiğinde, B kumasının atki kopma mukavemetlerinin her iki boyarmadde için de HT-Alkali yönteminde daha düşük çıktığı görülmektedir.

HT-Asidik ve HT-Alkali boyama işlemlerine göre iki farklı boyarmadde ile boyanan B kumasının atki kopma mukavemeti değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmektedir.

Çizelge 4.16’da verilen analiz sonuçlarına göre, asidik ve alkali ortamda boyanmış numunelerin atki kopma mukavemetleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmaktadır. Alkali ortamda polyester liflerinin sabunlaşmasından dolayı, mukavemet değerlerinde belirli bir azalmanın olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanmış kumaların atki mukavemetlerinin Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanmış kumaya göre hem asidik, hem de alkali ortamda daha düşük olduğu görülmektedir.

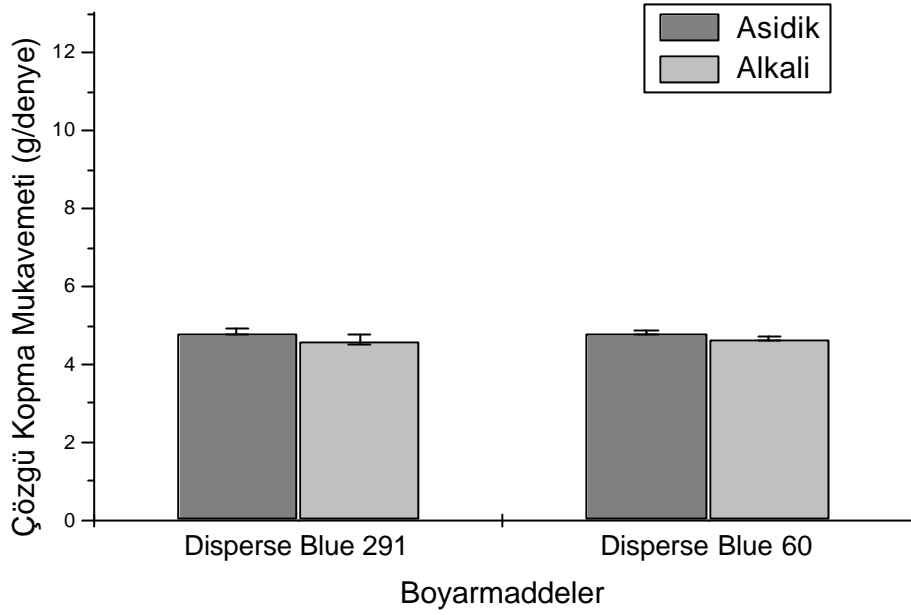
Çizelge 4.16. B kumasi için atki kopma mukavemeti değerlerine ait t testi sonucu

Test Değerleri	Atki Kopma Mukavemeti			
	Disperse Blue 291		Disperse Blue 60	
	HT-Asidik	HT-Alkali	HT-Asidik	HT-Alkali
<b>Ortalama</b>	4,743635	4,620990	4,739560	4,599715
<b>Standart Sapma</b>	0,078452	0,167185	0,054873	0,088929
<b>t-değeri</b>	2,970		5,985	
<b>P (Analiz değeri)</b>	,005*		,000*	

\* 0,05 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır.

Sekil 4.18’de B kumasının HT-Asidik ve HT-Alkali yöntemlerine göre Disperse Blue 60 ve Disperse Blue 291 boyarmaddeleri ile boyandığında, çözgü ipliklerinin kopma mukavemeti test sonuçlarının grafiksel gösterimi verilmiştir.





Sekil 4.18. B kumasinin çözü kopma mukavemet degerlerini gösteren test sonuçlari

Sekil 4.18 incelendiginde, B kumasinin çözü kopma mukavemeti degerlerinin her iki boyarmadde için de HT-Asidik yönteminde daha yüksek çıktigi görölmektedir.

Bagimsiz Degiskenli t-testi kullanilarak elde edilen B kumasinin çözü kopma mukavemeti degerlerinin istatistiksel sonuçlari Çizelge 4.17'de verilmektedir.

Çizelge 4.17'de verilen analiz sonuçlarına göre, asidik ve alkali ortamda boyanmis numunelerin çözü kopma mukavemet degerleri arasında istatistiksel açıdan 0,5 seviyesinde anlamlı bir fark bulunmaktadır. Bu durumun, A kumasinda oldugu gibi polyesterin sabunlasmisindan kaynaklandigi düşünölmektedir. Ayrica, Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanmis kumasın atki mukavemetlerinin Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanmis kumasa göre hem asidik, hem de alkali ortamda daha düşük oldugu görölmektedir.

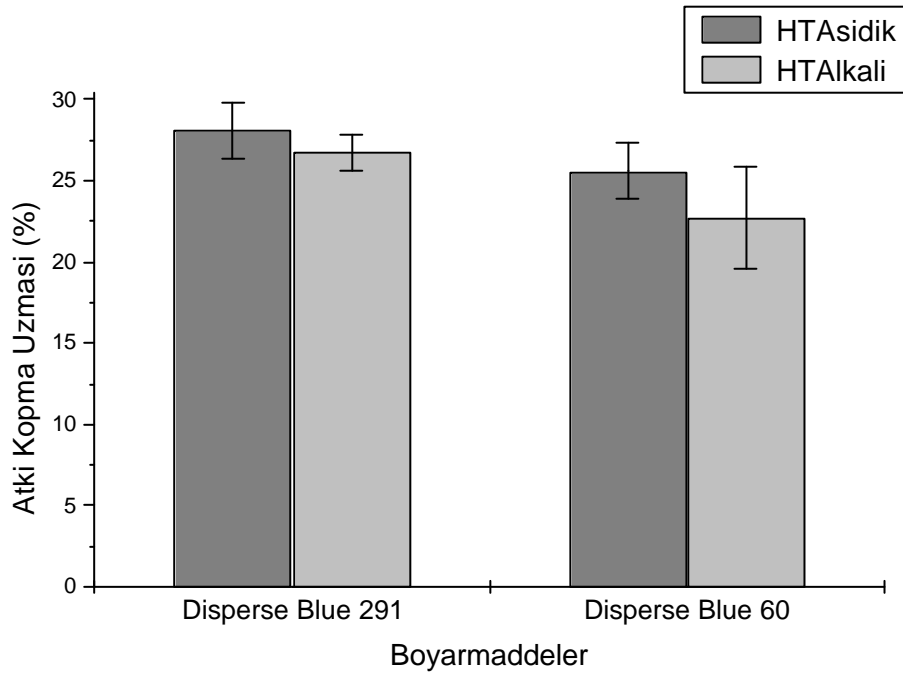
Çizelge 4.17. B kumasi için çözgü kopma mukavemeti degerlerine ait t testi sonucu

Test Degerleri	Çözgü Kopma Mukavemeti			
	Disperse Blue 291		Disperse Blue 60	
	HT-Asidik	HT-Alkali	HT-Asidik	HT-Alkali
<b>Ortalama</b>	4,840640	4,642920	4,816160	4,683990
<b>Standart Sapma</b>	0,075746	0,124790	0,071773	0,059785
<b>t-degeri</b>	6,057		6,328	
<b>P (Analiz degeri)</b>	,000*		,000*	

\* 0,05 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır.

#### 4.8.2. Iplik % Kopma Uzaması Test Sonuçlarından Elde Edilen Bulgular

Sekil 4.19'da, HT-Asidik ve HT-Alkali yöntemlerine göre Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan A kumasının % atki kopma uzaması degerleri verilmistir.



Sekil 4.19. A kumasının % atki kopma uzaması degerlerini gösteren test sonuçları

Sekil 4.19 incelendiğinde, A kumasının % atki kopma uzaması değerlerinin her iki boyarmadde için de HT-Asidik yönteminde daha yüksek çıktığı görülmektedir.

A kumasının % atki kopma uzaması değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla, Bağımsız Değişkenli t-testi kullanılmış olup, elde edilen sonuçlar Çizelge 4.18’de verilmektedir.

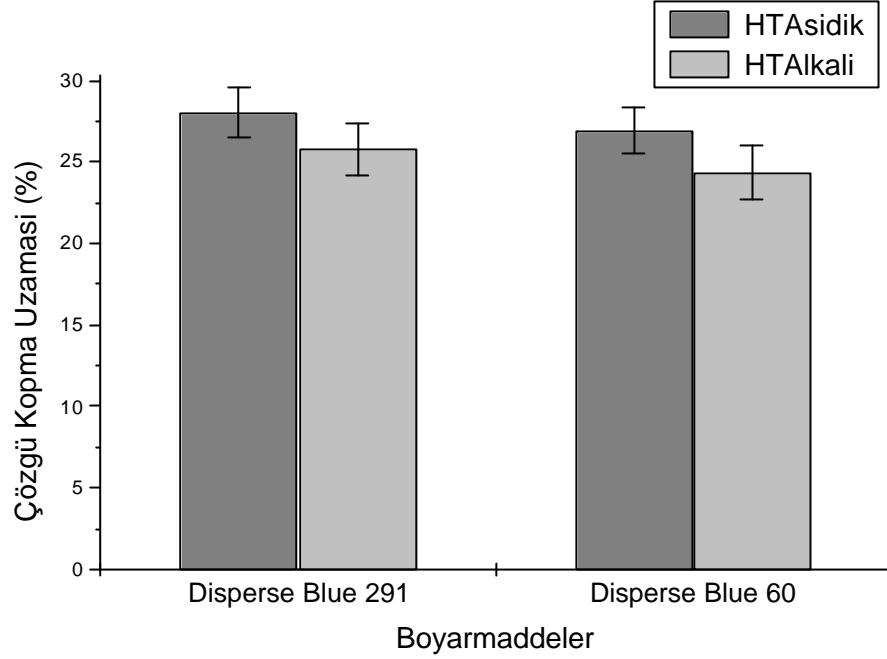
Çizelge 4.18’de verilen analiz sonuçlarına göre, asidik ve alkali ortamda boyanmış numunelerin % atki kopma mukavemetleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmaktadır. Bu durumun iplik kopma mukavemetlerinde düşüğe neden olan polyester liflerinin camlaşma noktasının üzerindeki sıcaklıklarda alkali ortamda sabunlaşarak makromolekül yapısının gevşemesinden oluştuğu düşünülmektedir. Ayrıca, Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanmış kumaların % atki kopma uzamalarının Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanmış kumalara göre hem asidik, hem de alkali ortamda daha düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.18. A kuması için % atki kopma uzaması değerlerine ait t testi sonucu

Test Değerleri	% Atki Kopma Uzaması			
	Disperse Blue 291		Disperse Blue 60	
	HT-Asidik	HT-Alkali	HT-Asidik	HT-Alkali
<b>Ortalama</b>	28,12850	26,76325	25,57845	22,71270
<b>Standart Sapma</b>	1,726960	1,08235	1,73605	3,11385
<b>t-değeri</b>	2,996		3,595	
<b>P (Analiz değeri)</b>	0,005*		0,001*	

\* 0,05 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır.

Sekil 4.20’de, HT-Asidik ve HT-Alkali yöntemlerine göre Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddeleri ile boyanan A kumasının % çözgü kopma uzaması değerleri verilmiştir.



Sekil 4.20. A kumasinin % çözgü kopma uzaması degerlerini gösteren test sonuçları

Sekil 4.20 incelendiğinde, A kumasinin % çözgü kopma uzaması degerlerinin her iki boyarmadde için de HT-Asidik yönteminde daha yüksek çıktığı görülmektedir.

A kumasinin % çözgü kopma uzaması degerlerinin Bağımsız Degiskenli t-testi sonuçları Çizelge 4.19'da verilmektedir.

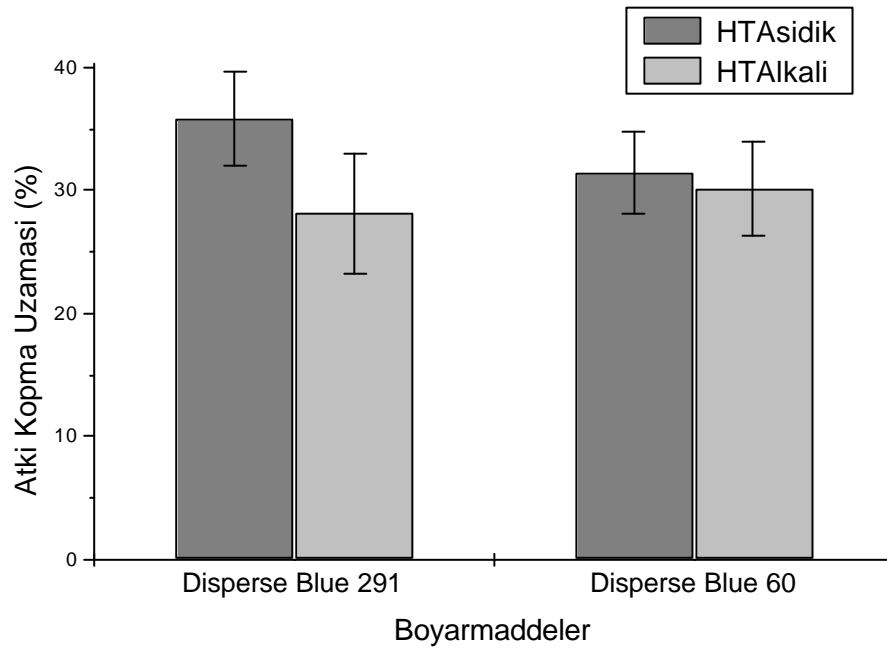
Çizelge 4.19'da verilen analiz sonuçlarına göre, asidik ve alkali ortamda boyanmış numunelerin çözgü kopma mukavemetleri arasında 0,5 seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmaktadır. Ayrıca, Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanmış kumasın % atki kopma uzamalarının Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanmış kumasa göre hem asidik, hem de alkali ortamda daha düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.19. A kumasi için çözgü % kopma uzamasi degerlerine ait t testi sonucu

Test Degerleri	Çözgü % Kopma Uzamasi			
	Disperse Blue 291		Disperse Blue 60	
	HT-Asidik	HT-Alkali	HT-Asidik	HT-Alkali
<b>Ortalama</b>	28,04580	25,78890	26,91740	24,35470
<b>Standart Sapma</b>	1,51391	1,63447	1,38792	1,69930
<b>t-degeri</b>	4,530		5,224	
<b>P (Analiz degeri)</b>	0,000*		0,000*	

\* 0,05 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır.

Sekil 4.21’de, HT-Asidik ve HT-Alkali yöntemlerine göre Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddeleri ile boyanan B kumasinin % atki kopma uzamasi degerleri görülmektedir.



Sekil 4.21. B kumasinin % atki kopma uzamasi degerlerini gösteren test sonuclari

Sekil 4.21 incelendiginde, B kumasinin % çözgü kopma uzamasi degerlerinin her iki boyarmadde için de HT-Asidik yönteminde daha yüksek çıktığı görülmektedir.

HT-Asidik ve HT-alkali boyama islemlerine göre iki farklı boyarmadde ile boyanan B kumasının % atki kopma uzaması değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.20’de verilmektedir.

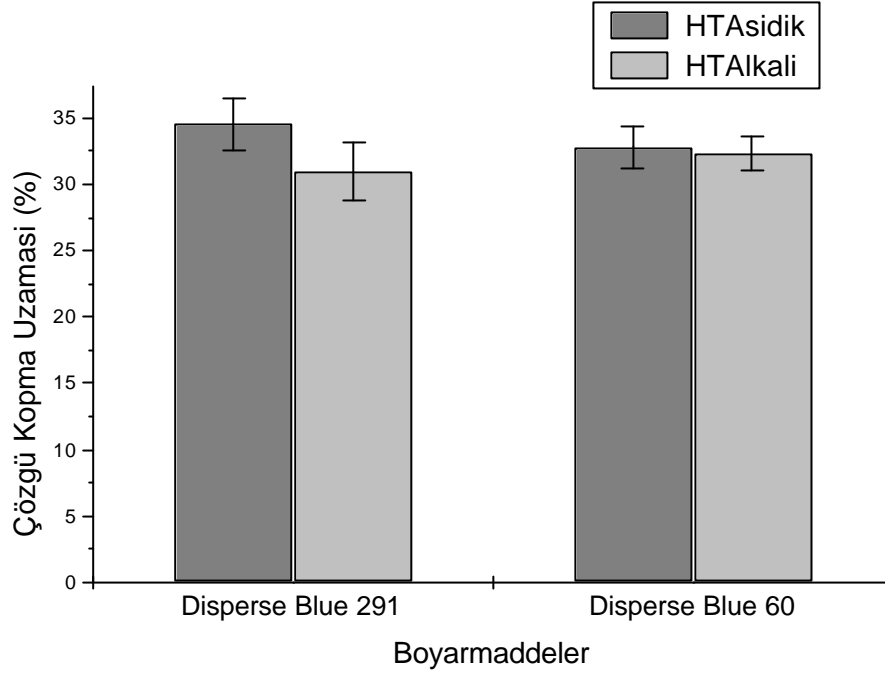
Çizelge 4.20’de verilen analiz sonuçlarına göre, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile asidik ve alkali ortamda boyanmış numunelerin % çözgü kopma mukavemetleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmaktadır. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan kumasta ise % çözgü kopma mukavemetleri açısından istatistiksel açıdan bir fark bulunmamıştır. Ayrıca, Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanmış kumaların % atki kopma uzamalarının Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanmış kumaya göre hem asidik, hem de alkali ortamda daha düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.20. B kuması için % atki kopma uzaması değerlerine ait t testi sonucu

Test Değerleri	% Atki Kopma Uzaması			
	Disperse Blue 291		Disperse Blue 60	
	HT-Asidik	HT-Alkali	HT-Asidik	HT-Alkali
<b>Ortalama</b>	35,77705	28,14245	31,41825	30,11055
<b>Standart Sapma</b>	3,79070	4,90476	3,38015	3,85024
<b>t-değeri</b>	5,508		1,141	
<b>P (Analiz değeri)</b>	0,000*		0,261	

\* 0,05 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır.

Şekil 4.22’de, HT-Asidik ve HT-Alkali yöntemlerine göre Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan B kumasının % çözgü kopma uzaması değerleri verilmektedir.



Sekil 4.22. B kumasinin % çözgü kopma uzaması degerlerini gösteren test sonuçları

Sekil 4.22 incelendiğinde, B kumasinin % çözgü kopma uzaması degerlerinin her iki boyarmadde için de HT-Asidik yönteminde daha yüksek çıktığı görülmektedir.

Bagimsiz Degiskenli t testi kullanılarak elde edilen B kumasinin % çözgü kopma uzaması degerlerinin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.21’de verilmektedir.

Çizelge 4.21’de verilen analiz sonuçlarına göre, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile asidik ve alkali ortamda boyanmış numunelerin % çözgü kopma uzaması degerleri arasında 0,5 seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmaktadır. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan kumasta % çözgü kopma uzaması degerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 4.21. B kumasi için % çözgü kopma uzamasi degerlerine ait t testi sonucu

Test Degerleri	% Çözgü Kopma Uzamasi			
	Disperse Blue 291		Disperse Blue 60	
	HT-Asidik	HT-Alkali	HT-Asidik	HT-Alkali
<b>Ortalama</b>	34,54780	30,94430	32,79035	32,30450
<b>Standart Sapma</b>	1,94430	2,20990	1,62418	1,30347
<b>t-degeri</b>	5,475		1,043	
<b>P (Analiz degeri)</b>	0,000*		0,303	

\* 0,05 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır.



## 5. SONUÇ ve DAHA SONRAKI ÇALIŞMALAR İÇİN ÖNERİLER

İki farklı % 100 polyester kumaş, iki farklı kimyasal yapıdaki dispers boyarmadde ile HT-Asidik, HT-Alkali, Termosol ve iki farklı carrier kullanılarak Carrier boyama yöntemleri ile boyama denemeleri yapılmış ve yöntemler mukavemet, renk verimi, renk farkı, renk özellikleri, yıkamaya karşı renk haslıkları, kuru ve yaş sürtünmeye karşı renk haslıkları, ısı haslıkları ve ter haslıkları açısından karşılaştırılmıştır.

Farklı boyama yöntemleri ile Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddeleri kullanılarak boyanan A ve B kumaşlarının % R değerleri ve Kubelka-Munk teorisine göre hesaplanan K/S renk verimi değerleri tespit edilmiştir. Uygulanan bütün boyama yöntemlerinin birbirleri ile karşılaştırılmasında, istatistiksel analiz sonuçlarına göre Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan A kumaşının renk verimi değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan A kumaşının renk verimi değerlerinin karşılaştırılmasında, Termosol yöntemi ile HT-Asidik, HT-Alkali, Carrier HT ve Carrier ECO yöntemleri kullanılarak boyanan numunelerin renk verimi değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan B kumaşının renk verimi değerleri arasında HT-Asidik ile Carrier ECO, HT-Alkali ile Carrier ECO, Carrier HT ile Termosol ve Carrier ECO ile Termosol boyama yöntemleri arasında istatistiksel açıdan 0,5 seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan B kumaşının renk verimi test sonuçları incelendiğinde, HT-Asidik ile Carrier ECO, Carrier HT ile Carrier ECO ve Carrier ECO ile Termosol boyama yöntemleri arasında istatistiksel açıdan fark bulunmaktadır.

Çalışmada, farklı boyama yöntemleri ile boyanan numuneler arasında, HT-Asidik yöntemine göre boyanan numuneler standart olarak ele alınmış ve diğer yöntemler ile boyanan numunelerin asidik ortamda boyanan numunelere göre renk farklılıkları belirlenmiştir. HT-Asidik boyama yöntemi ile hem Disperse Blue 291, hem de Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan A kumaşının renk farkının en fazla Termosol yöntemleri ile boyanan numunelerde olduğu görülmüştür. HT-Asidik boyama yöntemi uygulanarak Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan B

kumasinin renk farkinin en fazla Carrier ECO kullanılan Carrier yöntemi ile boyanan numunede olduğu görülmektedir. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan B kumasında ise en fazla renk farkı Termosol yöntemi ile boyanan numunede elde edilmiştir. Hem A, hem de B kumasi için HT-Asidik boyama yöntemi ve diğer yöntemler ile boyanan numuneler arasında kabul sınırı (1,00) değerini, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile HT-Alkali yöntemine göre boyanan numuneler vermiştir.

A ve B kumaslarına ait renk özellikleri belirlenirken, HT-Asidik boyama yöntemine göre boyanan numuneler standart olarak ele alınmış, diğer yöntemlerle boyanan numunelerin HT-Asidik yöntemi ile boyanan numuneye göre  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta C^*$  ve  $\Delta H^*$  değerleri bulunmuştur.

Her iki boyarmadde ile de A kumasi için elde edilen  $\Delta L^*$  değerlerine göre, HT-Alkali ve Carrier yöntemleri ile boyanan numuneler, HT-Asidik boyama yöntemi ile boyanan numune ile kıyaslandığında daha parlak görünürken, Termosol boyama yöntemi ile boyanan numune daha karanlık görünmektedir.  $\Delta a^*$  değerleri açısından, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan numunelerden HT-Alkali ve Carrier yöntemi ile boyanan numuneler HT-Asidik yöntemi ile boyanan numuneye göre daha yeşilimsi, Termosol yöntemi ile boyanan numune ise daha kırmizimsi bir renk vermiş; Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile HT-Alkali, Carrier ve Termosol boyama yöntemleri ile boyanan numuneler HT-Asidik yöntemi ile boyanan numuneye kıyasla daha kırmizimsi bir renk vermiştir. HT-Asidik yöntemi ile boyanan numuneler ile diğer yöntemlere göre boyanan numunelerin  $\Delta b^*$  değerleri karşılaştırıldığında, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan numunelerin tamamının sarımsi bir renk verdiği, Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan numunelerin ise mavimsi bir renk verdiği görülmüştür.  $\Delta C^*$  doygunluk değerleri açısından, HT-Asidik boyama yöntemi ile boyanan numuneye göre HT-Alkali, Carrier ve Termosol boyama yöntemlerine göre Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan numunelerin daha az doygunluk değerine sahip olduğu, Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan numunelerde HT-Alkali, Carrier ve Termosol boyama yöntemleri ile boyanan numunelerin HT-Asidik yöntemi ile boyanan numuneye kıyasla daha doymuş boyandığı görülmüştür.

Her iki boyarmadde ile boyanan B kumasları için elde edilen  $\Delta L^*$  değerlerine göre, HT-Alkali ve Carrier yöntemleri ile boyanan numuneler HT-Asidik boyama yöntemi ile boyanan numuneye kıyasla daha parlak, Termosol boyama yöntemi ile boyanan numune daha karanlık görülmektedir.  $\Delta a^*$  değerleri açısından, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan numunelerden HT-Asidik boyama yöntemi ile boyanan numuneye göre HT-Alkali ve Carrier boyama yöntemi ile boyanan numuneler daha yeşilimsi, Termosol yöntemi ile boyanan numune daha kırmizimsi bir renk vermiş; Disperse Blue 60 boyarmaddesi HT-Alkali, Carrier ve Termosol boyama yöntemleri ile boyanan numunelerin tamamının HT-Asidik yöntemine göre boyanan numuneye kıyasla daha kırmizimsi renk verdiği gözlenmiştir.  $\Delta b^*$  değerleri karşılaştırıldığında, HT-Asidik boyama yöntemi ile boyanan numuneler ile diğer yöntemlere göre boyanan numuneler kıyaslandığında, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile Termosol boyama yöntemine göre boyanan numune sarımsı renk, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile HT-Alkali ve Carrier yöntemlerine ve Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile bütün boyama yöntemlerine göre boyanan tüm numuneler mavimsi bir renk vermiştir.  $\Delta C^*$  doygunluk değerleri açısından, Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile HT-Asidik boyama yöntemi kullanılarak boyanan numuneye göre Termosol boyama yöntemi ile boyanan numunenin daha az doygunluk değerine sahip olduğu, HT-Alkali ve Carrier yöntemleri ile boyanan numunelerin daha doygun boyandığı görülmüştür. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile HT-Alkali, Carrier ve Termosol boyama yöntemleri kullanılarak boyanan bütün kumaların HT-Asidik boyama yöntemi ile boyanan numuneye göre daha doygun boyandığı görülmüştür.

Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddeleri ile farklı boyama yöntemlerine göre boyanan A ve B kumasları yıkamaya karşı renk haslığı açısından kıyaslanmıştır. Her iki boyarmadde ile boyanan A kumasının renk haslığı test sonuçlarından renk değişimi değerlerinde, en düşük değeri Termosol yöntemi ile boyanan numunelerin verdiği, diğer yöntemlerin esit değeri verdiği görülmüştür. Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan A kumasının renk haslığı test sonuçlarındaki renk akması değerleri açısından, en iyi değeri HT-Asidik yöntemi kullanılarak boyanan numunenin verdiği; Termosol ve Carrier yöntemleri ile boyanan numunelerin değerlerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Disperse Blue

60 boyarmaddesi ile boyanan bütün numunelerin renk akması degerlerinin aynı olduğu gözlenmiştir. B kumasinin renk hasligi test sonuçlarındaki renk degisimi degerlerine göre hem Disperse Blue 291 hem de Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile en düşük degerleri HT-Alkali ve Termosol yöntemleri ile boyanan numuneler vermiştir. Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan B kumasinin renk hasligi test sonuçlarındaki renk akması degerlerine göre en iyi degeri HT-Asidik yöntemi kullanılarak boyanan numunenin verdiği, Carrier HT yöntemi ile boyanan numunenin en kötü degeri verdiği gözlenmiştir. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan B kumasinin renk akması degerlerinde en iyi degeri HT-Asidik yöntemi ile boyanan numunenin verdiği ve diğer boyama yöntemleri ile boyanan numunelerin renk akması degerlerinin eşit olduğu tespit edilmiştir.

Hem A, hem de B kumasi için kuru sürtünmeye karşı renk hasligi sonuçlarına göre Carrier yöntemi ile boyanan numunelerin degerlerinin diğer boyama yöntemleri kullanılarak boyanan numunelere kıyasla daha düşük çıktığı görülmektedir. Bu durumun, redüktif yıkama sonunda boyanan numuneler üzerinde carrier kalıntılarının tamamen giderilememesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

A kumasinin yas sürtünme degerlerinin her iki boyarmadde için de Carrier HT ve Termosol boyama yöntemleri kullanılarak boyanan numunelerde diğer yöntemler ile boyanan numunelere göre düşük olduğu tespit edilmiştir. B kumasinin yas sürtünme degerleri ise, Carrier HT boyama yöntemi ile hem Disperse Blue 291 hem de Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan numunelerde diğer yöntemler kullanılarak boyanan numunelere kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Isık hasligi degerleri incelendiginde, A kumasi için Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile en iyi degeri Termosol yöntemi ile boyanan numune, en düşük degerleri ise Carrier yöntemine göre boyanan numuneler vermiştir. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan A kumasinda ise, en iyi degerleri HT-Alkali ve Termosol yöntemleri kullanılarak boyanan numuneler, en kötü degeri ise Carrier ECO yöntemi kullanılarak boyanan numuneler göstermiştir. Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan B kumasinin isık hasligi degerleri en iyi HT-Alkali, Carrier ECO ve

Termosol yöntemlerinde, en düşük deger ise Carrier HT yöntemine göre boyanan numunede bulunmustur. Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan B kumasi ise, en iyi degerleri HT-Alkali ve Carrier ECO yöntemleri kullanılarak boyanan numunelerde, en kötü degeri ise HT-Asidik ve Carrier HT yöntemleri ile boyanan numunelerde vermistir.

A ve B kumaslari için Disperse Blue 291 ve Disperse Blue 60 boyarmaddeleri ile uygulanan bütün boyama yöntemlerinde, alkali ve asidik ter hasligi sonuçlari esit olarak bulunmustur.

HT-Asidik ve HT-Alkali boyama yöntemleri ile boyanan A ve B kumaslari, atki ve çözgü ipligi kopma mukavemeti degerleri açısından kiyaslanmistir. Hem Disperse Blue 291, hem de Disperse Blue 60 boyarmaddesiyle HT-Asidik ve HT-Alkali boyama yöntemi ile boyanan A ve B kumaslari atki ve çözgü ipligi kopma mukavemetleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmustur. Kopma mukavemeti degerlerindeki düşüseye, polyester liflerinin camlasma noktasinin üzerindeki sicakliklarda alkali ortamda sabunlasarak makromolekül yapisinin gevsemesinden olustugu düşünölmektedir.

HT-Asidik ve HT-Alkali boyama yöntemleri ile boyanan A ve B kumaslari, atki ve çözgü ipligi % kopma uzamasi degerleri açısından karsilastirilmistir. A kumasi için kopma mukavemeti degerlerinde elde edilen aynı egilim her iki dispers boyarmadde ile % kopma uzamasi degerleri için de elde edilmistir. Ancak HT-Asidik ve HT-Alkali boyama yöntemleri ile boyanan B kumasi için % kopma uzamasi degerleri arasında Disperse Blue 291 boyarmaddesi için istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmusken, Disperse Blue 60 boyarmaddesi için istatistiksel fark tespit edilmemistir.

### ***Daha Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler***

Bu tez çalışmasında, tekstil sektöründe uygulanan polyester boyama yöntemleri ve alkali ortamda polyester boyama yönteminin karsilastirilmesi incelenmistir.

Çalısmada farklı gramajda iki % 100 polyester kumaş ve iki farklı kimyasal yapıya sahip dispers boyarmadde kullanılmasına rağmen, daha kapsamlı bir araştırma yapabilmek amacıyla daha fazla sayıda boyama denemesinin farklı örgü tiplerindeki kumaşlarla gerçekleştirilmesi ile yöntemler arasındaki farklılıklar daha kolay anlaşılabilir, daha kesin sonuçlar ortaya konulabilecektir.

Diğer önemli bir nokta ise, dispers boyarmaddelerin polyester lifleri üzerindeki etkileridir. Polyesterin giderek artan önemi dikkate alınır, boyanmış numunelerde renk haslığı (özellikle yıkama haslığı) problemleri ile karşılaşılması nedeniyle, daha iyi renk haslığı veren ve boyama yöntemleri için uyumlu dispers boyarmaddelerin sentezi konusunda araştırmalar yapılması faydalı olacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

- Anis, P., Yildirim, F., 2003. Alkali Ortamda Poliester Boyamada Ön Yikamanın Önemi. *Tekstil Maraton, Ocak-Subat, Sayı 64*, 49-53.
- Anis, P., Eren, H.A., 2003. Poliesterin Alkali Ortamda Boyanması : Mevcut Teknolojinin Gözden Geçirilmesi. *Uludag Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 8, Sayı 1*, 139-146. Bursa.
- Anonim, 1980. *Boyama ve Basma Teknolojisi. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları*, 353. Ankara.
- Aspland, J.R., 1992. Disperse Dyes and Their Application to Polyester. *Textile Chemist and Colorist*, 24 (2), 19-23.
- Baranov, A.V., Moryganov, A.P., 2001. Improvement of Dyeing Technologies for Polyester Textiles. *Fibre Chemistry*, 368-371.
- Baser, I., 1992. *Elyaf Bilgisi, Marmara Üniversitesi*, 524, 136, İstanbul.
- Becerir, B., 2000. Polyester Mikrolif Boyama Teknolojisinde Yöntem Belirlenmesi ve Eğilimlerin İncelenmesi. *Uludag Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, Doktora Tezi*, Bursa.
- Brown, S. Li, 2002. Some Sorption Characteristics of Poly(trimethylene terephthalate) with Disperse Dyes. *Journal of Applied Polymer Science*, 86, 223-229.
- Burdett, B.C., 1975. Influence of Fibre Structure on Dye Uptake. C.L. Bird, W.S. Boston (Editors), *The Theory of Coloration of Textiles*, Dyers Company Publications Trust, 162, London, England.
- Burkinshaw, S. M., 1995. *Chemical Principles of Synthetic Fibre Dyeing. The University of Leeds*, 223.
- Cegarra, J., Puente, P., 1966. Influence of the Specific Surface of Polyester Fiber on the Kinetics of Dyeing with Disperse Dyes. *Textile Research Journal*, 36(2), 134-142.
- Cegarra, J., Puente, P., 1967. Considerations on the Kinetics of the Dyeing Process of Polyester Fibers with Dispersed Dyes. *Textile Research Journal*, 37(5), 343-350.

- Cegarra, J., Puente, P., Valledeperas, J., 1992. The Dyeing of Textile Materials, The Techniques of Applications. Nuova Oflito, 703, Italy.
- Carrian Fite, F.J., 1995. Dyeing Polyester at Low Temperatures : Kinetics of Dyeing with Disperse Dyes. Textile Research Journal, 65(6), 362-368.
- Casetta, M., Koncar, V., Caze, C., 2001. Mathematical Modelling of The Diffusion Coefficient for Disperse Dyes. Textile Research Journal, 71(4), 357-361.
- Cleve, E., Bach, E., Denter, U., Duffner, H., Scholmeyer, E., 1997. New Mathematical Model for Determining Time-Dependent Adsorption and Diffusion of Dyes Into Fibers Through Dye Sorption Curves in Combination Shades, Part 1 : Mathematical Fundamentals. Textile Research Journal, 67(10), 701-706.
- Cunningham, A.D., 1996. Identifying Critical Machinery and Dye Parameters or Successful Rapid Dyeing of Polyester. Textile Chemist and Colorist, 28(2), 23-31.
- Dhara, D., Gulrajani, M.L., 1987. Role of Phenol in High Temperature Dyeing of Polyester. Textile Research Journal, 57(3), 155-161.
- Dohmen, M., 1998. Praktische Umsetzung des Alkalischen Farbens von Polyester. Melliand Textilberichte, 9, 635-639.
- Erdogan, B., 1989. Boyali Mamullerde Reflektans Verileri ve Tristimulus Degerlerinin Incelenmesi. Uludag Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Georgiadou, K.L., Tsatsaroni, E.G., Eleftheriadis, I.C., Kehayoglou, A.H., 2002. Disperse Dyeing of Polyester Fibers : Kinetic and Equilibrium Study. Journal of Applied Polymer Science, 85, 123-128.
- Ghung, Y., Son, E., Lee, K., 2001. Dispersion Behavior of C.I. Disperse Yellow 54 in High Temperature Dyeing. Textile Research Journal, 71(2), 174-178.
- Harmancioglu, M., 1991. Tekstil Maddeleri II, Rejenere ve Sentetik Lifler. Ege Üniversitesi, 379, Bornova/Izmir.
- Hemming, D.F., Datyner, A., 1975. A Mechanism of Carrier Action in Dyeing Polyester with Disperse Dyestuffs. Textile Research Journal, 45(3), 235-239.



- Holme, I., 2003. Pamuklu Mamullerin Boyama ve Bitim İşlemlerindeki Son Gelismeler. ISTEK 2003, Uluslararası Isparta Tekstil Kongresi, 145-224, Isparta.
- Ibrahim, N.A., Youssef, M. A., Helal, M.H., Shaaban, M.F., 2003. Exhaust Dyeing Of Polyester-Based Textiles Using High-Temperature-Alkaline Conditions. *Journal of Applied Polymer Science*, 89, 3563-3573.
- Karaahmetoglu, B., 2000. Polyester Liflerinin Asidik Ortamda Boyanması ile Alkali Ortamda Boyanmasının Karsılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kim, I., Kono, K., Takagishi, T., 1997. Dyeing Polyester Fibers with 1,4-Diaminoanthraquinone in the Presence of Dialkyldimethylammonium Bromide. *Textile Research Journal*, 67(8), 555-562.
- Kim, I., Kono, K., Takagishi, T., 1997. Low Temperature Disperse Dyeing of Polyester and Nylon 6 Fibers in the Presence of Didodecyldimethylammonium Bromide. *Textile Research Journal*, 67(10), 767-771.
- Koçak, N., 1994. Polyester Mikroelyaf Materyallerinin Ön Terbiye ve HT Boyama Parametrelerinin Araştırılması. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Leaver, A.T., Glover, B., Leadbetter, P., 1992. Recent Advances in Disperse Dye Development and Applications. *Textile Chemist and Colorist*, 26(5), 30-34.
- Madran, T., 1991. Çağdas İplik Teknolojisi – Elyaf Teknolojisi, 4, Sentetik Polimerlerden Elde Edilen İnsan Yapısı Kimyasal Elyaf Türleri. *Tekstil Maraton*, Kasım-Aralık, Sayı 5-6, 38-42.
- Lee, K.W., Chung, Y.S., Kim, J.P., 2003. Characteristics of Ultrasonic Dyeing of Poly(ethylene Terephthalate). *Textile Research Journal*, 73(9), 751-755.
- Mehra, R.H., Jhangiani, S.B., Tolia, A.H., Shenai, V.A., 1980. Role Of Carriers in The Dyeing of Polyester Fibres. *Polyester Textiles, Papers of 37<sup>th</sup> All India Textile Conference*, Technological Institute of Textiles, 230-241. Bhiwani.
- Microcal Origin Scientific and Technical Graphics in Windows, Version 3:78.
- Nunn, D.M., 1979. The Dyeing of Synthetic-Polymer And Acetate Fibers. University of Bradford, Dyers Company Publications Trust, 358. England.

- Odvarka, J., Schejbalova, H., 1994. The Effect of Dispersing Agents on the Dyeing of Polyester with a Disperse Dye. *JDSC*, 110, 30-35.
- Özcan, Y., 1984. *Tekstil Elyaf ve Boyama Teknigi*. Istanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Fatih Yayınevi, 3176, 450, Istanbul.
- Park, K.H., Casetta, M., Koncar, V., 2002. Diffusion of Disperse Dyes into Microfibres and Conventional Polyester Fibres. *Coloration Technology*, 319-324.
- Phillips, D., 2003. *Tekstil Boyarmadde ve deterjan Endüstrisinin Tekstil Ürünlerinin Yıkamaya Karşı Renk Haslıklarının iyileştirilmesinde Oynadığı Roller..* ISTEK 2003, Uluslararası Isparta Tekstil Kongresi, 124-145, Isparta.
- Ravichandran, V., Obendorf, S.K., 1990. Electron Microscopical Analysis of Selected Dye Carriers Within PET. *Textile Research Journal*, 149-156.
- Reichert, Y., Gökgöl, M., 1998. Polyester Elyaftan Bitim İşlemlerine. 8. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu, 398-422, İzmir.
- Seventekin, N., 2001. *Kimyasal Lifler*. Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi, Ege Üniversitesi Bornova Meslek Yüksek Okulu Çoğaltma Yayınları No:1, 86, İzmir.
- Shah, C.D., Jain D.K., 1985. Solvent (Perchloroethylene) Dyeing of Disperse Dyes on Polyester. *Textile Research Journal*, 23-27.
- Shenai, V.A., Sadhu, M.C., 1976. Studies in Dyeing. I. Effect of Crystal Modification of Disperse Dyes on Their Dyeing Behavior. *Journal of Applied Polymer Science*, 3141-3154.
- Shulka, R., Dhuri, S.S., 1993. Effect of Auxiliaries on Compatibility of Disperse Dyes Mixture Assesed by Colour Coordinates. *American Dyestuff Reporter*, 58(12), 48-55.
- Simal, A.L., Araujo, M.S., 1996. Carrier Effect on Structure and Properties of Heat-Treated Poly(Ethylene Terphthlate) Fibers. II. Dyeing Behavior. *Journal of Applied Polymer Science*, 60, 2453-2467.
- Sowoidnich, W., Riese, H., 1998. Polyesterin Bazik Ortamda Boyanması. 8. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu, 537-546, İzmir.

SPSS 10.0 İstatistik Programı.

Tarakçıoğlu, I., 1974-1975. Tekstil Boyacılığı Cilt II. Ege Üniversitesi, 373. İzmir.

Tarakçıoğlu, I., 1986. Tekstil Terbiyesi ve Makineleri Cilt III. Ege Üniversitesi, Tekstil-Danis Yayınları, No:1, 554. İzmir.

Uddin, M.D.Z., Watanabe, M., Shirai, H., Hirai, T., 2002. Dyeing Conventional and Microfiber Polyester with Disperse Dyes. Textile Research Journal, 77-82.

Yang, Y., Huda, S., 2003. Comparison of Disperse Dye Exhaustion, Color Yield, and Colorfastness Between Polyactide and Poly(ethylene terephthalate). Journal of Applied Polymer Science, 90, 3285-3290.

Venkataram, K., 1974. The Chemistry of Synthetic Dyes Volume VII, Physical Chemistry of Dyeing : Kinetics, Equilibrium, Dye-Fiber Affinity and Mechanisms. Academic Press Inc., 480, New York, USA.

Vigo, T.L., 1994. Textile Processing And Properties; Preparation, Dyeing, Printing and Performance. Elsevier Science B. V., 882243, 479. Netherlands.

Wallis, F., Kühn, R., 1999. Polyester Lifleri için Alkali Boyama Yöntemi. Melliand, 4, 208-213.

**EKLER**

Farklı boyama yöntemleri ile Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan A kumaşının % R değerleri.

Dalga Boyu (nm)	% R				
	HT Asidik	HT Alkali	Carrier HT	Carrier ECO	Termosol
400	37.39	39.64	42.73	41.81	37.55
410	41.01	44.04	47.00	45.88	41.63
420	43.49	47.68	50.56	49.21	44.84
430	45.25	50.38	53.35	51.71	47.15
440	47.13	53.47	56.31	54.44	49.59
450	49.28	58.18	60.75	58.47	53.12
460	50.17	61.05	63.31	60.69	54.65
470	50.10	60.31	62.57	60.05	54.04
480	48.12	57.02	59.40	57.22	51.12
490	45.24	53.11	55.62	53.78	47.67
500	43.11	48.61	51.34	49.71	43.56
510	40.90	43.75	46.75	45.34	39.09
520	37.53	39.14	42.34	41.05	34.65
530	33.55	34.66	38.02	36.86	30.31
540	29.54	30.49	33.89	32.87	26.27
550	25.79	26.65	30.10	29.18	22.61
560	22.19	22.95	26.38	25.59	19.12
570	19.15	19.85	23.22	22.53	16.26
580	16.60	17.23	20.51	19.92	13.94
590	14.36	14.96	18.12	17.62	12.02
600	12.34	12.89	15.89	15.49	10.30
610	10.61	11.08	13.87	13.60	8.82
620	9.15	9.59	12.18	11.95	7.65
630	8.14	8.50	10.93	10.76	6.83
640	7.47	7.79	10.09	9.96	6.30
650	6.97	7.31	9.50	9.38	5.95
660	6.61	6.91	9.03	8.94	5.66
670	6.24	6.51	8.55	8.49	5.38
680	6.13	6.41	8.39	8.34	5.32
690	6.32	6.60	8.56	8.51	5.51
700	7.18	7.52	9.55	9.52	6.31

Farklı boyama yöntemleri ile Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan A kumaşının % R değerleri.

Dalga Boyu (nm)	% R				
	HT Asidik	HT Alkali	Carrier HT	Carrier ECO	Termosol
400	26.49	30.00	26.44	32.53	29.50
410	28.59	34.19	29.07	36.45	29.24
420	28.89	37.76	30.47	40.00	32.35
430	29.08	40.53	31.17	42.95	34.68
440	28.83	43.69	31.66	46.14	37.30
450	28.39	48.42	31.84	50.64	41.16
460	27.87	51.10	31.88	53.52	42.74
470	27.90	50.32	31.69	53.55	41.86
480	26.95	47.01	30.69	51.21	38.60
490	25.18	43.13	28.59	48.00	34.97
500	25.48	38.70	28.55	43.96	30.91
510	27.07	33.99	28.84	39.47	26.78
520	27.01	29.59	27.88	35.10	22.96
530	24.59	25.43	25.16	30.89	19.37
540	21.35	21.68	21.98	26.97	16.21
550	18.22	18.39	18.92	23.47	13.45
560	15.27	15.35	16.03	20.15	10.94
570	12.91	12.94	13.67	17.42	8.99
580	11.03	11.00	11.78	15.20	7.52
590	9.42	9.41	10.14	13.27	6.34
600	8.05	8.01	8.70	11.51	5.35
610	6.88	6.85	7.47	9.97	4.58
620	5.95	5.90	6.47	8.67	4.00
630	5.35	5.33	5.75	7.76	3.68
640	4.91	4.89	5.31	7.14	3.41
650	4.59	4.59	4.99	6.70	3.24
660	4.37	4.37	4.74	6.34	3.13
670	4.14	4.15	4.47	5.98	3.00
680	4.07	4.09	4.38	5.87	2.98
690	4.21	4.23	4.51	6.04	3.12
700	4.77	4.83	5.10	6.82	3.43

Farklı boyama yöntemleri ile Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan B kumaşının % R değerleri.

Dalga Boyu (nm)	% R				
	HT Asidik	HT Alkali	Carrier HT	Carrier ECO	Termosol
400	8.38	8.75	9.92	11.99	6.58
410	7.85	8.13	9.29	11.28	6.13
420	7.44	7.72	8.94	10.78	5.74
430	7.20	7.49	8.73	10.53	5.61
440	6.94	7.25	8.56	10.22	5.43
450	6.78	7.08	8.41	10.01	5.29
460	6.61	6.91	8.25	9.80	5.16
470	6.32	6.62	7.97	9.46	4.94
480	5.94	6.25	7.57	9.01	4.67
490	5.53	5.82	7.12	8.48	4.41
500	5.00	5.26	6.49	7.78	4.03
510	4.42	4.65	5.75	6.91	3.64
520	3.90	4.06	5.03	6.03	3.34
530	3.46	3.55	4.36	5.22	3.05
540	3.18	3.22	3.89	4.59	2.90
550	2.97	2.99	3.55	4.13	2.79
560	2.79	2.78	3.24	3.77	2.68
570	2.67	2.64	3.05	3.49	2.61
580	2.61	2.58	2.96	3.37	2.58
590	2.61	2.58	2.95	3.35	2.59
600	2.61	2.59	2.98	3.39	2.60
610	2.62	2.61	3.05	3.49	2.61
620	2.65	2.66	3.17	3.65	2.64
630	2.74	2.77	3.35	3.92	2.70
640	2.92	3.01	3.74	4.39	2.84
650	3.20	3.42	4.36	5.21	3.11
660	3.89	4.28	5.54	6.67	3.58
670	5.40	6.12	7.70	9.14	4.83
680	8.19	9.38	11.28	13.03	7.44
690	11.88	13.49	15.56	17.41	11.12
700	18.33	20.34	22.49	24.22	17.58

Farklı boyama yöntemleri ile Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan B kumaşının % R değerleri.

Dalga Boyu (nm)	% R				
	HT Asidik	HT Alkali	Carrier HT	Carrier ECO	Termosol
400	15.38	15.25	16.92	15.77	10.45
410	14.46	14.40	16.28	14.86	9.59
420	13.89	13.75	15.78	14.29	9.16
430	13.43	13.34	15.48	13.87	8.80
440	13.04	12.94	15.16	13.50	8.49
450	12.74	12.67	14.86	13.21	8.25
460	12.43	12.38	14.54	12.91	8.02
470	12.00	12.01	14.08	12.49	7.64
480	11.36	11.44	13.38	11.87	7.20
490	10.59	10.70	12.57	11.11	6.63
500	9.57	9.73	11.44	10.11	5.93
510	8.40	8.59	10.14	8.92	5.20
520	7.21	7.44	8.81	7.77	4.52
530	6.13	6.34	7.58	6.66	3.93
540	5.31	5.48	6.60	5.79	3.56
550	4.69	4.84	5.83	5.12	3.30
560	4.19	4.31	5.17	4.59	3.09
570	3.83	3.93	4.78	4.23	2.94
580	3.66	3.76	4.58	4.06	2.90
590	3.60	3.71	4.52	4.02	2.93
600	3.62	3.74	4.58	4.06	2.95
610	3.71	3.85	4.73	4.20	3.00
620	3.85	4.04	4.99	4.40	3.09
630	4.16	4.37	5.40	4.75	3.23
640	4.75	5.03	6.15	5.38	3.52
650	5.70	6.15	7.35	6.38	3.93
660	7.50	8.18	9.40	8.12	4.92
670	10.73	11.60	12.81	11.11	6.95
680	15.80	16.92	17.97	15.81	10.69
690	21.41	22.66	23.52	20.99	15.50
700	29.84	31.14	31.75	28.86	23.55



Farklı boyama yöntemleri ile Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan A kumaşının renk verimi (K/S) değerleri.

Dalga Boyu (nm)	K/S				
	HT Asidik	HT Alkali	Carrier HT	Carrier ECO	Termosol
400	17,70837	18,83261	20,3767	19,91696	17,78832
410	19,51719	21,03135	22,51064	21,9509	19,82701
420	20,7565	22,85049	24,28989	23,61516	21,43115
430	21,63605	24,19992	25,68437	24,86467	22,5856
440	22,57561	25,74435	27,16388	26,22918	23,80508
450	23,65015	28,09859	29,38323	28,24355	25,56941
460	24,09497	29,53319	30,6629	29,35324	26,33415
470	24,05998	29,16329	30,29299	29,03333	26,02925
480	23,07039	27,51877	28,70842	27,61874	24,56978
490	21,63105	25,56441	26,81899	25,8993	22,84549
500	20,5666	23,31529	24,67974	23,86506	20,79148
510	19,46222	20,88643	22,3857	21,68103	18,55779
520	17,77832	18,58277	20,18181	19,53718	16,33943
530	15,7899	16,34443	18,02315	17,44356	14,1715
540	13,78693	14,2614	15,95975	15,45021	12,15403
550	11,91439	12,34376	14,06661	13,60714	10,32711
560	10,11753	10,49679	12,20895	11,81454	8,586151
570	8,60111	8,950189	10,63153	10,28719	7,16075
580	7,33012	7,644019	9,279378	8,9851	6,005868
590	6,214819	6,513422	8,087594	7,838377	5,051597
600	5,210519	5,48379	6,976466	6,777279	4,198544
610	4,352125	4,585126	5,971049	5,836765	3,466689
620	3,629645	3,847138	5,131051	5,016841	2,890359
630	3,131425	3,308824	4,510746	4,426468	2,488206
640	2,801934	2,959185	4,094554	4,030201	2,229365
650	2,556736	2,723399	3,802632	3,743305	2,059034
660	2,380643	2,527359	3,570371	3,525928	1,918339
670	2,200128	2,331805	3,33348	3,303893	1,782937
680	2,146566	2,283003	3,254595	3,229952	1,753985
690	2,239114	2,375758	3,338411	3,313754	1,845744
700	2,659638	2,826489	3,827356	3,812521	2,234239
<b>Ortalama K/S</b>	26,67935	13,7783	15,13571	14,65327	12,15479

Farklı boyama yöntemleri ile Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan A kumaşının renk verimi (K/S) değerleri.

Dalga Boyu (nm)	K/S				
	HT Asidik	HT Alkali	Carrier HT	Carrier ECO	Termosol
400	12,26388	14,01667	12,23891	15,28037	13,76695
410	13,31249	16,10962	13,5522	17,23872	13,6371
420	13,46231	17,89324	14,25141	19,0125	15,19046
430	13,55719	19,27734	14,60104	20,48664	16,35442
440	13,43234	20,85644	14,84579	22,08084	17,6634
450	13,21261	23,22033	14,9357	24,32987	19,59215
460	12,95294	24,55978	14,95568	25,76934	20,3817
470	12,96792	24,16994	14,86078	25,78434	19,94194
480	12,49355	22,51564	14,36129	24,61476	18,31295
490	11,60986	20,57659	13,31249	23,01042	16,4993
500	11,75962	18,36292	13,29251	20,99137	14,47118
510	12,55347	16,00971	13,43734	18,74767	12,40867
520	12,52351	13,8119	12,95793	16,56425	10,50178
530	11,31533	11,73466	11,59987	14,46119	8,710813
540	9,698419	9,863063	10,01275	12,50354	7,135845
550	8,137442	8,222189	8,486427	10,7563	5,762175
560	6,667744	6,707573	7,046192	9,099814	4,515704
570	5,49373	5,50864	5,871576	7,738703	3,550617
580	4,560331	4,545455	4,932445	6,632895	2,826489
590	3,763079	3,758135	4,11931	5,672679	2,248864
600	3,087112	3,067422	3,407471	4,79844	1,768458
610	2,512674	2,497993	2,801934	4,03515	1,39917
620	2,059034	2,034746	2,31228	3,39267	1,125
630	1,768458	1,758809	1,961957	2,944433	0,97587
640	1,556833	1,547249	1,749162	2,640028	0,851628
650	1,403932	1,403932	1,5952	2,424627	0,774321
660	1,299416	1,299416	1,475485	2,248864	0,724744
670	1,190773	1,195482	1,346857	2,073612	0,666667
680	1,15785	1,167249	1,304155	2,020179	0,657785
690	1,223765	1,233203	1,365865	2,102781	0,720256
700	1,489822	1,51852	1,648039	2,483314	0,860773
<b>Ortalama K/S</b>	7,564111	10,3369	8,214195	11,99807	8,193457

Farklı boyama yöntemleri ile Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan B kumaşının renk verimi (K/S) değerleri.

Dalga Boyu (nm)	K/S				
	HT Asidik	HT Alkali	Carrier HT	Carrier ECO	Termosol
400	3,249666	3,432143	4,010403	5,036701	2,365988
410	2,988694	3,126501	3,698821	4,684326	2,146566
420	2,787204	2,924767	3,525928	4,436382	1,957108
430	2,669444	2,811756	3,422274	4,312483	1,894127
440	2,542046	2,693966	3,338411	4,158924	1,807081
450	2,463746	2,610621	3,264453	4,05495	1,739518
460	2,380643	2,527359	3,185606	3,95102	1,676899
470	2,239114	2,385529	3,047735	3,782854	1,571215
480	2,054175	2,205	2,85105	3,560494	1,442066
490	1,855416	1,995911	2,630225	3,298962	1,318379
500	1,6	1,725057	2,322042	2,954267	1,139069
510	1,323122	1,432527	1,961957	2,527359	0,957363
520	1,078205	1,153153	1,614404	2,097919	0,819701
530	0,874509	0,915845	1,294679	1,705785	0,688934
540	0,747233	0,76528	1,073535	1,403932	0,622414
550	0,65335	0,662224	0,915845	1,186065	0,574211
560	0,574211	0,569856	0,774321	1,017626	0,526567
570	0,522266	0,509394	0,688934	0,888266	0,496571
580	0,496571	0,483798	0,648919	0,833368	0,483798
590	0,496571	0,483798	0,644492	0,824254	0,48805
600	0,496571	0,48805	0,657785	0,842493	0,492308
610	0,50084	0,496571	0,688934	0,888266	0,496571
620	0,513679	0,51797	0,742729	0,961986	0,509394
630	0,552482	0,565505	0,824254	1,087551	0,535185
640	0,631233	0,671113	1,00369	1,308895	0,596056
650	0,75625	0,856199	1,294679	1,700969	0,715772
660	1,073535	1,256822	1,860253	2,409963	0,929665
670	1,792593	2,141699	2,914935	3,624705	1,51852
680	3,15605	3,743305	4,684326	5,553373	2,787204
690	4,982088	5,782064	6,812134	7,733719	4,604964
700	8,192278	9,194582	10,26723	11,13064	7,818441
<b>Ortalama K/S</b>	1,814316	1,971883	2,473064	3,030919	1,474829

Farklı boyama yöntemleri ile Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan B kumaşının renk verimi (K/S) değerleri.

Dalga Boyu (nm)	K/S				
	HT Asidik	HT Alkali	Carrier HT	Carrier ECO	Termosol
400	6,72251	6,657787	7,489551	6,916706	4,272847
410	6,264578	6,234722	7,170713	6,463647	3,847138
420	5,980997	5,911364	6,921686	6,17999	3,634585
430	5,75223	5,707481	6,7723	5,971049	3,456818
440	5,558344	5,50864	6,612982	5,787037	3,303893
450	5,409246	5,374463	6,463647	5,64285	3,185606
460	5,255225	5,230388	6,304388	5,49373	3,072344
470	5,041667	5,046632	6,075511	5,285032	2,885445
480	4,724014	4,763706	5,727369	4,977123	2,669444
490	4,342214	4,396729	5,324777	4,600005	2,390415
500	3,837247	3,916387	4,763706	4,104456	2,049317
510	3,259524	3,353207	4,11931	3,516054	1,696154
520	2,674348	2,787204	3,461754	2,94935	1,370619
530	2,146566	2,248864	2,855963	2,405075	1,092226
540	1,749162	1,831241	2,375758	1,981356	0,920449
550	1,45161	1,523306	2,000763	1,657656	0,801515
560	1,214332	1,271009	1,681712	1,403932	0,706812
570	1,045548	1,092226	1,494603	1,233203	0,640068
580	0,966612	1,012979	1,39917	1,153153	0,622414
590	0,938889	0,989771	1,370619	1,134378	0,635648
600	0,948122	1,00369	1,39917	1,153153	0,644492
610	0,989771	1,05487	1,470708	1,219048	0,666667
620	1,05487	1,143762	1,5952	1,313636	0,706812
630	1,200192	1,299416	1,792593	1,480263	0,769799
640	1,480263	1,614404	2,156301	1,782937	0,902045
650	1,937719	2,156301	2,743027	2,26837	1,092226
660	2,816667	3,151125	3,753191	3,121576	1,561626
670	4,411598	4,843103	5,444032	4,600005	2,546942
680	6,931646	7,489551	8,012824	6,936626	4,391773
690	9,728354	10,35207	10,78126	9,518821	6,782258
700	13,93676	14,58606	14,89075	13,44733	10,79623
<b>Ortalama K/S</b>	3,863575	3,985563	4,658882	4,054759	2,390795

HT-Asidik boyama yöntemi ile Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan A kumasinin iplik kopma mukavemeti ve % kopma uzama degerleri.

Atki/Çözü	Kopma Kuvveti (gf)	gf/denye	Kopmadaki uzama	% Kopma uzama (mm)
Atki	1363.3	4.2077	64.895	25.958
Atki	1422.1	4.3892	64.805	25.922
Atki	1448.5	4.4705	77.678	31.071
Atki	1384.4	4.2727	61.785	24.714
Atki	1428.0	4.4073	72.185	28.874
Atki	1415.0	4.2674	68.953	27.581
Atki	1420.9	4.3855	70.513	28.205
Atki	1399.6	4.3199	67.623	27.049
Atki	1424.9	4.3979	72.162	28.865
Atki	1438.3	4.4393	66.802	26.721
Atki	1429.8	4.4130	74.710	29.884
Atki	1421.1	4.3860	73.906	29.563
Atki	1447.6	4.4680	75.701	30.281
Atki	1400.4	4.3223	72.549	29.020
Atki	1418.5	4.3780	73.382	29.353
Atki	1392.3	4.2971	64.974	25.990
Atki	1438.7	4.4403	68.708	27.483
Atki	1435.3	4.4298	71.643	28.657
Atki	1398.4	4.3160	68.080	27.232
Atki	1400.6	4.3227	75.368	30.147
Çözü	1412.3	4.3589	69.371	27.749
Çözü	1404.9	4.3494	69.321	27.728
Çözü	1438.5	4.4398	74.921	29.969
Çözü	1406.4	4.3543	69.096	27.639
Çözü	1409.0	4.2487	75.579	30.232
Çözü	1421.8	4.3882	66.327	26.531
Çözü	1396.5	4.3101	64.190	25.676
Çözü	1403.0	4.3303	67.360	26.944
Çözü	1442.3	4.4516	72.296	28.918
Çözü	14.17	4.3876	72.764	29.106
Çözü	1400.3	4.3219	62.636	25.055
Çözü	1432.0	4.4197	70.329	28.131
Çözü	1398.6	4.3165	70.458	28.183
Çözü	1413.0	4.3612	73.596	29.438
Çözü	1405.8	4.3388	73.542	29.471
Çözü	1397.8	4.3143	68.119	27.248
Çözü	1455.9	4.4936	74.310	29.724
Çözü	1430.0	4.4137	72.635	29.054
Çözü	1419.3	4.3805	71.338	28.535
Çözü	1409.8	4.3513	71.462	25.585

HT-Alkali boyama yöntemi ile Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan A kumasinin iplik kopma mukavemeti ve % kopma uzama degerleri.

Atki/Çözü	Kopma Kuvveti (gf)	gf/denye	Kopmadaki uzama	% Kopma uzama (mm)
Atki	1386.5	4.2794	68.440	27.376
Atki	1371.5	4.2330	63.006	25.202
Atki	1383.6	4.2704	68.587	27.435
Atki	1355.9	4.1850	68.643	27.457
Atki	1389.7	4.2893	68.868	27.547
Atki	1388.6	4.2859	67.905	27.162
Atki	1346.5	4.1559	68.125	27.250
Atki	1390.4	4.2913	70.736	28.295
Atki	1315.5	4.0602	62.002	24.801
Atki	1389.1	4.2872	67.250	26.900
Atki	1339.5	4.1342	65.505	26.202
Atki	1395.5	4.3070	69.173	27.669
Atki	1335.6	4.1223	62.885	25.154
Atki	1403.3	4.3311	66.114	26.446
Atki	1400.6	4.3229	66.311	26.524
Atki	1369.0	4.2254	65.262	26.105
Atki	1347.3	4.1582	61.781	24.712
Atki	1409.1	4.3492	68.338	27.335
Atki	1362.8	4.2060	69.088	27.635
Atki	1395.8	4.3079	70.145	28.058
Çözü	1394.9	4.3187	66.501	26.600
Çözü	1344.7	4.1633	63.023	25.209
Çözü	1279.3	3.9608	57.543	23.017
Çözü	1361.5	4.2153	67.991	27.196
Çözü	1283.4	3.9733	59.921	23.968
Çözü	1402.2	4.3411	69.965	27.986
Çözü	1395.1	4.3190	67.678	27.071
Çözü	1373.7	4.2531	65.809	26.324
Çözü	1357.2	4.1889	58.676	23.470
Çözü	1395.0	4.3190	66.190	26.476
Çözü	1383.2	4.2824	65.735	26.294
Çözü	1384.4	4.2861	69.655	27.862
Çözü	1395.3	4.3199	66.476	26.590
Çözü	1334.6	4.1190	56.726	22.691
Çözü	1363.6	4.2216	66.963	26.785
Çözü	1401.4	4.3387	67.700	27.080
Çözü	1343.6	4.1599	62.363	24.945
Çözü	1374.5	4.2555	66.546	26.618
Çözü	1362.0	4.2168	58.754	23.501
Çözü	1385.8	4.2270	65.238	26.095

HT-Asidik boyama yöntemi ile Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan A kumasinin iplik kopma mukavemeti ve % kopma uzama degerleri.

Atki/Çözüğü	Kopma Kuvveti (gf)	gf/denye	Kopmadaki uzama	% Kopma uzama (mm)
Atki	1363.3	4.2076	66.952	26.781
Atki	1343.4	4.1464	65.921	26.368
Atki	1321.4	4.0785	63.156	25.262
Atki	1379.1	4.2565	70.035	28.014
Atki	1334.0	4.1173	62.389	24.956
Atki	1351.8	4.1722	60.806	24.322
Atki	1386.4	4.2791	60.273	24.109
Atki	1387.2	4.2815	64.749	25.899
Atki	1375.4	4.2450	61.926	24.770
Atki	1384.1	4.2719	68.655	27.462
Atki	1338.0	4.1295	55.882	22.353
Atki	1386.7	4.2798	57.357	22.943
Atki	1394.2	4.3032	67.659	27.063
Atki	1368.9	4.2250	62.941	25.176
Atki	1386.6	4.2797	66.445	26.578
Atki	1385.7	4.2768	59.431	23.772
Atki	1365.5	4.2146	63.938	25.575
Atki	1382.2	4.2661	59.562	23.825
Atki	1365.9	4.2158	71.299	28.519
Atki	1364.8	4.2125	69.556	27.822
Çözüğü	1376.7	4.2492	64.484	25.794
Çözüğü	1404.0	4.3334	72.321	28.929
Çözüğü	1414.3	4.3652	69.265	27.706
Çözüğü	1365.0	4.2131	64.567	25.827
Çözüğü	1408.6	4.3475	68.625	27.450
Çözüğü	1398.7	4.3170	62.479	24.992
Çözüğü	1422.0	4.3889	68.065	27.226
Çözüğü	1395.5	4.3071	70.931	28.372
Çözüğü	1395.4	4.3068	65.582	26.233
Çözüğü	1409.6	4.3506	66.908	26.763
Çözüğü	1412.8	4.3604	73.939	29.576
Çözüğü	1368.4	4.2235	66.132	26.453
Çözüğü	1415.0	4.3672	70.740	28.296
Çözüğü	1380.9	4.2620	68.338	27.335
Çözüğü	1375.3	4.2449	59.687	23.875
Çözüğü	1368.3	4.2230	65.129	26.052
Çözüğü	1375.3	4.2449	64.861	25.944
Çözüğü	1405.8	4.3388	69.571	27.829
Çözüğü	1369.2	4.2261	64.860	25.944
Çözüğü	1415.0	4.3674	69.380	27.752

HT-Alkali boyama yöntemi ile Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan A kumasinin iplik kopma mukavemeti ve % kopma uzama degerleri.

Atki/Çözüğü	Kopma Kuvveti (gf)	gf/denye	Kopmadaki uzama	% Kopma uzama (mm)
Atki	1290.4	3.9827	58.118	23.247
Atki	1165.6	3.5975	49.697	19.879
Atki	1157.2	3.5717	50.820	20.328
Atki	1180.7	3.6443	52.202	20.881
Atki	1284.7	3.9650	53.967	21.587
Atki	1238.8	3.8235	54.113	21.645
Atki	1311.1	4.0465	60.775	34.310
Atki	1238.5	3.8225	57.239	22.895
Atki	1332.5	4.1126	65.814	26.326
Atki	1226.5	3.7854	54.448	21.779
Atki	1192.8	3.6816	58.028	23.211
Atki	1259.3	3.8867	52.898	21.159
Atki	1252.2	3.8647	54.530	21.812
Atki	1239.7	3.8264	51.072	20.429
Atki	1272.9	3.9287	58.151	23.261
Atki	1244.3	3.8403	53.172	21.269
Atki	1202.8	3.7122	55.924	22.370
Atki	1330.5	4.1066	60.444	24.178
Atki	1227.0	3.7871	52.710	21.084
Atki	1284.9	3.9656	56.511	22.604
Çözüğü	1340.7	4.1381	61.772	24.709
Çözüğü	1359.4	4.1955	68.498	27.399
Çözüğü	1329.1	4.1022	55.101	22.040
Çözüğü	1369.2	4.2260	99.954	26.781
Çözüğü	1327.6	4.0975	57.219	22.888
Çözüğü	1309.3	4.0411	63.343	25.337
Çözüğü	1312.1	4.0495	58.348	23.339
Çözüğü	1292.0	3.9877	60.293	24.117
Çözüğü	1359.0	4.1945	54.759	21.904
Çözüğü	1341.0	4.1390	61.349	24.540
Çözüğü	1305.1	4.0280	58.388	23.355
Çözüğü	1352.1	4.1731	63.832	25.533
Çözüğü	1271.9	3.9256	52.174	20.870
Çözüğü	1288.0	3.9753	58.738	23.495
Çözüğü	1363.1	4.2070	60.734	24.294
Çözüğü	1363.5	4.2083	65.478	26.191
Çözüğü	1352.5	4.1743	63.527	25.411
Çözüğü	1349.6	4.1654	63.101	25.240
Çözüğü	1265.9	3.9072	59.006	23.602
Çözüğü	1374.2	4.2413	65.121	26.049



HT-Asidik boyama yöntemi ile Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan B kumasinin iplik kopma mukavemeti ve % kopma uzama degerleri.

Atki/Çözü	Kopma Kuvveti (gf)	gf/denye	Kopmadaki uzama	% Kopma uzama (mm)
Atki	339.44	4.8491	71.301	28.521
Atki	331.75	4.7393	76.843	38.421
Atki	333.40	4.7628	77.092	38.546
Atki	334.77	4.7824	73.391	36.695
Atki	326.49	4.6642	77.509	38.754
Atki	325.65	4.6522	78.045	39.022
Atki	327.88	4.6840	74.526	37.263
Atki	330.74	4.7249	76.510	38.255
Atki	338.52	4.8360	71.021	28.408
Atki	327.51	4.6787	74.615	37.308
Atki	327.20	4.6743	75.388	37.694
Atki	330.92	4.7274	74.601	37.300
Atki	326.99	4.6713	71.066	35.533
Atki	340.66	4.8665	69.655	27.862
Atki	339.23	4.8461	75.116	37.558
Atki	342.74	4.8963	75.370	30.148
Atki	326.17	4.6595	71.916	35.958
Atki	332.38	4.7483	78.333	39.167
Atki	332.15	4.7451	76.012	38.006
Atki	326.50	4.6643	70.244	35.122
Çözü	344.16	4.9166	91.777	36.711
Çözü	345.66	4.9380	87.791	35.116
Çözü	334.48	4.7783	78.324	31.330
Çözü	335.36	4.7909	90.793	36.317
Çözü	340.84	4.8692	83.099	33.239
Çözü	339.70	4.8529	95.205	38.082
Çözü	341.13	4.8733	85.033	34.013
Çözü	346.99	4.9570	91.943	36.777
Çözü	340.52	4.8645	86.315	34.526
Çözü	327.92	4.6846	81.343	32.537
Çözü	341.23	4.8747	85.924	34.370
Çözü	347.72	4.9674	93.429	37.372
Çözü	340.55	4.8651	79.659	31.864
Çözü	333.01	4.7573	84.968	33.987
Çözü	340.90	4.8699	91.202	36.481
Çözü	330.85	4.7264	82.135	32.854
Çözü	333.43	4.7633	88.711	35.484
Çözü	337.30	4.8185	85.486	34.194
Çözü	335.93	4.7990	80.416	32.166
Çözü	339.21	4.8459	83.841	33.536

HT-Alkali boyama yöntemi ile Disperse Blue 291 boyarmaddesi ile boyanan B kumasinin iplik kopma mukavemeti ve % kopma uzama degerleri.

Atki/Çözüğü	Kopma Kuvveti (gf)	gf/denye	Kopmadaki uzama	% Kopma uzama (mm)
Atki	309.90	4.4272	56.389	22.556
Atki	333.68	4.7668	67.516	27.006
Atki	328.56	4.6939	69.553	27.821
Atki	328.58	4.6941	68.619	27.448
Atki	323.87	4.6268	63.770	25.508
Atki	324.44	4.6348	66.543	26.617
Atki	325.46	4.6495	64.979	25.992
Atki	324.37	4.6338	70.518	35.259
Atki	328.29	4.6898	66.265	26.506
Atki	333.79	4.7685	70.977	28.391
Atki	334.30	4.7757	68.852	27.541
Atki	283.46	4.0494	48.642	19.457
Atki	335.26	4.7895	70.863	28.345
Atki	311.96	4.4565	59.087	23.635
Atki	320.72	4.5817	63.726	25.491
Atki	320.08	4.5726	71.738	35.869
Atki	334.22	4.7746	71.852	28.741
Atki	323.18	4.6168	73.784	36.892
Atki	322.55	4.6078	63.052	25.221
Atki	322.70	4.6100	77.106	38.553
Çözüğü	311.96	4.4566	68.423	27.369
Çözüğü	318.98	4.5568	72.656	29.062
Çözüğü	330.42	4.7203	83.416	33.366
Çözüğü	338.25	4.8322	85.184	34.074
Çözüğü	320.36	4.5765	73.463	29.385
Çözüğü	324.92	4.6418	83.322	33.329
Çözüğü	333.85	4.7694	80.213	32.085
Çözüğü	330.14	4.7163	76.007	30.403
Çözüğü	320.72	4.5817	73.071	29.229
Çözüğü	308.37	4.4053	67.223	26.889
Çözüğü	307.29	4.3898	68.416	27.367
Çözüğü	336.92	4.8131	82.925	33.170
Çözüğü	332.67	4.7524	83.640	33.456
Çözüğü	331.90	4.7415	81.146	32.458
Çözüğü	326.90	4.6701	81.579	32.631
Çözüğü	328.69	4.6956	80.509	32.204
Çözüğü	325.02	4.6432	76.820	30.728
Çözüğü	328.87	4.6981	77.353	30.941
Çözüğü	323.27	4.6182	75.105	30.042
Çözüğü	320.57	4.5795	76.745	30.698

HT-Asidik boyama yöntemi ile Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan B kumasinin iplik kopma mukavemeti ve % kopma uzama degerleri.

Atki/Çözüğü	Kopma Kuvveti (gf)	gf/denye	Kopmadaki uzama	% Kopma uzama (mm)
Atki	327.11	4.6731	69.529	27.812
Atki	331.93	4.7419	72.168	36.084
Atki	333.68	4.7668	69.538	27.815
Atki	335.15	4.7878	68.764	27.506
Atki	334.74	4.7781	67.945	27.178
Atki	334.76	4.7822	69.369	27.748
Atki	332.56	4.7508	66.492	26.597
Atki	332.61	4.7516	70.054	35.027
Atki	329.64	4.7091	67.591	27.036
Atki	333.01	4.7573	69.415	27.766
Atki	325.62	4.6518	68.587	27.435
Atki	334.01	4.7716	74.925	29.970
Atki	332.18	4.7454	73.210	36.605
Atki	339.11	4.8445	70.823	35.412
Atki	324.15	4.6307	65.673	26.269
Atki	332.78	4.7539	65.001	32.501
Atki	329.75	4.7108	68.810	27.524
Atki	330.07	4.7153	70.093	28.037
Atki	326.07	4.6581	68.643	37.457
Atki	336.73	4.8104	76.080	30.432
Çözüğü	333.34	4.7620	78.351	31.340
Çözüğü	337.97	4.8281	85.538	34.215
Çözüğü	346.28	4.9468	90.229	36.092
Çözüğü	342.91	4.8987	89.933	34.773
Çözüğü	333.90	4.7699	90.316	36.126
Çözüğü	331.46	4.7352	83.171	33.268
Çözüğü	335.34	4.7906	77.346	30.938
Çözüğü	338.58	4.8368	78.249	31.299
Çözüğü	347.78	4.9682	80.344	32.137
Çözüğü	330.71	4.7245	78.479	31.391
Çözüğü	337.76	4.8252	80.579	32.232
Çözüğü	343.87	4.9124	86.872	34.749
Çözüğü	332.59	4.7513	77.284	30.913
Çözüğü	335.74	4.7963	80.966	32.386
Çözüğü	336.44	4.8063	77.805	31.122
Çözüğü	337.30	4.8186	79.422	31.769
Çözüğü	335.10	4.7872	82.057	32.823
Çözüğü	335.70	4.7958	81.057	32.512
Çözüğü	340.43	4.8632	81.974	32.790
Çözüğü	329.43	4.7061	82.330	32.932

HT-Alkali boyama yöntemi ile Disperse Blue 60 boyarmaddesi ile boyanan B kumasinin iplik kopma mukavemeti ve % kopma uzama degerleri.

Atki/Çözüğü	Kopma Kuvveti (gf)	gf/denye	Kopmadaki uzama	% Kopma uzama (mm)
Atki	310.66	4.4380	65.860	32.930
Atki	309.50	4.4214	60.429	30.214
Atki	323.72	4.6246	63.159	25.264
Atki	318.73	4.5533	60.109	30.055
Atki	328.14	4.6877	69.039	34.519
Atki	322.84	4.6120	67.044	26.818
Atki	328.93	4.6989	65.044	32.522
Atki	329.72	4.7102	67.967	33.983
Atki	319.78	4.5682	68.201	27.280
Atki	326.36	4.6623	67.707	33.853
Atki	314.74	4.4624	63.740	25.496
Atki	326.98	4.6711	68.613	34.307
Atki	318.22	4.5460	62.837	31.418
Atki	325.64	4.6520	73.078	36.539
Atki	316.95	4.5278	67.567	27.027
Atki	318.78	4.5541	64.802	32.401
Atki	329.29	4.7041	68.847	34.424
Atki	322.01	4.6001	64.977	32.489
Atki	327.66	4.6809	69.640	34.820
Atki	323.34	4.6192	64.011	32.006
Çözüğü	322.64	4.6091	78.377	31.351
Çözüğü	335.93	4.7990	83.690	33.476
Çözüğü	327.69	4.6812	76.351	30.541
Çözüğü	325.73	4.6533	84.037	33.615
Çözüğü	324.29	4.6328	82.190	32.876
Çözüğü	324.86	4.6409	78.937	31.575
Çözüğü	328.13	4.6876	79.361	31.744
Çözüğü	331.12	4.7302	82.431	32.972
Çözüğü	328.14	4.6878	81.568	32.627
Çözüğü	327.94	4.6849	85.250	34.100
Çözüğü	330.74	4.7249	76.256	30.502
Çözüğü	327.29	4.6756	83.290	33.316
Çözüğü	325.63	4.6518	78.907	31.563
Çözüğü	331.28	4.7326	84.471	33.789
Çözüğü	326.93	4.6705	76.344	30.537
Çözüğü	328.79	4.6970	81.047	32.419
Çözüğü	318.09	4.5441	77.739	31.096
Çözüğü	332.94	4.7563	79.135	31.654
Çözüğü	334.61	4.7802	87.492	34.997
Çözüğü	324.80	4.6400	78.349	31.340