



# Kimyasal Mordanların Varlığında Nylon Kumaşların Reaktif Boyarmaddelerle Boyanmasının Araştırılması

Güzin Akyol<sup>1, 2</sup>, Behçet Becerir<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-8229-4249), guznakyl@gmail.com

<sup>2</sup>Bursalı Tekstil San. ve Tic. A.Ş., Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi, 16369, Bursa, Türkiye

<sup>3\*</sup> Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye (ORCID: 0000-0002-2655-2773), \*becerir@uludag.edu.tr

(1st International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences ICAENS 2021, November 1-3, 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.1021550)

**ATIF/REFERENCE:** Akyol, G. & Becerir, B. (2021). Kimyasal Mordanların Varlığında Nylon Kumaşların Reaktif Boyarmaddelerle Boyanmasının Araştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (28), 1476-1485.

## Öz

Nylon lifleri endüstriyel olarak üretilen sentetik liflerin ilk üyesi olup, görünüm ve dayanım özellikleri sayesinde poliester ve akrilik ile beraber en fazla kullanılan sentetik liflerden birisidir. Reaktif boyarmaddeler 1950'leri ortalarında piyasaya sürülmüş ve selülozik liflerin boyanmasında en fazla kullanılan boyarmaddelerdir. Reaktif boyarmaddelerin en büyük özelliği liflerdeki uygun gruplar ile kovalent bağ yapma yapabilmeleridir. Mordan kullanımı özellikle doğal boyarmadde uygulamalarında gerekli olup, boyarmaddelerin lif içinde tutunma ve kalma özelliklerini iyileştirirler. Bu çalışmada nylon kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında mordan kimyasallarının kullanımı araştırılmış olup, uygulanan boyama şartları altında daha iyi boyarmadde çekimi ve renklendirme özelliklerinin eldesi incelenmiştir. Çalışmada reaktif grup olarak Trifloropirimidin (TFP) fonksiyonel grubuna sahip mavi renkte boyarmadde kullanılmıştır. Belirlenen üç farklı proses, pH ve mordan türünde çalışmalar yapılmıştır. Boyama öncesi ve sonrası boyama çözeltilerinden alınan sıvı numunelerinin spektrofotometrede transmittans/absorbans ölçümleri yapılarak, yüzde boyarmadde çekimleri değerlendirilmiştir. Uygulanan üç farklı proses sonunda nylon kumaşların mordanlı ve mordansız boyama sonrasında renk ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar mordan varlığında nylon liflerinin reaktif boyarmaddelerle boyanma özelliklerinin ön mordanlama ve eş zamanlı mordanlama yöntemleri ile geliştirilebileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Nylon, Reaktif Boya, Mordan, Renk Kuvveti, Renk

## Investigation of Reactive Dyeing of Nylon Fabrics in the Presence of Chemical Mordants

### Abstract

Nylon fibres are the first synthetic fibres to be produced in industrial scale and they are one of the most consumed synthetic fibres besides polyester and acrylic due to their visual and usage properties. Reactive dyes were commercially produced in mid-20th century and they are mostly preferred in dyeing of cellulosic fibres. The most important property of reactive dyes is their ability to make covalent bonds within the fibre. Mordants are used mainly in the application of natural dyes to hold and retain the dye molecules in the fibre. In this paper, nylon fabrics were dyed with a reactive dye with trifluoropyrimidine (TFP) functional group having a blue hue in the presence of chemical mordants to obtain better exhaustion and coloration properties. Dyeings were performed with three different dyeing/mordanting methods at three pH levels. Three chemical mordants were used. Dye exhaustion percentages were determined by transmittance/absorbance measurements of dyeing liquors prior and after dyeing. The reflectance measurements of the dyed fabric samples were recorded and colour strength values were obtained. The results revealed that mordant usage with pre-mordanting and meta-mordanting methods improved the coloration properties of reactive dyes on nylon fabrics.

**Keywords:** Nylon, Reactive Dye, Mordant, Colour Strength, Colour

## 1. Giriş

Poliamid lifleri ticari kullanımda çoğunlukla 'nylon' ticari ismiyle bilinirler ve genel olarak nylon kelimesi poliamid liflerini ifade etmek için kullanılır. Özel amaçlar için üretilen yüksek performanslı poliamid lifleri (aromatik poliamidler) (Kevlar, Nomex vb.) benzer şekilde ticari isimleriyle bilinirler (Burkinshaw, 1995).

Nylon 6,6 lifleri poli-hekzametilen-adipat poliamid polimerinden polikondenzasyon reaksiyonu ile elde edilirler. Tekstilin yanı sıra diğer endüstriyel alanlarda da büyük ve önemli kullanıma sahip olan nylon lifleri parlaklık, mukavemet, dayanıklılık, kimyasallara karşı direnç ve kısmi hidrofobluk özellikleriyle ön plana çıkarlar (Burkinshaw, 1995; Lewis ve MacDoughall, 1998).

Tekstil ve hazır giyim üretiminde renkli olarak kullanılmak istenen nylon liflerinin daha koyu renklerde ve daha yüksek yaş haslıklarda boyanması konusunda her zaman talepler vardır. Bu taleplerin karşılanmasına yönelik olarak nylon liflerinin reaktif boyarmaddelerle renklendirilmesi ve elde edilen renklerin ve yaş haslıklarının geliştirilmesi konusu üzerinde uzun yıllardır çalışılmaktadır. Bu çalışmalar özellikle boyama pH'ı, kullanılan boyarmaddenin çözünürlük sağlayan grupları ve kovalent bağ yapan reaktif grupları üzerinden yapılmıştır (Burkinshaw ve Ganghi, 1996, 1997a, 1997b).

Reaktif boyarmaddeler 1956 yılında ve ilk örnekleri İngiliz ICI firması tarafından selülozik mamullerin boyanmasına yönelik olarak piyasaya sürülmüş olan boyalardır. Reaktif boyarmaddeler öncelikle çözelti içindeki asit-alkali şartlar altındaki davranışları iyi bilinen yün liflerinin boyanması için araştırılmış olup, sentezlenen boya ve reaktif grupların alkali şartlar altında selülozik lifleri çok iyi renklendirmelerinin bulunmasıyla selülozik liflerin boyanmasına yönelik olarak kullanılmaya başlanmıştır (Rys ve Zollinger, 1989). Bu boyarmaddeler günümüzde poliester liflerinin boyanmasında kullanılan dispers boyarmaddeler ile beraber en yüksek üretim ve tüketime sahip boyalardır. Reaktif boyarmaddeler selülozik liflerle özellikle alkali şartlar altında reaksiyon verme kabiliyetine sahip anyonik fonksiyonel gruplu boyalar olup, belli şartlar altında sentezlenmiş bazı yapı ve özel gruplar asidik şartlar altında yün liflerini de renklendirme kabiliyetine sahiptir. Reaktif boyarmaddeler renklendirme ve bağ yapma özellikleri nedeniyle belli şartlar altında nylon liflerini de boyama kabiliyetine sahiptir (Sumithra ve Arasi, 2014). Nylon lifleri belli pH şartları altında reaktif boyarmaddelerin çözünürlük sağlayan sülfonik asit grupları ve reaktif grupları ile reaksiyon verebilir. Bununla birlikte her zaman koyu renklerde ve yüksek yaş haslıklara sahip boyamalar yapılamaz.

Lewis ve MacDangall boyama şartları altında lif içinde terminal amino gruplarının sadece bir kısmının kovalent bağ reaksiyonu verebildiğini bunun lif kristalinitesi ve lif iç negatif yükü ile ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır (Lewis ve MacDangall, 1998). Burkinshaw ve Ganghi konvansiyonel ve mikrolif nylon kumaşların farklı reaktif boyarmaddelerle boyanması konusunda çalışmışlardır. Düşük boyarmadde konsantrasyonlarında benzer renk derinliğinde boyamalar elde ederken, boyarmadde konsantrasyonu arttıkça konvansiyonel liflerden mamul kumaşların renk derinliklerinin daha fazla arttığı sonucuna ulaşmışlardır (Burkinshaw ve Ganghi (1996, 1997a ve 1997b). Sumithra ve Arasi (2014) seçilen belli boyama şartları

altında reaktif ve asit boyarmaddelerin nylon 6,6, kumaşlarda benzer renklendirme özellikleri verdiği belirtilmiştir. Soleimani-Gorgani ve Taylor (2006a, 2006b ve 2008) farklı moleküler özelliklere sahip reaktif boyarmaddelerle yaptıkları çalışmada, çalışma için kullandıkları reaktif boyarmaddeleri nylon lifleri ile olan fiksasyon işlemlerinde molekül şekli ve tipinin daha önemli olduğu ve reaktif grup sayısının fiksasyon üzerinde daha az etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Burkinshaw ve ark. (2001) çözelti pH değişimine bağlı olarak heterobifonksiyonel reaktif boyarmaddelerin nylon 6,6 kumaşlarda verdikleri çekim miktarlarını araştırmışlar ve sonuçları uygulama pH'ı ile ilişkilendirmişlerdir. El-Gabry ve El-Zawary (2008) mordan olarak Tannik Asit kullanımı ile nylon 6 kumaşların bir katyonik boyarmadde ile emülsiyon şartları boyanmasını araştırmışlar ve bu uygulamanın sulu şartlar altında boyamaya göre daha iyi haslık özellikleri verdiğini belirtmişlerdir.

Araştırma literatüründe nylon 6,6 kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında mordan kullanımı konusunda temel olabilecek çalışmalar bulunmamaktadır. Yapılan deneysel çalışmalar genel olarak boyarmadde moleküler özellikleri ve boyama parametrelerinin optimizasyonu yönünde yapılmıştır.

Bu çalışmada sunulan deneysel çalışmada nylon 6,6 liflerinden mamul kumaş numunesi TFP reaktif gruba sahip reaktif boya ile doğal mordan kimyasalları varlığında boyanarak, lifler tarafından bağlanan boyarmadde molekül miktarının artırılması ve daha yüksek renk derinliğine sahip daha koyu renklerin eldesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Çalışmada %100 nylon 6,6 kumaş kullanılmıştır. Çözgü ipliği olarak 140/136 numara (denye/filament sayısı) nylon 6,6 kullanılmış ve çözgü sıklığı 49 çözgü/cm'dir. Atkı ipliği olarak 70/68 numara (denye/filament sayısı) nylon 6,6 kullanılmış ve atkı sıklığı 39 cm/atkıdır. Kumaş örgüsü Dimi 2/1 ve kumaş gramajı 176 g/m<sup>2</sup>'dir.

Çalışmada Trifloropirimidin (TFP) fonksiyonel gruba sahip mavi reaktif boyarmadde kullanılmıştır. Boyamalar Ataç marka numune boyama makinesinde yapılmıştır. Boyama sonrası kumaş numuneleri ılık su ile 10 dakika durulanmıştır.

Boyama sonrası renk derinlikleri (K/S) ve boyama çözeltisi absorpsiyon değerleri Datacolor 800 L reflektans (ve transmitans) spektrofotometrede ölçülmüştür.

Bu çalışmada mordan olarak Potasyum Alüminyum Sülfat (Alum), Demir (II) Sülfat ve Tannik Asit laboratuvar saflığında kullanılmıştır.

### 2.2. Metot

Boyama çalışmaları %0,5, %1 ve %2 olarak üç konsantrasyonda gerçekleştirilmiştir. Boyama çözeltisi pH seviyeleri pH 2, pH 4 ve pH 6 olarak seçilmiş ve pH ayarı için Mellvaine tampon çözeltisi kullanılmıştır. Boyamalar 1:20 flote oranında yapılmış, maksimum boyama sıcaklığı olarak 102°C ve boyama süresi 60 dk olarak seçilmiştir.

Uygulanan mordan miktarı %0,1 olarak düşük bir konsantrasyonda seçilmiştir. Mordan uygulamaları tekstil boyama literatüründe geleneksel olarak bilinen üç yöntem ile yapılmıştır.

Bunlar; ön mordanlama, eş zamanlı mordanlama, ve son mordanlamadır.

Boyama öncesi ve sonrasında çözelti absorpsan değerlerinin ölçümü için 1 ml numuneler alınarak 20 ml'ye seyreltilmiştir. Spektrofotometre cihazı ile alınan absorpsan verileri kaydedilmiştir.

Bulgular kısmında verilen % Boyarmadde Çekimi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Boyarmadde Çekimi} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

burada;

A<sub>0</sub> : Boyama Öncesi Çözelti Absorpsansı

A<sub>1</sub> : Boyama Sonrası Çözelti Absorpsansı

Renk ölçüm sonucu ve değerlendirmesi Kubelka-Munk denkleminde göre renk derinliği (Renk Kuvveti) olarak verilmiştir. Buna göre:

$$K/S = (1 - R_2) / 2R$$

burada;

K : Yüzeyin Işığı Absorblama Katsayısı

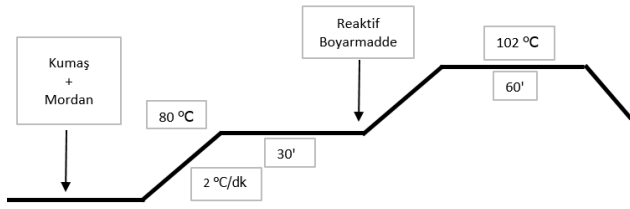
S : Yüzeyin Işığı Saçma Katsayısı

R : λ Dalga boyundaki Kısmi Reflektans (□max)

Absorpsan/transmitans ve reflektans ölçümleri 610 nm maksimum absorpsan dalga boyunda (□max) gerçekleştirilmiş ve sonuçlar kaydedilmiştir.

### 2.2.1. Ön Mordanlama Yöntemi İle Boyama

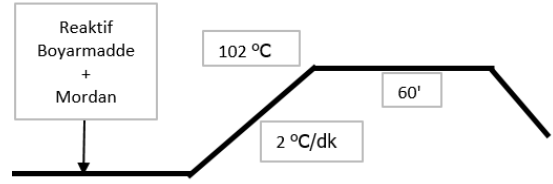
Ön mordanlama yöntemine göre boyama prosesi Şekil 1'de verilmiştir. Boyama banyosunun pH'ı hazırlanan McIlvaine tampon çözeltisi ile boyama öncesinde numune tüplerine eklenerek ölçülen pH değerleri kaydedilmiştir. 80°C' de yarım saat işlem gören mordanlı kumaşların tekrar pH değerleri ölçülerek bu aşamada reaktif boyarmadde eklenmiştir. Boyama öncesi absorpsan değeri olarak boyarmadde ilavesinden sonra boyama banyosundan transmitans ölçümleri yapılmıştır. Proses sonunda boyama sonrası pH değerleri ve absorpsan değerleri aynı seyreltme oranında alınarak ölçülmüştür.



Şekil 1. Ön Mordanlama Prosesi

### 2.2.2. Eş Zamanlı Mordanlama Yöntemi İle Boyama

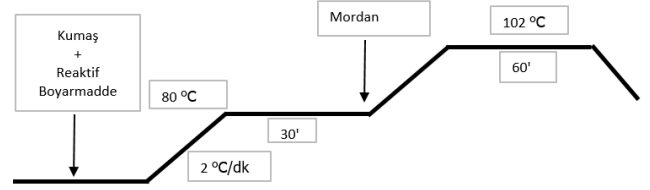
Şekil 2'de verilen eş zamanlı mordanlama yöntemde boyarmadde ve mordan kimyasalı boyama başlangıcında beraber çözeltiye ilave edilmiştir. Her bir numune tüp içinde boyama öncesi pH değerleri alınarak boyama sonrasındaki pH değişimleri ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 2. Eş Zamanlı Mordanlama

### 2.2.3. Son Mordanlama Yöntemi İle Boyama

Son mordanlama yöntemine göre boyama için Şekil 3'teki proses kullanılmıştır. Hazırlanan McIlvaine tampon çözeltisi reaktif boyarmadde ilave edilerek boyama öncesinde 1 ml alınıp 20 ml'ye seyreltilerek absorpsan değerleri kaydedilmiştir. 80°C' de yarım saat işlem gören kumaş boyama makinesinden çıkartılarak tekrar absorpsan değerleri belirlenen oranda seyreltilerek ölçülmüştür. Nylon kumaş üzerinde ilk yarım saatlik sürede boyarmadde çekiminin analizi için yapılan bir uygulamadır. Her bir mordan, pH ve % boyarmadde için bu işlem tekrarlanmıştır. Mordan ilavesinin ardından boyama bitiminde kumaşların absorpsan değerleri boyama sonrası olarak kaydedilmiştir.



Şekil 3. Son Mordanlama Prosesi

Mordansız boyama için Şekil 2'de verilen boyama yöntemi başlangıçta mordan ilavesi yapılmadan kullanılmıştır. Bu yöntem aynı zamanda mordansız olarak nylon kumaşların reaktif boyarmadde ile boyanmasında kullanılan temel boyama yöntemidir (Burkinshaw, 1995; Burkinshaw ve Gangi, 1996a, 1997b; Burkinshaw ve Bide, 2001)

## 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

### 3.1. Araştırma Sonuçları

Nylon kumaşın trifloropirimidin (TFP) reaktif gruba sahip mavi reaktif boyarmadde ile mordan varlığında boyanması, belirtilen üç prosese göre gerçekleştirilmiştir. Boyama öncesi ve sonrası pH ölçümleri yapılmıştır.

Yapılan pH ölçümlerinde pH değerlerinin boyama sonuçlarını etkileyecek kadar sapma göstermediği ve minimum sayısal değişimlerin (yüzdeler basamakta 1-5 arası) ortaya çıktığı tespit edilmiştir.



Şekil 4. %0,5 TFP boya ile ön mordanlama prosesi sonu boyama çözeltileri



Şekil 5. %0,5 TFP boya ile eş zamanlı mordanlama prosesi sonu boyama çözeltileri



Şekil 6. %0,5 TFP boya ile son mordanlama prosesi sonu boyama çözeltileri



Şekil 7. %0,5 TFP boya ile mordansız boyama prosesi sonu boyama çözeltileri

Boyama sonrası elde edilen çözeltilere örnek olarak % 0,5 boyama konsantrasyonu için pH 2, 4 ve 6'da üç farklı proses ve mordan için çözeltilerin görselleri verilmiştir. %0,5 TFP boyama ile ön mordanlama prosesi sonrası boyama banyosunun görseli Şekil 4'te verilmiştir. 1, 2 ve 3 numaralı çözeltilerde sırası ile Alüminyum Potasyum Sülfat (Alum), Demir (II) Sülfat ve Tannik Asit mordanı ile pH 2'de boyama sonucu görselidir. Şekil 4'te belirtilen 4, 5, 6 numaralı boyamalar sırası ile Alüminyum Potasyum Sülfat (Alum), Demir (II) Sülfat ve Tannik Asit mordanı ile pH 4'te boyama sonrası görselidir. Şekil 4'da belirtilen 7, 8, 9 numaralı boyama çözeltileri sırası ile Alüminyum Potasyum Sülfat (Alum), Demir (II) Sülfat ve Tannik Asit mordanı ile pH 6'da boyama sonrası görselidir. Şekil 5 ve 6'da eş zamanlı mordanlama ve son mordanlama yöntemlerinin yukarıdabelirtilen sıra ile çözelti görselleri bulunmaktadır. Şekil 7' de yine pH 2, 4 ve 6 sırasında ama mordansız yapılan boyama sonrası çözelti görselleri verilmiştir. Burada üçer örnekler sırasıyla %0,5, %1 ve %2 boyama konsantrasyonları boyama sonu çözelti örnekleridir (Tablo 10 ve 14).

Tablo 1. %0,5 TFP Boya ile Ön Mordanlama Prosesi, Boyama Öncesi ve Sonrası Absorbans Ölçümleri

Ön Mordanlama Sonrası Absorbans Ölçümleri				
Numune Adı	Dalga Boyu (nm)	Boyama Öncesi Absorbans	Boyama Sonrası Absorbans	% Boya Çekimi
%0,5 TFP, %Alum-pH:2	610	0,2738	0,0559	79,58
%0,5 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:2	610	0,3031	0,0557	81,62
%0,5 TFP, %Tannik Asit-pH:2	610	0,3101	0,0547	82,36
%0,5 TFP, %Alum-pH:4	610	0,3288	0,0598	81,81
%0,5 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:4	610	0,3354	0,0595	82,26
%0,5 TFP %Tannik Asit-pH:4	610	0,3388	0,0587	82,67
%0, TFP %Alum-pH:6	610	0,3328	0,0669	79,90
%0,5 TFP %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:6	610	0,3273	0,0705	78,46
%0,5 TFP %Tannik Asit-pH:6	610	0,3365	0,067	80,09



Tablo 2. %1 TFP Boya ile Ön Mordanlama Prosesi, Boyama Öncesi ve Sonrası Absorbans Ölçümleri

Ön Mordanlama Sonrası Absorbans Ölçümleri				
Numune Adı	Dalga Boyu (nm)	Boyama Öncesi Absorbans	Boyama Sonrası Absorbans	% Boya Çekimi
%1 TFP, %Alum-pH:2	610	0,5766	0,0575	90,03
%1 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:2	610	0,6016	0,0568	90,56
%1 TFP, %Tannik Asit-pH:2	610	0,5708	0,056	90,19
%1 TFP %Alum-pH:4	610	0,6018	0,0586	90,26
%1 TFP %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:4	610	0,5957	0,0589	90,11
%1 TFP %Tannik Asit-pH:4	610	0,6032	0,0601	90,05
%1 TFP %Alum-pH:6	610	0,4811	0,0621	87,09
%1 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:6	610	0,553	0,0735	86,71
%1 TFP, %Tannik Asit-pH:6	610	0,5507	0,0772	85,98

Tablo 3. %2 TFP Boya ile Ön Mordanlama Prosesi, Boyama Öncesi ve Sonrası Absorbans Ölçümleri

Eş Zamanlı Mordanlama Sonrası Absorbans Ölçümleri				
Numune Adı	Dalga Boyu (nm)	Boyama Öncesi Absorbans	Boyama Sonrası Absorbans	% Boya Çekimi
%2 TFP, %Alum-pH:2	610	1,0113	0,0637	93,70
%2 TFP,, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:2	610	1,0423	0,0635	93,91
%2 TFP, %Tannik Asit-pH:2	610	1,0482	0,065	93,80
%2, TFP, %Alum-pH:4	610	1,1073	0,1164	89,49
%2 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:4	610	1,0519	0,1089	89,65
%2 TFP, %Tannik Asit-pH:4	610	0,9128	0,0967	89,41
%2 TFP, %Alum-pH:6	610	1,0431	0,2247	78,46
%2 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:6	610	1,0781	0,2574	76,12
%2 TFP, %Tannik Asit-pH:6	610	1,0696	0,2776	74,05

Tablo 4. %0,5 TFP Boya ile Eş Zamanlı Mordanlama Prosesi, Boyama Öncesi ve Sonrası Absorbans Ölçümleri

Eş Zamanlı Mordanlama Sonrası Absorbans Ölçümleri				
Numune Adı	Dalga Boyu (nm)	Boyama Öncesi Absorbans	Boyama Sonrası Absorbans	% Boya Çekimi
%0,5 TFP, %Alum-pH:2	610	0,2728	0,0674	75,29
%0,5 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:2	610	0,2821	0,0691	75,50
%0,5 TFP, %Tannik Asit-pH:2	610	0,2793	0,0670	76,01
%0,5 TFP, %Alum-pH:4	610	0,2858	0,0684	76,07
%0,5 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:4	610	0,2890	0,0678	76,54
%0,5 TFP %Tannik Asit-pH:4	610	0,2843	0,0677	76,19
%0,5 TFP %Alum-pH:6	610	0,2943	0,0717	75,64
%0,5 TFP %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:6	610	0,2873	0,0711	75,25
%0,5 TFP %Tannik Asit-pH:6	610	0,2963	0,0641	78,37

Tablo 5. %1 TFP Boya ile Eş Zamanlı Mordanlama Prosesi, Boyama Öncesi ve Sonrası Absorbans Ölçümleri

Eş Zamanlı Mordanlama Sonrası Absorbans Ölçümleri				
Numune Adı	Dalga Boyu (nm)	Boyama Öncesi Absorbans	Boyama Sonrası Absorbans	% Boya Çekimi

%1 TFP, %Alum-pH:2	610	0,5094	0,0603	88,16
%1 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:2	610	0,4979	0,0592	88,11
%1 TFP, %Tannik Asit-pH:2	610	0,5051	0,0571	88,69
%1 TFP %Alum-pH:4	610	0,5153	0,0646	87,46
%1 TFP %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:4	610	0,5180	0,0621	88,01
%1 TFP %Tannik Asit-pH:4	610	0,5108	0,0640	87,47
%1 TFP %Alum-pH:6	610	0,4166	0,0811	80,53
%1 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:6	610	0,4213	0,0815	80,66
%1 TFP, %Tannik Asit-pH:6	610	0,4171	0,0872	79,09

Tablo 6. %2 TFP Boya ile Eş Zamanlı Mordanlama Prosesi, Boyama Öncesi ve Sonrası Absorbans Ölçümleri

Eş Zamanlı Mordanlama Sonrası Absorbans Ölçümleri				
Numune Adı	Dalga Boyu (nm)	Boyama Öncesi Absorbans	Boyama Sonrası Absorbans	% Boya Çekimi
%2 TFP, %Alum-pH:2	610	0,7302	0,0678	90,71
%2 TFP,, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:2	610	0,7092	0,0700	90,13
%2 TFP, %Tannik Asit-pH:2	610	0,7308	0,0686	90,61
%2, TFP, %Alum-pH:4	610	0,7671	0,1094	85,74
%2 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:4	610	0,7426	0,1208	83,73
%2 TFP, %Tannik Asit-pH:4	610	0,7659	0,1204	84,28
%2 TFP, %Alum-pH:6	610	0,7879	0,3129	60,29
%2 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:6	610	0,7733	0,3207	58,53
%2 TFP, %Tannik Asit-pH:6	610	0,7288	0,3367	53,80

Tablo 7. %0,5 TFP Boya ile Son Mordanlama Prosesi, Boyama Öncesi ve Sonrası Absorbans Ölçümleri

Son Mordanlama Sonrası Absorbans Ölçümleri						
Numune Adı	Dalga Boyu (nm)	Boyama Öncesi Absorbans	Boyama Öncesi Absorbans	% Boya Çekimi	Boyama Sonrası Absorbans	% Boya Çekimi
%0,5 TFP, %Alum-pH:2	610	0,2564	0,0552	78,47	0,0560	78,16
%0,5 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:2	610	0,2586	0,0550	78,73	0,0546	78,89
%0,5 TFP, %Tannik Asit-pH:2	610	0,2562	0,0535	79,12	0,0548	78,61
%0,5 TFP, %Alum-pH:4	610	0,2725	0,0574	78,94	0,0554	79,67
%0,5 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:4	610	0,2682	0,0580	78,37	0,0549	79,53
%0,5 TFP %Tannik Asit-pH:4	610	0,2659	0,0579	78,22	0,0557	79,05
%0, TFP %Alum-pH:6	610	0,2747	0,1132	58,79	0,0601	78,16
%0,5 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:6	610	0,2717	0,1188	56,28	0,0596	78,06
%0,5 TFP, %Tannik Asit-pH:6	610	0,2693	0,1275	52,66	0,0625	76,79

Tablo 8. %1 TFP Boya ile Son Mordanlama Prosesi, Boyama Öncesi ve Sonrası Absorbans Ölçümleri

Son Mordanlama Sonrası Absorbans Ölçümleri						
Numune Adı	Dalga Boyu (nm)	Boyama Öncesi Absorbans	Boyama Öncesi 2 Absorbans	% Boya Çekimi	Boyama Sonrası Absorbans	% Boya Çekimi
%1 TFP, %Alum-pH:2	610	0,4671	0,0632	86,47	0,0551	88,20
%1 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:2	610	0,4600	0,0608	86,78	0,0554	87,96
%1 TFP, %Tannik Asit-pH:2	610	0,4709	0,0620	86,83	0,0553	88,26

%1 TFP %Alum-pH:4	610	0,4969	0,1144	76,98	0,0581	88,31
%1 TFP %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:4	610	0,5034	0,1223	75,71	0,0572	88,64
%1 TFP %Tannik Asit-pH:4	610	0,5032	0,1217	75,81	0,0581	88,45
%1 TFP %Alum-pH:6	610	0,4733	0,2549	46,14	0,0738	84,41
%1 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:6	610	0,4914	0,3123	36,45	0,0789	83,94
%1 TFP, %Tannik Asit-pH:6	610	0,4854	0,3165	34,80	0,0863	82,22

Tablo 9. %2 TFP Boya ile Son Mordanlama Prosesi, Boyama Öncesi ve Sonrası Absorbans

Son Mordanlama Sonrası Absorbans Ölçümleri						
Numune Adı	Dalga Boyu (nm)	Boyama Öncesi Absorbans	Boyama Öncesi 2 Absorbans	% Boya Çekimi	Boyama Sonrası Absorbans	% Boya Çekimi
%2 TFP, %Alum-pH:2	610	0,8641	0,1321	84,71	0,0685	92,07
%2 TFP,, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:2	610	0,7908	0,1789	77,38	0,0668	91,55
%2 TFP, %Tannik Asit-pH:2	610	0,8314	0,1595	80,82	0,0730	91,22
%2, TFP, %Alum-pH:4	610	0,8337	0,3743	55,10	0,1240	85,13
%2 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:4	610	0,7541	0,4448	41,02	0,1460	80,64
%2 TFP, %Tannik Asit-pH:4	610	0,8818	0,4750	46,13	0,1219	86,18
%2 TFP, %Alum-pH:6	610	0,8822	0,7608	13,76	0,3347	62,06
%2 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:6	610	0,9095	0,7615	16,27	0,3432	62,26
%2 TFP, %Tannik Asit-pH:6	610	0,8992	0,7401	17,69	0,3336	62,90

Tablo 10. Mordansız Boyama Öncesi ve Sonrası Absorbans Ölçümleri

Mordansız Boyama Sonrası Absorbans Ölçümleri				
Numune Adı	Dalga Boyu (nm)	Boyama Öncesi Absorbans	Boyama Sonrası Absorbans	% Boya Çekimi
%0,5TFP -pH:2	610	0,2454	0,0493	79,91
%0,5 TFP -pH:4	610	0,2604	0,0488	81,26
%0,5 TFP -pH:6	610	0,2611	0,0508	80,54
%1 TFP -pH:2	610	0,4711	0,0487	89,66
%1 TFP -pH:4	610	0,4937	0,0502	89,83
%1 TFP -pH:6	610	0,4701	0,0653	86,11
%2 TFP -pH:2	610	0,8934	0,0711	92,04
%2 TFP -pH:4	610	0,8715	0,1043	88,03
%2 TFP -pH:6	610	0,9237	0,2250	75,64

Tablo 11. %0,5 TFP ile Boyanan Kumaşların K/S Değerleri

Numune Adı	Ön Mordanlama Sonrası K/S	Eş Zamanlı Mordanlama Sonrası K/S	Son Mordanlama Sonrası K/S
%0,5 TFP, %Alum-pH:2	0,7812	0,8587	0,8599
%0,5 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:2	0,9125	0,8260	0,9101
%0,5 TFP, %Tannik Asit-pH:2	0,8497	0,8211	0,8969
%0,5 TFP, %Alum-pH:4	0,7240	0,7029	0,7255
%0,5 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:4	0,7360	0,7481	0,7531
%0,5 TFP %Tannik Asit-pH:4	0,8095	0,7345	0,7938
%0, TFP %Alum-pH:6	0,6792	0,6556	0,6481

%0,5 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:6	0,6605	0,6436	0,68171
%0,5 TFP, %Tannik Asit-pH:6	0,6883	0,6641	0,6644

Tablo 12. %1 TFP ile Boyanan Kumaşların K/S Değerleri

Numune Adı	Ön Mordanlama Sonrası K/S	Eş Zamanlı Mordanlama Sonrası K/S	Son Mordanlama Sonrası K/S
%1 TFP, %Alum-pH:2	1,4355	1,3993	1,3067
%1 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:2	1,4259	1,3070	1,3598
%1 TFP, %Tannik Asit-pH:2	1,4125	1,2634	1,3463
%1 TFP %Alum-pH:4	1,2989	1,2069	1,204
%1 TFP %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:4	1,1919	1,2385	1,2157
%1 TFP %Tannik Asit-pH:4	1,2077	1,2532	1,2089
%1 TFP %Alum-pH:6	1,0803	1,0629	1,0597
%1 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:6	1,0713	1,0769	1,0708
%1 TFP, %Tannik Asit-pH:6	1,0945	1,0858	1,0711

Tablo 13. %2 TFP ile Boyanan Kumaşların K/S Değerleri

Numune Adı	Ön Mordanlama Sonrası K/S	Eş Zamanlı Mordanlama Sonrası K/S	Son Mordanlama Sonrası K/S
%2 TFP, %Alum-pH:2	2,3102	2,2268	2,2232
%2 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:2	2,3192	2,2522	2,1596
%2 TFP, %Tannik Asit-pH:2	2,3025	2,2009	2,228
%2, TFP, %Alum-pH:4	2,0134	1,8950	1,9242
%2 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:4	1,9775	1,9639	1,9414
%2 TFP, %Tannik Asit-pH:4	1,9418	1,9307	1,9245
%2 TFP, %Alum-pH:6	1,5777	1,4664	1,4922
%2 TFP, %Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -pH:6	1,5730	1,4457	1,4561
%2 TFP, %Tannik Asit-pH:6	1,5871	1,4424	1,5261

Tablo 14. Mordansız Boyama Sonrası Kumaşların K/S değerleri

Numune Adı	K/S Değerleri
%0,5 TFP-pH:2	0,7867
%0,5 TFP-pH:4	0,7636
%0,5 TFP-pH:6	0,6991
%1 TFP - pH:2	1,3441
%1 TFP -pH:4	1,2801
%1 TFP -pH:6	1,0646
%2 TFP -pH:2	2,3269
%2 TFP -pH:4	1,9636
%2 TFP -pH:6	1,6433

### 3.2. Tartışma

Trifloropirimidin (TFP) reaktif boyarmaddesi ile nylon kumaşın üç farklı proses, mordan ve pH aralığında boyama sonuçları sunulmuştur. Boyama öncesinde pH ayarlanması için McIlvaine tampon çözeltisinden yararlanılmıştır. Boyama öncesi çözeltilerin pH değerleri ölçülerek, mordan ilavesi yapılarak boyama sonrasında da pH ölçümü yapılmıştır. Yapılan ölçümler

sonrasında üç proseste de mordan kullanımına bağlı olarak sonuçları etkileyecek kadar yüksek pH değişimi gözlenmemiştir.

TFP reaktif boyarmaddesi kullanarak yapılan boyamalar sonrasında %0,5 boyarmadde konsantrasyonunda boyama sonuçlarının görselleri paylaşılmıştır. Şekil 4'te ön mordanlama sonrası boyama görsellerine bakıldığında pH 6 ile yapılan boyama sonrası, çözeltide kalan absorbe olmamış boyarmadde olduğu görülmektedir. Şekil 5'te %0,5 boyarmadde ile yapılan boyama görsellerine bakıldığında pH 2 ve pH 4'te boyarmadde çekiminin



olduğu, pH 6'da ise boyarmadde çekiminin ön mordanlama prosesine göre daha iyi olduğu gözlenmiştir. Şekil 6'da %0,5 boyarmadde konsantrasyonu ile son mordanlama prosesinde boyama yapılmıştır. Boyama sonrası çözeltilere bakıldığında pH 6'da yapılan boyamalarda, boyarmadde çekimlerinin yeterli olmadığı görülmüştür. Mordansız boyama sonuçlarına bakıldığında %0,5, %1 ve %2 boyama oranlarında yine pH 6'da boyarmadde çekiminin yeterli olmadığı gözlenmiştir ( Şekil 7). Şekil 4-6'da %0,5 boyama konsantrasyonu için verilen görsellere benzer şekilde %1 ve %2 boyama konsantrasyonları için sonuçlar elde edilmiştir.

Boyama öncesi ve sonrası absorbans değerleri incelendiğinde %0,5'lik boyarmadde ile boyama sonrasında pH 2 ve 4'te ön mordanlama prosesi ile yapılan boyamalarda, boyarmadde çekiminin fazla olduğu görülmektedir (Tablo 1, Tablo 4, Tablo 7). Boyama sonrası absorbans değerleri incelendiğinde %1'lik boyarmadde konsantrasyonunda yapılan boyamalarda ön mordanlama ile pH 2 ve 4'te yapılan boyamaların daha yüksek boyarmadde çekimi elde edildiği görülmüştür (Tablo 2, Tablo 5, Tablo 8). %2'lik boyarmadde konsantrasyonunda yapılan boyamalarda ön mordanlama ile pH 2'de yapılan boyamaların absorbans değerlerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Tablo 3, Tablo 6, Tablo 9).

Boyama işlemi tamamlanan nylon kumaşların renk ölçümleri reflektans spektrofotometresinde ölçülmüştür. Bu ölçümler sonucunda K/S renk derinliği değerleri elde edilmiştir. K/S değerleri arttıkça görsel renk koyuluğu ve renk derinliği artmaktadır. Yapılan ölçümler sonrasında %0,5'lik boyama ile ön mordanlama prosesinde daha yüksek renk derinliği (K/S) elde edilmiştir (Tablo 11). %1'lik boyama yapılan kumaşlarda K/S değerlerine bakıldığında ön mordanlama prosesinde daha yüksek renk derinliği elde edildiği gözlenmiştir (Tablo 12). %2'lik boyarmadde oranında yapılan boyamalarda, kumaşların renk derinliği incelendiğinde ön mordanlama ve eş zamanlı mordanlama prosesi sonrasında kumaşların renk derinliklerinin birbirine yakın olduğu gözlenmiştir (Tablo 13).

TFP reaktif grubuna sahip boyarmadde ile mordansız yapılan boyamalar Tablo 10'da verilmiştir. Mordansız ve mordanlı boyamalarda, boyarmadde yüzdeleri dikkate alındığında mordanlama işleminin boyarmadde çekimini arttırdığı gözlenmiştir. Geleneksel literatürde verilen üç mordanlama yöntemi arasında son mordanlama öne çıkıyor olmasına rağmen bu deneysel çalışmada ön mordanlama ve eş zamanlı mordanlama ile daha iyi renklendirmeler elde edilmiştir.

## 4. Sonuç

Uygulanan üç farklı proses ile nylon kumaşların trifloropirimidin fonksiyonel grubuna sahip mavi reaktif boyarmadde ile boyanması incelenmiştir. Üç farklı pH, proses ve mordan varlığında yapılan çalışmada, mordan kullanımının boyarmadde çekimini arttırdığı gözlenmiştir. Boyama yapılan pH aralıklarına bakıldığında, pH 6'da yapılan boyama sonuçlarında iyi bir fiksasyon gözlenememiştir. Ayrıca kumaşların K/S değerleri dikkate alındığında pH 6 ile yapılan boyamalarda yeterli renk derinliği sağlanamamıştır. En iyi boyama sonuçları genel olarak pH 2 ve 4'te ve Alüminyum Potasyum Sülfat mordanının kullanımında elde edilmiştir. Diğer pH değerleri ile karşılaştırıldığında pH 4'te elde edilen daha iyi renk derinliği (Renk Kuvveti) değerleri Burkinshaw ve Ganghi ([3] – [5]), Soleimani-Gorgani ve Taylor ([8] – [10]) ve Burkinshaw ve ark. [11] çalışmalarında verilen deneysel sonuçlarla uyumludur. e-ISSN: 2148-2683

Bununla beraber literatürdeki çalışmalardan farklı olarak uygulanan pH ve uygulanan yüzde boyarmadde miktarına bağlı olarak fiksasyon değerlerinin geleneksel uygulamalarda elde edilen sonuçlardan farklı olduğu saptanmıştır. Mordan varlığında daha yüksek boyarmadde konsantrasyonunda daha yüksek fiksasyon eldesi yeni bir sonuçtur. Özellikle mordan olarak Tannik Asit harici mordanların kullanılması yeni bir çalışma örneğidir ve yapılan çalışmalar burada verilen deneysel çalışma şartları altında Potasyum Alüminyum Sülfat (Alum) kullanımının daha iyi renk derinliği verebileceğini göstermiştir. Boyama literatüründe geleneksel mordanlama yöntemleri içinde en iyi sonuçların son mordanlama ile elde edilmekte olduğu bilgisine rağmen, yapılan bu deneysel çalışma için en iyi renklendirme değerleri ön mordanlama ve eş zamanlı mordanlamada elde edilmiştir. Tüm sonuçlara bakıldığında nylonun reaktif boyarmaddeler ile boyanmasında yeni yöntemlerin gelişmesi ile yüksek boyarmadde çekimi sağlanması, farklı uygulamaların tekstil sektöründe kullanılmasında yol açacaktır. Bu bulgulara göre nylon kumaşların TFP reaktif boyarmadde ile boyanmasında en iyi boyama değerleri Potasyum Alüminyum Sülfat (Alum) mordanı kullanımı ile pH 2 ve 4'te ön mordanlama ve eş zamanlı mordanlama ile elde edilebilir.

## 5. Teşekkür

Bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. (Proje No: FYL-2021-332).

## Kaynakça

- Burkinshaw, S.M. (1995). 2. Nylon. In Chemical Principles of Synthetic Fibre dyeing. pp. 77-80. Glasgow: Blackie Academic & Professional.
- Burkinshaw S.M., Ganghi K. (1996). The Dyeing of Conventional Decitex and Microfibre Nylon 6,6 with Reactive Dyes-I. Chlorodifluoropyrimidinyl Dyes. Dyes and Pigments, 32 (2), 101-127.
- Burkinshaw S.M., Ganghi K. (1997a). The Dyeing of Conventional and and Microfibre Nylon 6,6 with Reactive Dyes. Part 2.  $\alpha$ -Bromoacrylamido Dyes. Dyes and Pigments, 33 (4), 259-280.
- Burkinshaw S.M., Ganghi K. (1997b). The Dyeing of Conventional and and Microfibre Nylon 6,6 with Reactive Dyes-3. Vinyl Sulphone and Chlortriazine Dyes. Dyes and Pigments, 34 (3), 243-253.
- Burkinshaw S.M., Son Y-A, Bide M.J. (2001). The Application of Heterobifunctional Reactive Dyes to Nylon 6,6: Process Modifications to Achieve High Efficiencies. Dyes and Pigments, 48, 245-251.
- El-Gabry L.K., El-Zawary M.M. (2008). Effect of Tannic Acid on the Dyeing Process of Nylon 6 Fabric with a Cationic Dye. Research Journal of Textile and Apparel, 12 (4), 21-30.
- Lewis D.M., MacDangall W.C. (1998). Dyeing Nylon 6,6 with Vinylsulfone reactive Dyes. Textile Chemist and Colorist, 30 (5), 31-35.
- Rys P., Zollinger H. (1989). Reactive Dye-Fibre Systems. In The Theory of Coloration of Textiles. 2nd Edition, ed. A. Johnson, pp. 428-431. Bradford: Society of Dyers and Colourists.
- Soleimani-Gorgani A., Taylor J.A. (2006a). Dyeing of Nylon with Reactive Dyes. Part 1. The Effect of Changes in Dye Structure on the Dyeing of Nylon with Reactive Dyes. Dyes and Pigments, 68, 109-117.

- Soleimani-Gorgani A., Taylor J.A. (2006b). Dyeing of Nylon with Reactive Dyes. Part 2. The Effect of Changes in Level of Dye Sulphonation on the Dyeing of Nylon with Reactive Dyes. *Dyes and Pigments*, 68, 119-127.
- Soleimani-Gorgani A., Taylor J.A. (2008). Dyeing of Nylon with Reactive Dyes. Part 2. Cationic Reactive Dyes for Nylon. *Dyes and Pigments*, 76, 610-623.
- Sumithra M., Arasi D. (2014). A Novel Method of Dyeing Nylon 6,6 with Cold Brand Reactive Dyes and Assessment of its Fastness Properties. *Journal of Textile Science and Engineering*, S2:002, doi:10.4172/2165-8064.S2-002.