

**META ARAMİD KUMAŞIN BOYANMASI,
HASLIK YÖNÜNDEN ELYAF BOYALI META
ARAMİD KUMAŞLARLA KARŞILAŞTIRILMASI**

Serdar TUNÇ

Yüksek Lisans Tezi

**Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Özer GÖKTEPE**

2012

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

META ARAMİD KUMAŞIN BOYANMASI, HASLIK YÖNÜNDEN ELYAF BOYALI
META ARAMİD KUMAŞLARLA KARŞILAŞTIRILMASI

Serdar TUNÇ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. Özer GÖKTEPE

TEKİRDAĞ-2012

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Özer GÖKTEPE danışmanlığında, Serdar TUNÇ tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Özer GÖKTEPE

İmza :

Üye : Prof. Dr. Nevin Çiğdem GÜRSOY

İmza :

Üye : Doç. Dr. Rıza ATAV

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

META ARAMİD KUMAŞIN BOYANMASI, HASLIK YÖNÜNDE ELYAF BOYALI META ARAMİD KUMAŞLARLA KARŞILAŞTIRILMASI

Serdar TUNÇ

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Özer GÖKTEPE

Aramidlerin atmosferik ortamda alevli yanma göstermemesi, yüksek kopma ve abrasyon dayanımlarının olması, organik çözeltilere karşı dayanıklı oluşları, alev maruz kaldıklarında erimeyip parçalanması, asit ve tuzlara karşı dayanıklı oluşlarından ötürü günümüzde kullanım oranları artmaktadır. Aramidler askeri, spor, itfaiye, endüstri, uçak sanayi, balistik koruma gibi bir çok alanda kullanılmaktadır. Farklı sektörlerde kullanımlarının artması farklı renk isteklerinde oluşmasına sebep olmuştur. Elyaf boyalı aramidlerin renk adetlerinin sınırlı oluşu ve elyaf boyalı aramidlerin elyaf boyasız aramidlere göre daha pahalı oluşlarından ötürü kumaş halinde aramidlerin boyanmasının önemi artmıştır. Aramidlerin camsı geçiş noktalarının yüksek oluşu ve boyarmaddelerle bağ yapabilen gruplarının olmayışı kumaş ya da iplik halinde boyanmasını güçleştirmiştir. Bu çalışmada elyaf boyasız aramid kumaş için haslık ve boya verimliliği yönünden optimum boyama reçetesi geliştirilmiş ve elyaf boyalı aramid kumaşlar ile karşılaştırılmıştır. Aramidlerin boyanmasında katyonik ve dispers boyarmaddeler kullanılmış, sıcaklık, ph, süre, ön işlem, elektrolit, bitim işlemi ve keriyerlerin boyama verimliliğine, ışık, yıkama, asidik ter, bazik ter ve sürtme haslıklarına olan etkilerine bakılmış elyaf boyalı kumaşlar ile kıyaslanmıştır.

Anahtar kelimeler: Aramid, katyonik boyama, benzil alkol, keriyer boyama

2012 , 66 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

**DYEING META ARAMID FABRIC, FASTNESS COMPARISON OF DYED METAD
ARAMID FABRIC AND DOPE DYED META ARAMID**

Serdar TUNÇ

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Textile Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Özer GÖKTEPE

Aramids are utilized at increasing rates due to their fire-resistant properties at atmospheric conditions, coupled with high tensile strength, abrasion resistance, organic solvents resistance and no melt disintegration when exposed to flame. Aramids are therefore used in many areas such as military, sports, fire fighting, law enforcement, aircraft industries and ballistic protection. The demand for a variety of colours at different end-uses have caused an increasing demand for custom colours and special colours because dope dyed aramid has a very limited colour range available for various end-uses and high cost production. Meta-Aramid has got high glass transition values and no bond groups with the dyestuffs which make them difficult to dye as a fabric or yarn. In this study we developed optimal recipes and compared dyeing efficiency and colour fastnesses with fabrics based on dope dyed aramid yarns. Cationic and disperse dyes are used for dyeing aramid while controlling temperature, pH, dyeing time, pre-treatment, electrolytes, finishing and carriers for best dyeing efficiency and colour fastness of light, rubbing, washing perspiration (acidic-basic) and thus compared with aramid fabrics on basis of dope dyed aramid yarns.

Keywords : Aramid, cationic dyeing, benzyl alcohol, carrier dyeing

2012 , 66 pages

TEŞEKKÜRLER

Yüksek Lisans eğitimimin her aşamasında desteğini esirgemeyen, bilgi birikimini, tecrübesini ve değerli zamanını benimle paylaşan, tezin düzenlenmesinde ve değerlendirilmesinde her türlü katkıda bulunan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Özer GÖKTEPE'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Tezde kullanılan aramid kumaşların tedarikinde, kumaşların boyanması ve testlerinde her türlü destekte bulunan Öztek Tekstil firması çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Tezde kullandığım boyarmaddelerin tedarikinde yardımcı olan Huntsman ve Dystar firmalarına, yine kimyasal malzeme tedarikinde yardımcı olan Bozetto firmasından Ayhan ERTEN'e teşekkür ederim.

Tüm çalışmam boyunca maddi manevi desteklerini benden esirgemeyen ve her zaman yanımda olan eşim Sibel TUNÇ'a, kızım Tusem TUNÇ'a ve kardeşim Onur TUNÇ'a sonsuz teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-----------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | ii |
| İÇİNDEKİLER | iv |
| ŞEKİL DİZİNİ..... | vi |
| TABLO DİZİNİ..... | viii |
| ÇİZELGE DİZİNİ..... | ix |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ | 3 |
| 2.1 ARAMİDLERİN TARİHİ | 3 |
| 2.2 ARAMİDLERİN KULLANIM ALANLARI | 4 |
| 2.3 ARAMİDLERİN TİPLERİ | 6 |
| 2.4 PARA ARAMİD LİFLERİ..... | 6 |
| 2.5 META ARAMİD LİFLER | 10 |
| 2.5.1 Meta Aramidin Polimerizasyonun Temelleri | 12 |
| 2.5.2 Reaksiyon Mekanizması..... | 13 |
| 2.6 ARAMİDLERİN BOYAMA MEKANİZMASI..... | 18 |
| 2.7 ARAMİDLERİN BOYANMASINDA KULLANILAN BOYARMADDELER | 22 |
| 2.7.1 Katyonik Boyarmaddeler ve Özellikleri..... | 22 |
| 2.7.2 Dispers Boyarmaddeler ve Özellikleri | 22 |
| 2.8 ARAMİDLERİN BOYANMASINDA KULLANILAN BOYAMA MAKİNELERİ | 24 |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM | 28 |
| 3.1 MATERYAL | 28 |
| 3.1.1 Kimyasal ve Yardımcı Maddeler | 28 |
| 3.1.2 Kumaş..... | 29 |
| 3.1.3 Su..... | 29 |
| 3.1.4 Cihaz Ve Makineler | 30 |
| 3.1.5 Değerlendirmede Kullanılan Test Yöntemleri..... | 30 |
| 3.1.5.1 Renk Ölçümü | 30 |
| 3.1.5.2 Ter Haslığının Ölçülmesi..... | 31 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1.5.3 Yıkamaya Karşı Renk Haslığının Ölçülmesi..... | 31 |
| 3.1.5.4 Işığa Karşı Renk Haslığının Ölçülmesi | 32 |
| 3.1.5.5 Kuru ve Yaş Sürtünmeye Karşı Renk Haslığının Ölçülmesi..... | 32 |
| 3.2 YÖNTEM..... | 32 |
| 3.2.1 Keriyerin Etkisinin İncelenmesi | 32 |
| 3.2.2 Keriyer Konsantrasyon Değişiminin Etkisinin İncelenmesi..... | 34 |
| 3.2.3 Elektrolitin Etkisinin İncelenmesi..... | 37 |
| 3.2.4 Sıcaklığın Etkisinin İncelenmesi..... | 39 |
| 3.2.5 Boyarmaddelerin Etkisinin İncelenmesi..... | 41 |
| 3.2.6 Süre Etkisinin İncelenmesi | 44 |
| 3.2.7 pH'ın Etkisinin İncelenmesi | 46 |
| 3.2.8 Boyama Ön İşlemin Etkisinin İncelenmesi | 49 |
| 3.2.9 Boyama Sonrası Redüktif Yıkama İşlemin Etkisinin İncelenmesi..... | 49 |
| 3.2.10 Bitim İşleminin Etkisinin İncelenmesi | 50 |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA | 51 |
| 4.1 KERİYERİN ETKİSİ..... | 51 |
| 4.2 KERİYER KONSANTRASYON DEĞİŞİMİNİN ETKİSİ | 51 |
| 4.3 ELEKTROLİTİN ETKİSİ | 53 |
| 4.4 SICAKLIĞIN ETKİSİ..... | 53 |
| 4.5 BOYARMADDELERİN ETKİSİ | 54 |
| 4.6 SÜRENİN ETKİSİ | 56 |
| 4.7 pH'IN ETKİSİ | 56 |
| 4.8 BOYAMA ÖN İŞLEMİNİN ETKİSİ | 57 |
| 4.9 BOYAMA SONRASI REDÜKTİF İŞLEMİNİN ETKİSİ | 58 |
| 4.10 BİTİM İŞLEMİN ETKİSİ | 59 |
| 5. SONUÇ | 61 |
| 6. KAYNAKLAR | 63 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 66 |

ŞEKİL DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Şekil 1: Para Aramid lifinin formüle yazılışı | 7 |
| Şekil 2: Sıvı kristalin çözeltilinin şematik gösterimi | 8 |
| Şekil 3: Kuru jet-yaş lif çekim yönteminde sıvı kristalin çözeltilisinden lif çekiminin şematik gösterimi | 9 |
| Şekil 4: Nomex, Aramid elyafının sentezlenmesi | 11 |
| Şekil 5: M-fenilen diamin eldesi..... | 12 |
| Şekil 6: M-fenilen diamin eldesi..... | 12 |
| Şekil 7: İsoftaloklorit eldesi | 12 |
| Şekil 8: Meta Aramidin Polimerizasyon Reaksiyonu..... | 13 |
| Şekil 9: Meta Aramid kondenzasyon polimerlerinin oluşması | 13 |
| Şekil 10: Aromatik ve alifatik poliamidlerin Kondenzasyon reaksiyonu | 13 |
| Şekil 11: Geçici Kompleks amid bağı ve kuarter amonyum tuzu oluşumu reaksiyonları | 14 |
| Şekil 12: Dispers boyarmaddelerin A-D grupları ile sınıflandırılması..... | 23 |
| Şekil 13: HT Levent Boyama Makinesi Görüntüsü..... | 25 |
| Şekil 14: HT Levent Boyama Makinesi Şematik Görüntüsü | 26 |
| Şekil 15: HT Jigger Boyama Makinesi Görüntüsü | 27 |
| Şekil 16: CIELAB renk sistemi | 30 |
| Şekil 17: Keriyerin Aramid boyanmasına etkisini incelemek için kullanılan aramid boyama prosesi..... | 33 |
| Şekil 18: Keriyer konsantrasyon değişiminin aramid boyanmasına etkisini incelemek için kullanılan aramid boyama prosesi..... | 35 |
| Şekil 19: Elektrolit olarak kullanılan Sodyum Nitrat'ın aramid boyamasına etkisini incelemek için kullanılan aramid boyama prosesi..... | 37 |
| Şekil 20: Sıcaklığın aramid boyanmasına etkisini incelemek için 130°C'de yapılan aramid boyama prosesi..... | 39 |
| Şekil 21: Sıcaklığın aramid boyanmasına etkisini incelemek için 120°C'de yapılan aramid boyama prosesi..... | 40 |
| Şekil 22: Sıcaklığın aramid boyanmasına etkisini incelemek için 110°C'de yapılan aramid boyama prosesi..... | 40 |
| Şekil 23: Boyarmaddelerin aramid boyanmasına etkisini incelemek için yapılan aramid boyama prosesi..... | 41 |

| | |
|---|----|
| Şekil 24: Süresinin aramid boyanmasına etkisini incelemek için 30 dakika boyama süresi ile yapılan aramid boyama prosesi..... | 44 |
| Şekil 25: Süresinin aramid boyanmasına etkisini incelemek için 60 dakika boyama süresi ile yapılan aramid boyama prosesi..... | 45 |
| Şekil 26: Süresinin aramid boyanmasına etkisini incelemek için 90 dakika boyama süresi ile yapılan aramid boyama prosesi..... | 46 |
| Şekil 27: pH'ın aramid boyanmasına etkisini incelemek yapılan aramid boyama prosesi..... | 47 |

TABLO DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Tablo 1: Aramid elyafının gelişim tarihi..... | 4 |
| Tablo 2: Meta Aramid ve Para Aramid elyafın özelliklerinin karşılaştırılması | 16 |
| Tablo 3: Ham boyanmamış aramid kumaşın özellikleri | 29 |
| Tablo 4: Elyaf boyalı aramid kumaşların özellikleri | 29 |
| Tablo 5: Farklı Keriyer malzemeler kullanılarak meta aramid kumaşın boyanması ile elde edilen renk haslığı ve renk verimliliği sonuçları | 51 |
| Tablo 6: Farklı konsantrasyonda keriyer kullanılarak meta aramid kumaşın boyanması ile elde edilen renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları | 52 |
| Tablo 7: Farklı konsantrasyonda Sodyum Nitrat kullanılarak meta aramid kumaşın boyanması ile elde edilen renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları..... | 53 |
| Tablo 8: Farklı boyama sıcaklıklarında meta aramid kumaşın boyanması ile elde edilen renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları | 54 |
| Tablo 9: Farklı boyarmaddeler kullanılarak meta aramid kumaşın boyanması ile elde edilen renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları | 55 |
| Tablo 10: Farklı boyama süresi kullanılarak meta aramid kumaşın boyanması ile elde edilen renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları | 56 |
| Tablo 11: Farklı Asit ve pH kullanılarak meta aramid kumaşın boyanması ile elde edilen renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları | 57 |
| Tablo 12: Farklı boyama ön işlemleri ile boyanan meta aramid kumaşın renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları..... | 58 |
| Tablo 13: Boyama ard işlemi yapılmamış meta aramid kumaşın renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları | 59 |
| Tablo 14: Bitim işlemi yapılmış meta aramid kumaşın renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları | 59 |

ÇİZELGE DİZİNİ

| | |
|--------------------------------------|---|
| Çizelge 1: Twaron üretim süreci..... | 7 |
|--------------------------------------|---|

1. GİRİŞ

Aramid elyafın günümüzde önemi giderek artmaktadır. Aramidlerin LOI(limiting oxygen index) değerinin yüksek oluşlarından dolayı atmosferik ortamda alevli yanma davranışı göstermezler. Aramid liflerinin, Para aramid ve Meta aramid olmak üzere bilinen iki tipi vardır. Aromatik halkanın bağlantı şekline göre meta aramid veya para aramid adlarını alırlar. Aromatik zincir halkalı yapıları sebebiyle mukavemetleri ticari olarak satılan polyester, naylon gibi sentetik elyaflara göre çok yüksektir. Bu sebeplerle aramidlerin askeri alanda, endüstriyel alanda, itfaiye kıyafetlerinde, hastane tekstillerinde, spor alanında, uçak tekstillerinde, sinemalarda, işçi kıyafetlerinde kullanımı giderek artmaktadır. Aramidlerin farklı alanlarda kullanımının artması renklendirme ve farklı renklere ihtiyaç duyulmasının artmasına neden olmuştur. Askeri alanda haki renk; endüstriyel alanda turuncu ve lacivert; itfaiye kıyafetlerinde kırmızı ve lacivert; hastane tekstillerinde yeşil ve mavi; spor tekstillerinde siyah, kırmızı; uçak tekstillerinde mavi, siyah ve bej renk; sinemalarda kırmızı, siyah ve lacivert; işçi kıyafetlerinde lacivert ve turuncu renkler büyük oranda tercih edilmektedir. Kullanım alanlarına göre aramid kumaşlarından farklı haslık ve performans değerleri istenmektedir. Meta Aramid elyafı ticari olarak piyasaya ilk çıktığı 1960'li yıllarda sınırlı sayıda renk gamı mevcut idi ve sadece elyaf boyalı olarak üretiliyordu. Yapılan çalışmalar sonrası meta aramid elyaftan üretilmiş iplik ya da kumaşların da boyanabilmesi sağlanılmıştır.

Meta aramidler kumaş ya da iplik formunda boyanabilmeleri ile son kullanıcının istediği renklerin üretilebilirliği sağlanmıştır. Elyaf boyalı meta aramidlerin renk gamının sınırlı oluşu, yeni renklerin oluşturulması zahmetli ve pahalı oluşu kumaş ya da iplik formunda meta aramidlerin boyanmasının günümüzde önemini büyük ölçüde artırmıştır. Ayrıca kumaş ya da iplik formunda boyama maliyetlerinin elyaf boyalı meta aramidlere oranla çok daha düşük oluşu kumaş ya da iplik halinde boyanmış aramidlere olan talebi artırmıştır. Kumaş ya da iplik formunda boyanan aramid kumaşların avantajları yanında elyaf boyalı aramidlere oranla bazı dezavantajları vardır. Bunlar kumaş ya da iplik formunda boyanan meta aramid kumaşların ışık haslığı, sürtme haslığı ve yıkama haslıklarının düşük oluşudur. Bu çalışmanın amacı kumaş formunda meta aramid kumaşların boyanabilmesi ve ışık haslığı, sürtme haslığı, yıkama ve diğer renk haslıklarını artırmak için optimum boyama prosesini oluşturmaktır. Elyaf boyalı meta aramid kumaş ile bu çalışmayla geliştirilmiş boyama prosesine uygun boyanmış kumaş boyalı aramid kumaşlar haslık yönünden karşılaştırılacaktır. İki farklı kumaş ışık haslığı, ter haslığı, sürtme haslığı ve yıkama haslığı yönünden karşılaştırılarak

değerlendirilecektir. Boyama sıcaklığı, boyama süresi, flotte pH'ı, kullanılan yardımcı kimyasalların oranlarını değiştirerek optimum boyama prosesi oluşturulacaktır. Kumaş boyalı meta aramid kumaşların haslık değerlerinin kullanıcı isteklerini karşılar seviyede olması sağlanarak kumaş boyalı meta aramidlerin kullanım oranının artırılması hedeflenmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Aramid terimi “aromatic polyamide” in kısaltılmışıdır. Aramid lifler yüksek performanslı yapay sentetik elyafdır. Aramidlerin molekülleri, polimer zincirlerin güçlü hidrojen bağları ile bağlanarak oluşmuştur. Aramidler düşük yoğunluk ve yüksek dayanıma sahiptir. Aromatik yapı zincirinin katılığını artırdığı için erimezler. Bu yüzden aramidler çözültiden elde edilirler. Organik kimyada ‘aromatik’ kelimesi benzen ve benzene yapısal olarak benzeyen bileşikler için kullanılmaktadır(Ozcan 2010).

Aramidin kimyasal yapısı, amid (-CO-NH-) linklerinin minimum %85'i doğrudan iki aromatik halka arasına bağlanmış sentetik poliamid şeklindedir. Moleküler yapısı hemen hemen tamamen trans yapıda olduğundan ve cis yapıya dönmesi mümkün olmadığından, aramid lifin spesifik çekme mukavemeti çelikten yaklaşık 5 kat daha fazladır (Anonim 2005). Aramidler uzun zincirli polimerlerdir, aramidin moleküler yapısında altı karbon atomu birbirine hidrojen atomu ile bağlanmışlardır. Yüksek düzeyde yönlendirilmiş olan bu polimer, düşük yoğunluk ile yüksek modül ve yüksek düzeyde yapışma özelliği ile yüksek mukavemet/ağırlık oranını üründe bir araya getirmektedir. Mukavemet ve modül değerlerinin yanı sıra, liflerin kolaylıkla ıslatılabilmesi ve üründe darbe dayanımı özellikleri dolayısı ile yaygın olarak kullanılan reçinelerin çoğunluğu ile kullanılabilir. Aramid elyafının negatif ısıl genleşme katsayısından dolayı, ısıl yayılmanın önem taşıdığı ortamlarda fayda sağlamaktadır (Ozcan 2010).

2.1 Aramidlerin Tarihi

Aramid elyafın oluşturulması aramidlerin çok zor çözünmesinden dolayı uzun bir zaman almıştır. Bu nedenle üretimde bir çözültisini oluşturmak imkansızdır, 500 °C'nin altında erimezler. Aromatik polyamidlerin geliştirilmesi lyotropik sıvı kristal aramidlerin bulunması ile sağlanmıştır. Kwolek, bir Dupont araştırmacı bilim adamı ilk yüksek molekül ağırlıklı lyotropik aramidleri hazırladı. Yüksek moleküler ağırlıkta rijit zincir poli(p-benzamid) ve sınırlı kristalinite ile amid tuzu solventi içerisindeki polimerlerin çözünmesini desteklemek için sentezleme yaptı. Bu buluş anistropik çözülti içerisinde yeni bir elyafın çekim prosesinin gelişmesini sağlamıştır. Böylelikle Kevlar ticarileştirilmiştir. Birçok aromatik polyamid bileşimleri ve birçok ticari aramid liflerin gelişmesi bunu izlemiştir. Dupont dünyanın lider aramid üreticisidir. Pazarın üçte ikilik bölümünü kapsar. Teijin Ltd. Japonya ikinci büyük üreticidir. Diğer üreticiler ise Kolon Kore, Rhone-Poulenc (Kermel) Fransa, Toray

Endüstrileri Inc. Japonya, Akzo Nobel NV Hollanda, Newstar Çin, Hyosung Kore'dir (Jassal ve Ghosh 2002). Tablo 1'de yıllara göre aramidlerin gelişim tarihi görülmektedir.

Tablo 1: Aramid elyafının gelişim tarihi (Jassal ve Ghosh 2002).

| Yıl | Olay | Üretici | Temel Polimer |
|--|---|---|---|
| 1938 | Naylonun ticarileştirilmesi | | |
| 1962 | Nomex elyafının geliştirilmesi | Dupont | MPD-I |
| 1965 | P.F.Flory tarafından Anistropik polimerin bulunması | | |
| 1970 | Hava boşluklu çekimin geliştirilmesi | | |
| 1971 | B-elyafının tanıtılması | Dupont | PBA PPD-T |
| 1972 | Teijin Conexin geliştirilmesi Kevlar'ın ticarileştirilmesi Twaronun geliştirilmesi Kermel'in geliştirilmesi Fenilon'un geliştirilmesi | Teijin Japonya Dupont Akzo BF, Hollanda Rhone-Poulenc, Fransa Rusya | MPD-I PPD-T PPD-T MPD-I MPD-I |
| 1976 | SVM elyafının geliştirilmesi | Rusya | Polihetero arilen |
| 1978 | Arenka aramid elyafının geliştirilmesi | | |
| 1987 | HMO-50 (Technoro) elyafın geliştirilmesi | Teijin Japonya | |
| 1988 | Twaronun ticarileştirilmesi PBO-HM'nin geliştirilmesi | Toyobo Japonya Toyobo Japonya | |
| 1996 | Trevar'ın geliştirilmesi | Hoechst, Almanya | |
| 1997 | Yeni teknoloji ile Kevlar 49 HS nin geliştirilmesi | Dupont | |
| 1998 | Armos'un geliştirilmesi | Rusya | p-aromatik hidrosiklik kopoliamid |
| MPD-I: Poli(m-fenilen isoftalamid) PBA: Poli(p-benzamid) PPD-T: Poli(p-fenilen tereftalamid) | | | |

2.2 Aramidlerin Kullanım Alanları

Aramidin mükemmel fiziksel ve termal özelliklerinin olmasından dolayı geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.

Termal koruyucu Kıyafetler:

Hem tekstil hem de termal özelliklerinin meta aramid elyafında mevcut olması termal koruyucu kıyafetlerde kullanılmasını artırmıştır. Ayrıca alev veya elektrik ark patlaması riski olan yerlerde kullanılmaktadır (Techincal Guide for Nomex Brand Fiber 2001).

Endüstriyel Uygulamalar:

İş sağlığı ve güvenliği yönetim kuralları, ASTM, Özel koruyucu standartları güç tutuşur kıyafetlerin benimsenmesinde önemli rol oynamıştır. İşçi kıyafetleri kullanıcıyı alevden, elektrik arkından koruyucu bir bariyer olmaktadır(Tutterow 2008). Ek olarak şort, pantolon, tulum, kazak, yağmurluk ve soğuk iklim elbisesi, parka olarak endüstride kullanılmaktadır. Yine izolasyon malzemelerinin içerisinde meta aramid ve karışımları kullanılmaktadır (Techincal Guide for Nomex Brand Fiber 2001).

Askeri Uygulamalarda:

Nomex elyafının diğer tekstil lifleri gibi renklendirilebilir olması ve ışık haslıklarının yeterli seviyede olmasının yanında yanmaz özellikte ve abrasyon dayanımlarının yüksek oluşu askeri alanda da kullanımı kabul görmüştür. Özellikle uçuş tulumu, tankçı kıyafeti, gemici kıyafetlerinde kullanımı vardır bunun yanı sıra molotof kokteyl gibi saldırılardan korunma amacıyla polis kıyafetlerinde, eldiven, iç giyimde de kullanımı vardır (Richard 2005).

İtfaiye Uygulamalarında:

Dünyada itfaiye koruyucu elbiselerinde meta aramid ve para aramid karışımı kumaşlar kullanılmaktadır. Bu durum aramidlerin doğal olarak termal koruma özelliğine sahip olmasından ötürüdür. İtfaiye kıyafetlerinin yanında, itfaiye aksesuarlarında, bere, bot ve eldivende meta aramid ve karışımları kullanılmaktadır. Yine itfaiye kıyafetlerinin dikiminde dikiş ipliği olarak Kevlar ve Nomex kullanılmaktadır. Çok katmanlı itfaiye kıyafetlerinde nem bariyeri ve ısı katmanı olarak nonwovendan, iç astar olarak dokuma ya da örgüden imal edilmiş meta aramid ve karışım elyafları kullanılmaktadır (Techincal Guide for Nomex Brand Fiber 2001).

Sporcu Kıyafetlerinde:

Yarış arabası kıyafeti giyen sürücülerin giydiği kıyafet alevden ve çarpışmalara karşı koruyucu olmalıdır. Dış kumaşı filament aramidden mamul dokuma yada örgü kumaşlar olabilmektedir. Benzin saçılmaları sonucunda çıkabilecek yangınlara karşı ekstra izolasyonludur (Richard 2005).

Eriyik Metal Sıçramalarına Karşı Koruyucu Kıyafet Uygulamalarda:

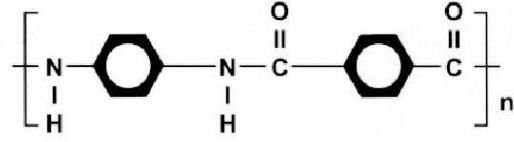
Küçük eriyik metal damlacıkları kıyafetleri delerek kullanıcının ciddi derecede yaralanmalarına sebep olmaktadır. Metal sıçramalarına karşı Meta aramid kumaşın içerisinde filament para aramidlerin kullanıldığı ribstop dokusunda kumaşlar kullanılmaktadır. Para aramidler kumaşın metal sıçramalar nedeniyle delinmesini engellemektedir (Techincal Guide for Nomex Brand Fiber 2001).

2.3 Aramidlerin Tipleri

Aramid liflerinin, Para aramid ve meta aramid olmak üzere bilinen iki tipi vardır. Aramidler, yapıdaki aromatik halka zincirinin katılığını artırır. Bu halkanın bağlantı şekline göre yapı meta aramid veya para aramid gibi adları alır. Para aramidlerde aromatik grup 1. ve 4. karbon atomları üzerinden zincire dahil olmaktadır. Meta aramidlerde aromatik grup 1. ve 3. karbon atomları üzerinden zincire dahil olmaktadır. Para aramid lifler, uzay ve askeri gibi yüksek teknoloji uygulamalarında kullanılmaktadır. Aromatik polyamidlerin ilk ticari uygulamaları meta aramid lifleri olarak 1960'ların başında başlamıştır ve para aramid lifler sonradan 1970'li yıllara doğru geliştirilmiştir. Son yıllarda çeşitli üretici firmalar değişik ticari isimlerle piyasaya aramid lifler sürmüşlerdir (Anonim 2005).

2.4 Para Aramid Lifleri

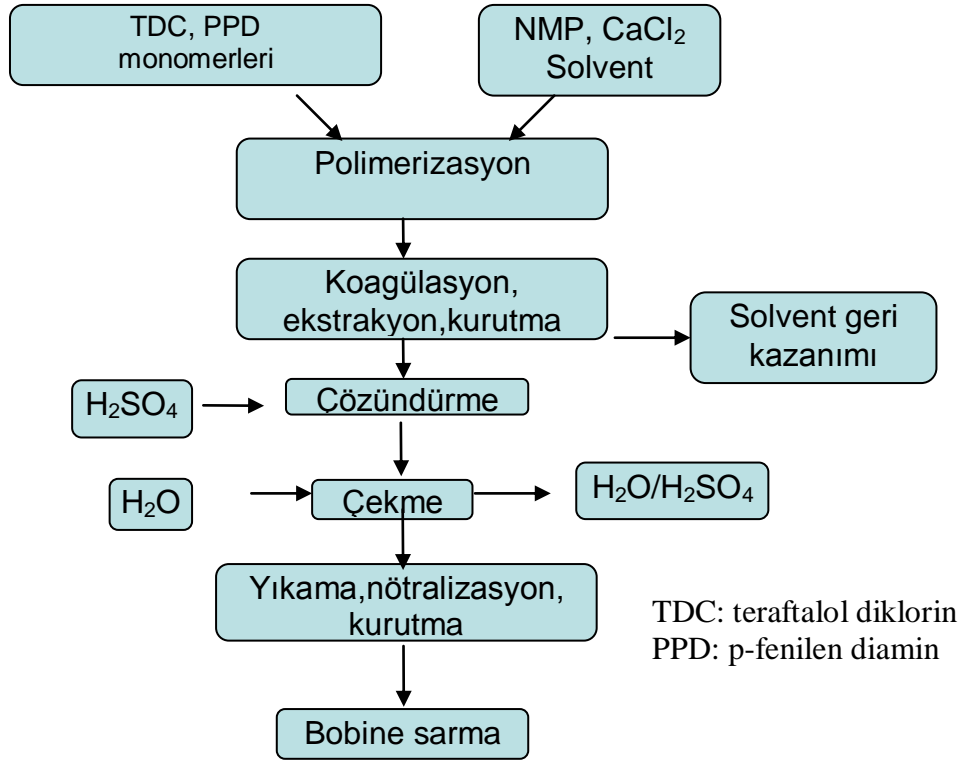
En basit formülü poli p-fenilentereftalamid'dir ve piyasada Kevlar®(Dupont-USA), Heracron®(Kolon-Kore) ve Twaron®(Teijin-Japonya), Aramis(Rusya) lifleri olarak bulunmaktadır. Kevlar lifleri kuru jet-yaş lif çekim yöntemine göre elde edilmektedir. Kevlar para-fenilen diamin ile teraftalokloridin'in kondenzasyon reaksiyonu sonucu oluşur. Sonuçta oluşan aromatik polyamid aromatik ve amid grupları içermektedir. Polimer bu iki grup sayesinde yüksek mukavemete sahip olur. Aromatik halka yapısı yüksek termal stabiliteyi sağlar. Meta Aramid elyafa göre yüksek yırtılma, kesme ve yüksek modül elastikiyetine sahiptir. Ayrıca yüksek kesme mukavemetinden dolayı balistik ürünlerde, kauçuk ve lamine ürünlerin güçlendirmek için kompozitlerde kullanılmaktadır. Poly-p-fenilenteraftalat'ın ticari organikler içerisinde çözümünün zor olması, üretimi, iplik çekimindeki zorluklar Para aramidin gelişiminin yıllar almasına sebep olmuştur (Route 2001). Twaron aramid polimerlerinden oluşturulmuş hafif ve yüksek mukavemetli bir lifdir. Aramid molekülleri rijit polimer zincirleri olarak tanımlanmışlardır. Kuvvetli hidrojen bağları ile zincir oluştururlar. Para oryante olmuş benzen halkalarına sahiptir ve amid köprülerinde simetrik diziliş ile bileşik moleküllerin lineer polimer zincirlerin yüksek sertliği sağlayarak bu ürünün yüksek stabilite özelliğinde olması sağlanır (Teijin Firma Kataloğu 2007). P-fenilendiamin ile teraftaloklorid'in HCl açığa çıkarması sonucu oluşan poliparafenilenteraftalamidin formül yazılışı aşağıdaki şekilde gibidir.



poliparafenilenteraftalamid

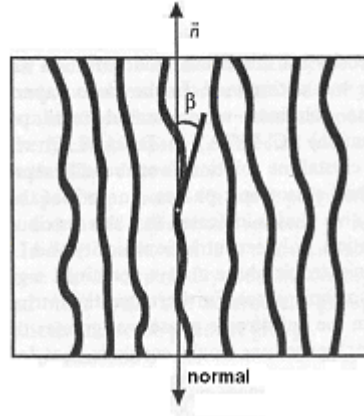
Şekil 2: Para Aramid lifinin formüle yazılışı (Teijin Firma Katalğu 2007)

P-fenilendiamin ve tereftaloklorid ile bir solvent içerisinde (metil pyrolidon) polikondenzasyon reaksiyonu gerçekleşir. Polikondanse ürünü solvent içerisinde çıkarılır, kurutulur ve çekim için sülfürik asit içerisinde 80°C’de eritilir. İyi bir lif özelliği için gerekli olanlar sülfürik asit içerisindeki polimer konsantrasyonu ve çekim sırasındaki sıcaklıklardır. Polimer çözeltisi sıvı kristal yapıda çıkmaktadır. Çekim işlemi yaş lif çekim prosesine göre yapılır. Çekim düzeleri ve çekim banyosundaki hava pasajı avantajıdır. Direk çekim metodu ise kullanışsızdır. Kurutma işleminden sonra iplik filamentleri ikincil ısıl işlemde azot ortamında ve 1:1,001-1,021 oranında 250°C-550°C’de çekim işlemi yapılır. Diğer çekilmiş sentetik liflere göre yüksek modüllü elastikiyet özelliğine sahiptir (Rouette 2001). Aşağıdaki çizelgede Twaron ipliğinin üretim akış şeması verilmiştir.



Çizelge 1: Twaron üretim süreci (Teijin Firma Katalğu 2007)

Aramid liflerinin lif çekim çözeltileri sıvı kristalin yapısı göstermektedirler. Lif üretiminin ilk adımı % 100'lük sülfürik asit ile hazırlanan lif çekim çözeltilerinin 80°C'a ısıtılmasıdır. Bu sıcaklıkta, ağırlıkça %10 civarındaki polimer konsantrasyonunun üzerindeki konsantrasyonlarda çözelti sıvı kristalin faza tekabül etmektedir. Çubuk-benzeri polimerler rijit olduklarından, kendilerini birbirlerine göre oryante etmektedirler (Şekil 2). Burada β , normale göre oryantasyon açısıdır (Çay ve ark. 2007)



Şekil 3: Sıvı kristalin çözeltinin şematik gösterimi (kalın çizgiler PPTA (poli p-fenilen tereftalol diamin) moleküllerini göstermektedir) (Çay ve ark. 2007)

Lif çekim çözeltisi düzeden geçtikten sonra bir hava boşluğundan geçmektedir. Burada koagülasyon banyosuna giriş hızı artmakta ve kristaller kısmen paralel hale gelmektedir. Sadece soğuk sudan oluşan koagülasyon banyosunda katılaşma sağlanmaktadır (Şekil 3). Lif çekimi sonunda çok yüksek bir oryantasyon sağlanmaktadır (oryantasyon açısı 12°'den az), ancak daha sonra gerilim altında çok kısa sürelerde bir art ısıtma işlemi yapılarak kristalizasyon artırılmaktadır. Isıtma işlemi sonrasında oryantasyon açısı 9°'nin altına düşmektedir (Çay ve ark. 2007).

2.5 Meta Aramid Lifler

Meta aramidlerde aromatik grup 1. ve 3. karbon atomları üzerinden zincire dahil olmaktadır. Nomex®(Dupont-USA), Kermel®(Kermel-Fransa), TeijinConex®(Teijin-Japonya), Newstar®(YTSandex-Çin) adı altında ticarileştirilen bu lifler, poli m-fenilen isoftalamid yapısındadırlar. Meta aramid lifleri düşük oryantasyon derecesi nedeniyle düşük modüllü yapıya sahiptirler.

Nomex Dupont firması tarafından 1960'lı yılların ortalarında ticari olarak çıkarılan ilk elyaftır. Nomex poli m-fenilen isoftalamid bazlı meta oryante olmuş aramiddir. Meta oryantasyon olmuş karbon-aramid zincirleri, elyafa tekstilde kullanım özelliğini yakın esnek molekül yapısı verir (Richard 2005, Route 2001).

Meta Aramidler yaş veya kuru iplik çekim sistemine göre üretilirler. İplik çekim prosesinden sonra çekme, kurutma ve ısıl işlemler gelir.

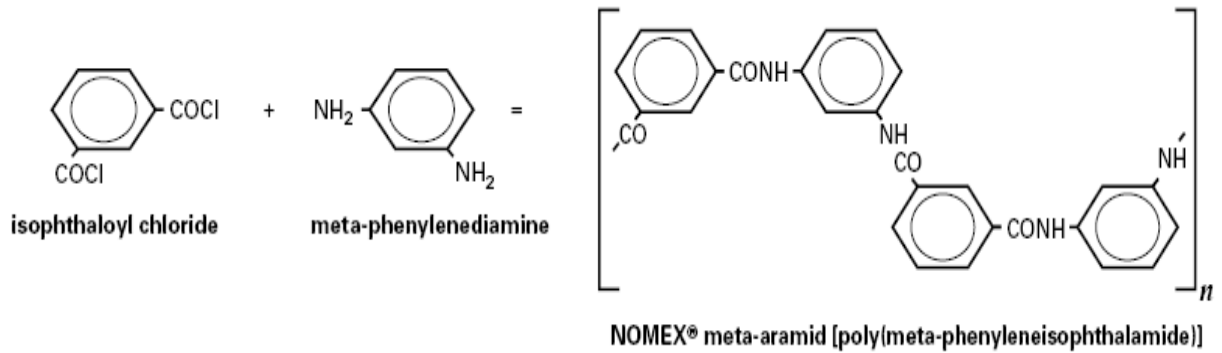
Dupont'un meta aramid MPDI(poli m-fenilen isoftalamid) polimerize edilmesi 1:1 molar oranında m-fenilendiamin ve isoftaloklorürün kullanılması ile elde edilir. Nomex elyafı kalsiyum klorit içeren dimetilasetamid içindeki polimerizasyon çözeltisinden direk olarak çekilebilir. MPDI polimerleri ağırlıkça %3'den fazla kalsiyum klorit içerir ve çok kararlıdır. MPDI(poli m-fenilen isoftalamid) kristal kafes yapısına(triklinik) sahiptir ve PPTA(poli p-fenilen traftalamid)'ya göre daha az kristalite yapıdadır. Kristalite polimer çökmesindeki şartlara bağlıdır. Su içinde polimerin çökmesi kristal olmayan bir malzeme ile neden olurken su içerisindeki çökme bazı solventler içermekte bu da kristalin form oluşmasına yol açar.

Homopolimerlerin Kristalinitesi

| | PPTA | MPDI |
|-----------------------------------|------------|-----------|
| Kristal Sistemi | Ortorombik | Triklinik |
| Kafes Sabiti | | |
| a (Å) | 7.80 | 5.27 |
| b (Å) | 5.19 | 5.25 |
| c (Å) | 12.9 | 11.3 |
| a (derece) | | 111.5 |
| b (derece) | | 111.4 |
| g (derece) | 90 | 88.0 |
| Bir Birim hücredeki Zincir Sayısı | 2 | 1 |
| Yoğunluk (g/cm ³) | | |
| Hesaplanan | 1.50 | 1.45 |

Aromatik poliamid yapılarından ötürü çok iyi termal özelliklere sahiptirler. Aromatik poliamiddeki C-C ve C-N bağlarındaki zincir ayrışma enerjisi alifatik poliamidlere göre %20 daha kuvvetlidir. MPDI'nın parçalanma sıcaklığı 450 °C'nin üzerindedir. PPTA'nın amid grupları ve aromatik halka arasındaki bağ yapısı parçalanma sıcaklığının 550°C'nin üzerinde olmasını sağlamaktadır (Gabara ve ark. 2006).

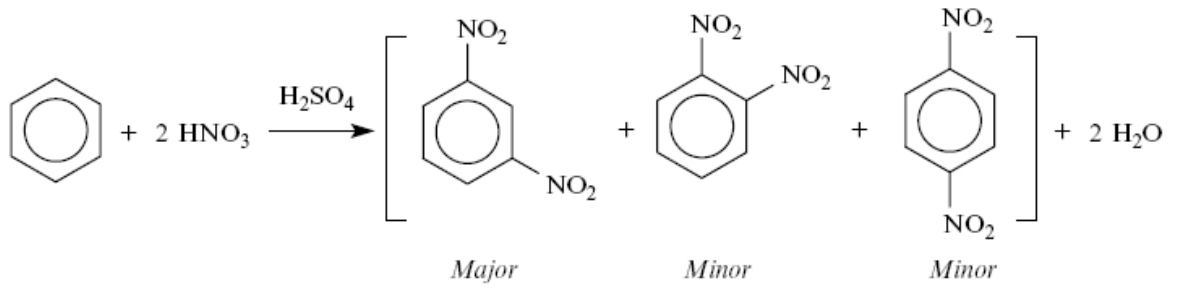
Aromatik halkalar ve konjüge amid bağları kimyasallara karşı meta aramidlerin güçlü ve dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Ayrıca polimer omurgası yüksek derece ısı dayanımı kazandırmaktadır. Sonuç olarak aramidler erimez, damlamaz ve uzun süre yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında yalnızca kömürleşir (Techincal Guide for Nomex Brand Fiber 2001). Meta aramidler düşük sıcaklıkta bir amid çözeltisinde (NMP/DMP/Tuz(LiCl₃)) m-fenilendiamin ve isoftalokloritin polikondenzasyonu sonucu oluşmaktadır. Aşağıdaki şekilde meta aramidin sentezlenme formülasyonu verilmiştir.



Şekil 5: Nomex, Aramid elyafının sentezlenmesi (Techincal Guide for Nomex Brand Fiber 2001)

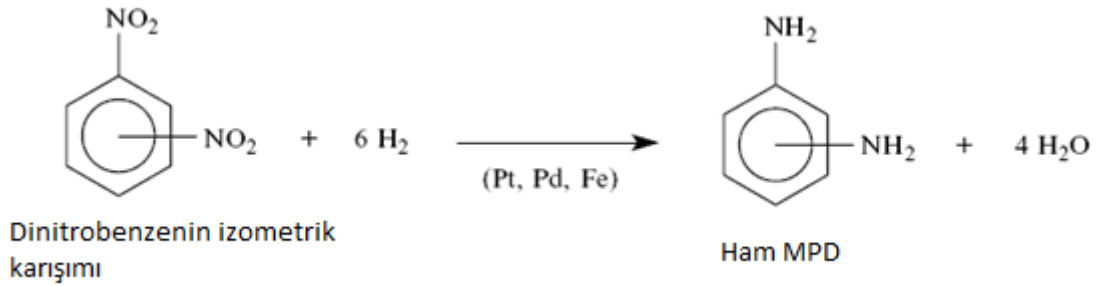
M-fenilen diaminin eldesi:

M-fenilen diaminin sentezinin ilk adımı %20 sülfirik asit içerisinde benzenin nitrasyonudur. Nitrasyon iki devam eden adımda olur. Sülfirik asitin katalitik etkisi ile benzen halkasındaki iki proton iki nitro grubu ile yer değiştirir (şekil 6). M-izomer baskın üründür.



Şekil 6: M-fenilen diamin eldesi

İzomer karışımı su ve amonyak ile yıkanır, fenolik ve asiti uzaklaştırmak için santrafuj yapılır. Sonra katalitik olarak hidrojenasyon olur. Şekil 7’de gösterildiği üzere MPD (m-fenilen diamin) ham diamin karışımından izole edilir ve seçici damıtma ile saflaştırılmıştır.



Şekil 7: M-fenilen diamin eldesi

İsoftaloklorit Eldesi :

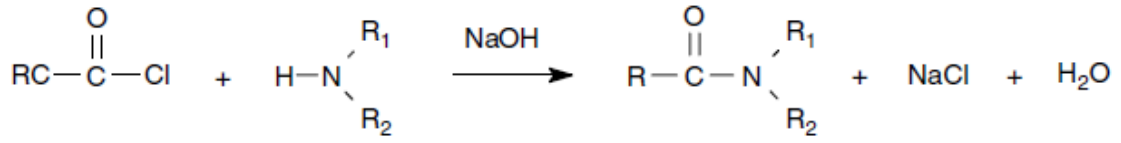
İsoftaloklorit, aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere fosjen ile karşılık gelen dikarboksilik asitin reaksiyona sokulması suretiyle üretilmektedir.



Şekil 8: İsoftaloklorit eldesi

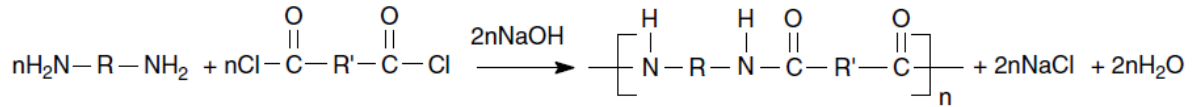
2.5.1 Meta Aramidin Polimerizasyonun Temelleri

Alışılmış alifatik poliamidleri hazırlama yöntemleri yüksek moleküler ağırlıklı aromatik poliamidler için uygun değildir. Çünkü aromatik diaminlerin reaktivitesi azalmıştır ve oluşan polimerin yüksek erime noktasına sahiptir. Tamamen aromatik polimerizasyonu genellikle bir çözelti içerisinde olur ve yüksek reaktif diasitklorit gibi diasitler içerir. Reaksiyon hızlı gerçekleşir ve diğer ticari eriyik polimerizasyon yöntemlerine göre daha düşük sıcaklıkta gerçekleşir (şekil 9).



Şekil 9: Meta Aramidin Polimerizasyon Reaksiyonu

Şekil 10'da gösterildiği üzere eğer tamamlayıcı reaktifler difonksiyonel ise kondensasyon polimerleri oluşur.

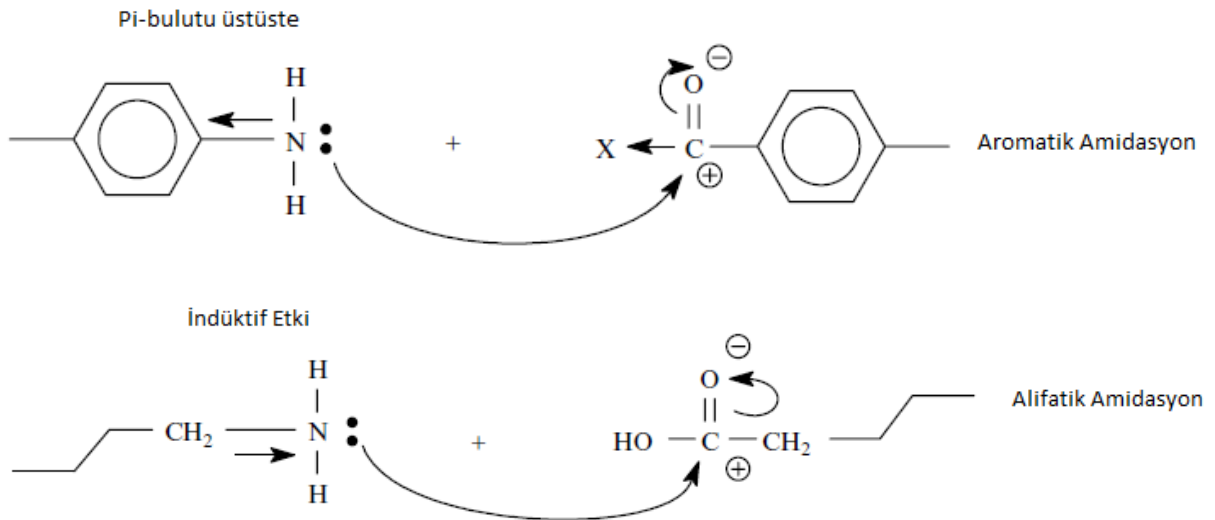


Şekil 10: Meta Aramid kondensasyon polimerlerinin oluşması

Bu reaksiyonda nötralizasyon yan ürünü hidroklorik asit (HCl) ile büyük bir miktar tuz üretilir. Yüksek tuz konsantrasyonu süreç akışında pahalı korozyona dayanıklı malzeme kullanımını gerektirir bu da aramid elyafının pahalı olma sebeplerinden birisidir.

2.5.2 Reaksiyon Mekanizması

Kondensasyon Reaksiyonunun ilk adımı dikarboksilik asit içerisindeki karbonil karbondaki amin nitrojenlerinin saldırısıdır. Aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere aromatik amin nitrojenindeki yerel elektron yoğunluğu aromatik pi bulutu ile yalnız elektron çiftlerin katılımı ile büyük ölçüde azalmaktadır. Bu da aromatik poliamidlerle alifatik poliamidler arasında polikondensasyon reaksiyonunda büyük bir fark olmasına neden olmaktadır.

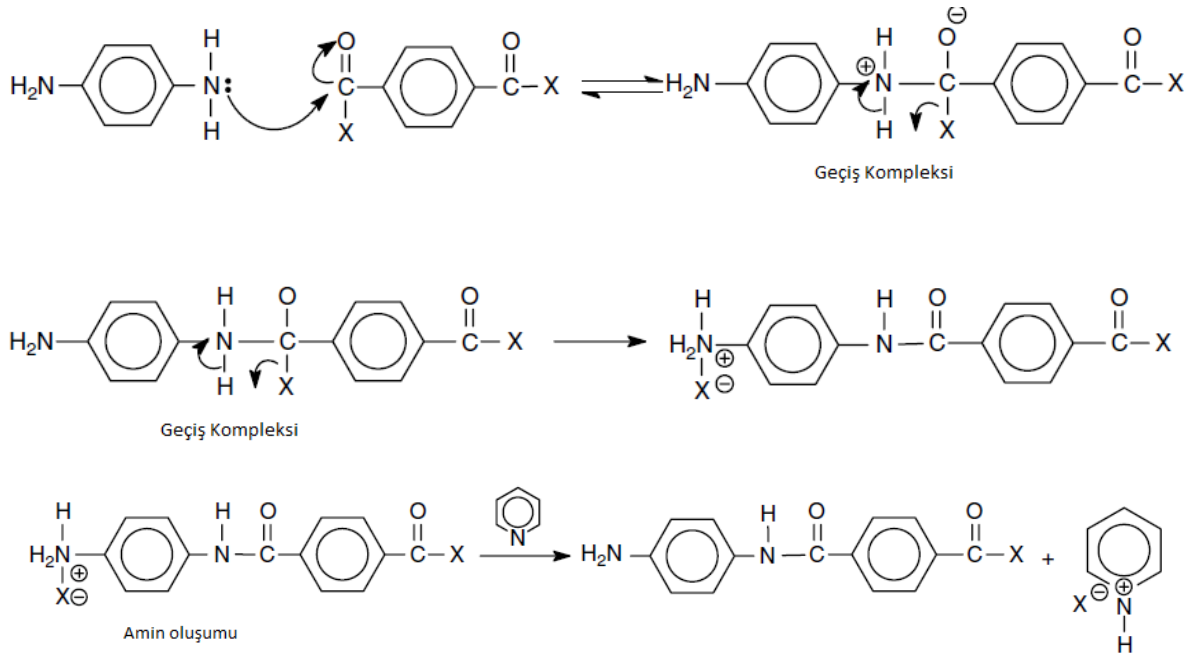


Şekil 11: Aromatik ve alifatik poliamidlerin Kondensasyon reaksiyonu

Amin nitrojenindeki azalmış elektron yoğunluğunu telafi etmek için karbonil karbondaki pozitif yüklü bölümlerin artması ile dikarboksil asit aktive olur.

Halojen atomları yüksek elektronegatifliği sebebiyle etkinliği kanıtlanmıştır. HX'i elemine ederek geçici kompleksten bir amid bağı oluşur (şekil 12). Çünkü elimine asit, HX, karşı amin ile kuarter amonyum tuzu oluşturmak için hareket eder, polimerizasyonun devamı için kaldırılması gerekir. Piridin gibi bir organik amin sıklıkla amin ucu oluşturmak için kuarter tuzdan bir asit alıcı kullanılır.

N,N-dimetil asit amid(DMAc) ve N-metil piroliden(NMP) gibi polimerizasyon çözücülerini bir asit alıcı için yeterlidir.



Şekil 12: Geçici Kompleks amid bağı ve kuarter amonyum tuzu oluşumu reaksiyonları

Kataliz ile direk polimerizasyon :

Aromatik diasitlerle aromatik diaminlerin polikondenzasyon reaksiyonunda kondensasyon maddeleri olarak adlandırılan bir çok sınıf katalizatör kullanıldığı bildirilmiştir. Reaksiyonda değiştirilmemiş monomerler kullanıldığı için bu polikondenzasyona direk polimerizasyon denir. Fosforik veya sülfürik bileşiklerden türemiş kondensasyon maddeleri polimerizasyon sırasında dikarboksilik asiti aktive eder. En iyi bilinen rota N-P tipi orta derecede bir aktif kompleks içerir

Aromatik poliamidlerin sentezi için İki tip yöntem kullanılır, bunlar yüzeyleyerası polimerizasyon ve çözeltili polimerizasyondur. Buhar fazı polimerizasyon ve plastize erime teknikleri pratik kullanımı kabul görmemiştir.

Yüzeyleyerası polimerizasyon :

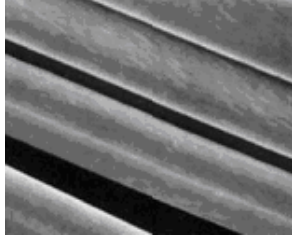
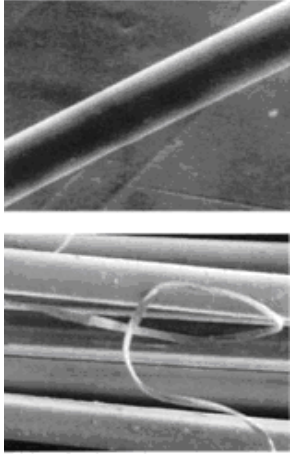
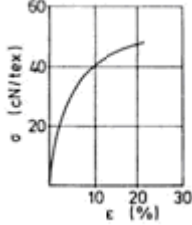
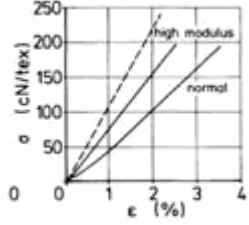
Bu yöntem tercihen biri su olan iki karışmaz sıvı içerisindeki iki hızlı tepkime ile olur. Su fazı diamin ve herhangi bir ilave alkali içerir. İkinci faz Karbon tetraklorür, diklormetan, ksilen veya heksan gibi bir organik sıvı içerisinde diasit halojen tuzu içerir.

Çözeltili Polimerizasyonu :

Çözeltili polimerizasyonu bir organik inert çözücü içerisinde gerçekleşir. Tersiyer aminler tipik bir asit sağlayıcı olarak hizmet eder. Proses genellikle tüm malzeme çözüldüğü zaman başlar fakat bu her zaman olmaz. Polimerler bazen çözeltilide kalır veya herhangi bir anda çökebilir (Gabara ve ark. 2006).

Meta aramidler ile para aramidler arasında termal stabilite, kesit görüntüsü, mukavemet, sıcağa dayanım, aleve dayanım, kimyasallara dayanım gibi fiziksel ve kimyasal farklılıklar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2: Meta Aramid ve Para Aramid elyafın özelliklerinin karşılaştırılması (Kleinhansl 1976), (Dupont Firma Kataloğu 2001)

| | Aramid Lifler | |
|---|---|--|
| | Meta aramid (m-AR) (aromatik PA) | Para aramid (p-AR) (aromatik PA) |
| Mikroskopik Uzunlamasına ve Kesit Görüntüleri |  Nomex |  Üst Resimde Twaron; Alt Resimde Kevlar |
| Kuvvet/Uzama Diyagramı |  |  |
| Üretim Şekli | Çözeltiden Çekim | Çözeltiden Çekim |
| İncelik (dtex) | 1.6...12 | 1.1...1.3 |
| Uzunluk (mm) | 38...120 | 38...120 |
| Ticari Satış Şekli | Kesik elyaf, Filament iplik, Tow | Kesik Elyaf, filament iplik, Kısa Kesik Elyaf |
| Yoğunluk (g/cm ³) | 1.38 | 1.44 - 1.45 |

| | | |
|---|---|-----------------------|
| Standart Atmosferik Ortamda Mukavemet cN/tex (daN/mm ²) | 44...53/60...75 | 170...270/250...400 |
| Yaş (Kuru mukavemetin yüzdesel olarak değeri) | 75...80 | 100 |
| Düğüm Mukavemeti (%) | 95 | 50...80 |
| Maksimum Kuvvette Uzama (%) | 15...30 | 2...5 |
| Maksimum Kuvvette Yaş Uzama (%) | 60...80 | Bilinmiyor |
| Elastik Modülü cN/tex | 750...1450 | |
| Nem Absorpsiyonu | | |
| 21 °C/65% nemde (%) | 4.5...5 | 3...4 |
| 24 °C/95%nemde (%) | 6.5...7 | 4...7 |
| Su Tutma (%) | 12...17 | 7 |
| Sıcaklık (°C) | | |
| Camsı Geçiş Sıcaklığı | 280...290 | 300 |
| Isıl Fikse/ütüleme | -- | -- |
| Boyama/Yumuşama | -/- | -/- |
| Erime/Parçalanma | -/>370 | -/550 |
| Kendi kendine tutuşma | 675 | -- |
| Karbonlaşma | 350 | -- |
| % Çekme | | |
| Suda 95°C'de | 1.5 | 0.1 |
| Sıcak Havada, 150°C'de | 0.1 | 0.1 |
| Sıcak Havada, 190°C'de | 0.5 | 0.1 |
| Özgül Isı (kJ/kg.K) | 1.2 | 1.4 |
| Termal iletkenlik (J/m.s.K) | 0.13 | bilinmiyor |
| Elyafın Yanma Davranışları | | |
| Alevli Yakmadan önce | Erimez | Erimez |
| Alevli Yakma Sırasında | Alevlenir ve Karbonize olur | Alevlenir. |
| Alevden sonra | Kendi kendine sönme | 10 -15 sn sonra sönme |
| Koku | Bilinmiyor | Tanımlanamıyor |
| Artık | Karbonize Elyaf, Karışımların damlamasını düşürür. | Koyu kalıntı |
| LOI İndeksi (%) | 28 | 29 |
| Asitlere Karşı Dayanım (1000 saat 20°C 'de/10 saat 100°C 'de) | | |
| Fosforik Asit (10%) | 90...100/90...100 | Dayanımları yüksektir |
| Nitrik asit (1%) | 90...100/80...90 | |
| Hipoklorit Asit (1%) | 80...90/80...90 | |
| Sülfürik Asit (1%) | 90...100/80...90 | |
| | Tatmin edici oranda dayanıklıdır. Konsantre asitler etkiler | |

| | | |
|---|---|--|
| İşığa Dayanım (%) Cam arkası Direk Maruz Bırakıldığında | Naylon 6.6 gibidir. 40 saat Fadeometre:%50 50 | 65...80 16 hafta sonra bilinmiyor |
| Isıl İşlemler Sonrası Dayanım Sıcaklık °C /Süre saat/% azalım -Sıcak Hava -Buhar | 180/1000/90...100 260/1000/60...70 150/1000/20...40 | İyi 200-300 °C 'den sonra mukavemetinde azalma oluyor |
| Bakteri Dayanımı | Çok iyi | Çok iyi |
| Çözünürlük k=soğuk, h= sıcak | Sülfürik asit, Fosforik Asit, potasyum hidroksit:, organik polar çözücüler+LiCl | Sülfürik asit, n-metil pyrolidon + 5%LiCl |
| Boyanabilirlik | Boyanabilir Kendi rengi: beyaz | Kendi rengi: sarı |
| Ağartıcı Maddeler | Klorit, hipoklorit, oda sıcaklığında ağartılabilir | -- |

Benzen halkarındaki 1. ve 3. Karbon atomları üzerinden bağlanması Meta Aramidleri 1,4 para aramidlere göre daha az sıkı molekül verir. Bu polimerler genel tekstil lifleri ile bakıldığında mekaniksel özellikleri ile lif olarak çekilebilir. Nomex'in avantajları mükemmel termal stabilite, güç tutuşurluk ve iyi dielektrik özelliklerinin olmasıdır. Nomex endüstri kıyafetlerinde, uçak döşemelerinde, kompozitlerde, askeri alanlarda, yüksek sıcaklıklarda kullanım gerektiren kıyafetlerde ve elektriksel izolasyonda kullanılmaktadır (Richard 2005).

2.6 Aramidlerin Boyama Mekanizması

Son yıllarda aramid elyaf yüksek ısı dayanımı, mükemmel yanma dayanımları, yanmaya zorlandıklarında düşük miktarda duman oluşturdıklarından birçok son kullanım ürünlerinde kabul görmüştür. Çoğu kıyafet kullanımlarında aramidlerin renkli olması istenmektedir. Ancak Aramid lifleri kumaş veya iplik halinde oldukça zor boyanır. Koyu renkleri elde etmek zordur, özellikle açık renklerde düşük ışık haslığına sahiptirler(Preston ve Hofferbert 1979). Meta aramidler termal stabilitesi yüksek olan elyafdır. Yüksek camsı geçiş sıcaklığına sahip olduğundan kumaş ya da iplik halinde boyanması oldukça güçtür. Meta aramidlerin boyanmasında önerilen metot boya banyosunda yüksek konsantrasyonda boyarmadde keriyeri ve uzun süre yüksek boyama sıcaklığıdır(Murray ve Mortimer 2008). Bu tip koşullar boyarmaddenin elyaf içerisine girmesi için gerekli enerjiyi sağlar. Kimyasal enerji elyaf yapısının modifikasyonu ve boyanabilirliğinin artması için uygun bir solvent ile sağlanır. Meta aramidin boyama sırasında yapısının değiştirilmesi için yüksek polar yapıda solventler kullanılmalıdır. Bunlar dimetilformamid, dimetilasitamid, dimetilsülfoksit ve benzil alkoldür (Moore ve Weigmann 1986, Casaretto 2006, Bozetto Group Firma Kataloğu 2007).

Aramid elyafı sahip oldukları kimyasal yapılarından, polimer zincirdeki yüksek oryante olmuş makromoleküllerden, yüksek kristalinite yapısı ve yoğunluğundan dolayı tekstil boyamasında özel bir yeri vardır (Manyukov ve ark. 2005).

Amid gruplarındaki moleküller arası hidrojen bağları nedeniyle kompakt bir yapıya sahiptir ve bu sebeple kristal dereceleri artmakta bu da aramid elyafın zor boyanmasına sebep olmaktadır. Boyarmaddelerin kendine özgü affinitesini sağlamak için elyaf içerisindeki amorf bölgelere girebilen elyafı şişirici malzeme kullanılmalıdır yoksa boyamanın gerçekleşebilmesi için 190°C üzerinde sıcaklıklar gerekmektedir (Kim ve Choi 2011).

Benzil alkol ve diğer solventler poli m-fenilen isoftalamid liflerin boyanmasında keriyer efekti göstermektedir. Keriyer gibi davranan solventler elyaf tarafına dengeli olarak dağılması gerekmektedir. Keriyerin etkili olabilmesi için yalnızca lifin iç bölgesinde keriyer emiliminin olması yeterli değil, ayrıca lif yüzeyinde bulunması gerekmektedir. Eğer keriyer tabaka lif yüzeyinden ayrılırsa boya çekimi düşmektedir. Optimal keriyer etkisi kristalite değeri artışı ve mekanik özelliklerdeki değişim (young modülü artışı yanı sıra kopma ve uzamadaki azalma) ile değerlendirilmektedir (Anjana ve Kalyani 2000).

Su, keriyer madde ile birlikte kullanıldığı zaman boya çekim oranını artırmaktadır. Elektrolitler keriyer emilimini değiştirmezler. Ingamells.et.al. keriyer etkiyi serbest hacim teorisi ile açıklamaktadır. Viskoelastik davranış karakteristiği için önemli olan camsı geçiş sıcaklığına (Tg) bağlı olan boya difüzyonu polimer zincirin bölümsel geçişine dayanmaktadır. Boyama geçiş sıcaklığı (Td) boyama şartları altında oluşur. Boya alımı elyafın plastikleşme durumu ve Td(boya geçiş sıcaklığı)'nin keskin olarak yükselmesine bağlıdır. Td ve Tg arasında her zaman bir ilişki vardır. Boya flottes ve elyaf arasındaki keriyer dağılımı Tg değerinin düşmesinde kesin bir rol oynar ve bu rol keriyerin yapısına da dayanmaktadır. Keriyerin yapısına bakılmadığı zaman elyaf içerisine boyarmadde eşit emilim ve eşit etki gösterecektir. Fakat elyaf şişmesi ve keriyer etki arasında bir korelasyon yoktur. Gerçekte az miktarda şişmeye sebep olan maddeler en iyi plastize edici maddelerdir.

Elyaftaki eşit konsantrasyondaki keriyerler aynı alana boya difüzyon oranını etkiler aynı zamanda boyarmadde çekim dengesi keriyerin yapısı ile alakalıdır. Bu olay değişik keriyerler ile elyaf içerisindeki boyarmaddeler arasındaki özel etkileşime bağlanmaktadır. Bazı çalışmalarda poli m-fenilenisoflatamid liflerin katyonik boyarmaddeleri ile boyanmasında keriyer olarak benzil alkol kullanılmıştır.

Boyama prosesi başladığında flottede keriyer damlacıkları ve dağılmış boyarmaddeler emülsiyon oluşmaktadır. Isıtma periyodunda elyaf bir kısım keriyeri absorbe eder. Su ile karşılaştırıldığında yüksek çözünürlüğünden dolayı flottedeki dağınık haldeki boyarmaddeler

aynı anda flottede bulunan keriyer damlacıkları ve elyaf yüzeyindeki keriyer tabaka arasında migrasyon olur. Sıcaklık arttıkça keriyer ve boyarmadde elyaf yüzeyinden elyafın içerisine difüze olur. Keriyer ilk difüze olandır (Manyukov ve ark. 2007, Moore ve Weigmann 1986, Nechwatal 1999).

Elektrolitler (NaNO_3 , NaCl , Na_2SO_4) Benzil alkolün emiliminde etkili değildir. Elektrolitler(tuz) yalnızca katyonik boyarmaddelerin emilimini artırmaktadır. Boyama banyosuna ilave edilen sodyum sülfat, egalize maddesinin düzgünleştirici etkisini artırır (Moore ve Weigmann 1986, Economy ve Lei 1976, Pereplkin ve ark. 2003).

Elektrolitler aramidlerin keriyerle boyanmasında en etkili çekim yardımcı kimyasallarından birisidir. Sodyum Nitrat etkinliğinden, düşük fiyatından, parlak tonların eldesinde yardımcı ve paslanmaz çelik ekipmanların korozyondan koruduğu için en cazip elektrolitlerden biridir. Boyamada 25 g/l Sodyum nitrat kullanılması önerilmektedir. Bu değer boya çekiminin gelişmesi için yardımcıdır (Anonim 2009).

Sodyum nitrat bazı katyonik boyaların boyama flottesinde özel pH şartlarında stabilitesini artırdığı için tercih edilmektedir(Anonim 2009).

Aramid boyamada anyonun artan etkisi sırasıyla NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} 'dur. En fazla etki NaNO_3 daha sonra NaCl 'de görülmüştür. K/S değerlerinin artması NaNO_3 vasıtasıyla boyarmadde elyaf arasında daha stabil etki göstermesiyle oluşmuştur(Kim ve Choi 2011).

Su yardımcı keriyer olarak aktif bir rol oynamaktadır. Çünkü benzil alkol, benzil alkol/su karışımına göre daha az etkilidir. Az miktarda eklenen su boya alımını fazla miktarda artırmaktadır. Diğer yandan yalnızca su kullanılarak yapılan boyama etkili değildir.

Benzil alkol elyafın şişmesine etkili olmaktadır. Bundan dolayı elyaf içerisine penetre edebilme özelliği kazanmaktadır. Su molekülleri elyafın polar grubuna eklenir ve benzil alkol ile birlikte amorf bölgedeki polimer zincir bölümleri arasında etkileşimi kırar. Su molekülleri keriyer moleküllerin elyaf bölge içerisine giremediği bölgelere girebildiği için özel bir görevleri vardır. Benzil alkol ve suyun sinerjik bir etkisi vardır. Çünkü su tek başına polimer zincir etkileşimini kıramaz.

Meta Aramid liflerin boyanmasında en fazla kullanılan boyarmadde cinsi, katyonik (bazik) boyarmaddelerdir (Dystar Firma Kataloğu 2005). Dispersiyon boyarmaddeleri özellikle açık ton boyamalarda kullanılabilenmektedir. Dispers boyarmaddeler elyaf üzerinde düşük saturasyon(doyum) değerine sahiptir. Normal basınç altında sadece açık ve orta tonlarda boyanabilir. Dispers boyarmaddeler ile boyamada kısa sürede saturasyon değerine ulaşılmaktadır ve boyarmaddenin daha fazlası elyaf yüzeyinde çöktürülmektedir. Neticede zayıf bir boyama ve düşük sürtme haslığı elde edilmektedir. Dispers boyarmaddelerin

düzensizlik gücü, ışık haslığı açık tonlarda oldukça iyidir (Cates ve ark. 1988, Baeve ve ark. 2007). Dispers boyarmaddeleri kullanılarak Süperkritik CO₂ ortamında aramid elyafının 10-33 Mpa basınç ile 35-150 °C'de boyanması gerçekleştirilebilmektedir (Shim ve ark. 2003). Bazik boyarmaddeler, renkli kısmı pozitif yüklü olan tek boyarmadde sınıfıdır. Bu boyarmaddelerde anyon olarak klor iyonu bulunur. Bu anyon boyarmaddenin suda çözünmesine yardım eder. Katyonik boyarmaddeler, sınıf olarak renklerinin parlaklığı ile kendilerini belli ederler. Olağanüstü parlak renkler veren katyonik (bazik) boyarmaddeler, çok çeşitli renklerde mevcuttur (Anonim 2010).

2-9 pH aralığında aramidin fiziksel özellikleri biraz daha etkilidir. pH seçimi boyarmaddenin seçimi ile alakalıdır. Çoğu katyonik boyarmaddeler pH 3-6 arasında stabildir. Bu pH aralığında herhangi bir tonda boyamalarda iyi tekrarlanabilirlik sağlanması için yeterlidir. Çoğu boyacılar asetik asitin boyarmaddenin çözünmesine yardımcı olduğunu düşünürler. Daha düşük pH'larda boyamalarda formik asit te önerilmektedir.

Boya derinliği boyama sıcaklığı ile sağlanmaktadır. Çoğu boyama ekipmanların elverişli limiti 250 F (121°C)'dir ve birçok data bu sıcaklık limiti baz alınarak yapılmıştır. Düzensiz boyamalar boyama prosesinde sıcaklığın ani artışından olabilmektedir. Düzenli boyamalar elyaf yüzeyindeki boyarmaddenin düzensiz bir şekilde migrasyonu ile sağlanmaktadır. Boyamada sıcaklık artışı 3 F/min geçmemeli sıcaklık 10-15 dakika 135 F ve 220 F'da bekletilmelidir.

Koyu renklerin eldesinde flote oranının yükselmesi rengin derinliğini düşürür. En düşük flote oranı boyamada tercih edilir. Levent boyamada genellikle 12/1 oranında, iplik boyamada 8/1 oranında çalışılmaktadır. Kimyasal giderlerinin ve boyarmaddeden yararlanma oranının artmasından ötürü flote oranının azalmasının avantajları vardır.

Tipik bir aramid boyamada çok kısa zamanda boyarmadde çekilir. Çoğu boyamada boyarmadde 15-30 dakika içerisinde 130 °C'de çekilir (Anonim 2009).

Sentetik polimerlerin ıslanabilirliği ve boyanabilirliği gibi yüzey özelliklerini modifiye eden birçok yüzey modifikasyon metotları vardır. Yüzey modifikasyon metotlarından UV/O₃ ışınlama korona veya plazma işlemlerine göre daha popüler olmuştur. Bazı literatürler sentetik elyaf üzerindeki su kullanımını azaltarak boyanabilirliğini geliştirildiğini raporlamıştır. Hidrofilik yüzeydeki UV ışınlama sonuçları polar grupların artması ile sonuçlanmaktadır. Aramid elyaftaki amid ve aromatik grupların varlığı dispers boyarmaddelerle kuvvetli hidrojen bağlar ve elyaf ile boyarmadde arasındaki dipol-dipol etkileşim nedeniyle kendine özgü etkisi olmaktadır. Elyafın çok kuvvetli kompakt yapılarından

ötürü dispers boyarmaddelerin difüzyonu katyonik boyarmaddeye göre zayıftır (Kim ve ark. 2006).

2.7 Aramidlerin Boyanmasında Kullanılan Boyarmaddeler

Aramid boyamada birçok sınıf boyarmadde kullanılabilir. Bunlar katyonik boyarmaddeler, dispers boyarmaddeler, indantren boyarmaddeler, asit ve metal kompleks boyarmaddelerdir. Özellikle ışık ve sürtme haslıkları düşünülünce şu anki teknolojide en kullanılabilir boyarmadde katyonik ve dispers boyarmaddelerdir.

2.7.1 Katyonik Boyarmaddeler ve Özellikleri

Katyonik boyarmaddeler, sulu çözeltilerde artı(+) yüklü renkli iyonlarına ayrılan boyarmadde grubudur.

Katyonik boyarmaddeler, sınıf olarak renklerinin parlaklığı ile kendilerini belli ederler. Olağanüstü parlak renkler veren katyonik (bazik) boyarmaddeler, çok çeşitli renklerde mevcuttur. Pratikte bunlar, akrilik, aramid ve bazı polyester elyafı için uygundur. Başlıca kullanım alanları olan akriliklerde; iyi ışık ve yaş haslıklar, parlak renkler verirler. Katyonik boyarmaddelerin akrilik elyaf üzerindeki yaş haslıkları, lif-boyarmadde bağlarının çok sabit olması nedeniyle çok iyidir.

İndirgen maddelerin etkisine karşı dayanıklılık göstermeleri nedeniyle, bazı aşındırma baskı tiplerinde renkli aşındırma boyarmaddesi olarak kullanılırlar (Anonim 2010).

Işık haslığının yüksek oluşu, bir görüşe göre elyaf/boyarmadde bağının saf elektrostatik karakterden kovalent karaktere kaymasıyla, diğer bir görüşe göre ise elyafın hidrofobluğu nedeniyle solma olayında rolü olan nem ve oksijeni bünyesinde fazla tutmamasıyla açıklanır (Özcan 1978).

2.7.2 Dispers Boyarmaddeler ve Özellikleri

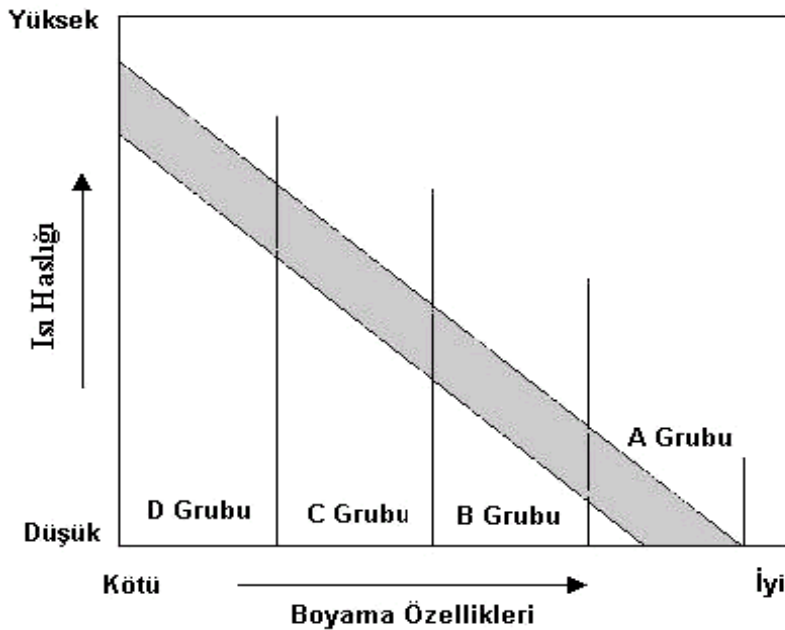
Dispers boyarmaddeler başlangıçta selüloz asetat ve selüloz triasetat liflerinin boyanması için 1920'lerde geliştirilmiş olsalar da, bu boyarmaddeler şu anda özellikle polyester ve polyester karışımlarının boyanması için kullanılmaktadır. Bunlar, sentetik lifler için en önemli boyarmadde sınıfını temsil etmektedir ve poliamid, akrilik, modakrilik, poliolefin, aramid 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 violet 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 3.10^{-6} - 3.10^{-7} M arasında çözünürlüğe sahiptirler. Boyarmaddelerin çözünürlüğü boyarmaddenin formülasyonu ve kimyasal yapısı tarafından belirlenmektedir (Nunn 1979, Aspland 1992).

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

Dispers boyarmaddeler kimyasal yapılarına bakılmaksızın, ışık ve ısı/süblimasyon haslıklarına ve toplam boyama özelliklerine göre 4 grupta (A-D) sınıflandırılabilirler. Bu sınıflandırma 1973'te ICI tarafından önerilmiştir ve şu anda da geniş ölçüde kullanılmaktadır. Aşağıdaki şekil 5'te görülen bu gruplandırmada, boyarmaddeler düşükten yükseğe doğru enerji tipleri ile de ilişkilidir. Şekilde, bütün dispers boyarmaddeler özelliklerine göre taralı alan içindeki boyama ve ısı haslığına sahiptirler. A grubu, zayıf süblimasyon karakterine fakat uygun ışık haslıkları ve mükemmel boyama özelliklerine sahiptir. B grubu, iyi ısı ve ışık haslığına sahiptir ve keriyer 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 süblimleşme karakterine sahiptir (Vigo 1994).



Şekil 13: Dispers boyarmaddelerin A-D grupları ile sınıflandırılması (Vigo 1994)

Polyester materyallerde ısıtıl işlem sonucunda dispers boyarmaddeler lif yüzeyine doğru hareket ederler ve eğer yüzeyde hidrofobik bitim kimyasalı bulunuyorsa, boyarmaddeler lif dışına çıkıp oluşan bu film tabakası içerisinde çözünmektedirler. Bu durumun oluşması veya lif yüzeyinde fazla boyarmadde kalması yaş haslığı, yıkama haslığı, süblimasyon haslığı ve kuru temizleme haslığını düşürerek rengin donuklaşmasına neden olur (Aspland 1992, Nunn 1979).

Dispers boyarmaddeler ortam pH'ına karşı oldukça hassastırlar. Ortam pH'ı nötrden alkaliye doğru kaymaya başladığında boyarmadde hidroliz olmaya başlar ve hidroliz olan dispers boyarmadde, polyester liflerine karşı farklı afinite gösterdiğinden farklı tonda yer alır. Boyamanın alkali ortamda yapılması durumunda, hidroliz olayını engellemek için boya banyosuna uygun tampon sisteminin kullanılması tavsiye edilmektedir. Ayrıca pH'ın 5'i geçtiği bazı durumlarda boyama ortamında metal iyonları varsa, bazı azo dispers boyarmaddelerde renk kaybı oluşmaktadır (Dohmen 1998).

2.8 Aramidlerin Boyanmasında Kullanılan Boyama Makineleri

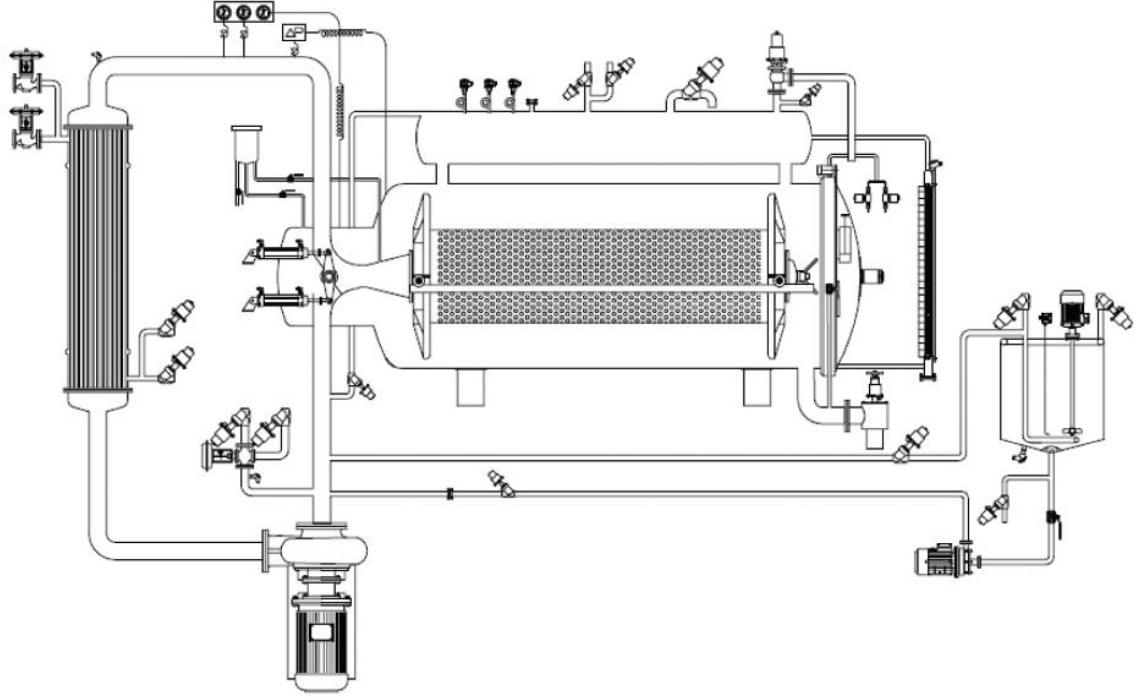
Meta Aramid kumaşları yapılarından ötürü boyanması zordur. Meta aramidler boyanabilmesi için yüksek basınçlı boyama makinelerine ihtiyaç vardır. Aramid kumaşlar genellikle dokuma kumaş yapısında ve alevden koruyucu özellik kazandırmak için belli bir metrekare ağırlığında olduklarından sıkı bir dokuya sahiptir (Zhu 2008). Bu sebeple bu kumaşların boyanabilmesi için uygun boyama makineleri ht levent boyama makineleri ya da ht jigger makineleridir. Şekil 6 ve 7'de görülen aramid boyamada kullanılacak ht levent makinesi diğer makinelere göre farklı özelliklerde olmalıdır. Kumaş yapısı çok sıkı olduğu için çift pompalı olmalı ve içten dışa flotte sirkülasyonu yaptığı gibi dıştan da içe doğru flotte sirkülasyonu yapmalıdır (Dilmenler Firma Kataloğu 2008).



Şekil 14: HT Levent Boyama Makinesi Görüntüsü (Dilmenler Firma Kataloğu 2008)

HT Levent Boyama makinesi açık en kumaşların ıslak prosesinde ekonomik ve dünyaca kabul görmüş bir boyama makinesidir. Regülasyon ünitesi ile boya banyosunun basınç ve miktarı, proses halindeki kumaşa göre ayarlanabilir. Pompa, devamlı olarak ayarlanabilen ve kontrol edilebilen statik basıncı oluşturur ve bu basınç sıcaklıktan bağımsız olarak tüm proses boyunca sabit kalmaktadır (Horrocks ve Anand 2000).

Yüksek basınçlı dozaj pompası vasıtasıyla boyar madde ve yardımcı maddeler istendiği zaman makineye gönderilebilir. Kumaş çeşidine göre farklı çaplarda levent aparatları mevcuttur. Ayrıca kumaş enine göre ayarlanabilen levent başlıkları da mevcuttur.



Şekil 15: HT Levent Boyama Makinesi Şematik Görüntüsü (Asos Otomasyon Firma Kataloğu 2009)

HT jigger makinesi meta aramid kumaşların boyanmasında kullanılan bir diğer makinedir. Aramid kumaşların şekil 8’de görülen ht jigger makinesinde boyanabilmesi için bazı modifikasyonlar gereklidir. Boyama prosesinde yüksek miktarda benzil alkol kullanıldığından yüksek sıcaklık ve basınç altında makinenin iç aksamının zarar görmesine neden olmaktadır. Özellikle kapak, ek yerlerinde ve vana kısımlarında zayıflamalar olmaktadır. Bu sebeple bu kısımlar dayanıklı malzemeler kullanılmalı dayanıklılığının artırılması gerekmektedir (Horrocks ve Anand 2000).



Şekil 16: HT Jigger Boyama Makinesi Görüntüsü (Şener Tekstil Firma Kataloğu 2008)

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Kimyasal ve Yardımcı Maddeler

Benzil Alkol: Eren Kimya'dan temin edilen likit keriyer malzemedir.

Sodyum Nitrat: Bisbey Kimya'dan temin edilen toz malzemedir.

Cindye DNK: Bozetto Firmasından temin edilen keriyer malzemedir.

Dimetilformamid: Merck marka likit keriyer malzemedir.

Dimetilasetamid: Merck marka likit keriyer malzemedir.

Dowanol PPH: Dow Chemical firmasından temin edilen sıvı polietilen glikol keriyer malzemedir.

Asetik Asit: Merck marka % 99,5' luk sıvı maddedir.

Formik Asit: Merck marka % 98' lik sıvı maddedir.

Astrazon Blue FGGL %300: Dystar firmasından temin edilen C.I. Basic Blue 41 katyonik boyarmadde

Astrazon Black FDL %300: Dystar firmasından C.I. Basic Blue 41, C.I. Basic Red 29, C.I. Basic Yellow 21 karışımından elde edilen katyonik boyarmadde

Astrazon Black MDL %300: Dystar firmasından C.I. Basic Blue 41, C.I. Basic Red 29, C.I. Basic Yellow 28 karışımından elde edilen katyonik boyarmadde

Astrazon Red GL-N liq: Dystar firmasından temin edilen C.I. Basic Red 29 katyonik boyarmadde

Astrazon Yellow 7GGL %200: Dystar firmasından temin edilen C.I. Basic Yellow 21 katyonik boyarmadde

Maxilon Black FBL %300: Huntsman firmasından temin edilen karışım katyonik boyarmadde

Maxilon Red GRL %200: Huntsman firmasından temin edilen C.I. Basic Red 46 katyonik boyarmadde

Maxilon Blue GRL %300: Huntsman firmasından temin edilen C.I. Basic Blue 57 katyonik boyarmadde

Dianix Black AM-B: Dystar firmasından temin edilen Color Index'e kayıtlı olmayan Dispers boyarmadde

Dianix Blue AM-B: Dystar firmasından temin edilen Color Index'e kayıtlı olmayan Dispers boyarmadde

Dianix Red AM-R: Dystar firmasından temin edilen Color Index'e kayıtlı olmayan Dispers boyarmadde

Sodyum hidrosulfit: Akbel firmasından temin edilen kristal tozdur

Sodyumhidroksit: Akkim firmasından temin edilen sıvı kimyasal

Sodyumsülfat: Merck marka toz maddedir.

UV Sun: CHT firmasından temin edilen UV koruyucu kimyasal

3.1.2 Kumaş

Tablo 3'de özellikleri belirtilen boyanmamış ham aramid kumaş ve laboratuvar ortamında boyanan aramid kumaşları karşılaştırmak için Tablo 4' de özellikleri belirtilen elyaf boyalı aramid kumaşlar kullanılmıştır.

Tablo 3: Ham boyanmamış aramid kumaşın özellikleri

| Kumaş | Lif Cinsi | Gramaj (g/m ²) | Doku Tipi | Rengi | Işık Haslığı | Ter Haslığı | | Yıkama Haslığı | Sürtme Haslığı | |
|------------------------|---|-------------------------------|--------------|-------|-----------------|----------------|-----|-------------------|-------------------|-----|
| | | | | | | Asit | Baz | | Kuru Yaş | |
| Ham aramid kumaş | %99 Meta Aramid,% 1 Antistatik | 210 | 2/1 Dimi | Sarı | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 |

Tablo 4: Elyaf boyalı aramid kumaşların özellikleri

| Kumaş | Lif Cinsi | Gramaj (g/m ²) | Doku Tipi | Rengi | Işık Haslığı | Ter Haslığı | | Yıkama Haslığı | Sürtme Haslığı | |
|--|--------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------------|-----------------|----------------|-----|-------------------|-------------------|-----|
| | | | | | | Asit | Baz | | Kuru Yaş | |
| Elyaf boyalı aramid kumaş- 1 | %99 Meta Aramid, %1 Antistatik | 208 | 2/1 Dimi | Laci- vert | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 |
| Elyaf boyalı aramid kumaş- 2 | %99 Meta Aramid, %1 Antistatik | 209 | 2/1 Dimi | Tu- runcu | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 |

3.1.3 Su

Kullanılan suyun sertlik tayini Marcherey-Nagel marka Aquadur test kağıtları ile ölçülerek tespit edilmiştir. Toplam sertliği 5 d⁰H' dir.

3.1.4 Cihaz Ve Makineler

Yıkama Makinesi: James H. Heal & Co. Ltd. marka Gyrowash yıkama makinesi

pH-metre: WTW marka Inolab model pH-metre

Boyama Makinesi: Ataç marka Lab-dye HT 10

Etüv : Ataç marka hava sirkülasyonlu etüv

Fular: Ataç marka laboratuvar tipi fular

Gergefli Kurutucu: Ataç marka GK-40 model gergili kurutucu

Işık Haslığı Cihazı: James H. Heal & Co. Ltd. marka Megasol 495 model ışık haslığı cihazı

Sürtme Haslığı Cihazı: James H. Heal & Co. Ltd. marka manüel sürtme haslığı cihazı

Spektrofotometre: GratagMacbeth marka spektrofotometre cihazı

Ter Haslığı Cihazı: Proser marka ter haslığı cihazı

Gri Skala: A&T 10001-A Marka 1-5 dereceli gri skala

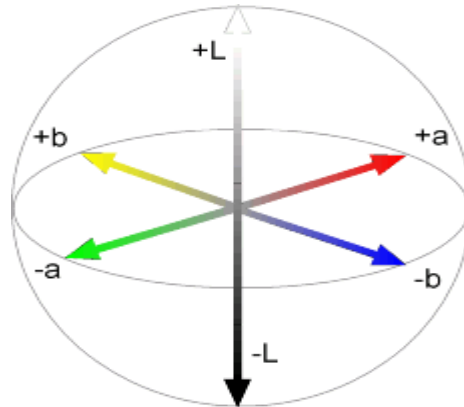
Işık Kabini: Ataç marka standart ışık kabini

3.1.5 Değerlendirmede Kullanılan Test Yöntemleri

3.1.5.1 Renk Ölçümü

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 L^* , a^* , b^* değerleri bulunmuş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu sonuçların yorumlanması aşağıdaki noktalar dikkate alınarak yapılmıştır.

Şekil 8'deki CIELAB renk sisteminde L^* açıklık eksenini renksiz noktadan geçer ve a^* ve b^* 'nin oluşturduğu düzleme göre dik olarak iner. L^* değeri siyahta sıfırdan başlayıp, beyaz için 100'e ulaşır (Duran 2001). Aşağıda CIELAB renk eksenini gösterilmiştir.



Şekil 17: CIELAB renk sistemi (Kerim 2001)

L* : Açıklık eksenini

+ ise numune daha açık

- ise numune daha koyu

a* : Yeşil - Kırmızı eksenini

+ ise numune daha kırmızımsı

- ise numune daha yeşilimsi

b* : Mavi – Sarı eksenini

+ ise numune daha sarımsı

- ise numune daha mavimsi

Bugüne kadar renklendirici maddenin konsantrasyonu ve cisme ait reflektans değerleri arasındaki doğrusal bağıntıyı ortaya koyan çeşitli teoriler ve kavramlar geliştirilmiştir. Bunlardan en yararlı olanı “Kubelka – Munk” ifadesidir. Kubelka ve Munk teorisine göre renkli bir örnek için iki büyüklük tarif edilmektedir. Bunlar “K” ve “S” değerleridir. Bunlardan “K” ışık absorpsiyonu, “S” ise ışık yansımaları için birer ölçektir. K büyük oranda boyarmaddeden, S ise sadece tekstil materyali tarafından belirlenir. Kalın ve saydam olmayan bir renkli tekstil materyalinin herhangi bir dalga boyundaki remisyon ve K/S değerleri arasında Kubelka-Munk teorisine göre şu bağıntı mevcuttur.

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

R değeri refleksiyon değerini gösterir. Formüldeki yerine desimal olarak konur.

Mavi, lacivert ve siyah renklerin maksimum absorpsiyon bölgesindeki(600 nm) refleksiyon değerine bakılarak K/S hesaplanmıştır.

Kırmızı rengin maksimum absorpsiyon bölgesindeki(500 nm) refleksiyon değerine bakılarak K/S hesaplanmıştır.

Sarı rengin maksimum absorpsiyon bölgesindeki(400 nm) refleksiyon değerine bakılarak K/S hesaplanmıştır.

3.1.5.2 Ter Haslığının Ölçülmesi

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

3.1.5.3 Yıkamaya Karşı Renk Haslığının Ölçülmesi

Numunelerin yıkamaya karşı renk haslıklarının tayini TS EN ISO 105-C03 standardına uygun olarak James & Heal marka laboratuvar tipi yıkama ve kuru temizleme cihazı Gyrowash’da yapılmış ve sonuçlar standart ışık kabiniinde değerlendirilmiştir.

3.1.5.4 Işığa Karşı Renk Haslığının Ölçülmesi

Farklı boyama yöntemlerine göre boyanan numunelerin ışığa karşı renk haslıklarının ölçümü ISO 105 B02 standardına uygun olarak James H. Heal & Co. Ltd.marka Megasol 495 model ışık haslığı cihazında 60 saatte gerçekleştirilmiş ve değerlendirmeler mavi yün standartları ile kıyaslanarak yapılmıştır.

3.1.5.5 Kuru ve Yaş Sürtünmeye Karşı Renk Haslığının Ölçülmesi

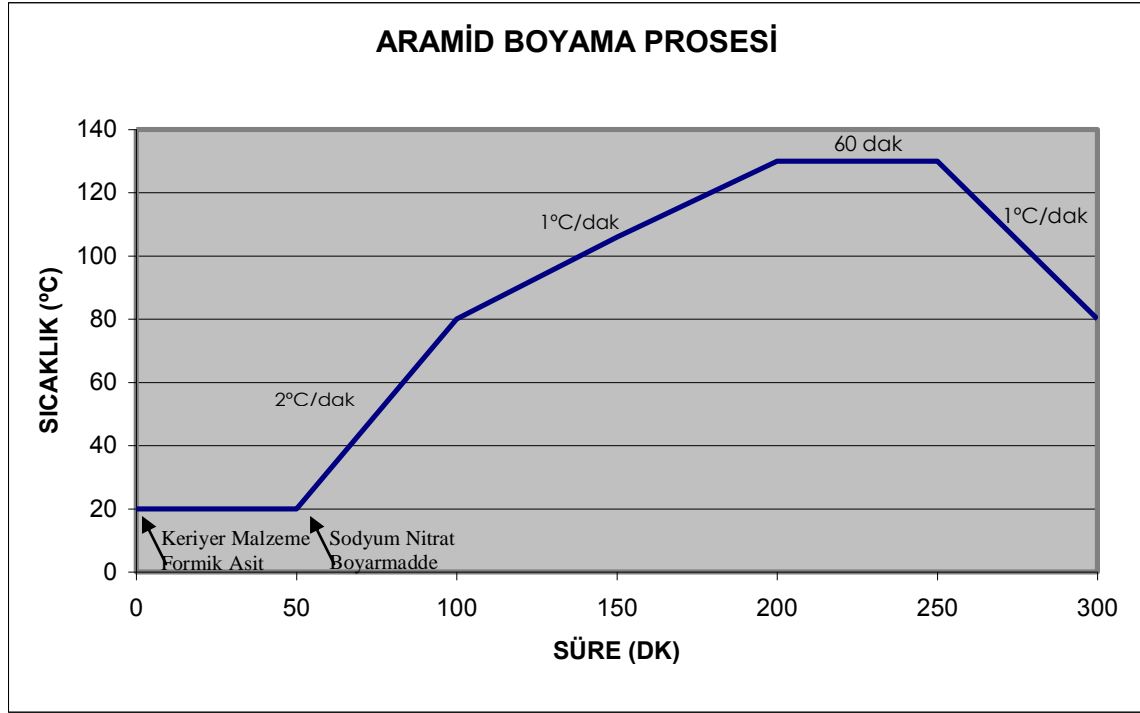
Boyanmış numunelerin kuru ve yaş sürtünmeye karşı renk haslıklarının tayini ISO 105 –A03 standardına uygun olarak James Heal marka sürtme haslığı test cihazında yapılmıştır ve sonuçlar standart ışık kabiniinde değerlendirilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Keriyein Etkisinin İncelenmesi

Keriye boyamayı hızlandırıcı kimyasal maddelerdir. Boyama flottesine keriye ilavesiyle daha düşük sıcaklıkta boyama yapılabilinmektedir. Ayrıca lifleri şişirme, liflerin su alma yeteneğini ve lifler içerisinde boyarmaddenin girebileceği amorf bölge miktarını artırma özelliklerine sahiptir. Keriye olarak aramid kumaşların boyanmasında literatürlerde polar solventler kullanılmıştır. Bunlardan bazıları benzil alkol, dimetilasetamid, dimetilformamid, polietilen glikol'dur.

Keriye maddenin etkisini incelemek için kullanılan boyama grafiği aşağıdaki gibidir.



Şekil 18: Keriyerin Aramid boyanmasına etkisini incelemek için kullanılan aramid boyama prosesi

Aşağıda boyama reçetesi keriyer etkisi ile ilgili çalışmalarda kullanılmıştır.

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Keriyer etkisi 1. çalışma

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Keriyer etkisi 2. çalışma

Dimetilasetamid 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Keriyer etkisi 3. çalışma

Dimetilformamid 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Keriyer etkisi 4. çalışma

Cindye DNK 40 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Keriyer etkisi 5. çalışma

Cindye DNK 60 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Keriyer etkisi 6. çalışma

Dowanol PPH 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Boyama denemeleri sonrası yapılan ard işlem

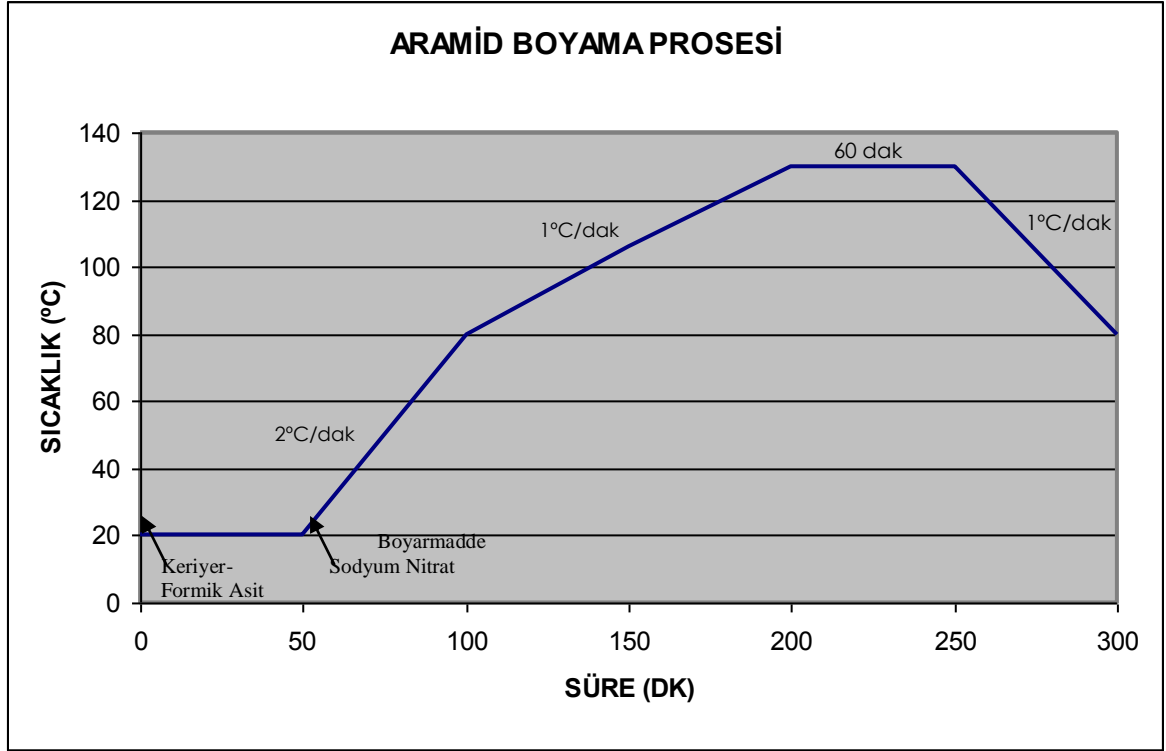
Sodyum Hidroksit 2 g/l

Hidro Sülfid 2 g/l

70 °C'de 30 dakika

3.2.2 Keriyer Konsantrasyon Değişiminin Etkisinin İncelenmesi

Çalışmada keriyer olarak kullanılan benzil alkol, dimetilasetamid, dimetilformamid, Dowanol PPH ve Cindye DNK farklı konsantrasyonlarda boyama yapılarak boyama verimliliği ve renk haslığı yönünden incelenmiştir. Aşağıda boyama grafiği verilmiştir.



Şekil 19: Keriyer konsantrasyon değişiminin aramid boyanmasına etkisini incelemek için kullanılan aramid boyama prosesi

Aşağıdaki reçete bütün çalışmalarda kullanılmıştır.

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Keriyer konsantrasyon değişiminin etkisi 1. çalışma

Benzil Alkol 0 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Keriyer konsantrasyon değişiminin etkisi 2. çalışma

Benzil Alkol 50 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Keriyer konsantrasyon değişiminin etkisi 3. çalışma

Benzil Alkol 60 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Keriyer konsantrasyon değişimin etkisi 4. Çalışma

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Keriyer konsantrasyon değişimin etkisi 5. Çalışma

Benzil Alkol 100 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Keriyer konsantrasyon değişimin etkisi 6. Çalışma

Benzil Alkol 200 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Keriyer konsantrasyon değişimin etkisi 7. Çalışma

Dimetilasetamid 100 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Keriyer konsantrasyon değişimin etkisi 8. Çalışma

Dimetilasetamid 200 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Keriyer konsantrasyon değişimin etkisi 9. Çalışma

Dimetilformamid 100 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Keriyer konsantrasyon değişimin etkisi 10. Çalışma

Dimetilformamid 200 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Keriyer konsantrasyon değişimin etkisi 10. çalışma

Dowanol PPH 100 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Boyama denemeleri sonrası ard işlem

Sodyum Hidroksit 2 g/l

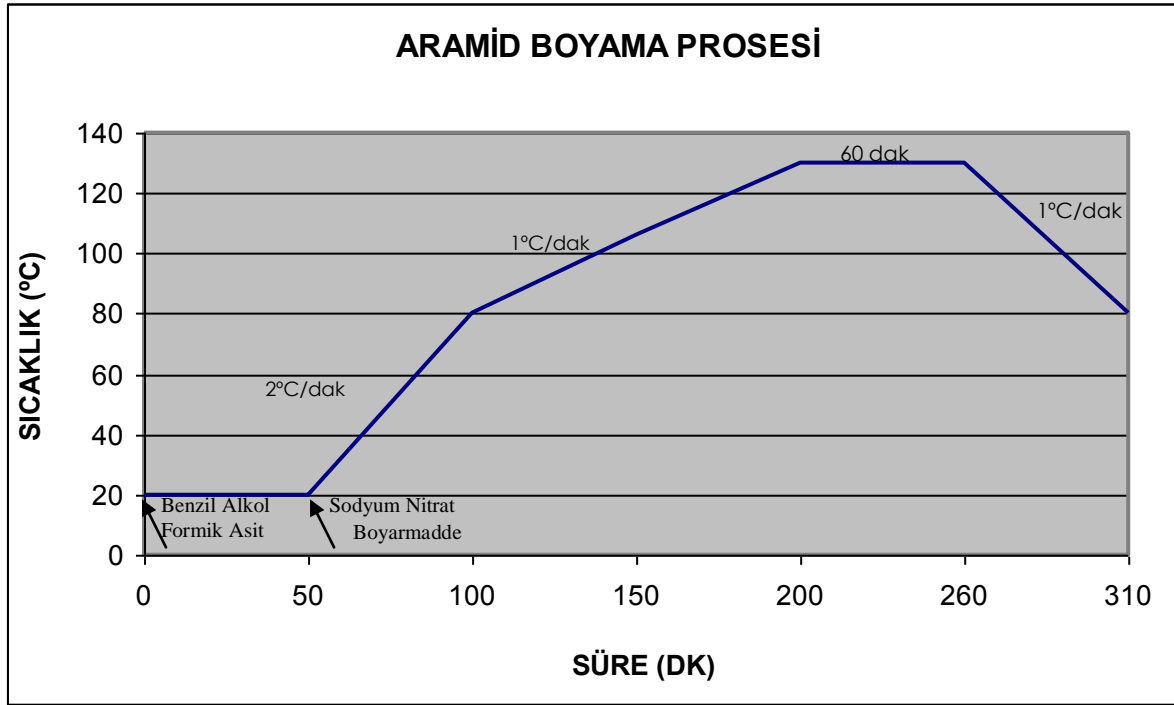
Hidro Sülfid 2 g/l

70 °C'de 30 dakika

3.2.3 Elektrolitin Etkisinin İncelenmesi

Elektrolitler boyama sırasında boya çekimini artırıcı etkisi vardır. Aramid boyama prosesinde literatürlerde elektrolit olarak sodyum nitrat kullanılmış, farklı sodyum nitrat konsantranlarda çalışmalar yapılarak boyama verimliliği ve renk haslıklarına bakılmıştır.

Boyama grafiği aşağıdaki gibidir.



Şekil 20: Elektrolit olarak kullanılan Sodyum Nitrat'ın aramid boyamasına etkisini incelemek için kullanılan aramid boyama prosesi

Elektrolitin etkisi 1. çalışma

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 0 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

Elektrolitin etkisi 2. çalışma

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

Elektrolitin etkisi 3. çalışma

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 70 g/l

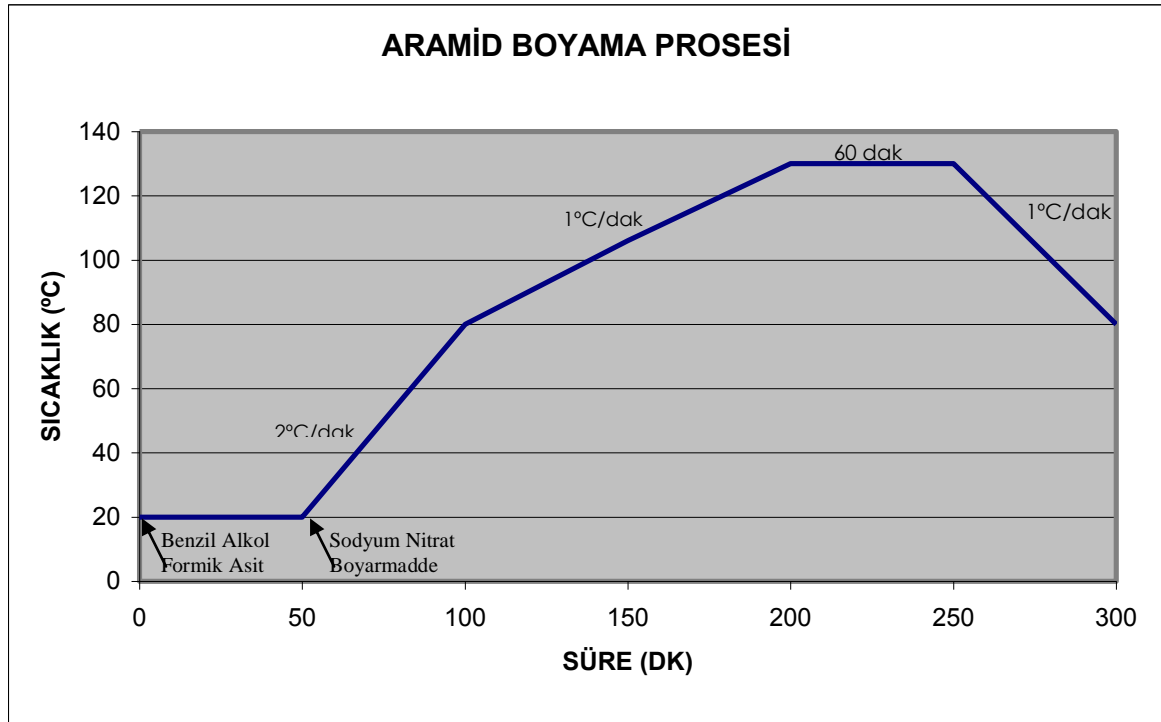
Sodyum Nitrat 40 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

3.2.4 Sıcaklığın Etkisinin İncelenmesi

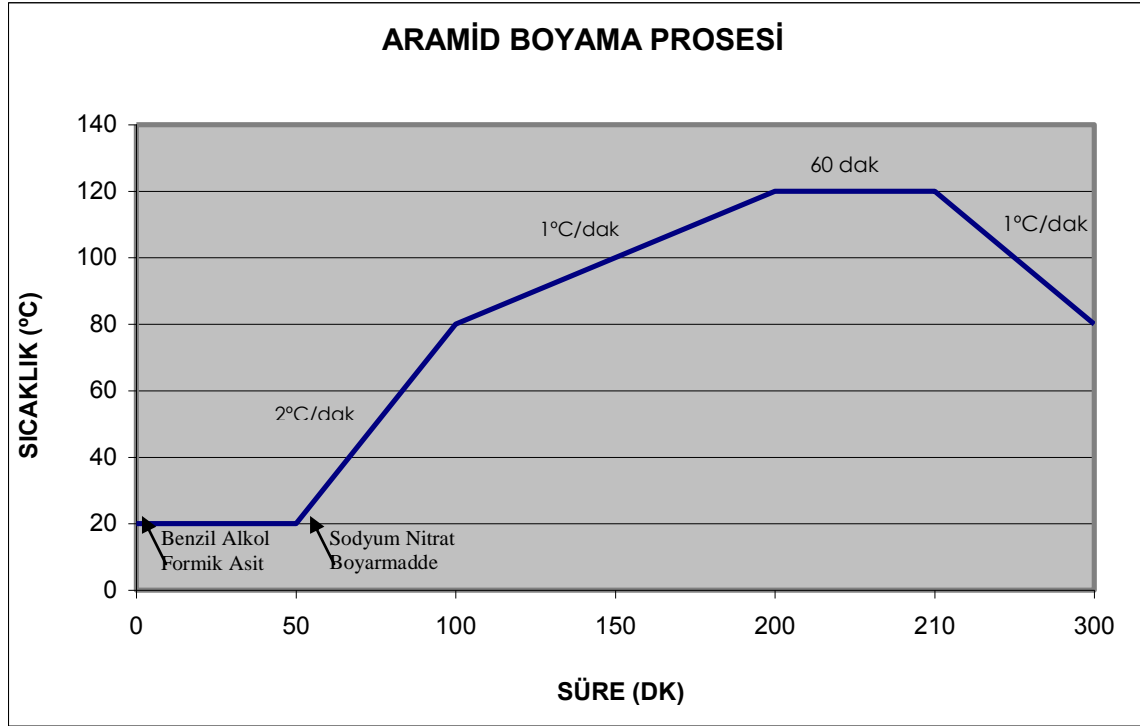
Meta Aramidlerin camsı geçiş noktalarının yüksek oluşu bağ yapacak gruplarının olmayışı boyanmasını güçleştirmektedir. Yüksek basınç altında yüksek sıcaklıklarda keriyer kullanılarak boyanabilmektedir. Aşağıda sıcaklığın boyamaya etkisini görebilmek için çeşitli sıcaklıklarda boyama yapılarak renk verimliliği ve renk haslıklarına bakılmıştır.

130 °C'deki boyama grafiği aşağıdaki gibidir.



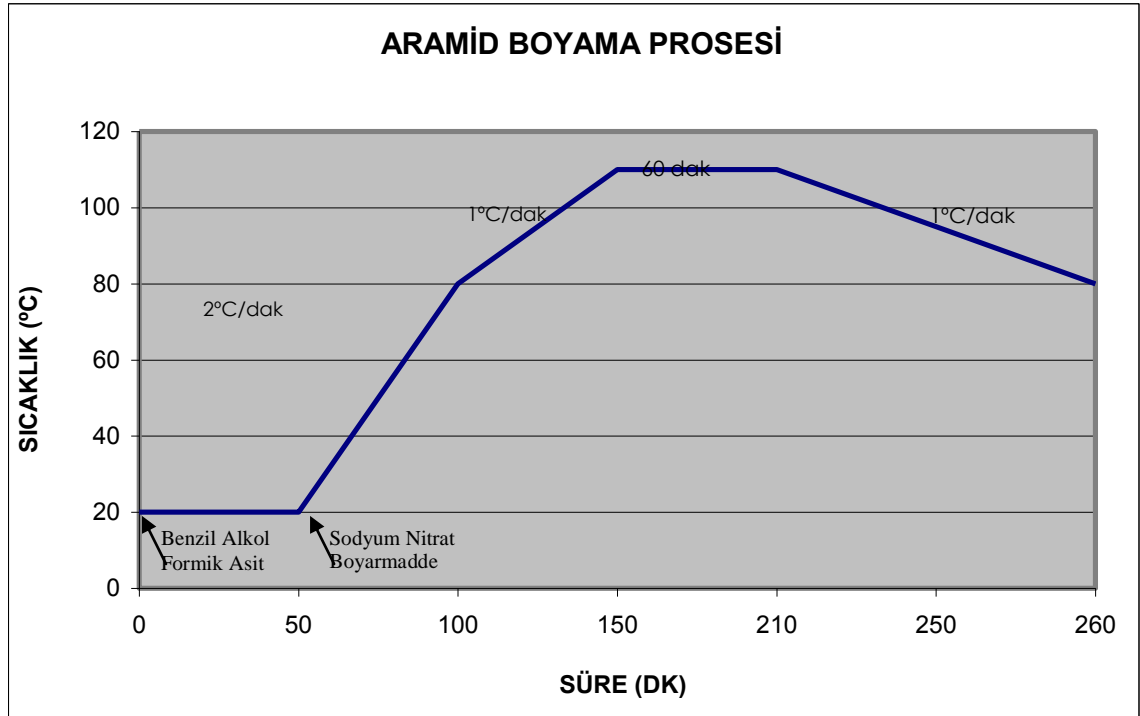
Şekil 21: Sıcaklığın aramid boyanmasına etkisini incelemek için 130°C'de yapılan aramid boyama prosesi

120 °C'deki boyama grafiği aşağıdaki gibidir.



Şekil 22: Sıcaklığın aramid boyanmasına etkisini incelemek için 120°C’de yapılan aramid boyama prosesi

110 °C’deki boyama grafiği aşağıdaki gibidir.



Şekil 23: Sıcaklığın aramid boyanmasına etkisini incelemek için 110°C’de yapılan aramid boyama prosesi

Sıcaklığın etkisi çalışmalarında aşağıdaki reçete kullanılmıştır.

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 70 g/l

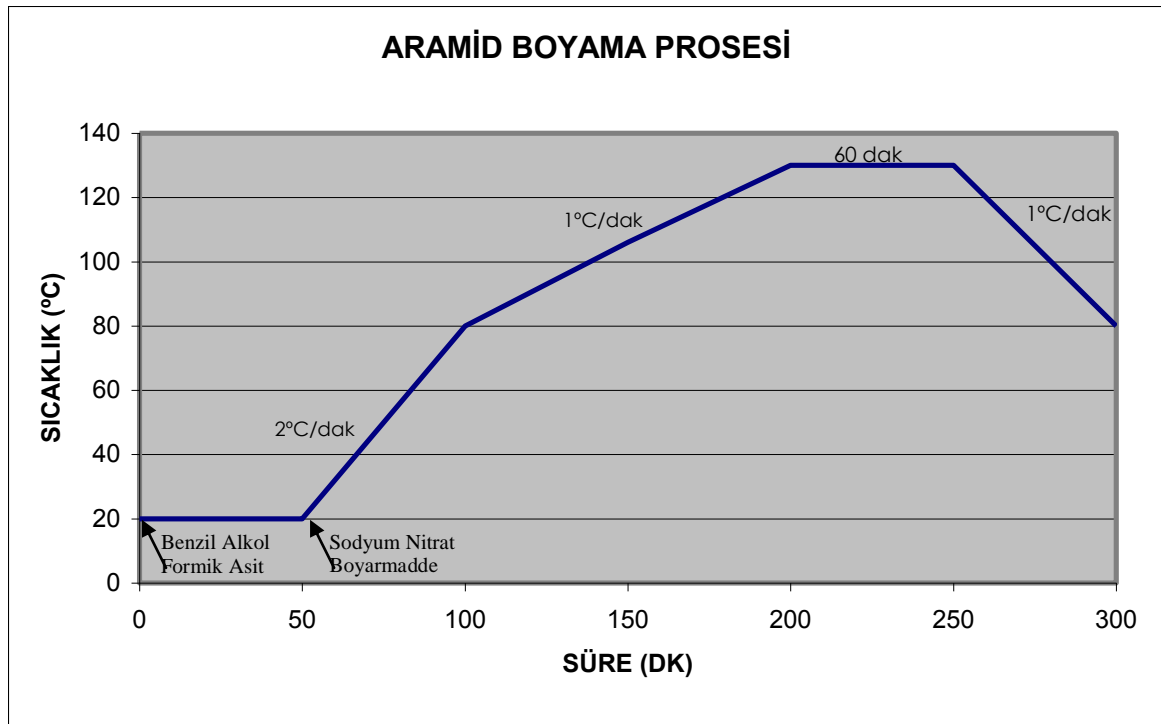
Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

3.2.5 Boyarmaddelerin Etkisinin İncelenmesi

Aramid kumaşların boyanmasında literatürlerde katyonik ve dispers boyarmaddeleri kullanılmıştır. Ayrıca katyonik boyarmaddeleri hem üçlü kombinasyon hem de her boyarmadde ayrı ayrı kullanılarak boyama verimliliği ve haslık yönünden incelenmiştir.

Boyama grafiği aşağıdaki gibidir.



Şekil 24: Boyarmaddelerin aramid boyanmasına etkisini incelemek için yapılan aramid boyama prosesi

Boyarmaddenin etkisi 1. çalışma

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l
pH 3-4 (Formik Asit ile)

Boyarmaddenin etkisi 2. çalışma

% 2 Astrazon Black FDL

Benzil Alkol 70 g/l
Sodyum Nitrat 20 g/l
pH 3-4 (Formik Asit ile)

Boyarmaddenin etkisi 3. çalışma

% 2 Astrazon Blue FGGL

Benzil Alkol 70 g/l
Sodyum Nitrat 20 g/l
pH 3-4 (Formik Asit ile)

Boyarmaddenin etkisi 4. çalışma

% 2 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 70 g/l
Sodyum Nitrat 20 g/l
pH 3-4 (Formik Asit ile)

Boyarmaddenin etkisi 5. çalışma

% 2 Yellow 7GGL

Benzil Alkol 70 g/l
Sodyum Nitrat 20 g/l
pH 3-4 (Formik Asit ile)

Boyarmaddenin etkisi 6. çalışma

% 2 Astrazon Black MBL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 70 g/l
Sodyum Nitrat 20 g/l
pH 3-4 (Formik Asit ile)

Boyarmaddenin etkisi 7. çalışma

% 2 Dianix Black AM -B

% 1 Dianix Blue AM-R

% 0,3 Dianix Red AM-B

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

Boyarmaddenin etkisi 8. çalışma

% 2 Astrazon Black MBL

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

Boyarmaddenin etkisi 9. çalışma

% 2 Maxilon Black FBL

%1 Maxilon Blue GRL

%0,3 Maxilon Red GRL

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

Boyarmaddenin etkisi 10. çalışma

%2 Maxilon Red GRL

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3-4 (Formik Asit ile)

Boyama denemeleri sonrası ard işlem

Sodyum Hidroksit 2 g/l

Hidro Sülfid 2 g/l

70 °C'de 30 dakika

3.2.6 Süre Etkisinin İncelenmesi

Boyarmaddenin elyafın içine nüfus edebilmesi için belli bir süreye ihtiyaç duyulmaktadır. Optimum boyama süresini bulabilmek için farklı sürelerde çalışma yapılmıştır.

Çalışmada kullanılan reçete aşağıdaki gibidir.

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

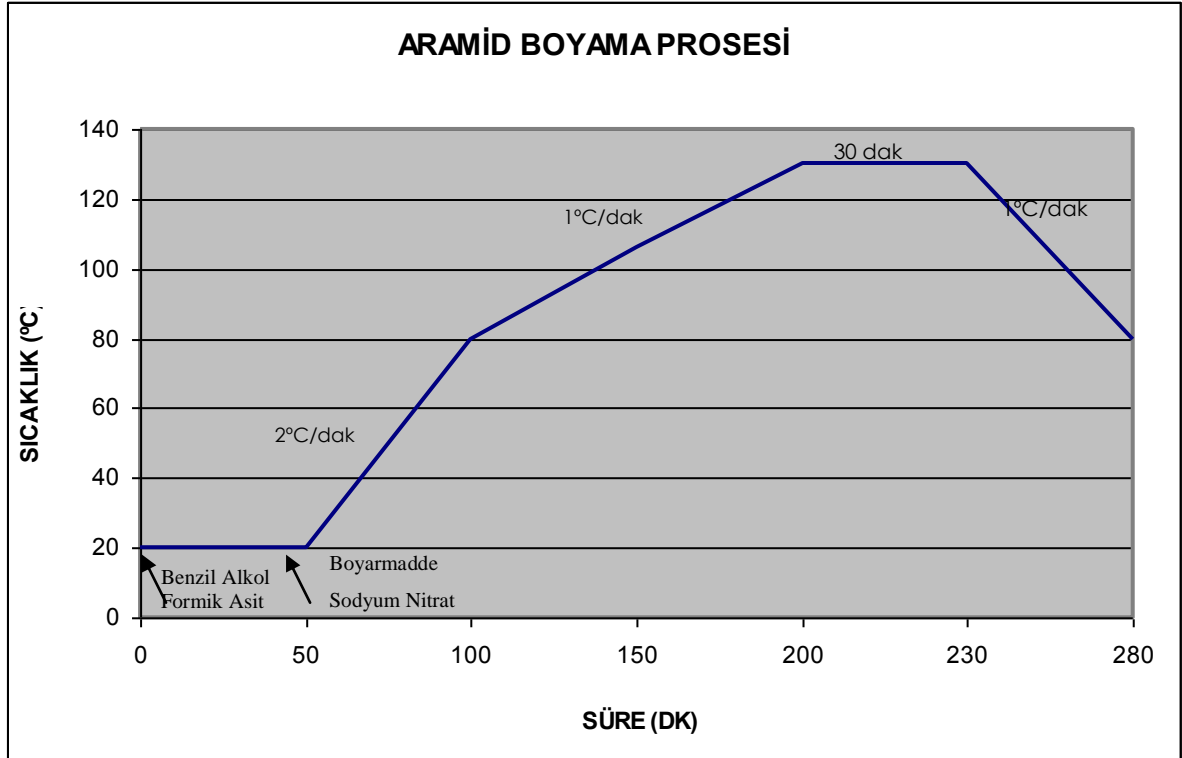
% 0,3 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

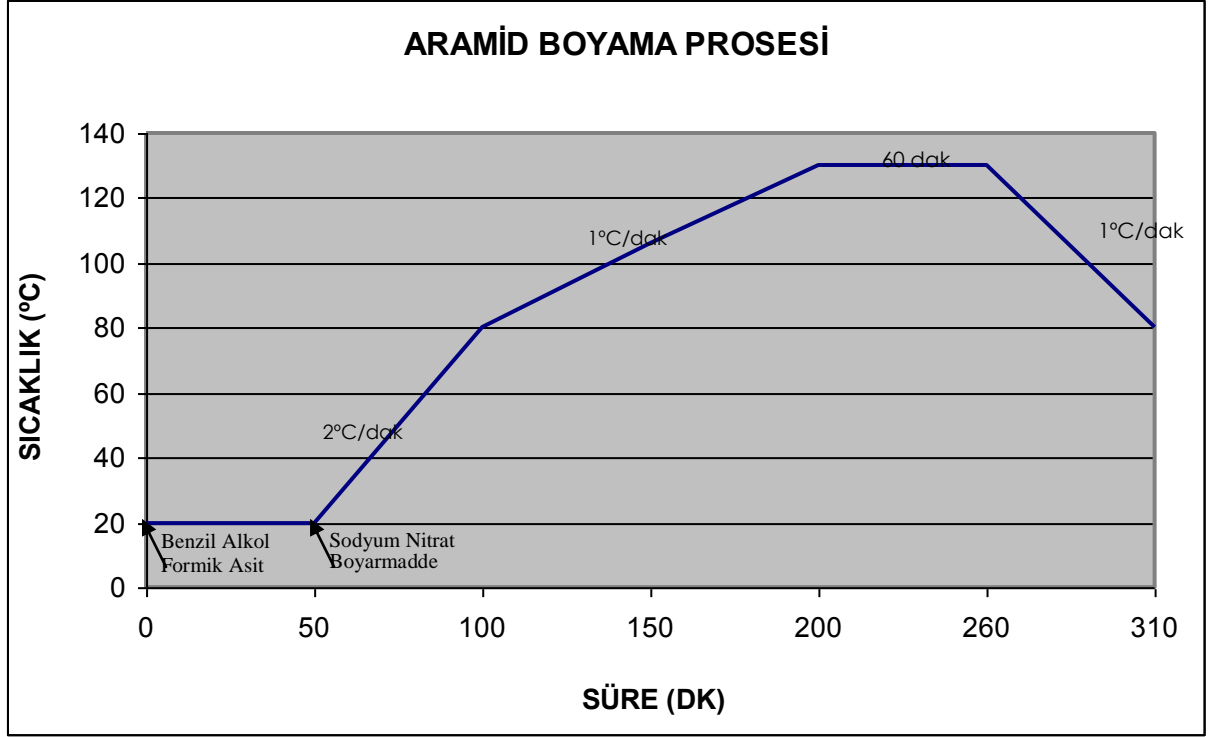
pH 3-4 (Formik Asit ile)

130 °C'de 30 dakika boyama grafiği aşağıdaki gibidir.



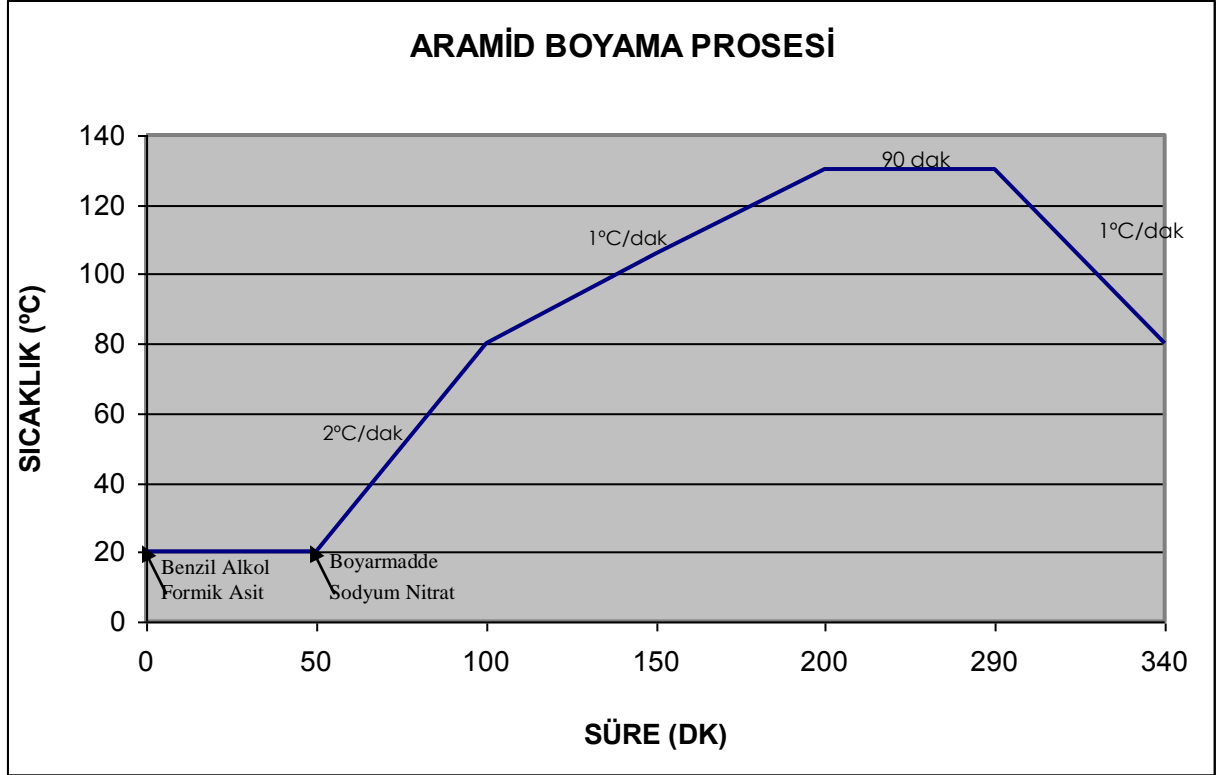
Şekil 25: Süresinin aramid boyanmasına etkisini incelemek için 30 dakika boyama süresi ile yapılan aramid boyama prosesi

130 °C’de 60 dakika boyama grafiği aşağıdaki gibidir.



Şekil 26: Süresinin aramid boyanmasına etkisini incelemek için 60 dakika boyama süresi ile yapılan aramid boyama prosesi

130 °C’de 90 dakika boyama grafiği aşağıdaki gibidir.

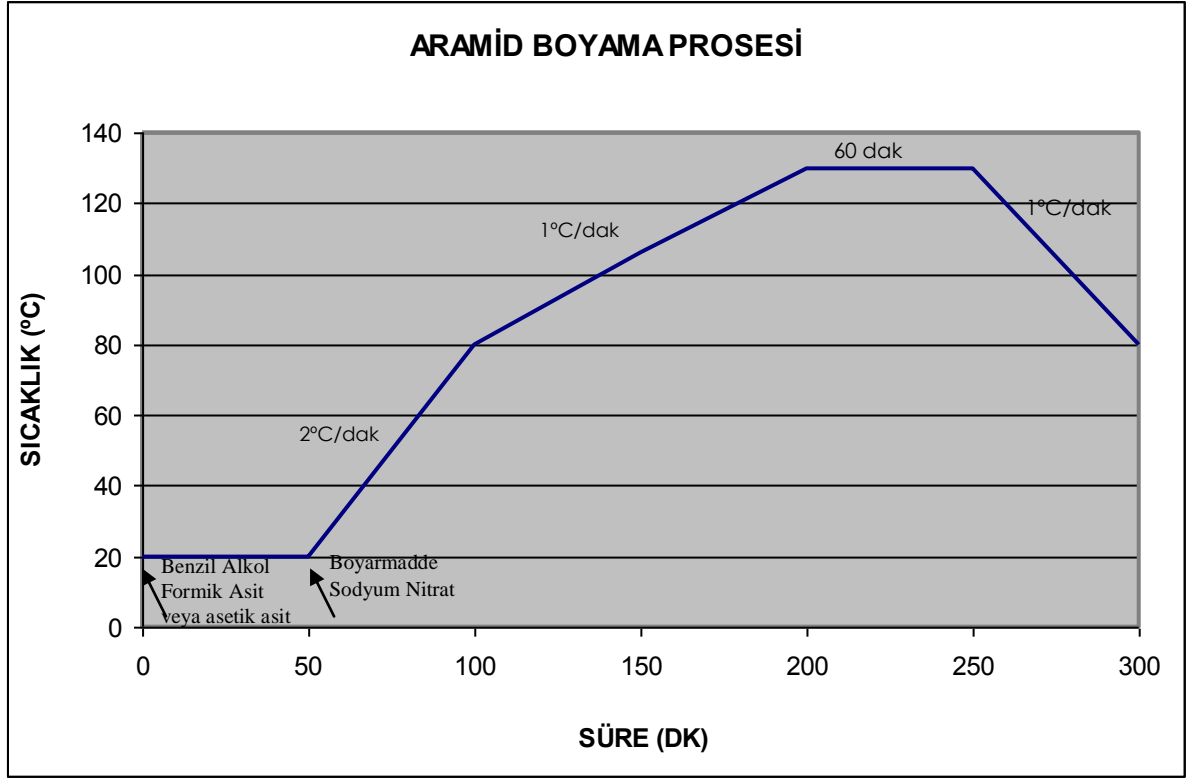


Şekil 27: Süresinin aramid boyanmasına etkisini incelemek için 90 dakika boyama süresi ile yapılan aramid boyama prosesi

3.2.7 pH’ın Etkisinin İncelenmesi

pH seçimi boyarmaddenin seçimi ile alakalıdır. Çoğu katyonik boyarmaddeler pH 3-6 arasında stabildir. Aramid kumaşların boyanması da genellikle bu aralıkta olmaktadır. Bu çalışmada iki farklı asit (formik asit ve asetik asit) ve farklı pH değerlerinde çalışma yapılmış renk haslığı ve renk verimliliği bakımından incelenmiştir.

Aşağıdaki boyama grafiğine göre çalışma yapılmıştır.



Şekil 28: pH'nın aramid boyanmasına etkisini incelemek yapılan aramid boyama prosesi

pH'nın etkisi 1. çalışma

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3,6 (3-4 arası Formik Asit ile)

pH'nın etkisi 2. çalışma

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 4,5 (4-5 arası Formik Asit ile)

pH'in etkisi 3. çalışma

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 5,4 (5-6 arası Formik Asit ile)

pH'in etkisi 4. çalışma

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3,6 (3-4 arası Asetik Asit ile)

pH'in etkisi 5. çalışma

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 4,4 (4-5 arası Asetik Asit ile)

pH'in etkisi 6. çalışma

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 5,6 (5-6 arası Asetik Asit ile)

3.2.8 Boyama Ön İşlemin Etkisinin İncelenmesi

Malzemelerin düşük olan yüzey enerjilerini artırmak için korona işlemi uygulanmıştır. Korona işlemi sonrası düşük olan yüzey enerjisinin artırılması hedeflenmiştir. Böylelikle boyama verimliliği artacağı düşünülmüştür. Aşağıdaki ön işlem boyama öncesi uygulanmış, daha sonra boyama yapılarak renk haslığı ve boyama verimliliği yönünden incelenmiştir. Aramid kumaşa 5000 Watt, 5 m/min, Her iki yüzeye atmosferik ortamda korona işlemi uygulanmıştır. Korona işlemi sonrası aşağıdaki boyama prosesine göre boyama uygulanmıştır.

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3,6 (3-4 arası Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

3.2.9 Boyama Sonrası Redüktif Yıkama İşlemin Etkisinin İncelenmesi

Aramid kumaşların boyama işleminden sonra kumaşın yüzeyine tutunmuş ölü boyaların atılması gerekmektedir. Ölü boyaların kumaş yüzeyinden uzaklaştırılması için redüktif yıkama yapılmaktadır. Redüktif yıkama yapılmış ile yapılmamış çalışma haslık yönünden karşılaştırılmıştır.

Boyama reçetesi aşağıdaki gibidir:

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 70 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3,6 (3-4 arası Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Boyama sonrası ard işlem 1. çalışma

Sodyum Hidroksit 2 g/l

Hidro Sülfid 2 g/l

70 °C'de 30 dakika

Boyama sonrası ard işlem 2. çalışma

Durulama yapılmıştır.

70 °C'de 30 dakika

3.2.10 Bitim İşleminin Etkisinin İncelenmesi

Boyama sonrası kumaşa yapılan bitim işlemleri haslıkları olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilir. UV malzemeler, maddenin üzerine gelen ışığın miktarını ve yoğun radyasyon iletimini azaltırlar. Bu maddeler, lifleri ve boyarmaddeyi korumak için kullanılır. UV ışınlarına karşı koruma derecesi liflerin türüne bağlıdır. Boyama sonrası kumaşa UV bitim işlemi yapılmış haslık yönünden incelenmiştir.

Boyama reçetesi aşağıdaki gibidir:

% 2 Astrazon Black FDL

% 1 Astrazon Blue FGGL

% 0,3 Astrazon Red GL-N

Benzil Alkol 50 g/l

Sodyum Nitrat 20 g/l

pH 3,6 (3-4 arası Formik Asit ile)

130 °C'de 60 dakika

Boyama sonrası bitim işlemi

UV-Sun 5 g/l

Emdirme Yöntemi

%80 Alınan Flotte oranı

130 °C'de 2 dakika Kurutma

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1 Keriyeerin Etkisi

Keriyeer malzeme elyafın şişmesini sağlar ve camlaşma noktasını düşürerek aramid elyafının boyanmasını sağlamaktadır. Üç farklı polar yapıda solvent ile ticari olarak satılan Cindye DNK ve Dowanol PPH keriyeer malzeme olarak boyamada kullanılmış haslık yönünden incelenmiş ve aşağıdaki tabloda haslık değerleri ve renk ölçüm sonuçları verilmiştir.

Tablo 5: Farklı Keriyeer malzemeler kullanılarak meta aramid kumaşın boyanması ile elde edilen renk haslığı ve renk verimliliği sonuçları

| Değişken Parametre | Renk | Işık Haslığı | Ter Haslığı | | Yıkama Haslığı | Sürtme Haslığı | | Renk Ölçümü | K/S Değeri |
|------------------------|----------|--------------|-------------|-------|----------------|----------------|-----|--------------------------------------|------------|
| | | | Asidik | Bazik | | Kuru | Yaş | | |
| Benzil Alkol 70 g/l | Lacivert | 3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*: 20,94 a*: 0,55 b*: -7,06 | 3,80 |
| Dimetilformamid 70 g/l | Mavi | 1/2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4 | L*: 30,49 a*: -2,28 b*: -18,69 | 2,40 |
| Dimetilasetamid 70 g/l | Mavi | 1/2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*: 30,85 a*: -2,26 b*: -18,81 | 2,21 |
| 40 g/l Cindye DNK | Lacivert | 2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*: 22,73 a*: -1,89 b*: -10,8 | 3,71 |
| 60 g/l Cindye DNK | Lacivert | 2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*: 22,42 a*: 0,36 b*: -6,08 | 3,72 |
| 70 g/l Dowanol PPH | Lacivert | 2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*: 21,10 a*: 2,35 b*: -7,45 | 3,78 |

Benzil alkol, dimetilasetamid, dimetilformamid eşit konsantrasyonlarda, ticari olarak satılan Cindye DNK ve Dowanol PPH tedarikçi firmaların önerdiği konsantrasyonlarda kullanılarak boyama yapılmıştır. Elde edilen haslık ve spektrofotometre sonuçlarına göre en iyi haslık ve renk verimliliği benzil alkol kullanılarak yapılan boyamada alınmıştır. Renk koyuluğuna bakıldığında zaman en düşük L* değeri (koyuluk-açıklık değeri) Benzil alkol ile yapılan çalışmada elde edilmiştir.

4.2 Keriyeer Konsantrasyon Değişiminin Etkisi

Keriyeer malzemenin aramid boyamada optimum miktarını bulmak için farklı konsantrasyonlarda denemeler yapılmış ve haslık yönünden incelenmiş ve aşağıdaki tabloda haslık değerleri ve renk ölçüm sonuçları verilmiştir.

Tablo 6: Farklı konsantrasyonda keriyer kullanılarak meta aramid kumaşın boyanması ile elde edilen renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları

| Değişken Parametre | Renk | Işık Haslığı | Ter Haslığı | | Yıkama Haslığı | Sürtme Haslığı | | Renk Ölçümü | K/S Değeri |
|--------------------------------|----------|--------------|-------------|-------|----------------|----------------|-----|-----------------------------------|------------|
| | | | Asidik | Bazik | | Kuru | Yaş | | |
| Benzil Alkol 0 g/l | Mavi | 1 | 2 | 1/2 | 3 | 3 | 3 | L*:36,56 a*:7,12 b*:-6,81 | 2,90 |
| Benzil Alkol 20 g/l | Lacivert | 1 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:25,4 a*: 5,27 b*: 0,15 | 3,60 |
| Benzil Alkol 50 g/l | Lacivert | 2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*: 22,56 a*:-0,15 b*:-7,22 | 3,72 |
| Benzil Alkol 60 g/l | Lacivert | 3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*: 21,25 a*: 0,64 b*:-8,39 | 3,76 |
| Benzil Alkol 70 g/l | Lacivert | 3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*: 20,94 a*: 0,55 b*:-7,06 | 3,80 |
| Benzil Alkol 100 g/l | Lacivert | 2/3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:20,42 a*: 0,4 b*:-7,08 | 3,82 |
| Benzil Alkol 200 g/l | Lacivert | 2/3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:20,04 a*: 0,67 b*:-7,01 | 3,85 |
| Dimetil formamid 100 g/l | mavi | 2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4 | L*:35,62 a*: 3,59 b*:-15,72 | 2,10 |
| Dimetil formamid 200 g/l | mavi | 2/3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4 | L*:30,76 a*: 3,22 b*:-16,61 | 2,22 |
| Dimetil asetamid 100 g/l | mavi | 2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4 | L*:36,42 a*: 4,12 b*:-16,24 | 2,07 |
| Dimetil aestamid 200 g/l | mavi | 2/3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4 | L*:31,14 a*: 4,24 b*:-17,14 | 2,11 |
| Dowanol PPH 100 g/l | Lacivert | 2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*: 20,04 a*:-3,49 b*:-6,13 | 3,84 |

Aramid kumaşlarda kullanılan keriyerleri farklı konsantrasyonlarda kullanılarak optimum keriyer konsantrasyon bulunmaya çalışılmıştır. Dimetilformamid ve dimetilformasit ile yapılan çalışmalarda keriyer konsantrasyonu artıka L* değeri (koyuluk-açıklık) düşmüş yani renk koyulaşmıştır. Fakat Benzil alkol ile kıyaslandığı zaman renk çok açıktır. Benzil alkol ile yapılan çalışmalarda ise hem renk verimliliği hem de haslık yönünden en iyi sonuçlar 60 g/l ve 70 g/l Benzil Alkol ile yapılan boyamalarda elde edilmiştir.

Aynı konsantrasyondaki Devanol PPH ile Benzil Alkol kıyaslandığında Devanol PPH'in ışık haslığı değeri Benzil Alkol ile yapılan çalışmalara göre daha düşük kalmıştır.

Tablo 6'da Cindye DNK'nın boyamada konsantrasyonu artsa da ışık haslığı değeri 70 g/l benzil alkol kullanılarak yapılan çalışmaya göre düşük kalmıştır. Cindye DNK konsantrasyonu tablo 6'da 40 g/l'den 60 g/l'ye çıkarılsa da renk koyuluğunda çok az bir artış olmuştur.

4.3 Elektrolitin Etkisi

Farklı konsantrasyonlarda Sodyum Nitrat kullanılarak haslık ve boyama verimliliği yönünden incelenmiş aşağıdaki tabloda haslık değerleri ve renk ölçüm sonuçları verilmiştir.

Tablo 7: Farklı konsantrasyonda Sodyum Nitrat kullanılarak meta aramid kumaşın boyanması ile elde edilen renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları

| Değişken Parametre | Renk | Işık Haslığı | Ter Haslığı | | Yıkama Haslığı | Sürtme Haslığı | | Renk lm | K/S Değeri |
|----------------------|----------|--------------|-------------|-------|----------------|----------------|-----|------------------------------------|------------|
| | | | Asidik | Bazik | | Kuru | Yaş | | |
| Sodyum Nitrat 0 g/l | Lacivert | 2/3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:21,4 a*: 1,83 b*: -6,64 | 3,75 |
| Sodyum Nitrat 20 g/l | Lacivert | 2/3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*: 20,94 a*: 0,55 b*: -7,06 | 3,80 |
| Sodyum Nitrat 40 g/l | Lacivert | 2/3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:20,97 a*: 1,35 b*: -5,46 | 3,79 |

Sodyum nitrat konsantrasyondaki artışlar renk haslığında ve boyama verimliliği de herhangi bir değişiklik göstermemiştir. Boyama alışmaları laboratuvar ortamında yapıldığı için elektrolit olarak kullanılan sodyum nitrat konsantrasyonundaki değişmeler kumaş üzerindeki boya düzgünlüğü ve verimliliği konusunda büyük bir değişim göstermemiştir.

4.4 Sıcaklığın Etkisi

Aramidlerin camsı geçiş noktalarının yüksek oluşu sebebiyle yüksek sıcaklarda boyanması gerekmektedir. Üç farklı sıcaklıkta çalışma yapılmış haslık ve renk verimliliği bakımından incelenmiş ve aşağıdaki tabloda haslık değerleri ve renk ölçüm sonuçları verilmiştir.

Tablo 8: Farklı boyama sıcaklıklarında meta aramid kumaşın boyanması ile elde edilen renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları

| Değişken Parametre | Renk | Işık Haslığı | Ter Haslığı | | Yıkama Haslığı | Sürtme Haslığı | | Renk Ölçümü | K/S Değeri |
|---------------------|----------|--------------|-------------|-------|----------------|----------------|-----|------------------------------------|------------|
| | | | Asidik | Bazik | | Kuru | Yaş | | |
| 130 °C'de 60 dakika | Lacivert | 2/3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:20,94 a*: 0,53 b*: 19,62 | 3,80 |
| 120 °C'de 60 dakika | Lacivert | 2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*: 21,69 a*: 0,50 b*: -7,12 | 3,75 |
| 110 °C'de 60 dakika | Lacivert | 2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:22,83 a*: 0,55 b*: -7,06 | 3,71 |

Tablo 8'de görüldüğü üzere haslık ve renk verimliliği bakımından en iyi sonucu 130°C de yapılan boyamada elde edilmiştir. 130 °C'de yapılan boyamada 120 °C'de ve 110°C'de yapılan boyamalara göre ışık haslığı yarım puan artmıştır. Aramid kumaşların boyanmasında optimum boyama sıcaklığı 130 °C'dir.

4.5 Boyarmaddelerin Etkisi

Literatürlerde Aramid elyafın boyanmasında katyonik ve dispers boyarmaddeler kullanılmıştır. Boyarmaddelerin etkisini görebilmek için katyonik boyarmaddelerin her birini ayrı ayrı incelendiği gibi üçlü kombinasyon boyama yapılarak haslık etkisi incelenmiş ve aşağıdaki tabloda haslık değerleri ve renk ölçüm sonuçları verilmiştir.

Tablo 9: Farklı boyarmaddeler kullanılarak meta aramid kumaşın boyanması ile elde edilen renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları

| Değişken Parametre | Renk | Işık Haslığı | Ter Haslığı | | Yıkama Haslığı | Sürtme Haslığı | | Renk Ölçümü | K/S Değeri |
|---|----------|--------------|-------------|-------|----------------|----------------|-----|-------------------------------------|------------|
| | | | Asidik | Bazik | | Kuru | Yaş | | |
| % 2 Astrazon Black FDL % 1 Astrazon Blue FGGL % 0,3 Astrazon Red GL-N | Lacivert | 3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*: 20,94 a*: 0,55 b*: -7,06 | 3,80 |
| % 2 Maxilon Black % 1 Maxilon Blue % 0,3 Maxilon Red | Lacivert | 1 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4 | L*:21,56 a*: 0,52 b*: -6,51 | 3,74 |
| % 2 Astrazon Red GL-N | Kırmızı | 4 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:28,64 a*: 46,64 b*: 10,72 | 2,25 |
| % 2 Maxilon Red | Kırmızı | 1 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4 | L*:29,24 a*:49,43 b*:11,32 | 2,28 |
| % 2 Dianix Black AM-B %1 Dianix Red AM-B %0,5 Dianix Blue AM-R | Lacivert | 2 | 4/5 | 4/5 | 4 | 4/5 | 4 | L*:31,01 a*:6,09 b*:12,97 | 2,31 |
| % 2 Astrazon Black MBL % 1 Astrazon Blue FGGL % 0,3 Astrazon Red GL-N | Lacivert | 4 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:19,38 a*:0,31 b*:-3,27 | 3,90 |
| % 2 Astrazon Blue FGGL | Mavi | 4 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:26,16 a*: -6,01 b*: -31,80 | 3,20 |
| % 2 Astrazon Black FDL | Siyah | 2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:26,20 a*:-0,56 b*:-4,74 | 3,48 |
| % 2 Astrazon Yellow 7GLE | Sarı | 4 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:82,36 a*:10,31 b*:77,81 | 0,56 |
| % 2 Astrazon Black MBL | Siyah | 3/4 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:25,20 a*:-0,76 b*:-4,81 | 3,59 |

Çalışmada Dispers boyarmadde olarak Dystar firmasının Dianix grubu dispers boyarmaddeleri kullanılmıştır.

Katyonik boyarmadde olarak Huntsman firmasının Maxilon boyarmadde grubu ve Dystar firmasının Astrazon boya grubu kullanılmıştır.

Tablo 9’da görüldüğü üzere dispers boyarmadde ile yapılan çalışmada renk verimliliği düşüktür. Dispers boyarmaddelerle yapılan çalışmanın haslık değerleri de katyonik boyarmaddelere göre düşüktür.

Maxilon Katyonik boyarmaddeler Astrazon Katyonik boyarmaddelere göre özellikle ışık haslık değerleri düşüktür. Fakat renk verimlilikleri Maxilon boyarmaddelerin Astrazon boyarmaddelere göre çok az düşüktür.

4.6 Sürenin Etkisi

Süre boyama verimliliğine ve haslıklara etkisi vardır. Bu etkiyi incelemek için 3 farklı sürede boyama gerçekleştirilmiştir. Haslık değerleri ve renk ölçüm sonuçları Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10: Farklı boyama süresi kullanılarak meta aramid kumaşın boyanması ile elde edilen renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları

| Değişken Parametre | Renk | Işık Haslığı | Ter Haslığı | | Yıkama Haslığı | Sürtme Haslığı | | Renk Ölçümü | K/S Değeri |
|--------------------|----------|--------------|-------------|-------|----------------|----------------|-----|----------------------------------|------------|
| | | | Asidik | Bazik | | Kuru | Yaş | | |
| 30 dakika | Lacivert | 2/3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:21,97 a*:0,73 b*:-6,79 | 3,77 |
| 60 dakika | Lacivert | 2/3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:21,94 a*: 0,65 b*:-7,16 | 3,77 |
| 90 dakika | Lacivert | 2/3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:21,04 a*:0,72 b*:-6,15 | 3,76 |

Süre değişiminin boyama verimliliği ve haslığa bir etkisinin olduğu görülmemiştir. Boyama süresi arttıkça L* değeri düşmüştür. Fakat bu düşme çok azdır bu sebeple 30 dakika boyama süresinin yeterli olduğu görülmüştür.

4.7 pH’ın Etkisi

Katyonik boyarmaddeler asidik ortamda stabil oldukları için boyamalar asidik ortamda gerçekleşmektedir. Farklı pH ve farklı asitlerle boyama çalışmaları yapılarak haslık ve renk verimliliği bakımından incelenmiş ve aşağıdaki tabloda haslık değerleri ve renk ölçüm sonuçları verilmiştir.

Tablo 11: Farklı Asit ve pH kullanılarak meta aramid kumaşın boyanması ile elde edilen renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları

| Değişken Parametre | Renk | Işık Haslığı | Ter Haslığı | | Yıkama Haslığı | Sürtme Haslığı | | Renk Ölçümü | K/S Değeri |
|-----------------------------|----------|--------------|-------------|-------|----------------|----------------|-----|---------------------------------|------------|
| | | | Asidik | Bazik | | Kuru | Yaş | | |
| pH 3-4 (Formik Asit ile) | Lacivert | 2/3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:20,79 a*:0,63 b*:-5,69 | 3,81 |
| pH 4-5 (Formik Asit ile) | Lacivert | 2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:20,75 a*:0,8 b*:-6,36 | 3,81 |
| pH 5-6 (Formik Asit ile) | Lacivert | 2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:21,83 a*:1,20 b*:-5,36 | 3,76 |
| pH 3-4 (Asetik Asit ile) | Lacivert | 2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:20,85 a*:0,67 b*:-6,32 | 3,80 |
| pH 4-5 (Asetik Asit ile) | Lacivert | 2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:21,08 a*:0,78 b*:-6,96 | 3,78 |
| pH 5-6 (Asetik Asit ile) | Lacivert | 2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4 | L*:21,82 a*:0,57 b*:-6,60 | 3,74 |

Aynı pH aralığında formik asit ile yapılan çalışmalar asetik asit ile yapılan çalışmalara mukayese ile hem renk haslığı bakımından hem de spektrofotometre ölçümlerine göre daha iyi çıkmıştır. Tablo'da formik asit ile farklı pH aralıklarında yapılan çalışmalara baktığımızda en iyi sonuçlar pH 3-4 aralığında elde edilmiştir.

4.8 Boyama Ön İşleminin Etkisi

Korona işlemi yüzey gerilimi düşürdüğü için kumaşın sonraki işlemlerde çekim gücünü artırmaktadır. Farklı boyarmaddelerle yapılan çalışmalar öncesi korona işlemi uygulanarak haslık ve renk verimliliği yönünden incelenmiş ve aşağıdaki tabloda haslık değerleri ve renk ölçüm sonuçları verilmiştir.

Tablo 12: Farklı boyama ön işlemleri ile boyanan meta aramid kumaşın renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları

| Değişken Parametre | Renk | Işık Haslığı | Ter Haslığı | | Yıkama Haslığı | Sürtme Haslığı | | Renk Ölçümü | K/S Değeri |
|--|----------|--------------|-------------|-------|----------------|----------------|-----|-----------------------------------|------------|
| | | | Asidik | Bazik | | Kuru | Yaş | | |
| Boya öncesi 5000 Watt Korona işlemi. (% 2 Astrazon Black MBL % 1 Astrazon Blue FGGL % 0,3 Astrazon Red GL-N) | Lacivert | 2/3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:22,23 a*:-0,60 b*:-4,08 | 3,74 |
| Boya öncesi 5000 Watt Korona işlemi. (% 2 Astrazon Blue FGGL) | Mavi | 3 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:30,67 a*:-5,28 b*:-27,83 | 3,15 |
| Boya öncesi 5000 Watt Korona işlemi (% 2 Astrazon Black MBL) | Siyah | 1/2 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*:26,25 a*:-0,20 b*:-3,08 | 3,52 |

Korona işlem uygulanmış ham kumaş üç farklı katyonik boyarmaddelerle boyama uygulanmıştır. Birinci çalışmada üçlü kombinasyon katyonik reçete uygulanmış diğer iki çalışmada ise mavi(Astrazon Blue FGGL) ve siyah(Astrazon MBL) katyonik boyarmaddeleri tek başına denenmiştir. Tablo 9’da aynı boyarmaddelerle korona ön işlem uygulanmadan yapılan çalışmalarla korona ön işlemlili çalışmalarını kıyasladığımızda renk haslığı ve boyama verimliliği konusunda artı bir gelişme sağlanamamıştır.

4.9 Boyama Sonrası Redüktif İşleminin Etkisi

Katyonik boyarmaddelerle yapılan tüm boyamalardan sonra ölü boyaların kumaş üzerinden uzaklaştırılması için redüktif yıkama yapılmıştır. Boyama sonrası aramid kumaşa redüktif yıkama yapılmamıştır. Redüktif yıkamanın önemini görebilmek için yıkama yapılmamış

kumaşa haslık testleri yapılmıştır. Aşağıdaki tabloda renk ölçüm ve haslık sonuçları verilmiştir.

Tablo 13: Boyama ard işlemi yapılmamış meta aramid kumaşın renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları

| Değişken Parametre | Renk | Işık Haslığı | Ter Haslığı | | Yıkama Haslığı | Sürtme Haslığı | | Renk Ölçümü | K/S Değeri |
|-------------------------------|----------|--------------|-------------|-------|----------------|----------------|-----|----------------------------------|------------|
| | | | Asidik | Bazik | | Kuru | Yaş | | |
| Redüktif Yıkama yapılmamıştır | Lacivert | 2 | 3/4 | 3/4 | 4 | 4 | 4 | L*:20,50 a*:-1,83 b*:-5,88 | 3,81 |

Yukarıdaki tabloya göre aramid kumaşın bütün haslık değerlerinde redüktif yıkama yapılmadığı için redüktif yıkama yapılmış aramid kumaşa göre düşüş olmuştur.

4.10 Bitim İşlemin Etkisi

Katyonik boyarmaddelerle aramidlerin boyanmasında haslık yönünden incelendiğinde en çok ışık haslığının düşük olduğu görülmüştür. Boyanmış kumaşın ışık haslığını geliştirmek için ultraviyole ışınlarının kumaş üzerinde etkisini azaltan bitim işlemi denenmiş ve haslık yönünden incelenmiş ve aşağıdaki tabloda haslık değerleri ve renk ölçüm sonuçları verilmiştir.

Tablo 14: Bitim işlemi yapılmış meta aramid kumaşın renk haslığı ve renk ölçümü sonuçları

| Değişken Parametre | Renk | Işık Haslığı | Ter Haslığı | | Yıkama Haslığı | Sürtme Haslığı | | Renk Ölçümü | K/S Değeri |
|--------------------|----------|--------------|-------------|-------|----------------|----------------|-----|-------------------------------------|------------|
| | | | Asidik | Bazik | | Kuru | Yaş | | |
| 40 g/l UV Sun Apre | Lacivert | 1 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | L*: 21,48 a*: -0,24 b*: -7,84 | 3,73 |

Tablo 6'da 50 g/l Benzil alkol kullanılarak boyama yapılmış aramid kumaşına ultraviyole ışınlarını engelleyici ışık haslığını artırmak maksadıyla apre uygulanmıştır. Apre sonucu tablo 14'de görüldüğü üzere renk koyuluğu artmıştır. Fakat apre sonucu ışık haslığı değeri 2

değerindeyken 1 değerine düşmüştür. Işık haslığına olumlu yönde bir etkisi olmamıştır. Işık haslığının düşmesinin sebebi renk derinliğinin artmasından dolayı olduğu düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında elyaf boyasız aramid kumaşın boyanması için optimum boyama prosesi geliştirilmiş, renk verimliliği, ışık haslığı, yıkama haslığı, asidik ve bazik ter haslığı ile sürtme haslıklarına bakılmıştır. Aramid kumaşın haslık ve renk verimliliğini etkileyecek boyama prosesi parametreleri; keriyer madde, keriyer konsantrasyonu, boyama sıcaklığı, boyama süresi, pH, elektrolit malzeme, boyarmadde, boyama ön işlemi, redüktif yıkama, bitim işlemi parametreleri ayrı ayrı incelenmiş renk haslıkları ve boyama verimliliği bakımından değerlendirilmiştir.

Keriyer malzeme olarak literatürlerde kullanılan benzil alkol, dimetil formamid, dimetil aset amid ile ticari olarak satılan Cindye DNK ve Dowanol PPH denenmiştir. En iyi haslık ve renk verimliliği değerleri benzil alkol ile yapılan çalışmada elde edilmiştir.

Keriyer malzemeleri farklı konsantrasyonlarda boyama prosesinde kullanılarak optimum keriyer konsantrasyon bulunmaya çalışılmıştır. Yapılan haslık ve spektrofotometre ölçüm sonuçlarına göre en iyi keriyer konsantrasyonu 60 g/l ve 70 g/l benzil alkol ile yapılan çalışmada elde edilmiştir.

Aramid kumaşların boyanmasında katyonik ve dispers boyarmaddeler kullanılmıştır. Fakat dispers boyarmaddelerle yapılan çalışmada istenilen renk verimliliği elde edilememiştir. Katyonik boyarmadde olarak Dystar firmasından temin edilen Astrazon boyarmaddeler ile Huntsman firmasından temin edilen Maxilon boyarmaddeler kullanılmıştır. Maxilon boyarmaddeleri ile yapılan çalışmada renk verimliliği Astrazon boyarmaddeleri ile aynı iken ışık haslığı değerleri düşük kalmıştır. Astrazon katyonik boyarmaddelerle yapılan çalışmalarda Astrazon Red GL-N, Astrazon Blue FGGL, Astrazon Yellow 7GLE, Astrazon Black FDL ve Astrazon Black MBL boyarmaddeleri kullanılmıştır. Bu boyarmaddelerin üçlü kombinasyonu yapılarak tablo 4'de özellikleri verilen elyaf boyalı lacivert renk ve haslık değerleri yakalanmaya çalışılmıştır. Tablo 4'de elyaf boyalı lacivert aramid kumaşın ışık haslığı, yıkama haslığı, sürtme haslığı, asidik ve bazik ter haslığı 4/5 değerindedir. Tablo 9'a baktığımızda en iyi haslık değerleri Astrazon Black MBL, Astrazon Red GL-N, Astrazon Blue FGGL ile yapılan üçlü kombinasyon ile elde edilmiştir. Bu üçlü kombinasyon ile yapılan boyamada yıkama haslığı, asidik ve bazik ter haslığı, sürtme haslığı 4/5 değerindeyken, sadece ışık haslığı 4 değeri elde edilmiştir. Elyaf boyalı lacivert renk aramid kumaş ile karşılaştığımızda sadece ışık haslığı değeri yarım puan daha düşüktür. Astrazon Black MBL, Astrazon Blue FGGL, Astrazon Yellow 7GLE, Astrazon Red GL-N, Astrazon Black FDL katyonik boyarmaddelerin her biri ayrı ayrı boyanarak haslıklarına bakılmıştır. Yıkama,

asidik ve bazik ter, sürtme haslıkları 4/5 değerindeyken, Astrazon Blue FGGL, Astrazon Yellow 7GLE, Astrazon Red GL-N ile yapılan boyamalarda ışık haslığı 4, Astrazon Black MBL ile yapılan boyamada ışık haslığı 3/4, Astrazon Black FDL ile yapılan boyamada ışık haslığı 2 değeri bulunmuştur.

Üç farklı sıcaklıkta 110 °C, 120°C ve 130 °C’de boyama yapılmış, en iyi sonuç 130 °C’de yapılan çalışmada elde edilmiştir.

Aramid boyamada iki farklı asit formik asit ve asetik asit kullanılmıőtir. Farklı 3-4, 4-5, 5-6 pH aralığında 3 farklı pH değerinde her iki asit ile boyama yapılmıőtir. En iyi sonuçlar formik asit ile pH 3-4 aralığında yapılan çalışmada elde edilmiştir.

Literatürde aramid boyamada elektrolit malzeme olarak kullanılan sodyum nitrat farklı konsantrasyonlarda kullanılarak çalışma yapılmıőtir. Fakat alıőmalar laboratuvar düzeyinde yapıldığı için sodyum nitrat’ın herhangi bir etkisi görülmemiştir.

Boyama sonrası yapılan redüktif yıkamanın ışık, yıkama ve sürtme haslıklarını yükselttiği grlmőtir.

Aramid boyama öncesi kumaşın yüzeyine yapılan korona işleminin haslık ve boyama verimliliğine herhangi bir etkisi görülmemiştir.

Aramid boyama işleminden sonra yapılan ultraviyole ışınlarını absorbe edici aprenin kumaşın haslık değerlerine olumlu bir etkisi görülmemiştir.

Sonuç olarak ham aramid kumaşa yapılan boyama çalıőmalarına göre haslık ve boyama verimliliği açısından en optimum yardımcı malzeme, proses ve boyarmaddeler aşağıdaki gibidir:

- Boyama sıcaklığı: 130°C
- Boyama süresi: 30 dakika
- Keriye malzeme: Benzil alkol
- Keriye malzeme konsantrasyonu: 60 g/l
- Boyarmadde: Astrazon Red GL-N, Astrazon Blue FGGL, Astrazon Yellow 7GLE, Astrazon Black MBL
- Redüktif yıkama: Sodyum Hidroksit 2 g/l, Hidro Sülfit 2 g/l 70 °C’de 30 dakika
- Formik Asit pH 3-4

Yapılan alıőmalar neticisinde elyaftan boyalı aramid kumaşların haslık değerlerine ışık haslığı değeri hariç elde edilmiştir. Kumaş halinde aramid kumaşın boyamasında elde edilen ışık haslığı değeri son kullanıcıların isteklerini karőılayan seviyededir.

6. KAYNAKLAR

- Anjana J, Kalyani V (2000). Effect Of Penetrants On The Aramid Nomex. Indian Academy Of Sciences, 23: 211–214.
- Anonim (2005). Aramids. Department of Polymer Science. The University of Southern Mississippi, <http://pslc.ws/macro/aramid.htm> (erişim tarihi: 22.03.2011).
- Anonim (2009). Dyeing Nomex T-450 Type Nylon, <http://www.scribd.com/doc/39172591/06-118-Dyeing-Nomex> (erişim tarihi: 20.03.2011).
- Anonim (2010), Akriliğin Boyanması, www.teknolojiweb.net/akriligin-boyanmasi/ (erişim tarihi: 18.03.2011).
- Asos Otomasyon Firma Kataloğu (2009), <http://asosotomasyon.com.tr/levent.html> (erişim tarihi: 18.03.2011).
- Aspland JR (1992). Disperse Dyes and Their Application to Polyester. Textile Chemist and Colorist, 24:19-23.
- Baeva NN, Manyukov EA, Sadova SF, Konovalova LY, Negodyaeva GS (2007). Sorption And Densitometric Properties Of Meta/Para aramid Fibers. Fibre Chemistry, 39: 205-209.
- Bozetto Group Firma Kataloğu (2007). Aramid Elyafın Boyanması.
- Casaretto R (2006). Reliable And Economical Dyeing Of High Quality Fabrics Made From Cationic Dyeable Fibres. Dystar Textilfarben Gmbh & Co. Deutschland, <http://www.docstoc.com/docs/93319389/Reliable-and-economical-dyeing-of-high-quality-fabrics-made-from> (erişim tarihi, 01.03.2011).
- Cates S, Barbara J, Davis K, James K, Fitzgerald D, Tanya E, Russell , Ernest J (1988). Process For Simultaneously Dyeing And Improving The Flame-Resistant Properties Of Aramid Fibers, US Patent No: 4759770.
- Çay A, Süpürüren G, Kanat E, Gülümser T, Tarakçioğlu I (2007)., Balistik Lifler Bölüm I. Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 4: 234-235.
- Dilmenler Firma Kataloğu (2008). HT Levent Boyama Makinesi, <http://www.dilmenler.com.tr/urunler1.asp?islem=detay&UrunID=5> (erişim tarihi: 18.03.2011).
- Dohmen M (1998). Practische Umsetzung des Alkalischen Farbens von Polyester. Melliand Textilberichte, 9: 635-639.
- Dupont Firma Kataloğu (2001). DUPONT Material Safety Data Sheet, <http://www.hmroyal.com/msds/E505%20Nomex%20Fibrids.pdf> (erişim tarihi: 16.03.2011).

- Duran K (2001). Renk Ölçümünün Esasları. Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma, Ege üniversitesi, İzmir, 57
- Dystar Firma Kataloğu (2005).
- Economy J, Lei George Y (1976), Cationic Dyeing Of Novolid Fibers, US Patent No: 3967925.
- Horrocks AR, Anand SC (2000). Coloration Of Technical Textiles. Handbook of Technical Textiles, <http://www.knovel.com/> (erişim tarihi: 17.03.2011).
- Gabara V, Hartzler JD, Lee K, Rodini DJ, Yang HH (2006). Aramid Fibers, Hand Book of Fiber Chemistry, 13: 976-1025
- Jassal M, Ghosh S (2002). Aramid Fibers-An overview. Indian Journal of Fibre & Textile Research, 27: 290-291
- Şener Tekstil Firma Kataloğu (2008), <http://www.senertekstil.com.tr/urunler/jigger.htm> (erişim tarihi: 18.03.2011).
- Kim E, Choi J (2011). Dyeing Properties and Color Fastness of 100% meta aramid Fiber. Fibers and Polymers, 12: 484-490.
- Kim T, Kim G, Park J, Lim JS, Yoo KP (2006). Solubility Measurement and Dyeing Performance Evaluation of Aramid NOMEX Yarn by Dispersed Dyes in Supercritical Carbon Dioxide. Ind. Eng. Chem. Res., 46: 3425-3433.
- Kleinhansl E (1976). Fiber Tables. Man-Made Fiber Table, <http://sst.umt.edu.pk/SST/courses/Fall2006-7/TX-322/Fiber%20Tables.pdf> (erişim tarihi: 17.03.2011).
- Manyukov EA, Sadova SF, Baeva NN, Platov VA (2005). Study Of Dyeing Of Thermostable Para/Meta aramid Fibre. Fibre Chemistry, 37: 54-58
- Manyukov EA, Sadova SF, Kecekyan AS, Puzikova NP, Baeva N (2007). Heat-Resistant Para/Meta aramid Fiber Arlana. Dyeing And The Properties Of The Dyed Materials Polymer And Composite Technology, 41: 698-699.
- Moore RAF, Weigmann HD (1986). Dyeability Of Nomex® Aramid Yarn Textile Research Journal, 56: 254-260.
- Murray K, Mortimer K (2008). Carrier Dyeing. Review of Progress in Coloration and Related Topics, 2: 67.
- Nechwatal A (1999). The Carrier Effect In The M-Aramid Fiber/Cationic Dye/Benzyl Alcohol System. Textile Research Journal, 69: 635-640.
- Neilson B (2009). Aromatic Polyamides "Aramids". University of Texas, 11-18, USA.
- Nunn DM (1979). The Dyeing of Synthetic-Polymer and Acetate Fibers. University

- of Bradford, Dyers Company Publications Trust, England, 358.
- Özcan M (2010). Yapay Lifler- Aramid Lifler, <http://www.yenimakale.com/yapay-lifler-aramid-lifler.html> (erişim tarihi: 16.03.2011).
- Özcan Y (1978), Akrilik Elyaf Boyama, Tekstil Elyaf ve Boyama Tekniği,ed: E. ULUSOY, İst. Üniv. Yayınları, İstanbul, 197-210
- Pereplkin KE, Andreeva LV, Paksliver EA, Morgoeva IY (2003). Thermal Characteristics Of Para aramid Fibers. Fibre Chemistry, 35: 265-269.
- Preston J, Hofferbert WL (1979). A Solvent-Dyeing Process For Aramid Fibers. Textile Research Journal, 49: 283-287.
- Richard A (2005). Fibres And Fabrics For Protective Textiles. Textiles for Protection, http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=1340 (erişim tarihi: 17.03.2011).
- Rouette HK (2001). Aramide(fibres). Encyclopedia of Textile Finishing, <http://www.knovel.com> (erişim tarihi: 17.03.2011).
- Shim JJ, Choi JH, JU JH, Son BK, Ahn JM, Kim BH, Kim KS (2003). Dyeing of Polyester, Aramid and Polypropylene Fibers in Supercritical CO₂. The 6th ISSF at Versailles, Apr 28-30: 3-4.
- Teijin Firma Kataloğu (2007). How is Twaron produced, <http://www.teijinaramid.com/aramids/what-is-aramid/how-is-aramid-produced/> (erişim tarihi: 25.03.2011)
- Tutterow DC (2008). Methods and Systems for Providing Dyed, Stretchable Flame Resistance Fabrics and Garments, US Patent No: 0152888.
- Vigo TL (1994). Textile Processing And Properties: Preperation, Dyeing, Printing and Performance, Elsevier Science B. V., Netherlands, 479.
- Zhu R (2005). Dyeing of Modacrylic/Aramid Fiber Blends,US Patent No: 0204487.

ÖZGEÇMİŞ

01.10.1981 yılında Afyonkarahisar’da doğdu. Lise öğrenimini Balıkesir Sırrı Yırcalı Anadolu Lisesinde okudu. 2000 yılında Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümünü kazandı ve aynı yıl eğitime başladı. 2004 yılında Tekstil Mühendisliği bölümü Tekstil Terbiyesi ve Kimyası opsiyonundan mezun oldu. Temmuz 2004 – Temmuz 2005 tarihleri arasında Grup Tekstil – Çorlu firmasında boyahane işletme mühendisi olarak görev yaptı. Ağustos 2005 – Şubat 2006 tarihleri arasında askerlik görevini yaptı. Mayıs 2006 yılından beri Öztekt Tekstil firmasında ar-ge uygulama direktörü olarak görev yapmaktadır. 2007-2009 tarihleri arasında Tubitak bünyesinde kurulan Tekstil Teknoloji Platformu yönetim kurulu üyeliği yapmıştır. 2012 yılında Tekstil Mühendisleri Odası Trakya Bölge Başkanlığı görevine getirilmiştir.