

# PAMUKLU MAMULLERİN İYONİK MODİFİKASYON YARDIMIYLA KOLAY BAKIM ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Meliha OKTAV-Habip DAYIOĞLU\*

\*İstanbul Teknik Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü

## ÖZET

Bu çalışmada katyonik pamuklu kumaşın kolay bakım özellikleri olarak ifade edilen buruşmazlık ve boyut değişimi araştırılmıştır. Katyonikleştirme maddesi olarak kullanılan choline klorür, çapraz bağ oluşturucu olarak kullanılan buruşmazlık maddesi vasıtasıyla selüloza bağlanmaktadır. Katyonikleştirme işleminde mukavemet değerlerinde görülen düşmeler nedeniyle klasik emdirme-kurutma-kondenzasyon yerine emdirme-buharlama-kondenzasyon işlemi uygulanmıştır. Katyonikleştirme işlemi görmüş mercerizeli ve mercerizesiz numuneler bir yün boyarmaddesi olan asit boyarmaddeleri ile boyanmıştır. Katyonikleştirme işlemi, pamuklu kumaşın asit boyarmaddeleri ile boyanabilirliğini arttırırken, kolay bakım özellikleri olan boyutsal stabilite ve buruşmazlık derecesinde artışlar yarattığı saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Katyonikleştirme maddesi, çapraz bağ oluşturma maddesi, kolay bakım özellikleri, asit boyarmaddesi.

## AN INVESTIGATION OF EASY CARE PROPERTIES OF COTTON FABRICS BY IONIC MODIFICATION

### ABSTRACT

In this study easy care properties such as recovery angle and dimensional stability of cationic cotton fabric were investigated. Determination of the effect of cationic modification of the cotton was the primary objective. Choline chloride was used as the cationic agent and it was bounded to the cellulose with a crosslinking agent. In the cationisation process a non-conventional pad-steam-cure application method was used and this was compared with a conventional pad-dry-cure method. The pad-steam-cure method did not reduce the mechanical properties of the cotton to the same extent as the traditional process. The cationised cotton samples that were mercerized and unmercerized were dyeable with acid dyestuffs of the type suitable for wool. It is determined that cationization process both enhanced its dyeability and increased its smooth-dry performance properties such as dimensional stability and recovery angle.

**Key words:** Cationic agent, crosslinking agent, smooth-dry performance properties, acid dyestuff.

## 1. GİRİŞ

Giyim, döşemelik ve endüstride büyük miktarlarda kullanılan selüloz liflerinin birçok özelliğe sahip olması istenir. Mekanik özellikleri ve hidrofilitelerinin iyi olmasına rağmen buruşmazlık, yanma davranışlarının istenilen özellikte olmadığı, asit ve mikroorganizmalara karşı hassas olduğu bilinmektedir. Özellikle sentetik liflerin pazarda belli potansiyele sahip olmasıyla pamukta da bir takım iyileştirmeler yapmak kaçınılmaz hale gelmiştir. Yapılan kimyasal modifikasyonlarla selüloz lifinin yapısı ve temel özellikleri bozulmadan sadece istenilen özellikleri geliştirilmektedir.

### 1.1. Pamuk Liflerinin Katyonikleştirilmesi ile Yapılan Modifikasyonlar

Yaklaşık 30 yılı aşkın bir süredir pamuk lifinin boyanabilirliğinin artması için çalışmalar yapılmaktadır. Giderek artan araştırmalar 70'li yılların ortalarında iyonik modifiye lifler içeren ürünlerle başladı ve 80'li yıllarda bu ürünlere sahip olmak mümkün hale geldi. Bu tip modifiye pamuğun daha yüksek renk verimi, buruşmazlık, parça boyamaya elverişli olmasıyla hızla değişen moda isteklerine uygun olması istenmiştir.

Bu konudaki ilk çalışmalar 1950'li yıllara uzanmaktadır. Guthrie ve Reeves[1]β-kloretilamin ya daβ-aminosülfürik asit kullanarak pamuk liflerini katyonize etmiş, anyonik boyarmaddelere karşı affinitesinin arttığını görmüştür. Rupin ve ark. [2] selülozu katyonikleştirmek için glitac olarak bilinen glisidiltrimetilamonyum klorür kullanmışlardır. Bu kimyasal, selüloza eter köprüsü ile bağlanmakta, kuaterner aşısı selülozu oluşturmaktadır. Anyonik boyarmaddelere affinite artmaktadır. Reaktif boyarmadde ile boyandığında çokiyiyaşaslıklar elde edilmektedir.

Harper ve Stone [2] katyonik pamuğu, çeşitli çapraz bağlayıcı maddeler ve choline klorürün pamuk ile reaksiyona girmesi sonucu üretmişlerdir. Ürünlere klasik ya da modifiye metodlara göre direkt ve reaktif boyarmaddeler ile boyama yapılabilmektedir. Harper ve Stone [3] başka bir çalışmada katyonikleştirme işlemini pamuk yanında, pamuk/yün karışımına da uygulamışlardır. Harper ve ark. [4] 1987 yılında choline klorür, metilpolioksietilen kokoamonyum klorür ve hidroksil ve kuaterner gruplar taşıyan suda çözülebilen bir polimeri katyonizasyon maddesi olarak kullandıkları çalışmalarıyla Teknik Tebliğ yarışmasında birinci olmuşlardır. Harper[5] patentinde selüloza buruşmazlık ve boyanabilirlik özelliği kazandırmayı amaç edinmiştir. Reaktif aditif olarak polietilen glikol ve choline klorür kullanmıştır. Selüloz-köprü bağı oluşturucusu (buruşmazlık apre maddesi)-reaktif aditifin birbirine bağlanarak kimyasal bir matriks oluşturduğu kabul edilmiştir.

Amerika'da parça boyamanın hızla gelişmesi karşısında üreticiler çeşitli boyama olanaklarını değerlendirmek zorunda kalmışlardır. Harper ve Lambert[6] bu istekler doğrultusunda parça boyama ile renkli efektler eldesi üzerinde durmuşlardır. Yaklaşım; katyonik kısımların boyanarak diğer yerlerin beyaz ya da ikinci renge boyanmasıdır. Bu araştırmada choline klorürlü sistemler esas teşkil ederken, bishidroksi etil alkil kuaternerler de kullanılmıştır.

Reinhardt ve Blanchard[7] buruşmazlık ve boyut stabilitesine sahip giysilerin boyanması üzerinde durmuşlardır. Bu araştırmada çeşitli köprü bağı maddeleri ile işlem gören kumaş direkt ve reaktif boyarmaddelerle boyanmaktadır. Bu işlemi gören kumaşlar boya alımına direnç göstermektedirler. Ancak üre-formaldehit (UF) kısmi hidrolizi ile işlem görenler hem buruşmazlık kazanmakta hem de boyanabilirlikleri kabul edilebilir seviyede kalmaktadır.

Harper ve Lambert[8] daha önce yaptıkları araştırmalara ilaveten parça boyama ve taş yıkama için çeşitli efektler oluşturma üzerinde durmuşlardır. Reinhardt ve Blanchard'ta[9] formaldehidsiz bir metilolamid olan 4,5-dihidroksi-1,3 dimetil-2-imidazolidinon (DHDMI) ile çalışmışlardır. İşlem görmüş kumaşın boyanma özelliklerini incelemek için substantif ve reaktif boyarmaddeler kullanılmıştır. Harper[10] farklı camlaşma noktalarına sahip iki katyonik poliakrilatı katyonikleştirme maddesi, dimetiloldihidroksietilenüre (DMDHED) ve trimetilolasetilendiüreneyi (3ACD) köprü bağı maddesi ve magnezyum klorür hegzahidratı katalizator olarak kullanılarak hazırlanan flotteyi yün ve yün/poliester karışımlarına uygulamıştır. Bu çalışmada buruşmazlık özelliği gösteren, pigment boyarmaddelerle başarılı bir şekilde boyanabilen ürünler geliştirilmiştir.

Blanchard ve Reinhardt[11] katyonikleştirme maddesi olarak monoetanolamin (MEA), dietanolamin (DEA) ve trietanolamin (TEA) ve köprü bağı maddesi olarak 1,3 bis (hidroksimetil) 4,5 dihidroksi-2-imidazolidinon kullanmışlardır. Shin ve ark. [12] yaptıkları çalışmada katyonikleştirmenin yanında üstün performans özellikleri sağlamaya çalışmışlardır. Çünkü katyonikleştirme işleminde, köprü bağı maddesi fibrillerin hareketini kısıtlarken asidik katalizator ve kondenzasyon nedeniyle mukavemette büyük düşüşler görülmektedir. Bu da katyonik kumaşın kullanılabilirliğini engellemektedir. Harper ve ark. [13] 4. olarak ödüllendirildikleri Inter-sectional Paper Competition (Tebliğ Yarışması) da denim kumaşların boyanmasını incelemişlerdir. Clipson ve Roberts [14] renksiz katyonik ve anyonik selüloz-reaktif bileşenleri pamuk ipliklerine uygulamışlardır.

Kamel ve ark. [15] aynı banyoda pamuklu kumaşları hem N-metilol akrilamidin üç türeviyle işleme sokmuş hem de boyamışlardır. Kamel ve ark.[16] N-metilol türevleriyle yaptıkları çalışmadaki işlem parametrelerinin etkisini açıklamayı başka bir yayınlarında yapmışlardır. Burkinshaw ve ark.[17] reaktif bir poliamid epiklorhidrin reçinesi olan Hercosett 125 ile çalışmaya devam etmişlerdir. Lei ve Leis[18] daha önce Burkinshaw'la yaptıkları çalışmaların devamında Hercosett 125 ile etilendiamini kullanmışlardır. Reinhardt ve Blanchardt[19] triethanolomin (TEA) ve dimetiloldihidroksietilenüreyi (DMDHEU) buruşmazlık özelliğine sahip boyanabilir selüloz eldesi için kullanmışlardır.

Waly ve ark.[20] pamuklu kumaşların katyonizasyonu için örnekleri önce sodyum hidroksit çözeltisi ile muamele etmiş, ardından aseton ortamında epiklorhidrin: triethanolamin (3:1 mol) çözeltisine tabi tutmuşlardır. Reaktif ve asit boyarmaddeleri kullanılmış, boyamaların ardından, ard arda yapılan yıkamalar (5 ve 10) dan sonraki renk kuvvetleri değerlendirilmiştir.Reinhardt ve Blanchard[21] yaptıkları çalışmada karbama ile etilamin bileşiklerini katyonikleştirme maddesi, dimetiloldihidroksietilenüreyi (DMDHEU) çapraz bağlayıcı kimyasal olarak kullanmışlardır.

Bhattacharyya ve Pawar[22] buruşmazlık maddesi olarak kullanılan triazon reçinesi ve DMDHEU'yi karşılaştırmışlardır. Blanchard ve ark.[23] pamuklu kumaşları polikarboksilli asit (köprü bağı maddeleri) ve değişik hidroksialkil azot aditifleri ile reaksiyona sokarak boyanabilirlik ve buruşmazlık özelliği kazandırmaya çalışmışlardır. Blanchard ve Reinhardt[24] pamuklu kumaşların modifikasyonunda kullandıkları aminlere ilaveten ilginç buldukları diğer aminleri de kullanarak çalışmalarını geliştirmişlerdir.

1991 yılında Harper [25] yıllardır yaptığı çalışmaların özetini verdiği çalışmasıyla The Olney Medal ödülünü almıştır. AATCC tarafından 1944 yılından beri bu ödül her yıl tekstil ve polimer kimyasında gösterilen önemli bir başarıdan ötürü verilmektedir. Harper'in yıllardır yaptığı çalışmaların özetini verdiği bu çalışmada amaç boyanabilirliği artırılmış; buruşmaz ve çekmezlik kazanmış bir pamuklu eldesidir. Alkol, glikol ve poliol sistemleri bir alt grup olarak incelenmiştir. DMDHEU yanında kullanılan bu maddelerin, kuru ve yaş buruşmazlık değerlerini arttırdığı, polietilenglikol/polipropilen glikol aşularının kumaşa iyi bir yağ iticilik kazandırdığı, yıkamalarda optik beyazlatıcının absorpsiyonunu sağladığı, ayrıca formaldehit içeriğini düşürdüğünü belirtmektedir. İncelenen sistemlerden biri de asidik aşılama. Köprü bağı maddesinin yanında hidroksil asitleri kullanılmaktadır. Bunlar glikolik, sitrik ya da tartarik asittir. Yırtılma, kopma ve aşınma mukavemetleri azalmamış bir kumaş elde edilmektedir. Karboksilik aşılama yapıldığında bazik boyarmadde ve bazik optik beyazlatıcılara ilgi artmaktadır. Ancak ışık haslıkları yetersizdir. Bu sistemde choline klorür de reaktif olarak kullanılmaktadır. Primer alkol grubu içeren bu madde köprü bağı maddesiyle reaksiyona girmekte, ayrıca

selüloza aşılanmaktadır. Kuaterner gruplar taşıdığı için selüloza katyonik karakter kazandırmakta; asit, reaktif ve substantif boyarmaddelerle boyanabilirliği sağlamaktadır. Boyamalar asidik koşullarda ya da asidiklerle başlayarak alkali fikse ile yapılmaktadır. Kumaş mercerizeli ise daha iyi sonuçlar alınmaktadır.

Tiwari [26] pamuğun katyonikleştirilmesiyle düşen ışık haslığı ve renk tonunun matlaşması sorunuyla uğraşmıştır. Harper ve Lambert [27] parça boyamada farklı efektler elde etmek için yeni teknikler geliştirmişlerdir. Blanchard ve Reinhardt [28] köprü bağı oluşturuca olarak DMDHEU, katyonikleştirici olarak trietanolamin hidroklorür türevi (TEA.HCl) veya (2-hidroksietil) trimetil amonyum klorür(HETMAC)'ü kullanarak yaptıkları çalışmada flotteye bir glikol ilavesinin işlemi nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Wu ve Chen [29] selülozun boyanabilirliğini arttırmak için yeni bir katyonik madde olarak poliepioklorhidrin-dimetilamini denemişlerdir. Reinhardt ve ark[30] yaptıkları çalışmada sanayide kullanılabilir, kolay bakım özelliğine sahip, boyanabilir, katyonik kumaş elde etmeyi amaçlamışlardır.

Shyu ve Chen [31] iki asit maddesi seçerek N-metilol gruplarına sahip boyarmadde elde etmek için DMDHEU ile işleme tabi tutmuşlardır. Reinhardt ve Blanchardt [32] (köprü bağı) pamuğun boyanabilirliğini kısmi hidroliz ile arttırmak için uğraşmışlardır. Yang ve Li [33] boyama banyosunda kalan boyarmadde ve elektrolit miktarını dolayısıyla çevre kirliliğini azaltmak, boyama maliyetini düşürmek amacıyla pamuğa katyonik bir karakter kazandırmak için trimetilolaminle çalışmışlardır.

Choi ve ark. [34] tekstilde yaygın olarak kullanılan N-metilol bileşiklerinin (DMDHEU), formaldehit içeriği nedeniyle kanserojen etki gösterdiğini belirterek, bunların yerine bütan-tetrakarboksilikasit (BTCA),sitrik asit, maleik/itakonik asit önermişlerdir. Chen ve Chen [35] köprü bağı oluşumunda mercerizasyonun etkisini incelemişlerdir. Yang ve ark. [36] selülozun boyarmadde alımına köprü bağının etkisini incelemişlerdir. Lewis ve Mclyrol [37] amino polimerler,N-metilolakrilamid ve sülfonyum türevlerini kullanarak selülozun katyonizasyonunu gerçekleştirmişlerdir.Çalışmada selülozun dispersiyon boyarmaddeleri ile boyanabilirliği arttırılmaya çalışılmıştır. Jang ve ark. [38] katyonik monomerler ile pamuklu kumaşın fotokimyasal aşılmasını ultraviyole ışını kullanarak gerçekleştirmiştir Ponsa ve Salva [39] bir halohidrin (Williamson intermoleküler sentezi)maddesi kullanılarak pamuğun yüzey modifikasyonunu gerçekleştirmiştir. Modifiye edilen pamuklu kumaş reaktif ve direkt boyarmaddelerle boyandığında katyonik materyal flottedeki boyarmaddeleri tamamen almakta ve durulama banyolarının berrak olduğu gözlenmektedir.

Hashem ve ark. [40] 2004' te yaptıkları çalışmada pamuklu kumaşı önce NaOH, ardından monoklorasetikasidin sodyum tuzu ile kısmi karboksimetillemiş daha sonra da 3-kloro-2 hidroksipropil trimetil amonyum chloride (Quat-188) ile alkali ortamda katyonizasyonunu tamamlamıştır. Kısmi karboksimetilleme reaksiyonu pamuğun selüloz zincirlerine negatif yükler verirken, katyonizasyon reaksiyonu iyonik çapraz bağların sebep olduğu pozitif yükler kazandırmaktadır.



Bu çapraz bağlar yaş buruşmazlık açısını, kopma mukavemetini ve esnemesini önemli ölçüde iyileştirmektedir. Kuru buruşmazlık açısını ise daha az oranda arttırmaktadır. Bu sonuç formaldehidsiz kolay bakım özelliklerinin sağlanmasıdır. Böylece formaldehit içeren maddelerin yarattığı çevresel dezavantajlar ve yüksek kondense sıcaklığının maliyeti ortadan kalkacağı için özellikle işletmelerin ilgisini çekecek doğrultudadır.

Zohdy [41] belli bir dozaj hızındaki gama ışınları kobalt-60 kaynağında PES numunelere ışınlanmıştır. Işınlanmış ve ışınlama işlemi yapılmamış numuneler farklı konsantrasyonlarda hidrazin hidrat (HZH) ve benzil alkol (BA) içeren çözeltilerle işlem görmüştür. Dispersiyon boyarmaddesi ile boyanan numunelerin işlem görenlerinin boyanabilirliklerinde büyük artış gözlenmiştir. Bu sonuç HZH'nin PET zincirindeki ester bağlarını parçalayarak kristalizasyon derecesini düşürmesi ve boyama işleminde kısa zincirlerin daha kolay hareketi sonucu boyarmadde alımının artması şeklinde yorumlanmıştır. İşlemler numunelerin termal parçalanmasının iyileştiği belirtilmiştir.

Kamel ve ark. [42] 2008'de yaptıkları çalışmada pamuğu poliaminoklorhidrin kuaterner amonyum polimeri (Solfix E) ile katyonikleştirerek doğal bir boyarmadde olan cochanal ile boyanmasını incelemişlerdir. Biyolojik parçalanabilen, çevre ile uyumlu ve daha az elektrolit kullanımı gerektiren bu boyarmadde ile yüksek boya alımı ve orta-iyi haslık özellikleri sağlanmıştır. Hassan [43] 2009'da yaptığı çalışmasında reaktif boyarmadde ile boyalı pamuklu kumaşları buruşmazlık kazandırmak için DMDHEU ile işleme sokmuştur. Karşılaştırmalı olarak işlem klasik kondenzasyon ve gama ışınları kullanılarak yapılmıştır. İşlemin etkileri olan renk değişimi, buruşmazlık, mekanik ve termal özellikler incelenmiştir. Pamuklu mamülün düşük dozlarda gama ışınları ile katyonikleştirilmesi, klasik kondense işlemine göre renk değişimi ve fiziksel özellikleri etkilemeden daha yüksek buruşmazlık değerleri göstermesi sonucunu getirmektedir. Yüksek gama ışınlanması mekanik özellikleri azaltırken termal davranışı desteklemektedir.

## 2. MATERYAL VE METOD

### 2.1. Materyal

#### *Kimyasal maddeler*

Katyonikleştirme işleminde choline klorür (Aldrich), Arkofix NDC (Clariant, modifiye metiloldihidroksietilenüre esaslı buruşmazlık maddesi) Arkofix NZF (Clariant, glioksil reaksiyon ürünü buruşmazlık maddesi) Fixapret ECO (BASF, modifiye dimetiloldihidroksietilenüre esaslı buruşmazlık maddesi), Fixapret NF (BASF, azotlu formaldehidsiz heterosiklik esaslı buruşmazlık maddesi); boyama işleminde Lyogen MF liquid (Clariant, poliglikol eter esaslı, katyonik/noniyonik egalizasyon maddesi) kullanılmıştır.

#### *Boyarmaddeler*

Katyonikleştirme işlemlerinden sonra yapılan boyamalarda aşağıda isim ve özellikleri belirtilen boyarmaddeler kullanılmıştır.

#### *Kumaşlar*

Denemelerde aşağıda özellikleri belirtilen üç tip kumaş kullanılmıştır (Tablo.2).

#### *Kullanılan cihazlar*

Katyonikleştirme işlemi emdirme – kurutma/buharlama – kondenzasyon ve mikrodalga metodlarına göre yapılmıştır.

Werner Mathis A.G.HFR 34432 model laboratuvar tipi fulard, Werner Mathis A.G. DHE 24776 model laboratuvar tipi buharlama-kondenzasyon cihazı, Salvis hava sirkülasyonlu etüv ve Vestel Goldstar ER-5054T model ev tipi mikrodalga fırın kullanılmıştır. Boyamalar Linitest Original Hanau marka 7421 tip yıkama haslık cihazında yapılmıştır.

### 2.2. Yöntem

#### *Katyonikleştirme İşlemi*

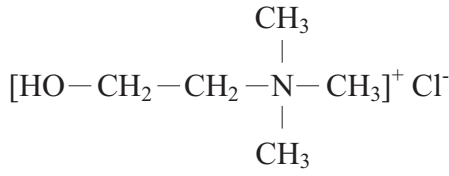
Katyonikleştirme için choline klorür, çapraz bağ oluşturuç madde (buruşmazlık apre maddesi) ve katalizatör kullanılmıştır. Choline klorür (asetil-beta-metilcholine klorür) bir kuaterner amonyum tuzudur.

Tablo 1. Kullanılan boyarmaddeler

Boyarmadde	Üretici Firma	C.I.No.	Özelliği	Kimyasal Sınıfı (CI)
Telon Blue BRL (micro)	Dystar	Acid Blue 324	Kuvvetli asidik ortam	-
Telon Blue AFN	Dystar	Acid Blue 264	Orta kuvvetteki asidik ortam	Antrakininon

Tablo 2. Kullanılan kumaşlar

Gramaj (g/m <sup>2</sup> )	Sıklık		Lif cinsi ve oranı	Dokuma tipi	Görmüş olduğu terbiye işlemleri
	Çözücü (cm)	Atkı (cm)			
162	28,5	23	Pamuk, %100	Bezayağı	Haşıl sökme, bazik işlem, ağartma
156	23,6	23,6	Pamuk, % 100	Bezayağı	Haşıl sökme, bazik işlem, ağartma
138	25,6	21,8	Pamuk, %100	Bezayağı	Haşıl sökme, bazik işlem, ağartma, merserizasyon



Şekil 1: Choline Klorür

Çapraz bağ oluşturmak üzere Arkofix NDC, Arkofix NZF, Fixapret ECO, Fixapret NF buruşmazlık apre maddeleri kullanılmıştır. Belirli miktarlardaki buruşmazlık apre maddeleri, emdirme flottesinde kullanılmışlardır. Flottedeki katalizator miktarı sabittir. Katalizator olarak; Magnezyum klorür hegzahidrat ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) ve Sitrik asit monohidrat kullanılmıştır. Katalizator olarak kullanılan magnezyum klorür hegzahidrat %2 ve sitrik asit %0,1 konsantrasyonunda olmak üzere her emdirme banyosuna ilave edilmiştir. Choline klorürün bulunduğu tüm banyoların pH'sı 4,0'un altında olmaktadır. Yapılan çalışmada da bu durum tespit edildiği için pH ayarı yapılmamıştır. Sadece buruşmazlık apre maddesinin bulunduğu banyonun pH'sı asetik asit ile 4,0'e ayarlanmıştır.

#### Katyonikleştirme metodları

Katyonikleştirme için aşağıda belirtilen metodlar kullanılmıştır.

**-Emdirme-kurutma-kondenzasyon (pad-dry-cure) metodu:** Bu metotta numuneler belli miktarda choline klorür, bağ oluşturucu (buruşmazlık apre maddesi) ve katalizator bulunan flotte ile alınan flotte (AF) %80 olacak şekilde fulardda emdirilmiştir. Etüvde  $60^\circ \text{C}$ 'de 7 dakika kurutulan kumaşlar, ramözde  $160^\circ \text{C}$ 'de 3 dakika kondense edilmiştir. Ardından destile su ile yıkanıp oda sıcaklığında kurutulmuşlardır.

**-Emdirme-buharlama-kondenzasyon (pad-steam-cure) metodu:** Bu metodda numuneler emdirme-kurutma-kondenzasyon (pad-dry-cure) metodunda belirtildiği şekilde işlem görmüştür. Ancak numunelere emdirmeden (AF %80) sonra kurutma yerine doymuş buhar ( $102^\circ \text{C}$ 'de 5 dakika) uygulanmış, daha sonra  $170^\circ \text{C}$ 'de 40 saniye kondense edilmişlerdir. İşlem gören numuneler destile su ile yıkanıp oda sıcaklığında kurutmaları yapılmıştır.

**Mikrodalga metodu:** Bu metod; mikrodalga fırını kullanılarak, %70 güçte sadece mikrodalga ve aynı anda buharlama ve mikrodalga fazında olmak üzere uygulanmıştır.

**-Asit boyarmaddelerle boyama:** Asit boyarmaddeleri ile yapılan boyamalar aşağıda belirtildiği şekilde yapılmıştır.

%2 boyarmadde

%1 Lyogen MF liq.

2 g/l  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

F.O: 1 : 50

pH 3.0 ( $\text{HCOOH}$ ) kuvvetli asidik ortam

pH 4.0 ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) orta kuvvetteki asidik ortam

pH 5.0 ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) zayıf asidik ortam

Boyanmış numunelerin yıkamaları aşağıda belirtildiği gibi yapılmıştır;

Taşmalı, soğuk durulama (5 dak.), deterjanlı yıkama (4 g/l ECE deterjan ve 1 g/l sodyum perborat ile  $40^\circ \text{C}$ 'de 10 dak.), soğuk durulama (5 dak.)

#### Boyama sonuçlarını değerlendirme metodları

Literatürde[20,22,24,28,29,35] işlem görmüş kumaşlarda katyonikleştirme işleminin gerçekleşip gerçekleşmediğinin tespiti için, azot miktarının Kjaldahl metoduna göre tayin edilmesi önerilmektedir. Literatüre göre [22] aminlenmiş pamuk kumaşlarda azot miktarı %0.2-0.5 arasında değişmekte ve asit boyarmaddesinin life bağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Aynı zamanda reaktif boyarmaddenin bağlanmasında da tersiyer amino grupları köprü bağı görevi görmektedir. Bu grupların bulunması selüloza boyarmaddeyi çeken gruplar yaratarak boyarmaddenin difüzyonunu kolaylaştırmaktadır. Bu çalışmada da işlemin etkinliğini belirlemek amacıyla azot miktarının Kjaldahl metodu ile belirlenmesi yanında, boyamadan sonraki renk koyuluklarına etkisi de incelenmiştir.

#### Renk Verimi

Numunelerin renk ölçümleri Datacolor Spectroflash 500, Model L-65 renk ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Bu cihazla numunelerin reflektans değerleri 400-700 nm arasında ölçülmüştür. Maksimum absorpsiyonun olduğu dalga boyundaki reflektans değerleri esas alınarak, aşağıdaki Kubelka-Munk denklemine göre renk koyuluğu (K/S) hesaplanmıştır.

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

K=Işık absorpsiyon katsayısı, S=Işık saçılma katsayısı

R=reflektans veya refleksiyon faktörü

Bu denklemde, K/S değeri doğrudan kumaşın renk koyuluğu ile ilgili bir değerdir. K/S değeri ne kadar yüksek olursa, renk koyuluğu o kadar fazladır. Sonuçta boyarmadde absorpsiyonu da o kadar fazladır.

#### Renk yıkama haslığı tayini

Boyanmış kumaşların deterjanlı yıkamaya karşı renk haslığı tayini; ISO 105 C06:1994'e göre, multifibre refakat bezi ve ECE deterjan, sodyum perborat kullanılarak Linitest yıkama haslığı cihazında yapılmıştır.

**Renk sürtme haslığı tayini**

Boyanmış kumaşların sürtme renk haslığı ISO 105X12'ye göre, Crockmeter cihazı ile pamuk refakat bezi kullanılarak yapılmıştır.

**Işık haslığı testi**

Boyanmış numunelerin ışık haslıkları ISO 105 B02'ye göre, Atlas Xenotest Alpha cihazında yapılmıştır.

**Buruşmazlık açısı testi**

Boyanmış kumaşların buruşmazlık dereceleri, DIN 53890'a göre atkı ve çözgü yönündeki kuru buruşmazlık derecesinin ölçülmesiyle yapılmıştır.

**Aşınma mukavemeti testi**

Aşınma mukavemeti testi için 24 saat kondisyonlanmış numuneler (%65 RH2 ve 20°C2 sıcaklık), Martindale aşınma mukavemeti, 9 kpa kuvvet altında BS 5690:1988'e göre test edilmiştir.

**Kopma mukavemeti/uzama yüzdesi tayini**

Textechno Statigraph M cihazı kullanılmıştır. Çene genişliği 200 mm'dir. 50 kgf kuvvet kullanılmıştır. 24 saat kondisyonlanan (%65 RH2 ve 20°C 2 sıcaklık) numuneler DIN 53857-TS 253'e göre test edilmiştir.

**Formaldehit miktarı**

Boyanmış numunelerin formaldehit miktarı Japanese Law 112 metoduna göre, asetil aseton kullanılarak yapılmıştır.

**Boyut değişimi**

Katyonikleştirme işlemleri görmüş kumaşların boyutsal değişim tayini; Arçelik 3500 model, ev tipi çamaşır yıkama makinesi ile ISO 6330 nolu standartta göre yapılmıştır. Kurutma işlemi ise aynı standartta belirtilen tamburlu kurutma metoduna göre (60°C'de 45 dakika) gerçekleştirilmiştir. 24 saat kondisyonlamadan (%65 RH±2 ve 20°C ±2 sıcaklık) sonra boyutsal değişim tayini ölçümleri yapılmıştır.

**Azot miktarı tayini:**

Organik materyallerin azot miktarını tespit etmek için Kjeldahl metodu kullanılır [44] Bu metodun ilkesi, azotlu organik maddelerin derişik sülfürik asit ile kaynama noktasına gelinceye kadar ısıtıldığında parçalanarak, azotlarının amonyak haline geçmesi ve çözeltide amonyum sülfat halinde kalması; alkali hidroksit fazlasıyla ısıtıldığında amonyağını vermesidir. Bu da belirli miktar ayarlı asit içerisine gönderilerek belirlenir. Meydana gelen amonyak miktarından organik maddedeki azota geçilir [45].

**3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA****3.1. Katyonikleştirme İşlemine Fiksaj Metodlarının Etkisi**

Katyonikleştirme işlemi için yapılan ilk denemelerde literatür (13,14) değerlerinden yararlanılmıştır. Bu değerler;

katyonikleştirme maddesi olarak kullanılan choline klorür için %5, çapraz bağ oluşturucu buruşmazlık maddesi Arkofix NDC için %3, magnezyumklorür hegzahidrat katalizatörü için %2 ve sitrik asit için ise %0.1'dir. Alınan flotte (AF) %80 olacak şekilde fulardda emdirilen numunelerin fiksajları için kurutma (60°C'de 7 dakika)-kondenzasyon (160°C'de 3 dakika), buharlama (102°C'deki doymuş buharla (1-2-3-4-5-7-10 dakika)-kondenzasyon (160°C'de 3 dakika) ve mikrodalga metodu kullanılmıştır. Mikrodalga ile fiksajda aynı koşullarda işlem gören numunelerin kurutmaları (60°C'de 7 dakika) tamamlandıktan sonra mikrodalga fırının sadece mikrodalga fazında 7 dakika, mikrodalga ve buharlamanın birlikte kullanılmasıyla (1-3-5-7-9 dakika) yapılmıştır. Destile su ile yıkanan numuneler oda sıcaklığında kurutulmuştur.

Ön işlemi yapılmış kumaşlar Telon Blue AFN asit boyarmaddesi ile pH 4.0'te boyanmıştır. İşlem görmüş numunelerin kopma (çözgü yönünde) ve aşınma mukavemetleri ile asit boyarmadde (Telon Blue AFN, %) ile boyanmış numunelerin renk koyuluğu değerleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar Tablo 3'de görüldüğü gibidir.

Tablo 3. Çeşitli fikse metodlarına göre katyonikleştirme işlemi görmüş pamuk kumaşın kopma mukavemeti, aşınma mukavemeti ve asit boyarmadde ile boyama sonuçları

Fikse metodu	İşlem süresi (dakika)	Kopma Mukavemeti (çözgü)		Aşınma mukavemeti (tur)	K/S (620 nm) Telon Blue AFN (%)
		Kuvvet F (kgf)	Kopma uzaması E (%)		
Mikro. ve buh.	1	32.50	4.80	5.000	0.65
	3	30.32	4.66	5.000	0.84
	5	31.94	4.43	7.500	0.77
	7	30.63	4.31	8.500	0.70
	9	27.20	4.00	7.000	0.92
Mikro.	7	71.28	9.42	20.500	0.09
Emd. buh. kond.	1	21.85	23.51	5.300	4.35
	2	29.51	6.06	5.600	6.25
	3	28.51	5.94	6.000	6.38
	4	32.80	6.63	6.000	6.52
	5	33.51	5.89	6.890	6.85
	7	34.09	6.37	7.000	7.19
	10	31.61	6.31	6.000	6.51
Emd. kur. kod	-	21.76	5.37	5.200	3.04
İşlem görmemiş	-	71.00	7.78	16.000	0.20

Mikro.buh: Fularda emdirilen numuneler 60°C' de 7 dakika kurutulduktan sonra mikrodalga ve buharlamanın birlikte kullanılmasıyla 1-3-5-7-9 dakika işlemleri tamamlanmıştır.

Mikro.: Fulardda emdirilen numune 60°C' de 7 dakika kurutulduktan sonra sadece mikrodalga fazında 7 dakika işlem görmüştür.

Emd.buh.kond.: Fulardda emdirilen numuneler 102°C' deki doymuş buharla 1-2-3-4-5-7-10 dakika buharlanarak 160°C'de 3 dakika kondenzasyona tabi tutulmuştur.

Emd.kur.kond.: Fulardda emdirilen numune 60°C'de 7 dakika kurutulduktan sonra 160°C'de 3 dakika kondenzasyona tabi tutulmuştur.



Tablo 3.'e göre mikrodalga ile işlem sonucu katyonikleşmenin gerçekleşmediği numunelerin boyama sonucu renk koyuluğu değerlerinden anlaşılmaktadır. Katyonikleştirme işlemi, yüksek sıcaklıkta selüloz-buruşmazlık maddesi (Arkofix NDC) – katyonikleştirme maddesinin (choline klorür) birbirine köprü bağları oluşturarak bir aşı selülozu elde edilmesine dayandığı için mikrodalga şartlarının bu işlemin gerçekleşmesine yetmediği görülmektedir.

Fiksaj öncesi buharlama uygulandığında numunelerin boyanabilirlikleri ve mukavemet değerleri (kopma, aşınma) emdirme-kurutma-kondense metoduna göre artış göstermektedir. Bu durumu incelemek üzere numunelerin nem miktarları tespit edilmiştir. Buharlama önce ve sonrası ağırlıkları ölçülen numuneler, nem miktarlarının değişmemesi için polietilen folye içine konmuş ve hemen kondenzasyona tabi tutulmuştur. Kondenzasyon sonrası da numunelerin ağırlıkları tespit edilmiştir. Bu değerler Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Katyonikleştirme işlemi için emdirme-buharlama-kondenzasyon ve emdirme-kurutma-kondenzasyon metodları uygulandığında pamuk kumaş üzerinde bulunan nem miktarları

Fiks metod	İşlem süresi (dakika)	Kondense öncesi nem miktarı (%)	Kondense sonrası nem miktarı (%)	K/S (620 nm) Telon Blue AFN (% 2)
Emdirme-buharlama-kondense	1	37.0*	3.5*	4.35
	2	28.0*	3.5*	6.25
	3	21.0*	3.4*	6.38
	4	13.0*	3.3*	6.52
	5	6.1*	3.2*	6.85
	7	5.75*	3.2*	7.19
	10	5.4*	3.2*	7.51
Emdirme-kurutma-kondense	7	3.4*	1.5*	3.04

\*Tabloda belirtilen nem miktarları kumaşın o andaki nem değeri olan % 80 üzerine işlem şartlarının (buharlama, kondenzasyon) oluşturduğu değerlerdir.

Tablo 3. ve Tablo 4 değerleri incelendiğinde, selüloz-Arkofix NDC - choline klorürün reaksiyon vererek aşı polimerizasyonu oluşturabilmesi için kondenzasyon öncesi nem miktarlarının etkin olduğu görülmektedir. Tablo 4'e göre buharlama süresi 1 dakika olarak uygulandığında numunenin nem miktarı %37.0 iken, sürenin 5 dakikaya uzatılmasıyla bu değer %6.1'e düşmekte, 10 dakikalık buharlama süresinde ise %5.4 olmaktadır. Buna bağlı olarak Tablo 3'de görüldüğü gibi buharlama süresi uzadıkça numunelerin renk koyuluğu değerleri (K/S) yükselmektedir. Numunenin nem miktarının çok yüksek olması (1 dakikalık buharlama süresi) yüksek reaktifliğe sahip choline klorürün hidrolize uğrayarak reaksiyonun etkinliğinin düşmesi şeklinde yorumlanabilir. Buharlama süresinin 2 dakikaya uzatılmasıyla lifin içerdiği nem miktarı azalmakta (%28.0) buna bağlı olarak renk koyuluğu değeri artış göstermektedir (%30.0). Doymuş buhar ortamında (102°C) flote nüfuzunun artması ve kondenzasyon öncesi

yüksek nem içeriği nedeniyle mukavemet değerlerinin düşmesi önlenmektedir. Buharlama süresiyle orantılı olarak renk koyuluğu değeri yükselme göstermektedir. Ancak numuneler yüksek konsantrasyondaki (%2) Telon Blue AFN ile boyandıkları halde elde edilen renk koyuluğu değerleri orta koyulukta bir rengin sahip olduğu değerlerdir.

Tablo 3'deki kopma mukavemet değerleri incelendiğinde, buharlama süresinin uzatılmasıyla numunelerin kopma mukavemetlerinin artış gösterdiği görülmektedir. Buharlama süresinin 1 dakika olarak uygulanması lifin sadece yüksek oranda nem kazanmasını (%37.0) sağlayarak nem dengesinin oluşmasına yetmediği için elde edilen kopma mukavemeti değeri düşüktür ve yaklaşık kurutma-kondenzasyon yöntemi ile aynı sonucu vermektedir. Buharlama süresinin uzatılmasıyla lif gözeneklerinde nem dengesi sağlanması sonucu kondenzasyon ortamında buruşmazlık maddesinin oluşturduğu çapraz bağlanma yanında asidik katalizator ve yüksek sıcaklığın yarattığı selülozun zarar görme riskini azaltmaktadır. Tablo 4'e göre buharlama süresi olarak 5 ve 7 dakika alındığında lifin içerdiği nem miktarı denge konumuna gelmekte, sürenin 10 dakikaya uzatılması ile nem miktarı azalma göstermektedir (%5.4). Buna bağlı olarak kopma mukavemeti değeri düşmektedir. Tablo 3 incelendiğinde buharlama yönteminde de elde edilen kopma mukavemeti değerlerinin işlem görmemiş kumaşa göre çok düşük olduğu (%52,0-70,0) açıkça görülmektedir.

Buharlama süresi ile katyonikleştirme işlemi görmüş numunelerin aşınma mukavemetleri arasındaki bağlantı Tablo 3'te görüldüğü gibidir. Bu eğilim kopma mukavemeti değerlerinde açıklandığı üzere en yüksek değerleri buharlama süresinin 5 ve 7 dakika olarak uygulandığında vermekte, sürenin 10 dakikaya uzatılmasıyla düşme gözlenmektedir. Ancak elde edilen değerler kopma mukavemeti değerlerinde de söz konusu olduğu gibi işlemsiz kumaşa karşılaştırıldığında çok düşüktür (%56,0-%67,0).

### 3.2. Katyonikleştirme İşlemine Değişik Çapraz Bağlayıcıların Etkisi

Çapraz bağlayıcı maddelerin katyonikleştirme işlemindeki etkinliğini belirlemek amacıyla %5 choline klorür miktarı sabit tutularak düşük formaldehit miktarına sahip Arkofix NDC ve Fixapret ECO buruşmazlık maddeleri her emdirme flottesine %3 konsantrasyonunda ilave edilmiştir. MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O ve sitrik asit konsantrasyonu % 0.1 olarak sabit alınmıştır. Bu flote bileşimiyle alınan flote oranı % 80 olacak şekilde emdirilen merserizasyon işlemi yapılmamış numunelerin bir kısmı 102°C'de 3 dakika kondenzasyona tabi tutulmuş, bir diğer kısmı ise 60°C'de 7 dakika kurutulmuş, 160°C'de 3 dakika kondense edilmişlerdir (Tablo 5).

Formaldehit içermeyen buruşmazlık maddeleri olan Arkofix NZF ve Fixapret NF'in köprü bağı maddeleri olarak katyonikleştirme işlemindeki etkinliğini belirlemek üzere merserizeli ve merserizesiz numuneler için de denemeler yapılmıştır (Tablo 6).

Bu çalışmayla emdirme – buharlama- kondenzasyon ve emdirme – kurutma – kondenzasyon metodlarının karşılaştırılması flottede değişik çapraz bağı maddeleri olduğu koşullar için de tekrarlanmıştır. Sonuçlar Tablo 5 ve 6'da verilmiştir.

Tablo 5. Düşük formaldehit miktarına sahip köprü bağı maddeleri ile değişik fikse metodlarına göre işlem görmüş pamuk kumaşların kopma mukavemeti, aşınma mukavemeti ve asit boyarmaddesiyle boyama sonuçları

Fikse metodu	Çapraz bağlayıcı	Konsantrasyon (%)	Kopma mukavemeti (çözgü)		Aşınma mukavemeti (tur)	K/S (620 nm) Telen Blue AFN (% 2)
			F(kgf)	E(%)		
Emd.buh.kond.	Arkofix NDC	3	33.52	5.89	6890	6.39
Emd.kur.kond.	Arkofix NDC	3	28.90	5.10	5200	3.04
Emd.buh.kond.	Fixapret ECO	3	27.60	4.70	9000	5.98
Emd.kur.kond.	Fixapret ECO	3	26.10	4.90	2500	2.84
İşlem görmemiş	-	-	69.00	6.82	16000	0.20

Emd.buh.kond: Emdirme-buharlama-kondenzasyon  
Emd.kur.kont: Emdirme-kurutma-kondenzasyon

Tablo 6. Formaldehit içermeyen köprü bağı maddeleri ile değişik fikse metodlarına göre işlem görmüş merserizasyon yapılmış ve merserize yapılmamış pamuk kumaşların kopma mukavemeti, aşınma mukavemeti ve asit boyarmaddesiyle boyama sonuçları

Fikse metodu	Buruşmazlık maddesi cinsi	Konsantrasyon (%)	Kumaş cinsi	Kopma mukavemeti (çözgü)		Aşınma mukavemeti (tur)	K/S (620 nm) Telen Blue AFN (% 2)
				F(kgf)	E(%)		
Emd.buh.kond.	Arkofix NZF	3	M	61.10	6.13	6000	1.05
Emd.kur.kond.	Arkofix NZF	3	M	40.68	4.80	4500	1.02
Emd.buh.kond.	Arkofix NZF	3	M.O.	37.41	10.26	5000	1.01
Emd.kur.kond.	Arkofix NZF	3	M.O.	21.12	8.59	4000	0.99
Emd.buh.kond.	Fixapret NF	3	M	62.69	5.86	10000	1.09
Emd.kur.kond.	Fixapret NF	3	M	42.83	4.91	5500	1.07
Emd.buh.kond.	Fixapret NF	3	M.O.	38.90	10.21	9000	1.02
Emd.kur.kond.	Fixapret NF	3	M.O.	29.78	8.90	5500	1.05
-	-	-	M	62.82	5.61	19000	0.60
-	-	-	M.O.	54.11	8.42	15000	0.28

Emd.buh.kond: Emdirme-buharlama-kondenzasyon, Emd. kur. kont: Emdirme-kurutma-kondenzasyon  
M: Merserizasyon yapılmış, M.O.: Merserizasyon yapılmamış

Tablo 5 incelendiğinde yarı reaktant tip, düşük formaldehit miktarına sahip buruşmazlık maddeleriyle katyonikleştirme işleminin gerçekleştiği; katyonikleştirmeden sonra yapılan boyamaların renk koyuluğu değerlerinin aynı koşullarda işlemsiz numunenin boyanmasına göre elde edilen renk koyuluğundan çok daha yüksek olmasıyla anlaşılabilir. Bu buruşmazlık maddeleri selülozun hidroksil gruplarıyla reaksiyona girmektedir. Polifonksiyonel bileşikler olduklarından iki veya daha fazla hidroksil grubuyla reaksiyona girebilmekte ve selüloz

makromolekülleri arasında çapraz bağlar oluşturabilmektedirler. Katyonikleştirme işleminde selüloz – buruşmazlık maddesi – choline klorürün birbirine bağlanarak bir matriks oluşturdukları kabul edilirse, buruşmazlık maddesinin birden fazla reaktif merkeze sahip olması reaksiyonun gerçekleşmesi açısından önemlidir.

Tablo 5.'de kullanılan buruşmazlık maddeleri olan Arkofix NDC ve Fixapret ECO düşük formaldehit miktarına sahiptir. Tablo 5 ve 6'da görüldüğü gibi katyonikleştirme işleminde en yüksek renk koyulukları düşük formaldehit miktarına sahip Fixapret ECO ve Arkofix NDC'nin kullanılmasıyla elde edilmiştir. Düşük formaldehit miktarına sahip buruşmazlık maddeleri, formaldehit içermeyen tiplere göre daha etkindir, reaksiyon verebilecek grup sayıları daha fazladır. Fixapret ECO modifiye dimetiloldihidroksietilenüre, Arkofix NDC modifiye metiloldihidroksietilenüre esastır. Bu tip polifonksiyonel maddelerin selüloz makromolekülleri arasında oluşturacağı çapraz bağların sayısı da yüksek olacağı için numunelerin kopma mukavemeti değeri de düşüktür. Germe kuvveti uygulandığında lif elementlerinin hareketliliği oluşan çapraz bağlar nedeniyle kısıtlanmakta ve tüm lif elementleri eksen doğrultusunda ortak olarak bu kuvvete karşı koyamamaktadır. Arkofix NDC ve Fixapret ECO'nun daha fazla reaktif gruba sahip olması Tablo 5'deki kopma mukavemeti değerlerinin daha düşük olmasından anlaşılabilir.

Arkofix NZF ve Fixapret NF formaldehit içermeyen buruşmazlık maddeleridir (Tablo 6). Modifikasyon dereceleri bilinmemekle birlikte DMeDHEU esaslı iki üründür. Düşük formaldehit miktarına sahip maddelerle aynı buruşmazlık değeri elde edilmek istendiğinde, kullanım miktarlarını yaklaşık iki kat arttırmak gerekmektedir (46,47)

Tablo 6 değerlerine göre Arkofix NZF ve Fixapret NF kullanılarak elde edilen renk verimleri, hem merserizeli hem merserizesiz kumaş için emdirme-kurutma-kondenzasyon veya emdirme-buharlama-kondenzasyon metodları uygulandığında önemli fark göstermemektedir ve elde edilen değerler oldukça düşüktür. Bu durum her iki maddenin de köprü bağı oluşturucusu olarak choline klorürü pamuk kumaşa bağlayamadığı şeklinde yorumlanabilir.

Tablo 5 ve 6'da görüldüğü gibi tüm buruşmazlık maddeleri için emdirme-buharlama-kondenzasyon işlemi uygulanmış numunelerin mukavemet değerleri, emdirme-kurutma-kondenzasyon işlemi uygulanmış numunelere göre daha yüksektir.



Tablo 6'da dikkati çeken çok önemli bir nokta da merserizeli kumaşların hem kopma hem aşınma mukavemet değerlerinin merserizesiz kumaşa göre çok daha yüksek olmasıdır. Merserizasyon sırasında lifler şişmekte, lif içerisindeki makromoleküller belli bir hareket kazanarak lif eksenine paralel bir şekilde yerleşmektedir. Birbirine daha yakın ve düzgün şekilde yerleşmiş makromoleküller ve bunların oluşturduğu lif elementleri arasındaki hidrojen köprülerinin sayısı da fazlalaşacağı için liflerin kopma ve aşınma mukavemet değerleri de merserizesize göre daha yüksek olmaktadır.

Tablo 5'te Arkofix NDC için belirtilen değerler Tablo 3'de daha önce verilmiş olmasına rağmen, deneylerin özellikle ön işleme (buharlama fazı) bağıllığı nedeniyle arada belli bir fark mevcuttur. Söz konusu durum Tablo 6'daki çalışma koşulları için de mevcuttur.

### 3.3. Emdirme-Buharlama-Kondenzasyon Metoduna Fiksaj Şartlarının Etkisi

Katyonikleştirme işleminde çapraz bağlayıcı olarak Arkofix NDC'nin kullanılmasında emdirme-buharlama-kondense metoduna fiksaj şartlarının etkisini belirlemek amacıyla Bölüm 3.1'de belirtilen flotte bileşimi değişik fiksaj koşulları için uygulanmıştır. Sonuçlar Tablo 7'de görülmektedir.

Tablo 7. Arkofix NDC kullanımında çeşitli sıcaklık ve sürelerde yapılan kondenzasyonun katyonik pamuk kumaşın kopma mukavemeti, aşınma mukavemeti ve asit boyarmaddesi ile boyanabilirliği üzerine etkisi

Fiksaj Koşulları		Kopma mukavemeti (Çözüğü)		Aşınma mukavemeti (tur)	K/S (620 nm) Telon Blue AFN (%2)
Sıcaklık (oC)	Süre (sn)	F(kgf)	E(%)		
160	40	45.64	7.63	14.500	5.00
165	40	44.80	7.24	16.000	5.80
170	20	54.05	7.92	21.000	6.07
170	40	42.53	7.02	14.500	6.28
170	60	32.02	6.89	9.500	6.66
170	80	31.54	6.54	5.500	6.87
175	40	42.45	7.06	10.000	6.40
180	40	35.28	6.65	7.000	7.04
İşlem görmemiş		71.00	7.78	16.000	0.28

Fiksaj şartlarının, boyanabilirlik ve mukavemet değerleri (Tablo 7) üzerindeki etkisi incelendiğinde fiksaj sıcaklığının yükseltilmesiyle hem mukavemet hem de boyanabilirlik değerlerinin etkilendiği görülmektedir. Özellikle sıcaklığın 175°C'den 180°C'ye çıkmasıyla her iki değerde görülen değişim miktarı daha belirgindir. Bu durum, yüksek sıcaklık ve asidik katalizatörün etkisiyle selülozun zarar görmesi sonucu kopma ve aşınma mukavemetinin azalması, selüloz zincirinde boyarmaddenin bağlanabileceği yeni gruplar oluşması nedeniyle de boyanabilirliğin artması şeklinde yorumlanabilir. Aynı sıcaklıklarda yapılan kondenzasyonlarda süre arttıkça

mukavemet değerlerinde azalma göstermekte (sürenin 170°C' de 20 saniye'den 80 saniyeye uzatılmasıyla kopma mukavemeti yaklaşık %42.0, aşınma mukavemeti %74.0 azalmaktadır), bu azalmanın aynı sürelerde sıcaklığın artış göstermesinden daha fazla etkilendiği görülmektedir. Kondenzasyon önce ve sonrası nem miktarlarının fiksaj koşullarına etkisi olabileceği düşünülerek numunelerin nem miktarları ölçülmüştür. Ancak elde edilen değerler birbirine çok yakın olduğu için bu sonuçları açıklamakta yardımcı olamamaktadır.

Choline klorürün erime noktası ve Arkofix NDC'nin reaksiyona girmesi açısından incelendiğinde 170oC ve daha yüksek sıcaklıkların ideal olduğu görülmektedir. Tablo 7'ye göre mukavemet ve renk koyuluğu değerleri açısından incelendiğinde 170C'de 20 saniyelik fiksaj süresi optimal olduğu gözlenmektedir. Ancak bu süre buruşmazlık maddesinin selülozla reaksiyonunu tamamlaması açısından yeterli değildir ve işletme tecrübeleri bu koşullarda yapılan fiksajdan sonra mamül kumaşta elde edilen formaldehit miktarının çok yüksek olduğunu göstermiştir. Sıcaklığın 170°Cnin üstüne ve sürenin uzatılması (170°Cde 60, 80 saniye)mukavemeti değerlerinin daha fazla düşmesine yol açtığı için (aşırı fiksaj etkisi) fiksaj koşulları olarak 170°C' de 40 saniye olarak seçilmesine karar verilmiştir [46,47]

### 3.4. Choline Klorür Konsantrasyonunun Pamuklu Kumaşın Katyonikleştirilmesine Etkisi

Choline klorür konsantrasyon değişiminin katyonikleştirmeye etkisini incelemek amacıyla emdirme flottesindeki choline klorür konsantrasyonu %0-2-3-4-5-6 olarak alınmıştır. Buruşmazlık maddesi Arkofix NDC 3 ve katalizator miktarları MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O %2 ve sitrik asit %0.1) sabit tutulmuştur. Sonuçlar Tablo 8'de görülmektedir.

Tablo 8. Choline klorür konsantrasyonunun katyonik pamuklu kumaşın kopma mukavemeti, aşınma mukavemeti ve asit boyarmadde ile boyanabilirliğine etkisi

Choline klorür konsantrasyonu (%)	Kopma mukavemeti (çözüğü)		Aşınma mukavemeti (tur)	K/S (620 nm) Telon Blue AFN (%2)
	F (kgf)	E (%)		
0	41.27	6.33	13.000	0.27
2	36.27	5.90	11.000	5.68
3	37.66	6.16	17.500	6.31
4	37.51	6.22	15.500	6.51
5	37.79	6.74	14.000	6.70
6	36.06	6.57	11.600	6.70
İşlem görmemiş	76.74	7.70	16.000	0.20

Tablo 8'de görüldüğü gibi flottedeki choline klorür konsantrasyonunun %2'ye çıkarılmasıyla katyonik pamuk kumaşın kabul edilebilir renk koyuluğu değeri (K/S) elde edilirken %5 konsantrasyonunda choline klorür kullanılması en yüksek renk koyuluğunu vermektedir. Konsantrasyonun %6'ya çıkarılmasıyla renk koyuluğu sabit kalmaktadır. Bu sonuç flottede belli konsantrasyondaki Arkofix NDC'nin %5'ten fazla choline klorürü selüloza bağlayamadığı şeklinde yorumlanabilir. Choline klorürün bulunmayıp, sadece Arkofix NDC ve katalizatör ile hazırlanmış flotte ile işlem gören kumaşın asit boyarmaddesi ile boyandığında renk koyuluğunun çok düşüktür. Bu durum, boyama ortamında katyonik merkezler oluşturan maddenin choline klorür olduğunu göstermektedir. Arkofix NDC, selülozun hidroksil grupları ile reaksiyona girerek choline klorürün pamuğa bağlanmasını sağlamaktadır. Tablo 8'deki işlem görmüş pamuk kumaşın kopma mukavemeti incelendiğinde choline klorür konsantrasyonunun kopma mukavemeti değerlerini fazla etkilemediği açık olarak görülmektedir.

Tablo 9'daki haslıklar incelendiğinde sürtme ve ışık haslıklarının choline klorür konsantrasyon değişiminden etkilenmediği ve sonuçların kabul edilebilir seviyede olduğu görülürken, yıkama haslıklarının düşük olduğu dikkati çekmektedir. Özellikle renk değişimi ve poliamid bileşeni için kirlenme değerinin düşük olduğu görülmektedir. Bu sonuç orta molekül ağırlığına sahip bir asit boyarmaddesi olan Telon Blue AFN'nin kullanılmasına bağlanabilir.

### 3.5. Çapraz Bağı Maddesi Konsantrasyonunun Pamuklu Kumaşın Katyonikleştirmesine Etkisi

Çapraz bağı maddesi olarak Arkofix NDC konsantrasyon değişiminin katyonikleştirmeye etkisini incelemek üzere, emdirme flottesindeki madde miktarı %0-1-2-3-4-5 olarak alınmıştır. Choline klorür (%5) ve katalizatör miktarları ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  %2 ve sitrik asit %0.1) sabit tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar Tablo 10'da görülmektedir.

Tablo 9. Choline klorür konsantrasyonunun katyonik pamuklu kumaşın haslık değerlerine etkisi

Choline klorür konsantrasyonu (%)	Renk Sürtme haslığı		Renk Yıkama haslığı							Işık haslığı
			Renk değişimi	Kirlenme						
	Kuru	Yaş		Asetat	Pamuk	Poliamid	Poliester	Akrilik	Yün	
0	4/5	4/5	3	5	5	3	4/5	5	5	4
2	4/5	4	3	4	4/5	2	4/5	5	5	4
3	4/5	4	3/4	4	4/5	2	4/5	5	5	4
4	4/5	4/5	3/4	4	4/5	2	4/5	5	5	4
5	4/5	4/5	3/4	4	4/5	2	4/5	5	5	4
6	4/5	4/5	3/4	4	4/5	2	4/5	5	5	4
İşlemgörmemiş	4/5	4/5	1	5	4/5	3/4	5	5	5	4

Tablo 10. Arkofix NDC konsantrasyonunun katyonik pamuklu kumaşın kopma mukavemeti, aşınma mukavemeti ve asit boyarmadde ile boyanabilirliğine etkisi

Arkofix NDC konsantrasyonu (%)	Kopma mukavemeti (çözgü)		Aşınma mukavemeti (tur)	K/S (620 nm) Telon Blue AFN (%2)
	F(kgf)	E(%)		
0	55.24	8.65	18.640	0.41
1	46.04	7.29	15.000	1.80
2	40.23	6.54	16.100	3.68
3	39.28	6.33	20.700	5.11
4	39.12	5.69	13.800	5.60
5	37.44	6.04	14.000	6.93
İşlem görmemiş	75.28	6.23	16.000	0.15

Tablo 11. Arkofix NDC konsantrasyonunun katyonik pamuklu kumaşın sürtme ve yıkama haslık değerlerine etkisi

Arkofix NDC konsantrasyonu (%)	Renk sürtme haslığı		Renk yıkama haslığı						
	Kuru	Yaş	Renk değişimi	Lekeleme					
				Asetat	Pamuk	Poliamid	Poliester	Akrilik	Yün
0	4/5	3/4	3	5	5	4/5	5	5	4/5
1	4/5	3/4	2	4	4/5	2	4/5	5	5
2	4/5	3/4	2/3	4	4/5	2	4/5	5	5
3	4/5	4	3	4	4/5	2	4/5	5	5
4	4/5	4/5	3/4	4	4/5	2	4/5	5	5
5	4/5	4/5	3/4	4	4/5	2	4/5	5	5
İşlem görmemiş	4/5	4/5	1	5	4/5	3/4	5	5	5

Tablo 10 incelendiğinde emdirme flottesindeki Arkofix NDC konsantrasyonu artışıyla numunelerin renk koyuluğunun arttığı, buna bağlı mukavemet değerlerinin düştüğü görülmektedir. Katyonikleştirme işleminin mekanizması katyonikleştirme maddesinin buruşmazlık maddeleri sayesinde selüloza bağlanarak bir matriks oluşturmasına dayanmaktadır. Bu yaklaşıma göre choline klorür selüloza tek başına bağlanmamakta, buruşmazlık maddesine ihtiyaç duymaktadır. Arkofix NDC konsantrasyonunun artışıyla choline klorürün selülozla oluşturduğu reaksiyonun etkinliğini arttırdığı katyonikleştirmenin gerçekleştiği numunelerin renk koyuluklarının artmasıyla gözlenmektedir. Arkofix NDC konsantrasyonunun yükseltilmesiyle selülozla yaptığı çapraz bağlanma da arttığı için kopma mukavemeti düşmektedir.

### 3.6. Katyonik Pamukta Bulunan Azot Miktarının Belirlenmesi

Yapılan katyonikleştirme işleminin etkinliğini saptamak amacıyla Bölüm 3.4' te belirtilen madde konsantrasyonları kullanılarak hazırlanan flotte ile katyonikleştirilmiş numunelerin Telon Blue AFN (%2) ile boyanmasından sonraki azot miktarları yanında işlem görmemiş, boyanmamış kumaşın azot miktarı Kjeldahl Metodu'na göre saptanmıştır. Çalışma ile ilgili sonuçlar Tablo 12.'de görülmektedir.

Tablo 12. Telon Blue AFN (%2) ile boyanmış katyonik pamuk kumaşların azot miktarları

Choline klorür konsantrasyonu (%)	Arkofix NDC konsantrasyonu (%)	Azot miktarı (%)
0	3	0.18
2	3	0.24
3	3	0.25
4	3	0.26
5	3	0.26
6	3	0.25
5	0	0.03
İşlem görmemiş	0	0.03
*İşlem görmemiş		0.01

\*İşlem görmemiş: işlemsiz, boyanmamış  
İşlem görmemiş: işlemsiz boyalı

Tablo 12'de görüldüğü gibi numunelerin azot miktarının oluşumunda, katyonikleştirme işlemi yanında boyarmaddenin (Telon Blue AFN, %2) ve kumaşın içerdiği azot miktarı da rol oynamaktadır. Katyonikleştirme işleminde oluşan azot miktarı incelendiğinde ise choline klorür konsantrasyon artışından ziyade Arkofix NDC miktarının etkin olduğu görülmektedir.

Tablo 12 yanında, Tablo 8 ve Tablo 10 incelendiğinde katyonik pamuğun boyanabilirliğinin choline klorür artışından fazla Arkofix NDC miktarının artışıyla doğru orantılı olduğu görülmektedir. Özellikle Arkofix NDC konsantrasyonunun %3 civarında olmasıyla renk koyuluğu yanında azot miktarlarının da birbirine yakın sonuçlar verdiği saptanmıştır. Bu durum Arkofix NDC'nin choline klorürün pamuğa bağlanmasını sağlayarak, katyonikleştirme reaksiyonunu gerçekleştirdiği şeklinde yorumlanmıştır.

### 3.7. Katyonik Pamuğun Kolay Bakım Özellikleri

Bu çalışmanın amacı kullanım özellikleri geliştirilmiş mamül elde etmektir. Değişen Arkofix NDC konsantrasyonuna göre numunelerin buruşmazlık dereceleri ve boyutsal değişimleri incelenmiştir (Tablo 13).

Tablo 13'de Arkofix NDC konsantrasyonu artışıyla buruşmazlık derecesinin arttığı görülmektedir. Arkofix NDC konsantrasyonunun % 2 olarak kullanılması buruşmazlık derecesini iyileştirirken, konsantrasyon % 3'e yükseltilmesi ile yüksek bir buruşmazlık değeri elde edilmektedir. Flottedeki Arkofix NDC konsantrasyonunun % 1 olması boyutsal stabilite sağlanmasına yetmektedir. Arkofix NDC'nin bulunmadığı choline klorürün %5 oranında kullanıldığı flotte ile işlem gören kumaşın boyutsal değişimi iyileşme göstermektedir. Bu sonuç, bir miktar choline klorürün selüloza bağlanarak belli bir boyutsal stabilite sağladığı şeklinde yorumlanabilir.



Tablo 13. Arkofix NDC konsantrasyonunun katyonik pamuk kumaşın buruşmazlık derecesi ve boyutsal değişimine etkisi

Choline klorür konsantrasyonu (%)	Arkofix NDC konsantrasyonu (%)	Buruşmazlık Derecesi (°)		Boyutsal değişim (%)	
		Toplam Aç		Atkı	Çözü
5	0			-1	0
5	1	79.65	81.50	0	0
5	2	90.25	92.00	0	0
5	3	126.25	125.00	0	0
5	4	129.75	129.00	0	0
5	5	143.75	144.00	0	0
-	-	63.50	63.00	+2	-2

Köprü bağı oluşturucusu olarak kullanılan buruşmazlık maddesinin en büyük dezavantajı formaldehit açığa çıkarmasıdır. Formaldehit miktarını saptamak amacıyla katyonikleştirme işleminden sonra boyanan numunelerin serbest formaldehit miktarları ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar Tablo 14'de görülmektedir.

Tablo 14. Arkofix NDC konsantrasyonunun asit boyarmadde (%2 Telon Blue AFN) ile boyanmış katyonik pamuk kumaşın serbest formaldehit miktarına etkisi

Choline klorür konsantrasyonu (%)	Arkofix NDC konsantrasyonu (%)	Formaldehit Miktarı (ppm)
5	0	10
5	1	19
5	2	41
5	3	49
5	4	64
5	5	73
0	3	22
-	-	9

Tablo 14'e göre; flottedeki Arkofix NDC konsantrasyonunun artışıyla boyalı numunelerin formaldehit miktarının arttığı görülmektedir. Özellikle Arkofix NDC konsantrasyonunun %1'den %2'ye yükselmesi ile boyalı kumaşın

formaldehit miktarı yaklaşık %54.0 artış göstermektedir. Bu artış katyonikleştirme reaksiyonu sırasında özellikle buruşmazlık maddesinin bir kısmının parçalanarak formaldehit açığa çıkarması şeklinde yorumlanabilir. Ölçülen formaldehit miktarları, bebek giyimi dışında kalan giysilerin üretiminde kullanılan kumaşlarda kabul edilen sınır değerlerin altındadır [48].

### 3.8. Kumaş Cinsine Göre Kondenzasyon İşleminin Katyonik Pamuğun Fiziksel Özellikleri ve Boyanabilirliğine Etkisi

Katyonikleştirme işlemi için en uygun değerler olarak kabul edilen %5 choline klorür ve %5 Arkofix NDC kombinasyonu esas alınarak kondenzasyon işleminin etkisi incelenmiştir. Katalizatör miktarı (magnezyum-klorür hegzahidrat %2 ve sitrik asit %0.1) sabit tutulmuştur. Merseziyasyon işleminin etkisini belirlemek üzere de, merseziyeli kumaş aynı flotte ile işlem görmüştür. Kondenzasyon şartlarının etkisini tespit etmek üzere sadece destile su ile emdirilen (AF %80) merseziyeli ve merseziyeli kumaşlar aynı şartlarda fikse edilmiştir (170°C'de 40 saniye). Sonuçlar Tablo 15'de görülmektedir.

Tablo 15. Kondenzasyon işleminin kumaş cinsine göre katyonikleştirme işlemli/işlemsiz pamuk kumaşın kopma mukavemeti, aşınma mukavemeti ve asit boyarmadde ile boyanabilirliğine etkisi

Metod	Kumaş Cinsi	Kopma Mukavemeti (çözgü)		Aşınma mukavemeti (tur)	K/S Telon Blue AFN (%2)
		F(kgf)	E(%)		
Katyonikleştirilmiş	Merseziyeli	36.39	12.50	13.500	6.90
Fikse edilmiş	Merseziyeli	60.22	22.80	23.000	0.46
İşlem görmemiş	Merseziyeli	69.41	12.43	16.000	0.48
Katyonikleştirilmiş	Merseziyeli	41.65	8.02	15.000	12.53
Fikse edilmiş	Merseziyeli	55.79	18.28	27.000	0.65
İşlem görmemiş	Merseziyeli	66.92	7.88	19.000	0.60

Katyonikleştirilmiş: %5 CC, %5 Arkofix NDC, %2 magnezyumklorür hegzahidrat, %0.1 sitrik asit içeren flotte ile emdirilen (AF %80) numuneler 102°C'de 5 dakika işlem görmekte ve ardından 170°C'de 40 saniye kondense edilmişlerdir.

Fikse edilmiş: Destile su ile emdirilen (AF %80) numuneler 102°C'de 5 dakika işlem görmekte ve ardından 170°C'de 40 saniye kondense edilmişlerdir.

Tablo 1'de görüldüğü gibi kullanılan merserizeli ve merserizesiz kumaşlar arasında gramaj ve sıklık farkları mevcuttur. Merserizeli kumaş, merserizesiz kumaşa göre gramaj ve sıklık değerleri daha az olan bir kumaştır. Tablo 15'deki merserizeli ve merserizesiz kumaşın başlangıç mukavemetleri de incelendiğinde, merserizesiz kumaşın daha yüksek mukavemet değerine sahip olduğu görülmektedir. Tablo 15 incelendiğinde katyonikleştirme işlemi görmüş merserizesiz kumaşın işlem görmemiş kumaşa göre kopma mukavemeti düşmesi yaklaşık %48.0 iken, katyonikleştirme işlemi yapılmış merserizeli kumaşta bu değer %38.0'dir. Bu sonuç Bölüm 3.2'de tartışıldığı gibi, merserizasyon sırasında lifler şişmekte, lif içerisindeki makromoleküller belli bir hareket kazanarak lif eksenine paralel bir şekilde yerleşmektedir. Birbirine daha yakın ve düzgün şekilde yerleşmiş makromoleküller ve bunların oluşturduğu lif elementleri arasındaki hidrojen köprülerinin sayısı da fazlalaşacağı için liflerin kopma mukavemeti düşmesi de merserizesiz kumaşa göre daha az olmaktadır.

Destile su ile aynı koşullarda emdirilerek fikse edilen merserizeli ve merserizesiz numunelerin kopma mukavemeti, yüksek sıcaklığın etkisi ile yaklaşık aynı değerlerde (%13.0-16.0 azalmaktadır). Buna karşın buharlama sonucu yüzeyin nem miktarı dolayısıyla elastikiyeti korunduğu için her iki kumaşın aşınma mukavemetinde yaklaşık aynı oranda (%30.0) artış gözlenmiştir. Merserizeli ve merserizesiz katyonik numunelerin renk koyuluğu incelendiğinde merserizeli kumaşın renk koyuluğu merserizesize göre fazladır (%45.0). Merserizasyon sırasında makromoleküllerin içine giren sudkostik lifleri şişirerek boyarmadde alma yeteneğini arttırmaktadır.

Merserizeli lifler daha düzgün bir yüzeye sahip olduğundan daha fazla ışığı yansıtmakta ve lif çeperleri şiştiği için ışınların lif içerisinde geçtikleri yolun uzunluğu artmakta ve daha koyu görülmektedir.

### 3.9. Yıkamanın Katyonikleştirmeye Etkisi

Katyonikleştirme işleminin etkinliğini incelemek amacıyla en uygun katyonikleştirme kombinasyonu (%5 CC ve %5 Arkofix NDC kombinasyonu) ile işlem gören numuneler 1, 5, 10, 15 yıkamaya (%4 ECE deterjan ve %1 sodyum perborat ile 40°C'de 10 dakika) tabi tutulmuştur. Yıkamaların ardından numuneler boyanarak, renk koyulukları incelenmiştir. Aynı işlem, işlem görmemiş kumaşlar için de tekrarlanmıştır. Sonuçlar Tablo 16'da görülmektedir.

Tablo 16'da görüldüğü gibi yapılan yıkamaların (1,5,10, 15) renk koyuluğu üzerinde belli bir etkisi bulunmaktadır. 15 yıkamanın ardından yapılan boyamada renk koyuluğu, yıkama yapılmadan boyanan numuneye göre %25 azalmıştır. Ancak 15 yıkama sonrası elde edilen renk koyuluğu da yüksek bir değere sahiptir ve 10-15 yıkamanın ardından yapılan boyamada birbirine yakın renk koyuluğu değerleri elde edilmiştir. Bu sonuç, katyonikleştirme işleminin etkinliği hakkında belli bir fikir vermektedir. Yapılan yıkamaların haslıklar üzerindeki etkisi Tablo 17'de görülmektedir.

Tablo 16. Yıkama sayısının %2 Telon Blue BRL (micro) boyarmaddesiyle boyanmış katyonik işlemlili/işlemsiz pamuk kumaşların renk koyuluklarına etkisi

K/S Telon Blue BRL (620 nm)									
Yıkamamış		1.Yıkama		5.Yıkama		10.Yıkama		15.Yıkama	
İşlemlili	İşlemsiz	İşlemlili	İşlemsiz	İşlemlili	İşlemsiz	İşlemlili	İşlemsiz	İşlemlili	İşlemsiz
8.42	0.28	7.39	0.25	7.39	0.22	6.5	0.28	6.31	0.25

%5 CC, %5 Arkofix NDC, %2 magnezyumklorür hegzahidrat, %0.1 sitrik asit içeren flotte ile emdirilen (AF %80) numuneler 102°C'de 5 dakika işlem görmekte ve ardından 170°C'de 40 saniye kondense edilmişlerdir.

Tablo 17. Yıkama sayısının katyonikleştirme işlemlili / işlemsiz pamuk kumaşların haslık değerlerine etkisi

Numune	Yıkama sayısı	Renk sürtme Haslığı		Renk yıkama haslığı						
		Kuru	Yaş	Renk değişimi	Lekeleme					
					Asetat	Pamuk	Poliamid	Poliester	Akrilik	Yün
İşlemlili	Yıkamamış	4/5	4/5	3/4	4	4	2	5	5	4/5
İşlemsiz	Yıkamamış	4/5	4/5	1	4/5	4/5	3/4	5	5	4/5
İşlemlili	1	4/5	4/5	3/4	4	4	2	5	5	4/5
İşlemsiz	1	4/5	4/5	1	4/5	4/5	3/4	5	5	4/5
İşlemlili	5	4/5	4/5	3/4	4	4	2	4/5	4/5	4/5
İşlemsiz	5	4/5	4/5	1	4	3/4	3/4	4/5	4/5	4/5
İşlemlili	10	4/5	4/5	3/4	4	4	2	4/5	4/5	4/5
İşlemsiz	10	4/5	4/5	1	4	3/4	3/4	4/5	4/5	4/5
İşlemlili	15	4/5	4/5	3/4	4	4	2	4/5	4/5	4/5
İşlemsiz	15	4/5	4/5	1	4	3/4	3/4	4/5	4/5	4/5

%5 CC, %5 Arkofix NDC, %2 magnezyumklorür hegzahidrat, %0.1 sitrik asit içeren flotte ile emdirilen (AF %80) numuneler 102°C'de 5 dakika işlem görmekte ve ardından 170°C'de 40 saniye kondense edilmişlerdir.

Tablo 17'ye göre katyonikleştirme işlemleri numunelerin yıkanmasından sonra yapılan boyamada küçük moleküler ağırlığa sahip Telon Blue BR (micro) kullanıldığı için elde edilen yıkama haslık değerleri de düşüktür.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Pamuk liflerinin katyonikleştirilmesi ve boyanması ile ilgili çalışmalar choline klorür ve dört değişik çapraz bağlayıcı kimyasal kullanılarak değişik metodlara göre yapılan fiksaj işlemleri sonucu incelenmiştir. Fiksaj öncesi buharlama uygulandığında numunelerin boyanabilirlikleri, kopma ve aşınma mukavemet değerleri iyileşme göstermektedir. Kullanılan dört değişik buruşmazlık maddesi katyonizasyon reaksiyonunun etkinliği açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçlar polifonksiyonel maddelerle elde edilmektedir. Katyonikleştirme işlemi görmüş numuneler yüksek bir buruşmazlık derecesi ve boyutsal değişmezlik kazanmaktadır.

Düşük formaldehit değerine sahip Arkofix NDC ile işlem görmüş numunelerin boyama sonrası serbest formaldehit miktarı bebek giyimi dışında kalan giysilerin üretiminde kullanılan kumaşlarda kabul edilen sınır değerlerin altındadır. Buruşmazlık ile katyonikleştirme maliyetleri karşılaştırıldığında katyonikleştirme daha pahalı bir prosestir.

Literatürün belirttiğinin aksine bu çalışmada katyonik pamuğun ışık haslığının yeterli seviyede olduğu saptanmıştır. Literatürle uyumlu olarak mercerizeli kumaş kullanmak daha yüksek boyarmadde verimi ve mukavemet değerlerinin eldesini sağladığı gibi ışık haslıklarını da arttırmaktadır. Bu araştırma pamuk kumaşın iyonik modifikasyon yoluyla asit boyarmadde ile boyanması ve kolay bakım özellikleri hakkında temel prensipleri ortaya koymayı amaç edinmiştir. Konu hakkında çalışacak akademisyen ve tekstil sektörüne yararlı olacağı ümit edilmektedir.

#### TEŞEKKÜR

Çalışmamın gerçekleşmesini sağlayan, destek ve yardımını esirgemeyen sayın Prof. Dr. Habip Dayioğlu'na sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım. Deneysel çalışmalarımın bir bölümünü gerçekleştirdiğim Clariant firması yetkili ve çalışanlarına, CHT-Tübingen /Almanya tesisi yetkililerine, İ.T.Ü Makine Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı, Ekoteks /MTL Laboratuvarı personeli ve Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi sayın Doç.Dr. Merih Sarıışık ve sayın Yrd. Doç. Dr. Aysun Akşit'e teşekkürü bir borç bilirim.

#### 5. KAYNAKLAR

1. **Burkinshaw, S.M., Lei, X.P., Lewis, D.M., 1989.** Modification of Cotton to Improve Its Dyeability Part 1 – Pretreating Cotton with Reactive Polyamide – Epichlorohydrin Resin, *Journal of the Society of Dyers and Colorists*, 105, 391-398
2. **Harper, R.J.Jr., Stone, R.L., 1986.** Cationic Cotton Plus Easy Care, *Textile Chemist and Colorist*, 18, 33.
3. **Harper, R.J. Jr., Stone, R.L., 1986.** Cationic Cotton: Approaches and Applications, *International Conference and Exhibition, AATCC, USA, December*
4. **Harper, R.J. Jr., Cheek, L., English, S., Eppers, J.N., Hsu, L.H., Roussel, L., Allen, H.A., Blanchard, E.J., Reinhard, R.M., 1987.** *Dyeability of Crosslinked Cationic Cotton Fabrics, International Conference and Exhibition, AATCC, USA, October.*
5. **Harper, R.J.Jr., 1988.** Process for Dyeing Smooth-Dry Cellulosic Fabric, *United States Patent, No 4.780.102 dated 25.10.1988.*
6. **Harper, R.J.Jr., Lambert, A.H., 1988.** Print Dyeing: An Opportunity for Garment Dyers, *American Dyestuff Reporter*, 77, 13-18.
7. **Reinhardt, R.M., Blanchard, E.J., 1988.** Potential for Dyeing Easy Care Cotton Garments, *American Dyestuff Reporter*, 77, 29-34.
8. **Harper, R.J.Jr., Lambert, A.H., 1988.** Single-Side Crosslinking: An Approach for Garment-Dyeable Cotton Fabrics, *American Dyestuff Reporter*, 77, 15-20.
9. **Reinhardt, R.M., Blanchard E.J., 1989-1990.** Dyeability of Crosslinked Cotton: The Dyeing Properties of DMDMI-Treated Fabric, *Colourage Annual*, 29-32.
10. **Harper, R.J.Jr., 1989.** Cationic Polyacrylates for Garment Dyeing, *Journal of Coated Fabrics*, 18, 234-245.
11. **Blanchard, E.J., Reinhardt, R.M., 1989.** Improved Dyeability of Crosslinked Cellulose Containing Amine Additives, *Ind. Eng. Chem. Res.* 28, 490-492.
12. **Shin, Y., Hollies, R.S., Yeh, K., 1989.** Polymerization – Crosslinking of Cotton Fabric for Superior Performance Properties, *Textile Research Journal*, 59, 635-642
13. **Harper, R.J.Jr., Ruppenicker, A.H.L., Sawhney, P.S., Cheek, L., 1989.** Approaches for Producing Simulated Yarn Dyed Denims, *International Conference + Exhibition of AATCC, USA, December*
14. **Clipson, J.A., Roberts, G.A.F., 1989.** Differential Dyeing Cotton: 1. Preparation and Evaluation of Differential Dyeing Cotton Yarn, *Journal of the Society of Dyers and Colourist*, 105, 158-162.
15. **Kamel, M.M., Kharadly, E.A., Shakra, S., Youssef, B.M., 1990.** Application of Different Classes of Dyestuffs In Combined Dyeing and Finishing of Cotton, *American Dyestuff Reporter*, 79, 50-57.
16. **Kamel, M.M., Kharadly, E.A., Shakra, S., 1990.** Simultaneous Dyeing and Finishing of Cotton Fabrics, *American Dyestuff Reporter*, 79, 62-64.
17. **Burkinshaw, S.M., Lei, X.P., Lewis, D.M., Easton, J.R., Parton, B., Phillips, D.A.S., 1990.** Modification of Cotton to Improve Its Dyeability. Part 2, Pretreating Cotton with a Thiourea Derivative of Polyamide – Epichlorohydrin Resins, *Journal of the Society of Dyers and Colourists*. 106, 307-315.
18. **Lei, X.P., Lewis, D.M., 1990.** Modification of Cotton to Improve Its Dyeability. Part 3, Polyamide–Epichlorohydrin Resins and Their Ethylenediamine Reaction Products, *Journal of the Society Dyers and Colourists*, 106, 352-356



19. **Reinhardt, R.M., Blanchard, E.J., 1990.** Dyeing Cotton Finished For Durable Press With Triethanolamine As Additive: Influence of Certain Dyeing Variables, *American Dyestuff Reporter*, 79, 15-22
20. **Waly, A., Rafai, R., El-rafie, M.H., Hebeish, A., 1990.** Novel Method For Preparing Aminized Cotton Fabric With Improved Dyeability, *American Dyestuff Reporter*, 79, 34-41
21. **Reinhardt, R.M., Blanchard, E.J., 1990.** Dyeability of Cotton Fabrics Treated with Carbamoylethylamine Adducts, *American Dyestuff Reporter*, 79, 27-32
22. **Bhattacharyya, N., Pawar, J.P., 1991.** Contribution of Additives to Dyeability of Crosslinked Cotton, *Textile Dyer & Printer*, 24, 29-35
23. **Blanchard, E.J., Reinhardt, R.M., Andrews, B.A.K., 1991.** Finishing with Modified Polycarboxylic Acid Systems for Dyeable Durable Press Cottons, *Textile Chemist and Colorist*, 23, 25-28
24. **Blanchard, E.J., Reinhardt, R.M., 1991.** Hydroxyalkylamine Additives for Producing Dyeable Crosslinked Cotton, *American Dyestuff Reporter*, 80, 72-77.
25. **Harper, R.J.Jr., 1991.** Crosslinking, Grafting and Dyeing: Finishing for Added Properties, *Textile Chemist and Colorist*, 23, 15-20.
26. **Tiwari, R.V., 1991.** Cationisation of Cotton for Differential Dyeing with Reactive Dyes, *Special Supplement on BTRA/Colourage Seminar on Reactive Dyes*, 38, 19
27. **Harper, R.J.Jr., Lambert, A.H., 1992.** Stone Finishing and Dyeing of Cotton Garments, *Textile Chemist and Colorist*, 24, 13-1
28. **Blanchard, E.J., Reinhardt, R.M., 1992.** Dyeing of Crosslinked Cotton Containing Glycol Additives, *Textile Chemist and Colorist*, 24, 13-17
29. **Wu, T.S., Chen, K.M., 1992.** New Cationic Agents for Improving the Dyeability of Cellulose Fibres. Part 1, Pretreating Cotton with Polyepchlorohydrin – Amine Polymers for Improving Dyeability with Direct Dyes, *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, 108, 388-394
30. **Reinhardt, R.M., Blanchard, E.J., Graves, E.E., 1992.** Glycol Additives for Enhanced Dyeing of Crosslinked Cotton, *American Dyestuff Reporter*, 81, 26-29
31. **Shyu, J.P., Chen, C.C., 1992.** Dyeing N-Methylol Group Containing Acid Dyes Using the Pad/Dry Cure Process, *American Dyestuff Reporter*, 81, 60-67
32. **Reinhardt, R.M., Blanchard, E.J., 1992.** Modification of Fabric Dyeability by Partial Hydrolysis of Methyolamide Finishes, *American Dyestuff Reporter*, 81, 37-42
33. **Yang, Y., Li, S., 1994.** An Unusual Application of a Usual Crosslinking Agent-Dyeing Trimethylolamine Pretreated Cotton without Added Salt, *Textile Research Journal*, 64, 433-439.
34. **Choi, H., Li, J.D., Goodin, R.D., 1994.** Shade Changes in Dyed Cotton Treated with Nonformaldehyde – Nonphosphorous Durable Press Finishes, *American Dyestuff Reporter*, 83, 38-43.
35. **Chen, J.C., Chen, C.C., 1994.** Crosslinking of Cotton Fabrics Premercerized with Different Alkalis, *Textile Research Journal*, 64, 142-148
36. **Yang, Y., Lan, T., Li, S., 1995.** Effect of DP Finishing Methods on Sorption of Dyes by Cellulose, *Textile Chemist and Colorist*, 27, 29-33
37. **Lewis, D.M., McIroy, K.A., 1997,** The Chemical Modification of Cellulosic Fibres to Enhance Dyeability, *Review of Progress in Coloration*, 27, pp.5-17
38. **Jang, J., K., S.W., Carr, C.M., 2001,** Investigation of the Improved Dyeability of Cationized Cotton via Photografting with UV Active Cationic Monomers, *Coloration Technology*, 117 (3), pp.139-146
39. **Ponsa, L.Salva, J., June 2003,** *Improving the Ecological Aspects of Cotton Dyeing, Revista de la Industria Textil*, 409, pp.24-29
40. **Hashem, M., Refaie, R., Hebeish, A.** Crosslinking of Partially Carboxymethylated Cotton Fabric via Cationization, *Journal of Cleaner Production*, 13 p.p 947-954
41. **Zohdy, M.H., 2005** Cationization and Gamma Irradiation Effects on the Dyeability of polyester Fabric towards Disperse Dyes, *200 Radiation Physics and Chemistry, Issue 2,* pp 101-11
42. **Kamel, M.M., El Zawahry, M.M., Ahmed N.S.E., Abdelghaffar, F./2009** Ultrasonic Dyeing of Cationized Cotton Fabric with Natural Dye, *Ultrasonic Sonochemistry*, 16 (2.), pp 243 – 249
43. **Hassan, S.M., 2009** Crease Recovery Properties of Cotton Fabrics Modified by Urea Resins under the Effect of Gamma Irradiation, *Radiation Physics and Chemistry* 78, (5), pp.333 – 337
44. **Treadwell, F.P., Hall, W.T. 1995,** *Analytical Chemistry* (8th Edition) pp, 493 John Willey Sons Inc, Newyork
45. **Keskin H., 1981,** *Besin Kimyası* ,sy.46 Fatih Yayın Evi Matbaası, İstanbul
46. **Resin Finishing 1998,** Clariant Teknik Bilgi Broşür
47. **Gelabert Antonio 1998,** *Kişisel görüşme*
48. **ÖKO – TEX STANDARD 100**