

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Marmara Üniversitesi Kütüphane ve
Dokümantasyon Daire Başkanlığı
M0006593
255.07.02.01.06/07/0006593

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYIN NO : 634
TEKNİK EĞİTİM FAKÜLTESİ YAYIN NO : 13

TEKSTİL TEKNOLOJİSİ

Prof.Dr. İNCİ BAŞER

Teknik Eğitim Fakültesi
Tekstil Eğitimi Bölümü

Kü ışkanlığı

İstanbul, 1998

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
KÜT. DÖK. D. BŞK.
E.N.
6593

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ÖNSÖZ

Tekstil Kimyası ve Teknolojisi adı altında yazdığım ve 1983 yılında İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nde öğretim üyesi iken basılmış olan ilk kitabım kısa bir sürede tükendi. Gerek tekstil endüstrisinden, gerekse eğitim-öğretim aşamasında olan bireylerden, bu kitabın temini için gelen istekler sebebi ile ikinci baskısını yapmayı düşündüm.

1994 yılında, bu kitabın içeriğinde büyük değişiklikler ve eklemeler yaparak yeni bir kitap halinde basılması için girişimde bulundum. Şu anda elimizde olan bu kitap, üniversitelerin kitap basımı gibi önemli bir konudaki bütçelerinin darlığı nedeni ile ancak 1998 yılında basılabildi. Bütün zorluklara karşılık bu ve diğer kitaplarımın basılması için ilgilerini esirgemeyen Sayın Rektör Prof.Dr. Ömer Faruk Batırel'e; Sayın Rektör Yardımcısı ve Dekan Prof.Dr. İhsan Gök'e ve Sayın Prof.Dr. A. Sait Sevgener'e, Tekstil Eğitimi Bölüm Başkanı Prof.Dr. İnci Tezcan'a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Bu kitap, tekstil teknolojisinin, elyaftan başlayarak konfeksiyona kadar giden işlemlerini içermektedir. Hammaddenin, üretiminden, işlenmiş tekstil materyali haline gelinceye kadar geçirdiği işlemler, çeşitli endüstri dallarının hiçbirinde bu kadar geniş ve uzun bir işlemler dizisini kapsamaz. Hammadde işleme prosesleri içinde tekstil lifleri, en uzun ve en zahmetli işlemler sırasını izlemek durumundadır: Lif üretimi, iplik üretimi, tekstil yüzeyinin örme, dokuma veya nonwoven şeklinde elde edilmesi, ön terbiye, boyama, baskı ve bitim işlemleri. Tekstil liflerinin hikayesi burada bitmez; bu işlemleri konfeksiyon sektörü izler. Bu nedenle tekstil teknolojisinin bazı konuları bu kitapda daha dar bir çerçevede ele alınmıştır.

İnsanoğlu mükemmeli yapmaya çalışır; ancak kusursuz bir eser oluşturmak Tanrı'ya mahsustur. Okuyucularım bu kitapta da bazı basım ve gözden kaçmış küçük hatalara rastlayabilirler. Tetişmelerinde emeğim olduğunu bilmekten büyük gurur duyduğum genç meslekdaşlarımın daha iyilerini üreteceğine olan inancım, hatalarımdan doğan üzüntümü hafifletmektedir.

Tüm meslek hayatım boyunca ve bu ve diğer kitaplarımın hazırlanması sırasında, bana destek ve yardımcı olan eşim Elektronik Y. Müh. Sadi Başer ile kardeşim Tülin Akal'a minnet borçluyum.

Basım işleri için her türlü yardımını gördüğüm ve fikirlerinden yararlandığım Matbaa Bölümü Başkanı Y.Doç.Dr. Mehmet Oktav'a ve onun şahsında tüm Matbaa Bölümü elemanlarına, kitap yazımı ve düzenlenmesini yapan ve işin tüm zahmetini çeken Sayın Sevil Girit'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İstanbul, Haziran 1998 *Prof.Dr. İnci Başer*

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

I. GENEL BİLGİLER 1

II. TEKSTİL ELYAFIN SINIFLANDIRILMASI 2

I.2. LİFLERİN KİMYASAL YAPISI 5

I.3. LİFLERİN TEMEL ÖZELLİKLERİ 9

I.3.1. Geometrik Özellikler 9

I.3.2. Fiziksel Özellikler 13

I.3.3. Kimyasal Özellikler 22

BÖLÜM II

II. ELYAFTAN KUMAŞA KADAR İŞLEMLER 25

II.1. İPLİKÇİLİK 25

II.1.1. Kesikli Elyafta İplik Yapımı (Stapel İplikçiliği) 25

II.1.2. Kesiksiz Elyaftan İplik Yapımı (Filament İplikçiliği) 33

II.1.3. İplik Numarası 40

II.1.4. Büküm 42

II.1.5. İplik Türleri 43

II.2. TEKSTİL YÜZEYLERİ 45

II.2.1. Dokuma Yüzeyler 45

II.2.2. Örme Yüzeyler 50

II.2.3. Nonwoven Yüzeyler (Dokusuz Yüzeyler) 52

II.3. HAŞILLAMA 54

BÖLÜM III

III.1. DOKUMA SONRASI İŞLEMLER 59

III.1. HAŞIL SÖKME

BÖLÜM IV

IV. DOĞAL LİFLERİN ÖZELLİKLERİ, İŞLENMESİ ve TERBİYELERİ 61

IV.1. BİTKİSEL LİFLER 61
IV.1.1. Selülozik Elyafın Kimyasal Yapısı 62
IV. 1.2. Pamuk 65
IV. 1.3. Kapok 102
IV. 1.4. Keten 103
IV.1.5. Kenevir 111
IV.1.6. Jüt 112
IV.1.7. Rami 112
IV.1.8. Manila Keneviri (Abaca) 113
IV.1.9. Sisal 115
IV.1.10. Koko Elyafı 116
IV.2. HAYVANSAL LİFLER 117
IV.2.1. Protein Elyafın Kimyasal Yapısı 117
IV.2.2. Yün 120
IV.2.3. Tiftik (Mohair) 144
IV.2.4. Kaşmir 145
IV.2.5. Alpaka 146
IV.2.6. Lama 147
IV.2.7. Vicuna 147
IV.2.8. Deve Tüyü 148
IV.2.9. Tavşan Tüyü (Angora) 148
IV.2.10. Doğal İpek 149

BÖLÜM V

V. KİMYASAL (YAPAY) ELYAF 163
V.1. REJENERE ELYAF 164
V.1.1. Rejenere Selülozik Elyaf 164
V.1.2. Rejenere Selüloz Esterleri 177
V.1.3. Rejenere Protein Elyafı 181

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

V.1.4. Alginat Elyafı 183
V.1.5. Kauçuk Elyafı 185
V.2. SENTETİK ELYAF 185
V.2.1. Poliolefin Elyafı 186
V.2.2. Polivinil Elyafı 189
V.2.3. Poliamid Elyafı 202
V.2.4. Poliester Elyafı 213
V.2.5. Poliuretan Elyafı 218

BÖLÜM VI

VI. YÜZEY AKTİF MADDELER (TENSİDLER) 221
VI.1. Anyon-aktif Maddeler 222
VI.2. Katyon-aktif Maddeler 224
VI.3. Noniyonik Maddeler 225

BÖLÜM VII

VII. TEKSTİL MATERYALLERİNDE RENKLENDİRME 227
VII.1. BOYARMADDELER 229
VII.1.1. Renklilik 229
VII.1.2. Boyarmaddelerde Çözünürlük 233
VII.1.3. Substantiflik 234
VII.1.4. Renk Hasığı 235
VII.2. TEKSTİL MATERYALLERİNİN BOYANMASI 240
VII.2.1. Boyama İşlemi 241
VII.2.2. Asid Boyarmaddelerle Boyama 247
VII.2.3. Azoik Boyarmaddelerle Boyama 251
VII.2.4. Bazik Boyarmaddelerle Boyama 252
VII.2.5. Direkt Boyarmaddelerle Boyama 254
VII.2.6. Dispers Boyarmaddelerle Boyama 259
VII.2.7. Metal-kompleks Boyarmaddelerle Boyama 261

VII.2.8. Reaktif Boyarmaddelerle Boyama 263
VII.2.9. Küp Boyarmaddelerle Boyama 268
VII.2.10. Kükürt Boyarmaddelerle Boyama 272

BÖLÜM VIII

VIII. BİTİM İŞLEMLERİ (APRE İŞLEMLERİ) 273
VIII.1. TUTUM APRELERİ 274
VIII.2. SU GEÇİRMEZLİK APRELERİ 274
VIII.3. BURUŞMAZLIK VE ÇEKMEZLİK APRELERİ 276
VIII.4. YANMAZLIK APRELERİ 276

EKLER

Kalitatif Elyaf Analizi 279
Kantitatif Elyaf Analizi 283
Kumaşlarda Leke Giderilmesi 285
Kuru Temizleme Sembolleri 288
Ütüleme Sembolleri 288
Yıkama Sembolleri 289
Tekstil Liflerinin Sembolleri 290
Pamuk Üretim Miktarları 291
Tiftik Üretim Miktarları 291
Yün-İthalat ve İhracatı 292
Yapay Lif İthalat ve İhracatı 292
KAYNAKLAR 295
İNDEKS 297
YAZARIN DİĞER KİTAPLARI 307

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

BÖLÜM I

I. GENEL BİLGİLER

Tekstil sözcüğü, çevreye uyum sağlamak için kullandığımız her türlü kumaş ve materyalin hammaddesi olan elyafın elde edilmesinden, tüketicinin istediği özelliklere sahip bir mamul madde haline getirilinceye kadar geçirdiği aşamalarla ilgili bir terimdir. Lif sözcüğünün çoğulu olan elyaf kelimesi ise tüm tekstil hammaddeleri için kullanılır. Gerilebilme ve kopma dayancı ile bükülme (eğirme) ve birbiri üzerine yapışma yeteneği olan uzun ince iplik veya lifçiklere ise *lif* veya *elyaf* denir. Bunların boyu enine göre çok uzundur. Renkli veya renksiz olabilirler. Bir tekstil elyafının ticari bakımdan değerli olabilmesi için mukavemet (dayanç), esneklik ve iyi bir eğirme yeteneğine sahip olması gerekir. Bundan başka sağlamlık, yumuşaklık, nem çekme, kolay boyanabilme gibi yan özellikler de aranır. Bu saydığımız özelliklere en fazla sahip olan elyaf, ticari yönden de en değerli sayılır.

Üretimden, kumaş veya benzeri materyalin elde edilmesine kadar lif üzerinde yapılan bütün işlemler, tekstil teknolojisinin konusu içindedir. Bu teknolojinin kapsadığı işlemler, sırası ile lif üretimi, iplik üretimi, dokuma, örme veya non-wowen yapısında bir tekstil yüzeyinin elde edilmesi, bu yüzeyin boyama, baskı ve apre gibi işlemlerle terbiye edilmesidir. Tüm bu işlemlerde ana madde elyaftır. Bu nedenle, tekstilde kullanılan lifleri tanımak için önce bir sınıflandırma yapmak uygun olur.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE ve DÖKÜMENTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

I.1. TEKSTİL ELYAFIN SINIFLANDIRILMASI

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tekstil elyafı, özellikleri temel alınarak sınıflandırılabildiği gibi, ham malın kaynağı gözönüne alınarak da bir sınıflandırma yapılabilir. Aşağıdaki bu iki tür sınıflandırma verilmiştir. Bunlardan ilki materyalin kaynağı gözönüne alınarak yapılan sınıflamadır.

I — Doğal Elyaf : Doğada lif olarak oluşabilen ve tekstilde kullanılan her tür elyaf bu sınıfa girer.

A — Bitkisel Elyaf : Bu tür lifler yapılarında % 60 - 90 selüloz içerirler; bu yüzden « *selülozik elyaf*» da denilir. Bitkilerden elde edilen bu elyaf türleri bitki üzerinde bulundukları yerlere göre ayrıca sınıflandırılır.

a) Bitki tohumundan elde edilen elyaf: Bunlarda tek bir lifçik bir tek hücreden ibarettir. Bu bakımdan *tek hücreli elyaf* olarak da isimlendirilir. Örnek olarak pamuk bitkisinin tohumundan elde edilen pamuk elyafını ve kapok elyafını gösterebiliriz.

b) Bitki gövdesinden elde edilen elyaf: Bu sınıfı ««bast elyafı» olarak da anılır. Bunlarda, bir tek lif birkaç bitki hücresinden oluşmuş bir demetir. Bu nedenle *çok hücreli elyaf* da denilir. Keten, kenevir, jüt ve rami bu sınıfa girer.

c) Bitki yaprağından elde edilen elyaf: Sisal kendiri, Manila keneviri, Yeni Zelanda keteni gibi lif türleri bu sınıfa girer.

d) Meyvadan elde edilen elyaf: Koko elyafı, hindistancevizi meyvasından elde edilir.

B — Hayvansal Elyaf: Kimyasal olarak protein yapısında olduğundan « *protein elyafı* » olarak da isimlendirilir. Hayvanlardan elde edilen elyaf türleri bu sınıfa girer.

a) Kıl kökenli elyaf: Hayvan tüyleri ve kıllarının elyaf amacı ile kullanılması çok eskilere dayanır. Yün, moher, kaşmir, alpaka, angora, deve tüyü, keçi kılı gibi çeşitleri vardır.

b) Salgı kökenli elyaf: İpekböceğinin salgısından elde edilen doğal ipekdir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

C— Doğal anorganik elyaf: Doğada anorganik yapıda lifler halinde bulunan asbest bu sınıftandır. Asbest bir magnezyum silikat filizidir.

II — Kimyasal elyaf: (İnsan yapısı elyaf) Kimyasal ve fiziksel işlemler sonucunda doğal veya sentetik polimer maddelerin elyaf haline getirilmesi ile elde edilirler. Üç sınıfa ayrılır:

A — Rejenere elyaf: Yapısal olarak lif olmağa uygun olan doğal yüksek polimerlerden kimyasal ve fiziksel işlemler sonucunda elde edilen elyaf türleridir. Beş sınıfa ayrılır.

a) Rejenere selülozik elyaf: Genel olarak *«sun'i ipek»* veya *«rayon»* da denilen bu tür elyaf, selülozun uygun çözücülerde çözündürülüp yeniden lif halinde çöktürülmesi ile elde edilir. Kullanılan çözücüye göre rayonlar değişik isimler alır: Viskoz ipeği (viskoz rayonu), bakır ipeği gibi.

b) Selüloz esterleri: Selülozun asetat esterlerinin elyaf haline getirilmesi ile elde edilen elyaf türleridir. Selüloz asetat ve selüloz triasetat gibi çeşitleri vardır.

c) Rejenere protein elyafı: Doğal kaynaklardan elde edilen proteinlerin, uygun çözücülerde çözündürülüp, tekrar lif şeklinde çöktürülmesi ile elde edilirler. Doğal proteinin kaynağına göre bitkisel ve hayvansal olmak üzere ikiye ayrılır. Mısır proteini olan zeinden elde edilen vicara, yer fıstığı proteininden elde edilen ardil, süt kazeininden elde edilen aralac ve lanital bu sınıftandır.

d) Alginat elyafı: Deniz yosunlarındaki alginat asidinden elde edilen elyaftır.

e) Elâstomer elyaf: Doğal kauçuktan elde edilen lastik bu sınıfta girer.

B — Sentetik Elyaf: Basit kimyasal maddelerin sentetik olarak polimerleştirilmesi ve bunların lif haline getirilmesi ile elde edilen liflerdir. Kimyasal yapılarına göre sınıflandırılırlar:

a) Poliolefin elyaf: Olefin sınıfı hidrokarbonlar ve türevlerinin polimerlerinden elde edilen elyaf türleridir; üç sınıfa ayrılır:

i) Polietilen elyaf (polithen)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ii) Polipropilen elyaf (meraklon)

iii) Politetrafluoroetilen elyaf (PTFE, fluorofibre)

b) Polivinil elyaf: Birleşiminde vinil grubu ve türevleri içeren polimerlerden oluşun lif türleridir. Altı sınıfa ayrılır:

i) Akrilik elyaf (orlon, dralon)

ii) Modakrilik elyaf (vinyon N, dynel)

iii) Polivinilklorür (PVC), (=vinilid elyaf)

iv) Polivinilidenklorür (viniliden elyaf) (saran)

v) Polivinilal (PVA) (vinylon)

vi) Polistiren

c) Poliüretan elyaf (=elastomer elyaf) (lycra, spandex)

d) Poliester elyaf (trevira, terylen)

e) Poliamid elyaf (nylon)

f) Poliisopren elyaf (sentetik kauçuk)

C — Anorganik elyaf: Her türlü metalden çekilmiş lif ile, cam elyafı, kuvars elyafı anorganik yapıda ve yapay olarak elde edilen liflerdir.

Tekstil elyafı fiziksel özelliklerine göre ise aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

A — Doğal elyaf

1 — Selülozik elyaf

2 — Protein elyafı

B — Yapay elyaf (Kimyasal elyaf)

1— Termoplastik olmayan (non - thermoplastic) elyaf

a— Sellülozik elyaf: Bakır ipeği, viskoz ipeği

b— Protein elyafı: Kazein, zein elyafı

2— Termoplastik elyaf

a— Selülozik elyaf: Asetat ve triasetat

b— Selülozik olmayan elyaf: Akrilik, poliamid, polietilen, poliester, viniliden, vinilid elyafı.

3— Elâstomer elyaf

C — Anorganik elyaf: cam elyafı ve metalik elyaf

I.2. LİFLERİN KİMYASAL YAPISI

Anorganik elyaf dışında, doğal ve kimyasal elyafın tümü, polimer karbon bileşikleridir. Polimer bileşikler, monomer adı verilen küçük bir molekül biriminin çok fazla sayıda birbiri ile kovalent bağlarla birleşmesi sonucu oluşan büyük moleküllerdir. Böyle bir polimer molekül, temel molekül birimi olan monomerin çok sayıda tekrarlanması ile meydana gelir. Özellikleri monomerinkinden tamamiyle farklıdır ve molekül ağırlıkları 5.000– 250.000 arasındadır.

Polimer zincirinde, tekrarlanan birimin (monomer) sayısına "*polimerleşme derecesi*" denir; n veya P.D. ile gösterilir. Polimerleşme derecesi geniş ölçüde değişebilir. Birkaç birimden ibaret olduğu gibi, 5000–10000 den daha fazla da olabilir. Polimerleşme derecesi düşük, yani molekül ağırlıkları 500–6000 kadar olan polimerlere "oligomer", çok büyük moleküllü olup, molekül ağırlıkları 10^4– 10^6 ölçüsünde olanlara da "yüksek polimerler" adı verilir.

Yüksek polimerlerde zincir ucundaki gruplar gözönüne alınmaz ve polimer molekülü bunlarsız yazılır. Örneğin etilenin polimerleşme ürünü

$$.... - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - ... \quad \text{veya} \quad [- CH_2 - CH_2 -]_n$$

şeklinde gösterilir.

Bir polimerin adı, kendisini oluşturan monomerin adının önüne poli–önekinin getirilmesi ile oluşturulur. Örneğin, akrilonitrilden poliakrilonitril, uretandan poliuretan gibi.

Bir polimer molekülünde, monomerlerin kimyasal yapıları birbirinin aynı veya farklı olabilir. Aynı kimyasal yapıdaki monomerlerden oluşan polimerlere "homopolimer" adı verilir. Monomer mülekülünü göstermek üzere A harfini kullanarak aşağıdaki formül yazılabilir.

$$...-A-A-A-A-A- .....$$

homopolimer

Zincirindeki monomer birimlerinin kimyasal yapıları farklı olan polimerlere ise "kopolimer" denir. Kopolimerler düzenli şekilde ardarda dizilebildiği gibi gruplar halinde de dizilebilir.

...–A–B–A–B–A–B–A–...

kopolimer

...–A–A–A–B–B–B–B–A–A–B–..

blok kopolimer

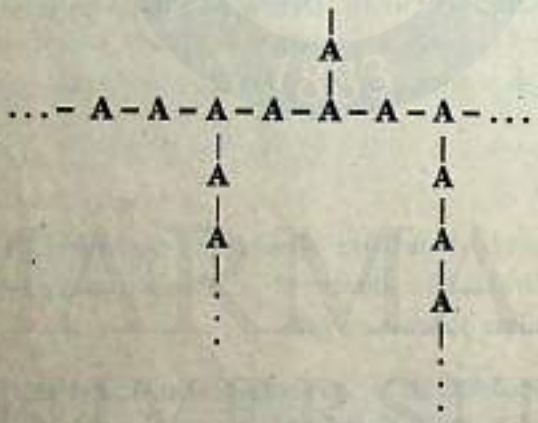
Gerek homopolimerler, gerekse kopolimerler, uzayda düzenleme bakımından lineer, dallanmış ve ağ şeklinde olmak üzere üç sınıfa ayrılır.

Lineer (doğrusal) polimerlerde monomer birimleri uzun bir zincir oluşturacak şekilde düzenlenir.

....–A–A–A–A–A–A–A–.....

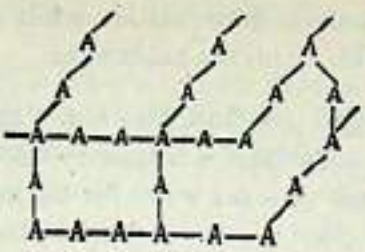
Lineer (doğrusal) polimer

Dallanmış polimerlerde uzun bir ana zincir üzerine bağlanmış, sayıları ve uzunlukları değişebilen yan zincirler bulunur.



Ağ şeklindeki polimerler ise üç boyutludur. Uzayın üç ekseni boyunca dallanarak bir şebeke oluştururlar. Bunlar polimer zincirlerinin yardımcı başka moleküllerle çapraz bağlanmaları ile oluşmaktadır.

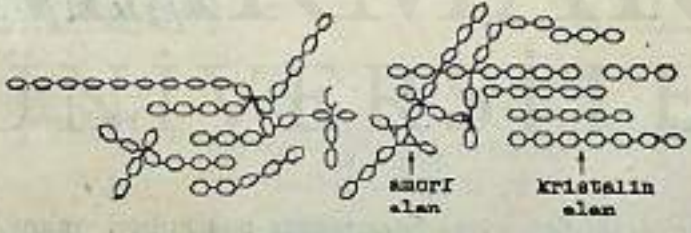
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Ağ şeklinde polimer

Tekstil liflerinin tümünde polimerler, lineer yapıdadır. Dallanmış ve ağ şeklindeki polimerlerin elyaf oluşturma özellikleri yoktur.

Lineer yapıdaki bu polimer moleküller, çok sayıda biraraya gelerek elyafı oluştururlar. Son yıllarda geliştirilen x–ışını difraksiyon tekniği, elektron mikroskobu, kızılötesi ve buna benzer diğer fiziksel ölçme yöntemleri yardımıyla elyafı oluşturan polimer zincirlerinin yapısı incelenerek, tekstil elyafın ince yapısı hakkında daha geniş bilgiler elde edilmiştir. Lifi oluşturan polimer zincirlerinin bazı kısımlarda birbirine paralel, bazı kısımlarda ise düzensiz bir şekilde dizildikleri bilinmektedir. Polimer zincirlerinin birbirine paralel ve düzenli bir şekilde bulunduğu bölgelere *«kristalin alan»*, düzensiz ve karmaşık olarak bulunduğu bölgelere ise *«amorf alan»*, denilir. Şekil I - 1. Kristalin alanların oluşumunda, polimer zinciri üzerinde bulunan fonksiyonel grupların karşılıklı etkileşimi söz konusudur.



Şekil I - 1. Lifin yapısında bulunan amorf ve kristalin bölgeler

Molekül zincirlerinin birbirine paralel ve oldukça yakın bir şekilde dizildiği kristalin alanlarla, düzensiz bir şekilde dizildiği amorf alanlar her elyaf türünde farklı oranlarda bulunurlar.

Yeni teorilere göre elyaftaki kirstalin alanların farklı yönlere yönelmiş ve uçlarında saçaklanmış bölgeler oluşturduğu kabul edilmekte ve bunlara «*misel*» adı verilmektedir. Bir başka teoriye göre ise elyaf, hemen hemen bütün elyaf boyunca uzanan birbirine paralel şekilde yönlenmiş kristalin bölgeler ile bunların birbirinden ayıran amorf bölgelerden oluşur. Bu uzun kristalin alanlara «*fibril*» denilir. (Şekil I - 2) Kristalin alanların belli yönlere yönelmesi, büyüklüğü ve sayısı, elyafın kıvrım, sertlik, sürtünme ve aşınmaya karşı direnci gibi özelliklerine etki eder. Amorf alanların varlığı ise yumuşak, bükülebilen ve absorban bir elyaf oluşturur. Gerçekten de iyi bir elyafın sahibolduğu özelliklerin çoğu elyafın bu ince yapısı ile ilgilidir. Muhtemelen aynı uzun zincir, hem amorf hem de kristalin bölgede bulunabilir.



Saçaklı misel yapısı

Fibril yapısı

Şekil I - 2

Kimyasal reaktifler, su ve boyarmadde molekülleri, yalnız amorf bölgelere ve kristalin bölgelerin yüzeylerine etkir. Çünkü amorf bölgelerde, polimer zincir yapısındaki fonksiyonel gruplar serbest durumdadır. Kristalitlerde (kristalin bölgelerde) ise bu gruplar karşılıklı etkileşim halindedir ve bloke edilmiş durumdadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

I.3. LİFLERİN TEMEL ÖZELLİKLERİ

Herhangi bir tekstil lifinin ticari değerinin, sahip olduğu bazı özelliklere geniş ölçüde bağlı olduğu daha önce belirtilmişti. Bu özellikler gerilme mukavemeti, esneklik, incelik, boyanabilme yeteneği v.b. gibi özelliklerdir. Bunların hepsi iyi bir kumaş elde etmek için gereklidir. Tüketici ayrıca alacağı kumaşın yararlılığı, kullanışlığı, saklanabilme kolaylığı ile de ilgilidir. Bu yüzden nem çekme, temizlik, yıkanabilme, ağartıcı maddelerin etkisi, su ve tere karşı dayanıklılık gibi etmenler de gözönüne alınmalıdır. Kumaşın kullanılacağı yer ve amaca göre hangi elyaftan yapılacağı, bu bakımdan çözümü gereken ilk sorundur. Bu sorunun çözümü için elyaf özelliklerinin bilinmesi gerekir. Bu temel özellikler ve elyaf türlerinden hangilerinin bu özelliklere sahib olduğu bu bölümde incelenecektir.

I.3.1. GEOMETRİK ÖZELLİKLER

1. UZUNLUK

Uzunlukları bakımından tekstil elyafı ikiye ayrılır:

a) Kesikli elyaf (= *stapel elyaf*)

b) Kesiksiz elyaf (= *kontinü elyaf*)

a) Kesikli elyafta her bir lifin boyu santimetre büyüklüğündedir. Bu parçaların her birine «*stapel*» denir. Bu tip elyafa örnek olarak pamuk ve yünü gösterebiliriz.

b) Kesiksiz elyafta ise liflerin uzunluğu sonsuzdur. Doğal ipek, böyle kesiksiz elyafa bir örnektir. Ayrıca kimyasal elyaf da kesiksiz olarak sonsuz uzunlukta elde edilir. Bu şekilde kesiksiz olarak elde edilmiş ürünler için genellikle «*filament*» terimi kullanılır.

Kimyasal elyafa pamuk veya yün gibi doğal elyaf görünümü verebilmek için bunlar belli boylarda (6 - 20 cm) kesilir. Bunlara «*yapay kesikli (stapel) elyaf*» denir. Örneğin viskon bu tür elyafa bir örnektir; viskoz rayonunun belli boylarda kesilmesi ile elde edilir.

Pamuk ve yün gibi doğal kesikli elyafın boylarının birbirine eşit olmamasına karşın yapay kesikli elyafın boyları eşittir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bir ipliği meydana getirmek için kesikli veya kesiksiz elyafta yapılacak ilk iş önce elyafı birbirine paralel hale getirmek ve sonra bunları birlikte bükmektir. Kesikli elyafta eğer lifçikler uzunsa bükülmüş ipliğin yüzeyinden kısa elyaftan yapılmış ipliğe nazaran daha az uç çıkar. Bu uçlar gerilimin ayrılma noktaları olduğundan, uzun stapel elyaftan yapılmış ipliğin, kısa stapel elyaftan yapılana göre daha sağlam olacağı açıktır. Ancak bu karşılaştırmaların aynı dayanıklılığa sahip bir tek elyaf türünden yapılmış iplikler için doğru sonuç vereceği unutulmamalıdır. Uzun kesikli elyaf ile yapılan iplik, daha az uç noktalarına sahip olduğundan aynı zamanda düzgün bir ipliktir ve dolayısıyla düzgün yüzeyli parlak bir kumaş elde edilir. İplik üzerindeki elyaf uçları aynı zamanda kir parçacıklarını da çeker. Bu bakımdan böyle düzgün yüzeyli ve parlak bir kumaşın daha az kirleneceği doğaldır. Bir lifin boyu söz konusu edildiğinde kıvrımların varlığı da gözönüne alınmalıdır. İpek ve keten gibi lifler kıvrımsız ve pürüzsüzdür. Pamuk ve yün gibi olanlar ise düzensiz bir şekilde kıvrımlar ve dalgalar oluşturmaya yatkındır. Bu kıvrımlar kesikli elyafın işlenebilme ve eğirilme yetenekleri ile bu elyaftan yapılmış kumaşlarda yumuşaklık, sıcaklık ve tuşe (= tutum) özelliklerine etki eder.

Beraberce bükülmüş çok sayıda lif, bir iplik oluşturur. Bir iplik eğer bükülmemişse, lifler ayrılabilir ve her lifin kalınlığı ile uzunluğu karşılaştırılacak duruma gelir. Bu durumda uzunluk / enine kesitin büyüklüğü oranlanabilir. Örneğin pamukta bu oran 2.000/1 dir. Yani, uzunluğu, inceliğinden 2000 kat daha büyüktür.

Uzunluk arttıkça, iplik yapımında daha az büküm verilerek lifler birbirine sıkıştırılabilir.

Kumaş yapımında kullanılan bazı önemli liflerin uzunluk ve incelikleri Tablo 1.1. de verilmiştir. Burada doğal liflerin uzunluk ve inceliğinin iklim, yetişme ve beslenme koşulları yanında tür özelliğine de bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Yapay liflerin ise , uzunluk ve incelikleri üretim sırasında belirlenir. Bu lifler genellikle parlak yüzeyli saten, fular ve tafta gibi kumaşların üretiminde kullanılır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

2. İNCELİK

Elyafın diğer bir özelliği de enine kesitinin büyüklüğü ve biçimidir. Tekstil teknolojisinde elyafın enine kesiti yani çapı doğrudan doğruya ölçülemez; dolaylı olarak verilir. Zaten bir elyaf için çap sözcüğünü kullanmak uygun değildir. Çünkü çok az elyafın enine kesiti yuvarlaktır. (Şekil I - 3)

Tablo 1.1. Liflerin İncelik ve Uzunlukları

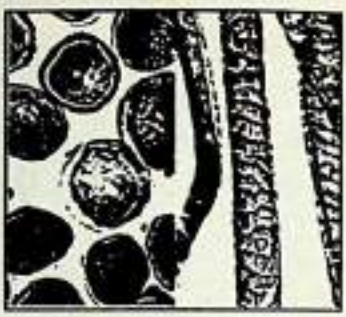
LİFİN TÜRÜ	Uzunluk (mm)	İncelik (μm)
Pamuk	20-30	- 15
Pamuk (Hindistan)	12-20	14,5-22,0
Pamuk (Amerikan)	16-32	13,5-17,0
Pamuk (Mısır)	34-42	12,0-14,5
Pamuk (Sea Island)	15-50	11,5-13,0
Kapok	10-30	21-29
Keten	100-600	
Keten (kotonize olmuş tek lif)	25-30	20-25
Kenevir	650-750	
Kenevir (kotonize olmuş tek lif)	15-25	-22
Rami	2000	5000
Rami (kotonize olmuş tek lif)	120-150	-50
Jüt	650-750	
Jüt (kotonize olmuş tek lif)	2-3	18-20
Sisal	1000-1250	2000-4000
Sisal (kotonize olmuş tek lif)	3-4	22-23
Koko elyafı	150-330	
Koko elyafı (kotonize olmuş tek lif)	1	16
Koyun yünü	55-300	20-50
Koyun yünü (merinos)	55-75	18-26
Koyun yünü (melez)	70-150	27-44
Koyun yünü (halı)	150-300	40-60
Tiftik	150-300	14-90
Deve tüyü	50-80	9-40
İpek (filament)	-2000m	20-25

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Keten



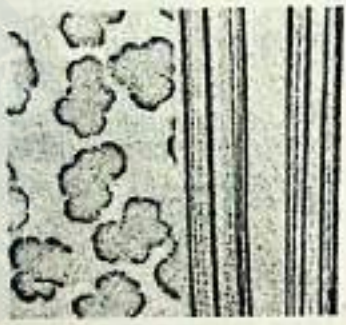
Yün



İpek



Asetat ipeği



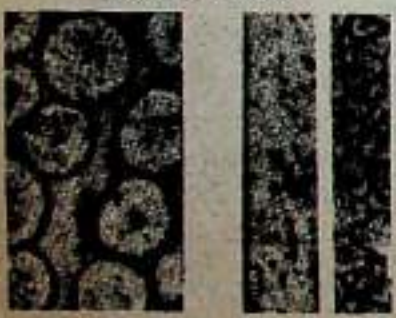
Pamuk



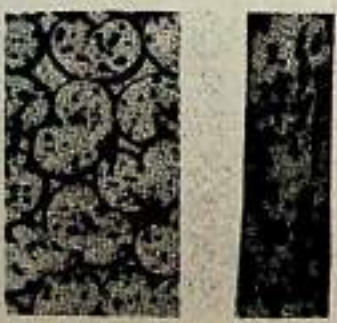
Lyocell Tencel



Poliester (Dacron)



Akrilik



Şekil I - 3 Bazı liflerin mikroskop altında boyuna görünümleri ve enine kesitleri

Ayrıca doğal elyafta, elyafın uzunluğu boyunca elyaf çapında oldukça fazla değişiklikler görülür. Örneğin, yün ve ipeğin çapında % 18–30 arasında değişme vardır. Kimyasal elyaf ise daha üniform olarak çekildiğinden bu değişme oranı % 5–6 ya düşer.

Genellikle doğal ipek gibi ince elyaf türleri pahalıdır: Jüt, kenevir gibi geniş çaplı kaba elyaf ise düşük kaliteli ve ucuzdur. İnce elyaftan dokunmuş kumaşlar daha yumuşak ve dikişe yatkın olur. Ayrıca bu tip kumaşlarda daha fazla elyaf yüzeyi olduğundan ısı izolasyon daha iyidir.

Tekstil teknolojisinde elyafın enine kesitinden çok, bu elyaftan yapılmış ipliğin inceliği ile ilgilenilir. İpliğin inceliği ise numaralandırma sistemi ile verilir. İleride iplik yapımı konusunda iplik numaralandırma sistemleri de anlatılacaktır.Bu sistemlerden denier ve dtex lif inceliğini belirtilmesinde kullanılan birimlerdir.

I.3.2. FİZİKSEL ÖZELLİKLER

1. PARLAKLIK

Parlaklık, düzgün bir yüzeyden ışığın yansıması ile oluşur. Parlaklık etkisi kumaşın, çekiciliğini arttırır; kumaşın kullanılmasına bağlı olarak bazı durumlarda gerekli olabilir. Kumaşta parlaklık, çeşitli yollarla elde edilebilir. Uzun kesikli elyafın kullanılması oldukça düzgün bir kumaş yüzeyi oluşturur ve bunun sonucunda doğal bir parlaklık elde edilir. Saten dokuma şekli ve bazı apre maddeleri de bu amaç için kullanılabilir. Ayrıca lifin enine kesitinin biçimi de parlaklık özelliğini ortaya çıkaran bir faktördür. Enine kesitin biçimi ışığa yansıtacak şekilde ise, parlak bir lif elde edilir.

Aşağıda en parlak elyaftan en az parlak olanına doğru giden bir sıralama yapılmıştır. Parlak olarak elde edilen elyaf (kimyasal elyaf) rejenere sellülozik elyaf, poliamid, poliester v.b., ipek, keten, pamuk, yündür. Parlak olmayan lif ve kumaşlar için "mat" terim kullanılır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

2. MUKAVEMET

Elyafın iplik veya kumaş haline gelinceye kadar birçok gerilimlere maruz kalması nedeniyle, bunlara karşı yeter derecede dayanıklı olması gerekir. Değişik lif türleri, belli bir gerilme maruz kaldığı zaman kopmaya (kumaş ise yırtılmaya) karşı farklı şekilde mukavemet gösterirler. Bu bakımdan bir elyaf veya ipliğin gerilme dayancı, onu koparmak için gerekli olan germe miktarının ölçüsü olarak alınır. Lifler için bu değer g/tex cinsinden verilir.

Mukavemet = Kuvvet / İplik numarası veya lif inceliği

Eğer dokunacak kumaşın sağlam olması isteniyorsa, elyafın dayanıklılığı istenilen özelliklerin başında gelir.

Bir iplik veya lifin mukavemetinin ölçümünde bir ucundan tutturularak gittikçe artan ölçüde bir kuvvet uygulanır. Bu kuvvetin etkisi altında kalan lif veya iplikte bir miktar uzama görülür. Lif belli bir kuvvet altında belli bir uzama gösterir ve sonunda kopar. Kopma anındaki uzama miktarı lifin önemli bir özelliğidir. Bu uzama miktarı % ile verilir. Bu değerin çok fazla olması lifin bir sonraki konuda anlatılacak olan esneklik özelliğini gösterir. Bir lif kopmadan önce ne kadar çok uzarsa o kadar da esnektir. Çeşitli liflerin mukavemet ve kopma anındaki uzama değerleri Tablo I.2. de verilmiştir. Mukavemet, havadaki nem miktarı ile değişebildiğinden verilen değerler, standard koşullar olan % 65 bağıl nem ve 20°C sıcaklıkta ölçülmüştür. Ayrıca liflere uygulanan kuvvet ile uzama miktarları arasındaki ilişki, Şekil I-4 de yük-uzama eğrisi ile gösterilmiştir.

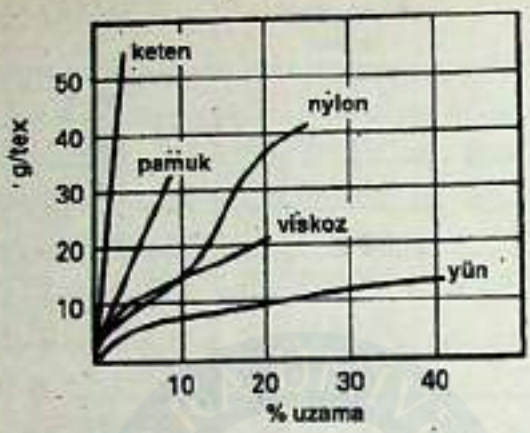
Tekstil elyafın mukavemeti, ölçme yapılan yerin atmosfer neminden etkilenir. Genellikle doğal bitkisel lifler ıslandıkları veya nemlendikleri zaman daha sağlam olurlar. Bunun dışındakilerin ise dayanıklılığı azalır. Gerilme mukavemeti bakımından en sağlam elyaf cam elyafıdır. Bundan sonra sırasıyla keten, poliamid, poliester, ipek, pamuk, akrilik elyaf, rayonlar, yün, asetat ipeği gelir.

Tablo 1.2. Çeşitli liflerin mukavemetleri ve kopma anındaki uzama miktarları

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

LİFİN TÜRÜ	*Mukavemet (g/tex)*	*% Uzama*	*Yoğunluk (g/cm^3)*
Pamuk	0,15-0,55	6-10	1,52
Keten	0,52-0,60	3-4	1,48
Kenevir	0,53-0,62	3-4	1,47
Rami	0,50-0,70	2,4	1,55
Jüt	0,30-0,40	1,3	1,49
Sisal	0,30-0,45	2,3	-
Koko lifi	0,12-0,18	25-27	1,46
Koyun yünü	0,10-0,16	28-48	1,32
İpek	0,25-0,45	18-34	1,37
Viskoz ipeği (filament ipliği)	0,10-0,21	17-22	1,51
Viskon (stapel ipliği)	0,14-0,35	45-60	1,51
Modal	0,35-0,45	70-80	1,51
Asetat ipeği (filament ipliği)	0,20-0,35	50-70	1,32
Asetat ipeği (stapel ipliği)	0,14-0,16	50-65	1,32
Triasetat	0,20-0,35	50-60	1,29
Alginat lifi	0,10-0,15	25-30	1,65
Nylon 6.6 (filament ipliği)	0,36-0,63	25-46	1,14
Nylon 6.6 (stapel ipliği)	0,32-0,63	30-60	1,14
Nylon 6 (filament ipliği)	0,36-0,68	25-46	1,14
Nylon 6 (stapel ipliği)	0,32-0,63	40-70	1,14
Nylon 11	0,45-0,68	25-40	1,04
Aramid (nomex)	0,44-0,53	22-35	1,38
Aramid (kevlar)	~2,0	4-5	1,44
Aramid (kevlar 49)	1,70-2,70	2-3	1,45
Poliester (filament ipliği)	0,41-0,54	16-40	1,39
Poliester (stapel ipliği)	0,34-0,60	24-50	1,39
Akrilik lif	0,35-0,50	25-35	1,17
Poliüretan	0,05-0,12	420-700	1,2
Cam lifi	0,99	1-4	2,5

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil I.4
Çeşitli liflerin mukavemetleri ile % uzama miktarları arasındaki ilişki

3. ESNEKLİK (=ELÂSTİKLİK)

Esneklik, elyafın uzatılıp gerildikten sonra bu kuvvetin kalkması ile eski orijinal şekline ve boyutuna dönme yeteneğidir. En az kuvvet uygulaması ile gerilip bir miktar uzayabilen ve kuvvet kaldırıldıktan sonra eski orijinal boyutuna en yakın değeri yeniden alabilen elyaf en esnek elyaftır. Esneklik, elyafın ve buna bağlı olarak da kumaşın dayanıklılığını arttırır. Bu özellik ayrıca kumaşın vücuda iyi oturmasını da sağlar. Giysilerin çoğu devamlı hareketlerin sonucu olarak gerilme ve çekilmelere maruz kalırlar. Bunların böyle tekrar tekrar bozulmaları sonucunda eski şeklini yeniden alması beklenir. İyi elâstik elyaftan yapılmış kumaşlar böyledir. Bir süre bekletildiğinde eski şeklini alır. Fakat elyaf esnek değilse elbisede torbalanmalar oluşur. Elyaf türlerini, elâstiklik özelliğinin azalmasına göre şöyle sıralayabiliriz: kauçuk, elâstomer elyaf, poliamid, yün, ipek, triasetat, akrilik elyaf, poliester, rayon, pamuk, keten, cam elyafı. Tablo 1.3.

Tablo 1.3. Çeşitli liflerin değişik uzama miktarlarında esneklik özellikleri

LİF TÜRÜ	Uzama miktarına göre % elastihlik		
	%2 uzamada	%5 uzamada	%10 uzamada
Pamuk	75	45	–
Keten	70	–	–
Yün	95-99	40-70	40-60
İpek	95	70	65
Viskoz ipeği	70-95	40-60	–
Asetat ipeği	90-95	40-60	–
Triasetat ipeği	85-90	55-70	40-45
Poliester	90-98	70-90	50-80
Poliamid	95-100	95-100	90-95
Poliüretan	–	–	100
Akrilik	90-95	50-90	55-80
Modakrilik	95-99	85-98	55-95
Polipropilen	90-95	85-90	80-85
Polietilen	95-100	90-95	80-90
Polivinil klorür	70-90	55-65	–
Polivinilalkol	60-80	40-60	30-50

4. ISI İLETKENLİĞİ

Elyafın ısı iletme yeteneğinin tekstilde büyük önemi vardır. Isı iletme özelliği kumaşın hangi mevsimde kullanılacağını belirler. Elyafın kendi yapısından ileri gelen ısı iletkenliğine ek olarak ipliğin cinsi, kumaşın dokunuş şekli ve apre de bu özelliğe etki eder. Kumaşın gevşek dokunması ile hava deliklerinin varlığı izolasyon ödevi görür. Tüylü dokumalarda ise tüylerle kumaşın arasında kalan hava paketleri kumaşa sıcaklık verir. Bunlar sıcak veya serin tutan kumaşlar için çok önemli noktalardır.

Isı iletkenliği en yüksek elyaf ketendir. Bundan sonra sırasıyla pamuk, rayonlar, asetat ipeği, poliamid, poliester, yün, akrilik ve cam elyafı gelir.

5. NEM ÇEKME ÖZELLİĞİ

Tekstil elyafın önemli özelliklerinden biri de belli temparatür ve bağıl nemde su absorplama yeteneğidir. (Bağıl nem: Atmosferde var olan su buharı konsantrasyonunun, aynı temparatürdeki doygunluk konsantrasyonuna oranıdır. Başka bir ifade ile, atmosferde belli bir sı-

caklıktaki su buharı basıncının, aynı sıcaklıktaki doymuş buhar basıncına oranıdır.) Tekstil elyafın absorpladığı nem miktarı, elyafın türüne, şartlara ve içinde bulunduğu atmosferin nemine göre değişir. Elyafın nem çekmesi ve bu nemi buharlaşma yolu ile geri vermesi, sağlık ve rahatlık yönünden önemli bir faktördür. Bu bakımdan yaz aylarında giyilen kumaşların kolayca nem çeken ve çektiği bu nemi buharlaşma yolu ile kolayca verebilen liflerden yapılması uygun olur: Pamuk ve keten gibi.

Nemli havaya bırakılan kuru bir kumaş, üzerine su toplar; buna karşılık nemli veya ıslak bir kumaş kuru havada bırakıldığında ise üzerinde bulunan suyu kaybeder. Bu su absorpsiyonu ve kaybı bir denge kuruluncaya kadar devam eder. Absorplanan suyun miktarı kadar, absorplanma hızı da gözönüne alınmalıdır. Absorplanma hızı, absorplanan suyun havaya geriverilme hızına eşittir. Yani bir elyaf ne kadar çabuk su absorpliyorsa o kadar çabuk kurur. Fakat bunu nem çekme miktarı ile karıştırmamak gerekir. Örneğin, yün, miktar olarak en fazla nem çeken elyaf olduğu halde, nem çekme hızı ve kuruması sellülozik elyafa göre yavaştır.

Tekstil materyalindeki su miktarı iki yolla tayin edilir: Birincisinde kumaş veya elyaftaki su miktarı (ağırlığı) nemli materyal ağırlığına bölünür. Örneğin, 5 g ham yünün 0,5 g su içerdiği bulunursa, yündeki nem miktarı $\frac{0,5}{5} \times 100 = \%\ 10$ dur. Bu şekilde hesaplanan nem miktarı «*% nem*» olarak verilir. Halbuki yukarıdaki örnekte 5 g yün 0,5 g su ve 4,5 g kuru yün içermektedir. Materyalin üzerindeki su miktarı, kuru materyalin ağırlığına bölünerek hesaplanırsa $\frac{0,5}{4,5} \times 100 = \%\ 11$ bulunur. Bu «*mutlak nem*» olarak ifade edilmektedir. (mutlak nem = moisture regain). % nemin hesaplanmasında havada kurumuş materyal, % mutlak nemde ise tamamen kurutulmuş materyal esas alınır.

$$\frac{g}{G} \times 100 = \%\ \text{nem} \qquad \frac{g}{G} \times 100 = \%\ \text{mutlak nem}$$

g : (gram olarak) kurutulmuş maddenin ağırlık kaybı
G : (gram olarak) havada kurutulmuş maddenin ağırlığı
G': (gram olarak) mutlak kuru maddenin ağırlığı

Tekstil elyafın nem çekme yetenekleri dokuma yapısı ve çeşitli apre işlemleri ile arttırılabilir. Gevşek dokunmuş ve tüylü yüzeyli kumaşlar, düzgün yüzeyli kumaşlardan daha nem çekicidir.

En fazla nem çeken elyaf yündür. Bundan sonra sırasıyla viskoz ipeği, keten, pamuk, asetat ipeği, poliamid, akrilik ve poliester gelir. Cam elyaf ise hiç nem çekmez. Tablo 1.4.

Tablo 1.4. de çeşitli liflerin % 65 relatif nemde absorpladıkları su miktarlarını mutlak nem cinsinden göstermektedir. Bu lifler ıslatıldıklarında bu değerlerden çok fazla miktarda su tutarlar.

Tablo 1.4. Liflerin Nem Çekme Özellikleri

LİFLERİN %65 Relatif nem ve 20°C deki BİR ORTAMDA NEM ÇEKME MİKTARLARI	
Lif Türü	**% Nem**
Cam lifi	0
Polietilen	0
Polipropilen	0
Teflon lifi	0
Polivinil klorür	0
Modakrilik	0,5
Poliester	0,5
Akrilik elyaf	1,0-2,0
Poliuretan	1,5
Aramid (kevlar)	2,0
Aramid (nomex)	4,5
Nylon 6 ve 6.6	4,0
Nylon 11	1,0
Qiana	2,0
Triasetat ipeği	4,0
Asetat ipeği	6,5
Rami	7,5
Pamuk (ham)	8,0
Pamuk (merserize)	11,0
Keten	10,0
Keten (kotonize)	8,5
Kenevir	10,5
Kenevir (kotonize)	8,5
Koko elyafı	10,0
Jüt	10,5
Ham ipek	10,5
İpek	9,5
Viskoz ipeği	13,5
Yün	14,5
Alginat lifi	20,5

7. EĞİRME YETENEĞİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Her elyafın iplik haline geçebilmek için bir eğirme yeteneğine sahip olması gerekir. Bu özellik liflerin birbirine biraz yapışıcı olması yanında, kütle halinde iken birleşik halde bulunmasından ileri gelir. Bir elyaf demetinde lifçikler arasında bulunan gizli temas uçları bu yapışkanlığa sebep olur. Elyafın yapışkanlığına ve birarada bulunabilmesine dört önemli faktör etki eder. Stapel inceliği, lif yüzeyinin yapısı, basınç ve uzunluk. İnce elyafın kütlesi, kaba elyafa göre daha fazla toplam yüzeye sahiptir ve bu yüzden daha fazla temas olasılığı vardır. Elyaf yüzeyinin yapısı, eğirme niteliğine etki eden çok önemli bir etmendir. Çünkü elyafın elyafa teması arttırılabilir. Yünün testere dişi gibi yüzeyi eğirme kalitesi mükemmel bir elyafa iyi bir örnektir. Basınç ve lif uzunluğu da temas uçlarının artmasını sağlar.

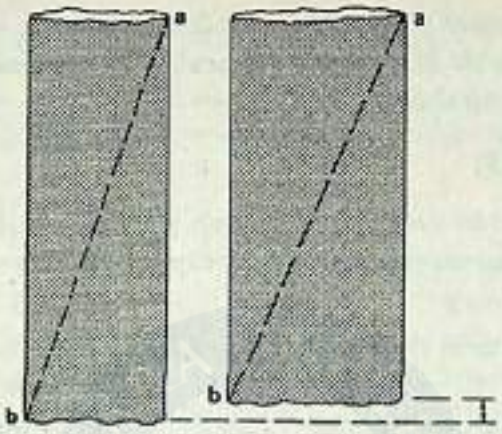
8. SU İLE ÇEKME ÖZELLİĞİ

Su ile muamele sonucunda bazı elyaf türlerinde boyca ve ence çekme (=kısalma) meydana gelir. Bu şekilde çekmeye yatkın olan elyafa özel apre verilerek, yıkama ve su ile çekme özelliği azaltılabilir. En fazla çekme gösteren elyaftan başlayarak sıralayacak olursak; yün, pamuk, keten, rayonlar, ipek, asetat ipeği ve diğer kimyasal elyafı verebiliriz. Tekstil materyalindeki su ile boyca ve ence kısalma olayı, liflerin şişmesinden ileri gelir. Bu şişme miktarı, absorplanan suyun miktarı ile orantılıdır. Ancak pamuk, yün ve ipekten daha az nem çekmekle birlikte daha fazla şişer. Bu şişmenin lifin ve ipliğin biçimine ve bu liften yapılmış kumaşın boyutlarına ne şekilde etki ettiği Şekil I. 5 ve Şekil I.6 da gösterilmektedir.

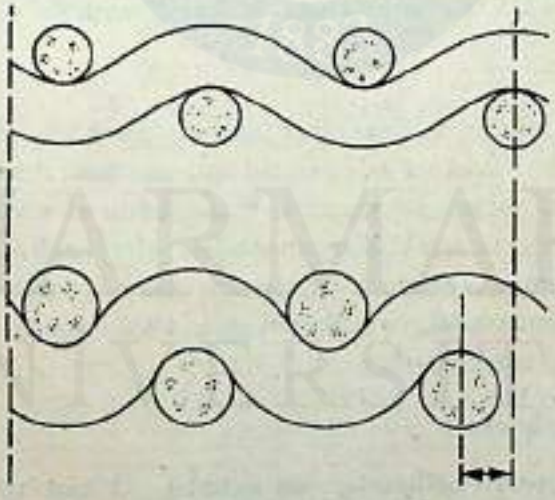
Tablo 1.5. Liflerde Islanma İşleminden Sonraki Boyut Değişimleri

Lif Türü	Lifin Boyuna şişme miktarı %	Enine kesitteki şişme miktarı %	Lifin hacmindeki şişme miktarı %
Pamuk	1,1-2,8	20-42	34-44
Pamuk (merserize)	0,1	24-46	41
Keten	0,05-0,2	47	–
Jüt	–	40	45
Yün	0,3-3,0	22-26	36-41
İpek	1,3-1,7	19-20	30-43,2
Viskoz ipeği	1,4-7,6	56-62	64-107
Asetat ipeği	0,14	5,7-14,0	6,0
Poliester	–	–	–
Akrilik elyaf	–	5,1	9

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 1.5. Lifteki şişmenin elyaf boyuna etkisi



Şekil 1.6 Islatılmadan önce ve ıslatıldıktan sonra kumaş kesitinde ipliklerin görünümü

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

I.3.3 KİMYASAL ÖZELLİKLER

Liflerin kimyasal yapıları farklı olduğundan ışık, ısı ve kimyasal reaktiflere karşı farklı davranışlar gösterirler. Bu nedenle değişik kimyasal özelliklere sahip olurlar.

1. IŞIK ETKİSİ

Liflerin çoğunda uzun süre gün ışığı altında kaldığında kimyasal yapılarında bozunma meydana gelir ve dayanıklılıklarında azalma görülür.

Liflerin ışık etkisi ile bozunmasının sebebi, atmosferdeki oksijenin görünür ışık ve UV ışınların etkisi ile polimer moleküllerde yükseltgenme meydana getirmesidir. Tıpkı ısı enerjisinin yaptığı bozundurma gibi, ışık enerjisi de aynı etkiyi yapar, polimer moleküldeki kimyasal bağları koparır. Bu etki sıcaklık ve nemin artması ile artar.

Perde, tente, çadır bezi ve açık havada kullanılacak kumaşlar ve tekstil materyallerinde bu özellik çok önemlidir. Polipropilen, ışıktan en çok etkilenen liftir. Selülozik ve protein lifleri de bir dereceye kadar etkilenir. Akrilik lifler UV ışınlarına karşı oldukça dirençlidir.

2. ISI ETKİSİ

Elyafa ısı da etki eder. Bazı elyaf türleri yüksek temparatürlerde kavrulur ve alev alır. Bazısı ise eriyerek tutuşur ve çeker. Bir kısım elyaf kendi kendine söner, bazısı ise yanmaz. Kumaşlarda alev koruyucu ve yanmaz apre kullanılarak sıcaklıklardan etkilenmeleri azaltılabilir. Isıya en dayanıklı elyaf cam elyafıdır. Daha sonra sırası ile pamuk, keten, yün, ipek, rayon, asetat ipeği, ve poliamid gelir. Isı ile etkilenme şekline göre tekstil lifleri iki sınıfa ayrılır;

a) Termoplastik elyaf:

Bu elyafı oluşturan polimerler oda sıcaklığında katı haldedir. Isıtıldığında, sıcaklık bozunma noktasının üstünde değilse, kimyasal bir değişime uğramaksızın yumuşar, bazen erir. Soğutulduğunda yeniden eski katı halini alır. Bu işlem istenildiği kadar tekrarlanabilir. Bu özelliğinden yararlanarak ısıtılıp yumuşak hale getirilen polimere bu haldeyken istenilen biçim verilebilir; soğutulduğunda katılaşarak verilen bu şekli muhafaza eder. Bu maddelerin özelliği ısıtıldığında bu şeklin yeniden bozulmasıdır. Selülozik kaynaklı asetat ipeği ve triasetat ile sen-

tetik elyaf türleri örneğin akrilik, poliamid, polietilen, poliester ve vinil elyafı bu sınıfa girer.

b) Termoplasik olmayan (non-thermoplastic) elyaf:

Termoplastik elyafta görülen ısıtılarak biçimlenme bu tür elyafta görülmez. Tüm doğal elyaf ile rejenere selüloz ve bu sınıfa girer.

3. BOYANMA İLGİSİ

Boyanın elyaf tarafından absorplanması ve tutulması kumaşın kullanışını etkiler. Boyamaya karşı ilgi genellikle elyafın gözenekliliği ile belirlenir. Aynı zamanda elyaftaki amorf bölgelerin fazlalığı boyaya ilginin artmasını sağlar. Her elyaf türü kimyasal yapısına göre çeşitli boyarmadde gruplarıyla boyanır. Tablo 1.6. Bu konu bu kitapta ayrı bir bölümde incelenmiştir.

Tablo 1.6. Lifleri Boyayabilen Boyarmadde Sınıfları

Lif Türü	Boyarmadde Sınıfı*
Pamuk	Direkt, Reaktif, küp, Çözünür küp, Kükürt, Azoik boyarmaddeler
Rejenere Selülozik elyaf	Direkt, Reaktif, küp, Çözünür küp, Azoik boyarmaddeler
Modal	Direkt, Reaktif, Küp, Çözünür küp, Azoik boyarmaddeler
Asetat ipeği	Dispersiyon, küp, azoik boyarmaddeler
Triasetat ipeği	Dispersiyon, küp, azoik boyarmaddeler
Yün	Asid, 1:1 Metalkompleks, 1:2 Metalkompleks, reaktif, katyonik, direkt boyarmaddeler
İpek	Asid, 1:2 Metalkompleks, reaktif, katyonik, direkt, Küp boyarmaddeler
Polivinil klorür	dispersiyon boyarmaddeler ve pigmentler
Polivinilalkol	dispersiyon, direkt, asid, metalkompleks, küp, ve azoik boyarmaddeler
Akrilik elyaf	Dispersiyon, katyonik, küp ve çözünür küp boyarmaddeler
Modakrilik elyaf	Dispersiyon, katyonik, metalkompleks boyarmaddeler
Polietilen	Pigmentler
Polipropilen	Pigment ve dispers boyarmaddeler
Poliester	Dispersiyon, küp, Azoik boyarmaddeler
Poliamid	Dispersiyon, Asid, 1:1 Metalkompleks, 1:2 Metalkompleks, reaktif, küp boyarmaddeler
Aramid	Katyonik boyarmaddeler
Poliüretan	Dispersiyon, asid boyarmaddeler
Cam elyafı	Anyonik boyarmaddeler

* Boyarmadde sınıfları için daha fazla bilgi Bölüm VII de verilmiştir.

4. KÜFLENME

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Özellikle tekstil elyafı nemli ve karanlık yerlerde küften etkilenir. Küf kumaşı lekeler, fenalaştırır ve üzerinde küf kokusu bırakır. Pamuk, keten, ve rayonlar küflenmeye eğilimlidirler. Bunlar dışındaki elyaf türleri ise küfe karşı dayanıklıdır. İpek ise karanlık ve nemli yerlerde bozunur ve harabolur. Bütün bu etkiler, havada ve her yerde bulunan küf bakterileri ve benzeri mikroorganizmaların, lifin yapısını oluşturan polimere etkisi sonucu ortaya çıkar. Tablo 1.7.

Tablo 1.7. Mikroorganizmalardan etkilenme bakımından liflerin özellikleri

Mikroorganizmalardan etkilenme direnci	Lif Türleri
Çok iyi	Anorganik lifler, polivinilklorür ve politetrafluoroetilen lifleri
İyi	Akrilik, poliester, polietilen, polipropilen lifleri
Yeterli	Poliamidler, polivinilalkol, poliüretan, aramid lifleri
Zayıf	Asetat ipeği, ipek lifleri
Çok zayıf	Tüm doğal ve rejenere selülozik lifler ve yün

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

BÖLÜM II

II. ELYAFTAN KUMAŞA KADAR İŞLEMLER

II.1. İPLİKÇİLİK

İşlenmemiş ham elyafın iplik haline getirilinceye kadar geçirdiği işlemler «tekstil iplikçiliği» adı ile anılır. İlk insanların, birbirine paralel hale getirilmiş ve birbirini izleyen lifçiklerin, yapışabilme yeteneklerinden ötürü büküldüğü zaman sağlam bir iplik haline geldiğini keşfettiklerinden bu yana; birtakım el araçları ve daha sonra makineler bu iş için geliştirilmiştir.

İpliğin kesikli elyaftan veya kesiksiz elyaftan yapılmasına göre farklı yöntemler uygulanır.

II.1.1. KESİKLİ ELYAFTAN İPLİK YAPIMI

Stapel iplikçiliği

Kesikli elyaftan iplik çeşitli teknik yöntemlerle yapılabilir. Kullanılan elyafın türü, ekonomik faktörler ve elde edilecek iplikte istenen özelliklere göre herhangi bir yöntem seçilirse de, bugün *«ring iplikçiliği»*, bilinen en eski ve en çok kullanılan yöntemdir. Son zamanlarda ise *«open-end iplikçiliği»* önem kazanmaya başlamıştır.

Daha önce de belirttiğimiz gibi kesikli elyaftan iplik yapılması ancak lif yüzeyinde yapışma yeteneği olduğu zaman mümkün olur. Ayrıca elyafın bükülebilme ve esneklik yeteneğine sahip olması kendi et-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

rafında kıvrılmasını sağlar. Kesikli elyafın üniform olması ise iplikte istenen düzgünlüğü verir. Bunun sonucu ipliğin kalitesini arttırır. Pamuk ipliğinin yapımı, kesikli elyaftan iplik yapımı fabrikasyonuna iyi bir örnek olduğundan, iplik yapımı için bu bölümde pamuk iplikçiliği alınmıştır. Diğer liflerde eğirme işlemi sırasında yapılması gereken farklı işlemler ilgili bölümlerde anlatılacaktır.

Kesikli elyafın ipliğe dönüşümündeki temel fabrikasyon işlemleri şu sıraya göre yapılır: 1 – Açma ve harmanlama 2 – Tarama 3 – Çekme 4 – Bükme ve eğirme.

Bu işlemler esnasında elyaf sırasıyla *vatka, şerit, fitil* ve son olarak *iplik* haline geçer. (Şekil II - 1).



1. Gevşek elyaf 2. Şerit 3. Fitil 4. İplik

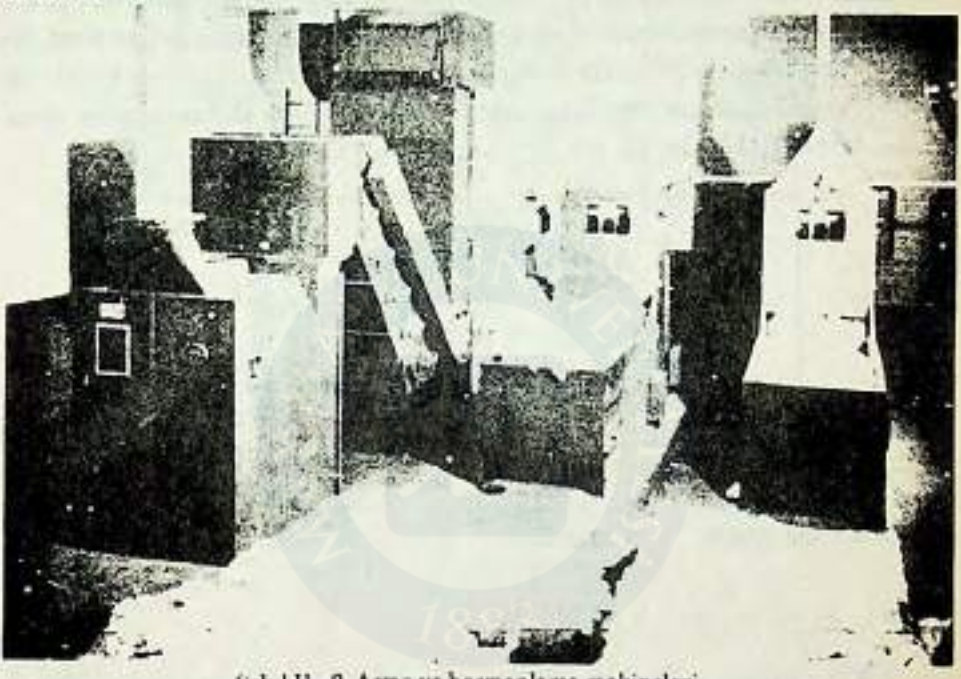
Şekil II-1 Elyaftan ipliğe kadar işlem basamakları

1 – Açma ve harmanlama:

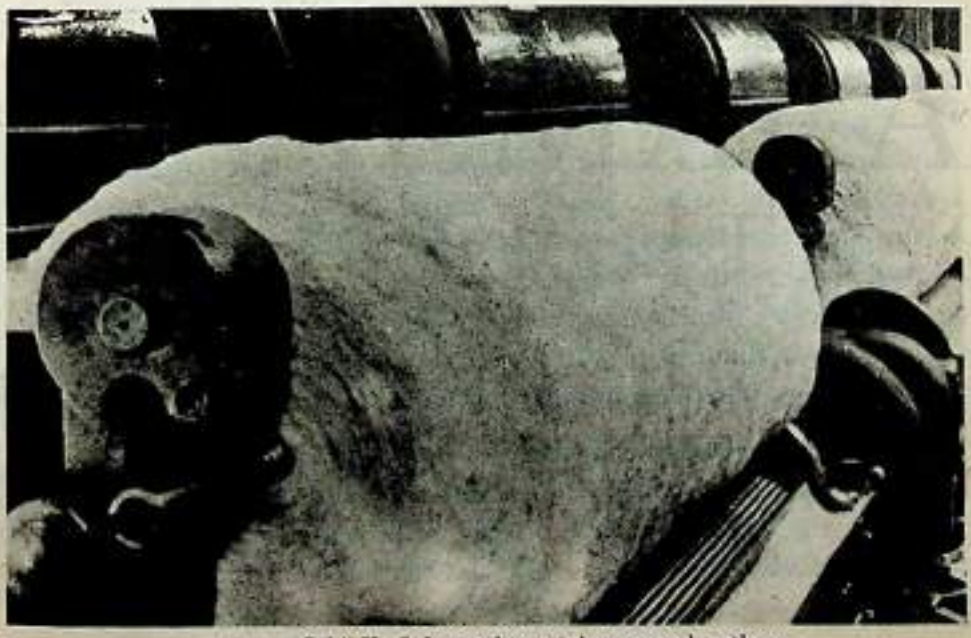
İplikçilikte ilk basamak olan bu işlemde balyalar halinde fabrikaya gelen kesikli elyaf açılır. Baskı ile sıkıştırılmış balyalardan çıkan elyaftaki topakların sıkışıklığını gidermek ve içersindeki kaba pislikleri temizlemek için harman–hallaç makinelerine verilir. Şekil II–2 de şeması görülen bu makine alt tarafında delikler bulunan yuvarlak bir tambur şeklindedir. Bunun içersinde döner bir mil ve bu mil üzerinde kanatlar vardır. Bu kanatlar arasından bir palet tamburun duvarına tesbit edilmiştir. Mil döndürüldüğünde kanatlar da birlikte dönmeye başlar. Elyaf da kanatlar arasında dönerken palete çarpar, parçalanır ve dağılır. Bu sırada kir, kabuk, pislik gibi yabancı maddeler gerek yerçekimi, gerekse merkezkaç kuvvetinin etkisi ile tamburun altındaki deliklerden aşağıya düşer. Bu şekilde, elyaf kolay ayrılabilen kir ve yabancı maddelerden te-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

mizlendiği gibi, sıkışık hali de giderilmiş olur. Bu açılmış elyaf, vurucu ve açıcı silindirler arasından geçirilerek yaklaşık 2,5 cm kalınlığında 1 m eninde tabaka (vatka) halinde alınıp; levent denilen büyük makaralara sarılır II - 3.



Şekil II - 2. Açma ve harmanlama makineleri



Şekil II - 3. Leventlere sarılmış pamuk vatkası

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

2 - Tarama

Tarama makineleri (Kard makineleri): Leventlere sarılı rulolar halindeki vatkalarda pamuk lifleri hâlâ birbirine karışmış haldedir ve ayrılabilmesi zor olan pislikleri içermektedir. İplik haline getirilebilmesi için bu liflerin temizlenmesi ve birbirine paralel duruma getirilmesi gerekir. Aksi halde iplik yapımı olanaksızdır. Vurucu ve açıcı makinelerde vatka halinde alınan elyaf, temizlenmek ve paralel duruma getirilmek üzere tarak makinelerine verilir. (Şekil: II - 4)



1 – Pamuk vatkası
2 – Beslenme silindiri
3 – Testere dişli silindir
4 – Döküntü
5 – Büyük tambur
6 – Tarak
7 – Testere dişli silindir
8 – Sıyırıcı tarak
9 – Huni
10 – Kova

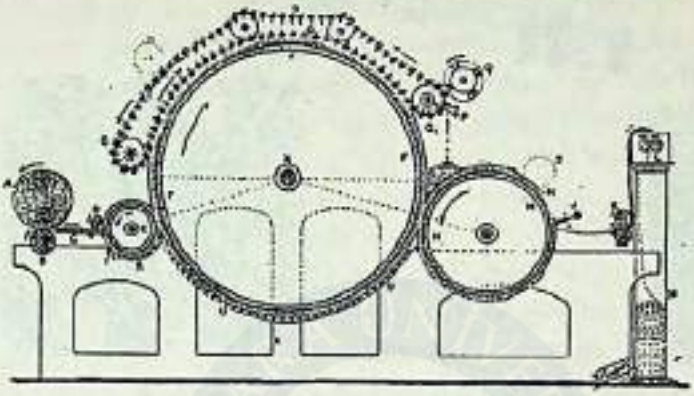
Şekil II - 4

Kard makineleri de denilen tarak makinelerinde silindir şeklinde bir büyük tambur ve üzerinde bir başlık bulunur. Şekil II - 5. Tamburun üzeri ince tel fırçalarla kaplıdır. Fırçaların aralarındaki tambur delikli yapıdadır. Başlık ise paletler üzerinde dönen tel fırçalardan ibarettir. Tambur üzerine verilen elyaf tamburun dönmesi ile hafifçe çekilir, başlıkla tambur arasına girer. Başlık tamburla aynı yöne fakat biraz daha hızlı dönmektedir. Bu hız farkı nedeniyle başlıkla tambur arasında kalan elyaf açılır; birbirine oldukça paralel halde ince bir film oluşturur. Şekil II - 5,6. Tülbent veya tül olarak adlandırılan bu ince elyaf filmi huni şeklindeki bir bölümden geçirilerek şerit haline getirilir ve hafif bir büküm verilerek kovalara doldurulur. Taraklar arasında geçerken ayrılan çok kısa elyaf ve ince, küçük pislikler tamburun altından alınır.

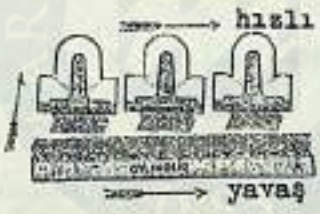
İç çamaşırlarında veya iyi kalite kumaşlarda kullanılacak ipliklerde, genellikle uzun stapel lifler kullanılır. Bunlar ayrıca penye makineleri denilen ince iğneli tarama makinelerine verilerek ikinci kez taraklanır. Burada şerit içinde kalmış çok kısa elyaf ve çok küçük pislikler ayrılır. Bu şekilde daha düzgün bir iplik elde edilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Pamuk liflerinin bir kez taranması ile yapılan ipliğe *karde ipliği*, ikinci bir taraklama işlemi ile yapılan ipliğe de *penye ipliği* denir.



Şekil II-5 Tarak makinesi



Şekil II-6 Başlık ve tamburun hareketleri

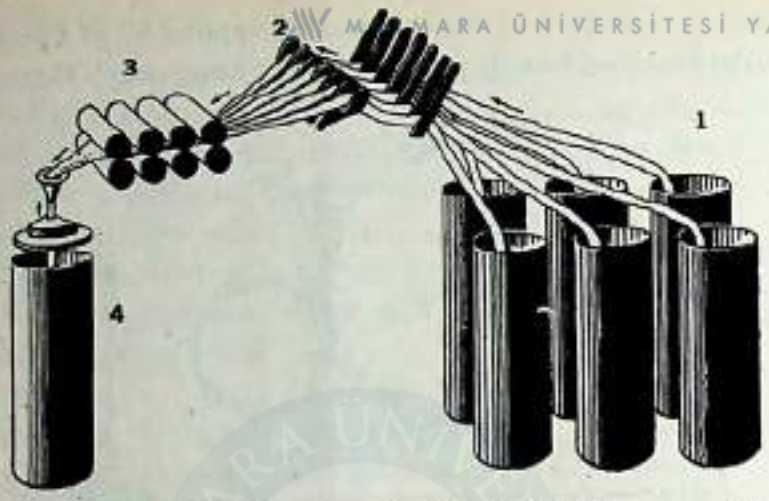
Yün iplikçiliğinde de aynı yöntem uygulanır. Stapel boyu bakımından uzun ve kısa lifler farklı şekilde işlenir. Kısa lifler bir kez taraklanarak iplik haline getirilir: *şrayhgarn*. Uzun lifler ise çekme işleminden önce ikinci bir tarama işlemine yollanır. Bu yolla elde edilen iplikler *kamgarn* olarak adlandırılır.

İkinci kez taraklanmış pamuk iplikleri (penye), dikiş ipliği, iyi kalite poplin ve örgü kumaşların, yün iplikleri ise (kamgarn), kostümlük kumaşların yapımında kullanılır.

3 – Çekme işlemi :

Kard şeridi olarak tarama makinelerinden alınan elyaf henüz iplik haline gelmeye hazır değildir. Bunun için elyaf demeti ne tam paralel ne de iplik inceliğine gelmiş haldedir. Bu bakımdan şerit, çekme makinelerine verilir. Çekme makinelerine pamuk iplikçiliğinde *cer makineleri* de denilir. Şekil II - 7.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



1 – Kovalar 2 – Kaşıklar 3 – Çekme silindirleri 4 – Kova

Şekil II-7 Çekme (Cer) Makinesi

Çekme işlemi, şeridi, hızları birbirinden farklı silindirler arasından geçirmekle yapılır. Çekme sırasında şeridi oluşturan elyaf birbiri üzerinden kaydırılarak paralelleştirilir.

Bir çift silindir arasından geçen elyaf demeti belli bir (l) uzunluğun dan sonra bir başka silindir çifti arasından geçer. Şekil II - 8 de görülen A ve B silindirleri mekanik yolla döndürülmektedir. A' ve B' silindirleri ise A ve B'nin dönmesi sonucu sürtünme ile dönmektedirler. Şeridin ikinci defa verildiği B B' silindirlerinin hızı (v_2), A A' çiftinin hızından (v_1) daha fazladır. Bu şekilde B silindiri daha hızlı döndüğünden bir çekim sağlanır. Ön silindirlerden çıkan şerit, çekme nedeniyle ikinci silindirlere daha incelemiş olarak girer. İncelme miktarı hız farkı ile orantılıdır.

$$\text{Çekme} = v_2 / v_1$$

İki çift silindir arasında kalan bu incelme bölgesine çekme bölgesi denir. Birbirini izleyen çok sayıda silindir çiftleri kullanmakla şeride yüksek çekme verilebilir ve istenilen inceliğe getirilebilir. Çekme silindirlerine çekme oranı kadar şerit, beraberce verilecek olursa; çekme makinelerinden çıkan şerit verilenlerin kalınlığında olur; yani aynı numarada şerit alınır. Şerit numarası = şerit ağırlığı/şerit boyu.

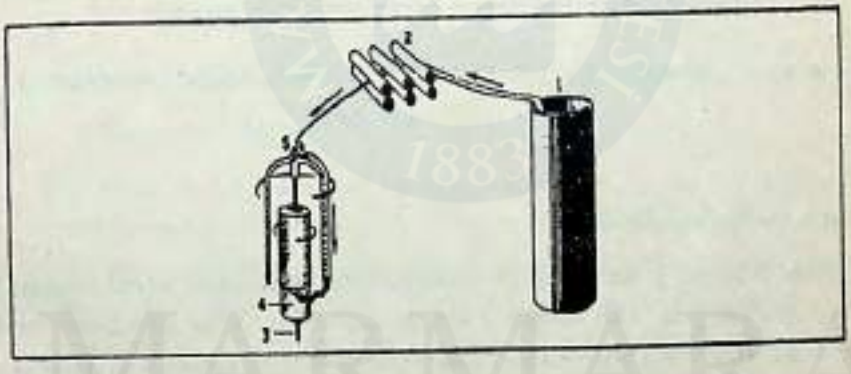
Bu işlemle çekme makinelerinde bir incelme sağlanmaz, elyafa paralellik verilir. Daha düzgün şeritler elde edilir.

4 – Bükme ve eğirme:

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

a) Fitil makineleri: (Fleyer makineleri)

Elyaf, çekme işlemi sırasında birbirine paralel olarak sıralandığından sürtünme kuvveti ve dolayısıyla dayanıklılığı azalır. İplik haline getirebilmek için gereken inceltme yapılmaz. Bu bakımdan bundan sonraki inceltme ve çekmelerde ipliğin kopmaması için şeride bir büküm vermek gerekir. Bu işlem «*fleyer*» denilen fitil makinelerinde yapılır. Şeridi istenilen incelikte fitil yapabilmek için, herbiri bir öncekinden daha hızlı dönen ardarda silindir çiftleri arasından geçirilir. Fitil haline gelen elyaf demetine büküm verebilmek için demet, bir bobin üzerinde bulunan döner kanatlar üzerine sarılır. Şekil II-8. Bobin, fleyer denilen bu kanatların hızına bağlı olarak döner. Burada fitilin bobine sarılmasını sağlamak için bobin fleyerden daha hızlı döndürülür. Elde edilen fitillerde büküm çok az olduğundan kopmaya karşı dayanıklılığı hemen hemen sıfırdır.



1 – kova, 2 – çekme silindirleri., 3 – kirmen (iğ ekseni), 4 – bobin, 5 – fleyer.

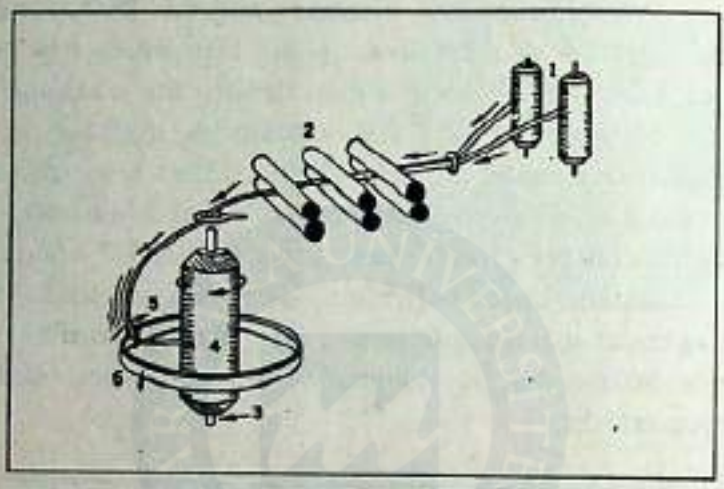
Şekil II-8 Fitil Makinesi

b) İplik makineleri

Ring makineleri

Bu makinelere verilen fitiller daha fazla çekilip inceltilir ve gereken büküm verilerek iplik haline getirilir. Ring makinelerinde bobinden gelen fitiller yine hızları farklı silindirler arasından geçirilerek inceltilir. İplik inceliğine gelmiş olan elyaf demeti sevk kancasından ge-

çerek sabit bir bilezik (ring) üzerinde dönen kopça içerisinden bobine sarılır. Bu sırada elyaf demetine büküm verilir. Şekil II-9. Bilezik üzerinde dönen kopça ipliğe istenen bükümü verir. Bobinin sarılması şekline göre bilezik belli hızda aşağı yukarı hareket eder.



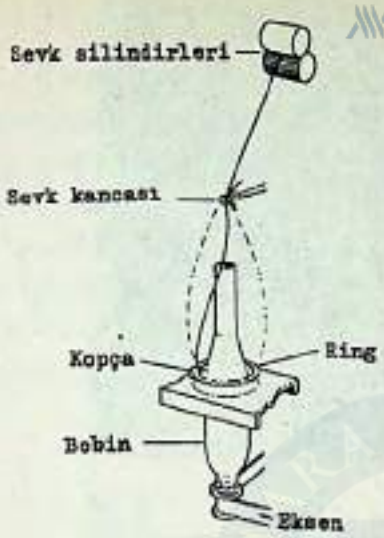
1 – bobin, 2 – çekme silindirleri, 3 – iğ ekseni, 4 – bobin, 5 – kopça, 6 – bilezik (ring).

Şekil II-9 Ring Makinesi

Open-end makineleri

Son yıllarda geliştirilen bu sistemde fitil halindeki elyaf demeti bir hava akımı ile çok hızlı dönen huni şeklinde bir rotor içerisine verilir. Merkezkaç kuvveti yardımıyla elyaf demeti dönen rotorun iç yüzeyi etrafında toplanır. Huninin oluğundan elyaf demeti sıyrılırken incelir, aynı zamanda rotorun dönmesi ile bir büküm verilir. Şekil II-10 ve 11 de ring ve open-end iplikçiliğinde kullanılan aygıtlar görülmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Ring İplikçiliği

Şekil II-10



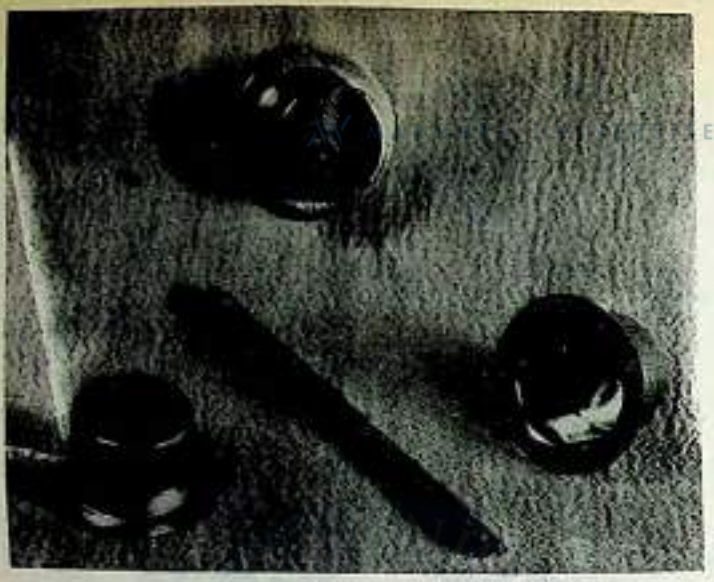
Open-end İplikçiliği

Şekil II-11

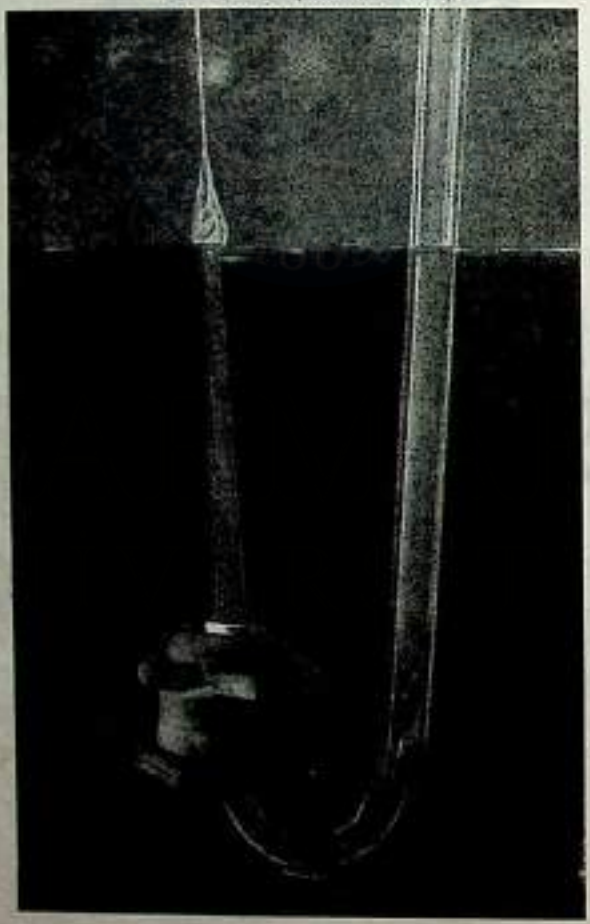
II.1.2. KESİKSİZ ELYAFTAN İPLİK YAPIMI

Filament İplikçiliği

Doğal ve sentetik polimerlerin ince ve sonsuz bir lifçik şeklinde elde edilmesi farklı yöntemlerle yapılır. Ancak elde edilen bu filamentin tekstil alanında kullanılabilir olması için bazı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olması gerekir. Bu özellikler filament elde edilmesini izleyen ek işlemlerle verilebilir. Filament elde edilmesinde prensip, polimeri sıvı halinde iken çok ince deliklerden basınçla vererek onu bu biçimde muhafaza etmektir. Polimerin verildiği ince deliklerin bulunduğu başlığa «spinneret» denir. Şekil II-12. Tek delikli bir spinneretten bir tek filament, «*monofilament = monofil*» elde edilir. Spinneret üzerinde birçok delik varsa bir filament demeti, «*multifilament = multifil*» elde edilir. Bu amaçla doğal ve sentetik polimerin özelliğine bağlı olarak üç ana yöntem kullanılabilir: 1- Yaş eğirme, 2- Kuru eğirme, 3- Yumuşak eğirme.



Şekil II-12 Spinneret Başlığı



Şekil II - 13 Yaş Eğirme Yöntemi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

1. Yaş-eğirme (wet-spinning)

Kimyasal elyaf yapımı için kullanılan ilk yöntemdir. Bu yöntem bugün de kullanılmaktadır. Uygun bir çözücü içinde çözünmüş polimer madde, üzerinde çok küçük bir veya birkaç delik bulunan spinneretten basınç ile bir başka çözelti içerisine fışkırtılır. Bu deliklerden verilen çözelti fışkırdığı banyo içerisinde koagüle olur. Filament halinde çöken lifçikler banyodan çekilir, yıkanır, kurutulur ve bobinlere sarılır. Spinneret üzerindeki deliklerin büyüklüğü ve sayısı, elde edilen ipliğin numarasını belirler. Rayonlar bu yöntemle elde edilirler. Şekil II-13 ve 14.

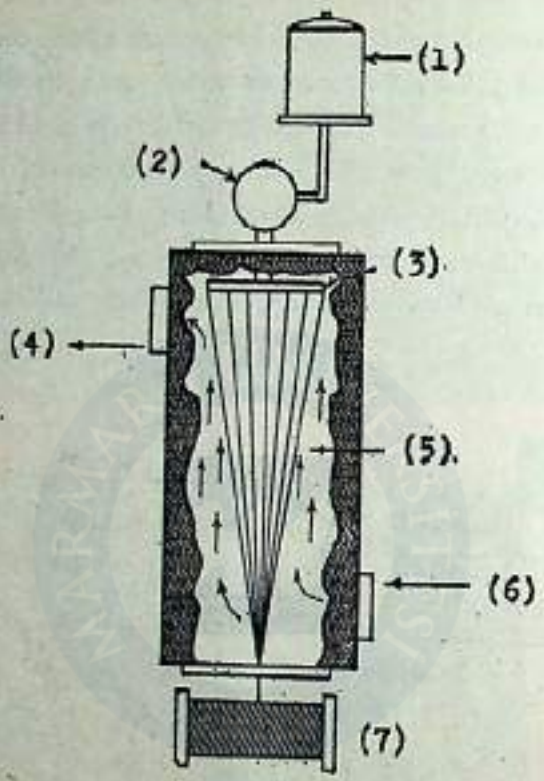


Şekil II - 14 Yaş eğirme yönteminin şemtik görünümü

2. Kuru - eğirme (dry-spinning)

Kolay uçucu uygun bir çözücüde çözündürülmüş polimer madde yine ince deliklerden ya doğrudan doğruya havaya veya sıcak bir odaya püskürtülür. Hava çözücünün buharlaşmasına sebep olur ve polimer madde filament biçiminde kalır. Bu filament odadan çekilerek bir büküm verilir. Yaş-eğirme yönteminde olduğu gibi ya tek filament veya filament demeti halinde elde edilebilir. Şekil II-15.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



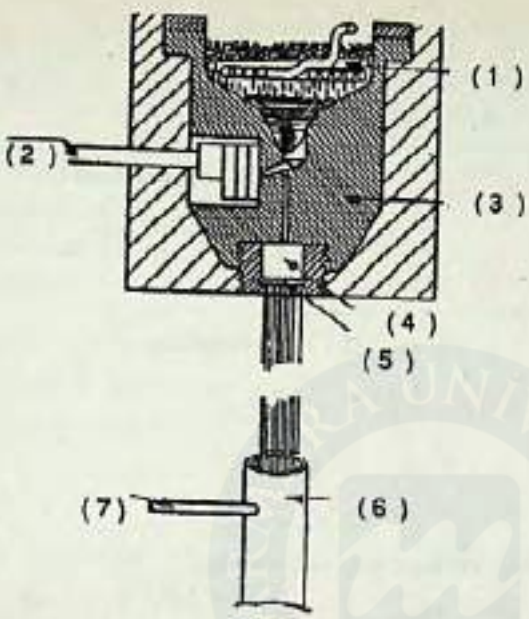
(1) Eğirme çözeltisi, (2) Pompa, (3) Spinneret (4) Hava ve aseton buharı çıkışı
(5) Sıcak hava (6) Sıcak hava girişi (7) Bobin

Şekil II - 15 Kuru Eğirme Yöntemi

3. Yumuşak - eğirme (melt-spinning):

Polimer madde kimyasal elyaf elde edilmek üzere önceden eritilir ve yine küçük delikler içersinden soğuk hava odalarına püskürtülür. Filamentler soğurken katılaşır. Bunlar odadan çekilir, bükülür ve sonraki işlemlere yollanır. Şekil II-16.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



1–sıcak ızgara
2–pompa
3–ısıtıcı bölme
4–erimiş polimer
5–spinneret
6–tavlama borusu
7–buhar girişi

Şekil II-16 Yumuşak eğirme yöntemi

4. Filamentlere Uygulanan Diğer İşlemler

a) Çekim (= drawing) işlemi :

Yukarıda anlatılan yöntemlerle yapılan filamentlerde moleküller bir uçtan bir uca düzenli bir şekilde yönlenmemiş olduğundan henüz tekstilde kullanılmaya uygun değildir. Filament ekseni boyunca, zincir şeklindeki moleküllerin sıralanmaları gerekir. Bu da, ham filamentleri germek ve çekmek suretiyle sağlanır. Dayanıklı bir elyaf için yapılacak olan çekim (=germe) işlemi iki silindirden ibaret olan bir aygıtta uygulanır. Bu silindirlerden ikincisi birincisinden daha büyük bir hızla döner. Filament veya filament demeti bu silindirlerden herbirine kaymayı önleyecek şekilde birkaç defa sarılmıştır. Silindirler dönerken, filament, silindirlerin hızlarının farkına bağlı olarak gerilir ve incelir. Bu şekilde gerilmiş ve inceltilmiş filamentte zincir şeklindeki polimer molekülleri ve kristaller eksen boyunca yönlenirler; kristalin bölgeler ve molekülleraası kuvvetler daha belirgin bir hal alır. Bu da filamenti daha uniform (=tekdüze) ve daha dayanıklı kılar. Böylece elyaf eğirme ve dokumaya daha yatkın olur. Bu işleme «*çekim*» (*drawing*) denilir. Şekil II-17.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



M, N : İplik yönlendiricileri

O : Verici silindirler

P : Germe

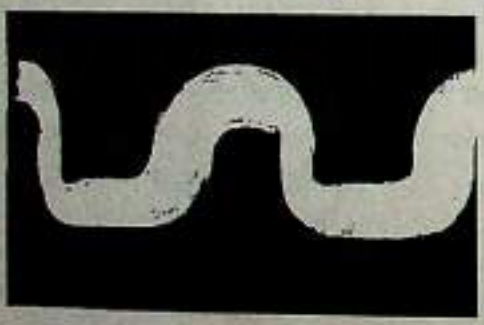
Q : Alıcı silindirler

S : Bobin

Şekil II-17 Filamentlerde çekim işlemi

b) Tekstüre İplik

Bu şekilde elde edilen kimyasal elyafa değişik görünüm ve tutum (tuşe) vermek için farklı yöntemler uygulanır. Tüketici çoğunlukta özel türde bir kumaş için belli niteliklerin bir tek elyaf üzerinde toplanmasını isteyebilir. Bu özellikleri sağlayabilmek ve kimyasal elyafa doğal bir görünüm verebilmek için filament ve elyaf üzerinde devamlı kalabilen kıvrım, dalga, ilmek veya diğer şekil incelikleri için bazı işlemler uygulanır. Burada etraflı olarak bahsetmeyeceğimiz bu işlemler sonucu elde edilen iplik «tekstüre iplik» olarak isimlendirilir. Şekil II-19.



Şekil II-19 Çeşitli tekstüre iplikler

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo II-1 Termoplastik Filament İpliklerinde Tekstüre İşlem Yöntemleri

Türü	Dünya Üretimi (1984) 10^3 ton	Kullanılan yerler
Yalancı Büküm (Falsh Twist) İplikler bükülür; sıcakta fikse edilir. Sonra bükümleri çözülür.	675	Giyim, örgü dış giyim, mayolar, kayak giysileri
Modifiye yalancı büküm Gerginliği azaltmak üzere sıcakta gergin olarak tekstüre edilir, fakat hacmi uygun seviyede tutulur.	1540	Örgü ve dış giyim
Hacımlı kesiksiz filament (BCF) İplik, sıcak bir boru içinden (jet), soğuk pürüzlü bir yüzeye püskürtülür. Filamentler testere dişi kenarı gibi bir görünüm oluştururlar. Nylon ve polipropilen filamentlere uygulanır.	54	Halı ipliği
Örme-sökme (Knit-deknit) İplik örme kumaş yapılır. Sıcakta fikse edilir. Sonra sökülür.	143	Dış giyim
Dişli kıvrım: İpliği sıcak dişli silindirler arasından geçirilerek kıvrım verilir. Az kullanılan bir metoddur.		
Air-jet tekstüre iplik Hava basınçlı jet içinden geçen iplikte tek tek filamentler küçük ilmekler oluşturur. Bu yöntem termal özelliklere bağlı olmadığından herhangi bir filament için de uygundur.	110	Hafif dokuma kumaşlar, erkek kumaşları, kayak giysileri, otomobil döşemeleri, kostümlük kumaş ve dikiş iplikleri

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

II.1.3. İPLİK NUMARASI

Yukarıda kısaca anlatılan eğirme işlemleri sırasında ham materyalden elde edilen ipliğin uzunluğu ile elyaf ağırlığı arasındaki bağıntı daima gözönüne alınır. Bu bağıntı ipliğin inceliğini belirler. İpliğin inceliği ise numaralandırma sistemi ile verilir.

Numaralandırma iki esasa göre yapılır: ya ipliğin uzunluğu temel olarak alınıp bunun ağırlığı saptanır veya ipliğin ağırlığı birim olarak alınır ve uzunluğu ölçülür. Buna göre iki ayrı numaralandırma sistemi ve bu sistemlere göre tanımlanmış çeşitli numaralandırma terimleri vardır.

1 – UZUNLUK NUMARALANDIRMA SİSTEMİ

Bu sistemde elyaf demetinin veya ipliğin belli bir birimdeki ağırlığının kaç uzunluk biriminde olduğu gözönüne alınır. Bu duruma göre *bu numaralandırmada iplik inceldikçe numara büyür.* Pamuk, yün keten, kenevir v.b. iplikler bu sisteme göre numaralandırılır. Değişik ağırlık ve uzunluk birimleri temel alınarak farklı numaralandırma birimleri saptanabilir. Bunlardan birkaçı aşağıda verilmiştir.

a) Numara - metrik (Nm): 1 kg materyalin uzunluğu km cinsinden saptanarak bulunur. 1 kg'ı 1 km gelen iplik 1 Nm (numara-metrik) inceliğindedir. Yine birim olarak ağırlık alınmak suretiyle 1 kg'ı 15 km gelen iplik 15 Nm, 1 kg'ı 2 km olan iplik ise 2 Nm inceliğindedir. Bu bağıntı, birimleri değiştirilmek suretiyle de kullanılabilir.

$$N_m = \frac{km}{kg} = \frac{m}{g} = \frac{mm}{mg}$$

b) Pamuk ipliği İngiliz numarası (Ne) :

Eski İngiliz ölçülerinde desimal sistem olmadığı için İngilizlerin ölçülerine göre yapılan numaralandırmalar bugün de tekstil alanında kullanılmaktadır. Pamuk ipliği için İngiliz numarası (Ne), şu şekilde tanımlanmaktadır; 1 pound (=453,5 g) ağırlığındaki pamuk elyafından 840 yarda (1 yarda = 0,91 m) uzunluğunda çekilen iplik standard olarak kabul edilir ve 1 Ne dir. Aynı ağırlıktaki iplik 2x840 = 1680 yarda uzunluğunda ise 2 Ne dir. Yukarıda belirttiğimiz gibi numarası büyüdükçe iplik incelir. Piyasada bulunan dikiş ve dantel iplikleri bu sisteme göre numaralandırılır. 1-20Ne arası kaba iplikler, 20-60 arası orta incelikte,

60 Ne nin üzerindekiler ise ince ipliklerdir. Dikiş için kullanılan merserize pamuk ipliği 50-60 Ne, dantel iplikleri ise 70-80 Ne dir.

2 – AĞIRLIK NUMARALANDIRMA SİSTEMİ

Bu numaralandırma sisteminde, değişmeyen bir uzunluk birimindeki elyaf demeti veya ipliğin ağırlığı saptanarak numara bulunur. *Bu sistemde numara büyüdükçe iplik kalınlaşır.* Küçük numaralı iplikler daha incedir. Bu numaralandırma sistemi lifler için de kullanılır. Bu takdirde *lineer yoğunluk* olarak ifade edilir. Lineer yoğunluk, liflerin birim uzunluğunun ağırlığıdır.

a) Denier numaralandırması:

9000 m uzunluğundaki iplik 1 gram ağırlığında ise 1 denier inceliğindedir. Eğer aynı uzunluktaki iplik 9 g geliyorsa 9 denier olarak kabul edilir. İpek ve nylon gibi filament iplikleri bu sisteme göre numaralandırılır.

b) Tex numaralandırması:

Yukarıda anlatılanlardan başka değişik türde iplikler için İngiliz ölçüleri temel alınarak değişik numaralandırmalar yapılabildiği gibi, Fransız numaralandırma sistemi, Skoç numaralandırma sistemi gibi başka sistemler de kullanılmaktadır. Bu kadar değişik sistemlerin yaratacağı karışıklıktan kurtulabilmek için IOS (International Organisation of Standards) tarafından uluslararası bir numaralandırma sistemi kabul edilmiştir. Buna göre, 1000 m uzunluktaki ipliğin gram olarak ağırlığı tex birimi olarak kabul edilir.

1000 m uzunluğundaki iplik 1 g ise 1 tex

1000 m uzunluğundaki iplik 22 g ise 22 tex dir.

Kalın ve kaba şeritlerde kilotex, ince elyafta ise militex=0,001 tex kullanılır. En çok kullanılan tex birimi dtexdir ve 10000 m uzunluğundaki ipliğin ağırlığıdır. Bu numaralandırma ölçüsü yine ağırlık temel alınarak yapıldığına göre numaranın büyümesi ipliğin kalınlaştığını gösterir.

Her iki sistemdeki numaralandırmalarda ağırlık söz konusu olduğuna göre verilen numaralar az çok ipliğin özgül ağırlığı ile ilgilidir. Bu bakımdan çok farklı özgül ağırlıktaki ipliklerin inceliklerinin karşılaştırılmasında numara birimi kullanılması yanılmalara sebep olur.

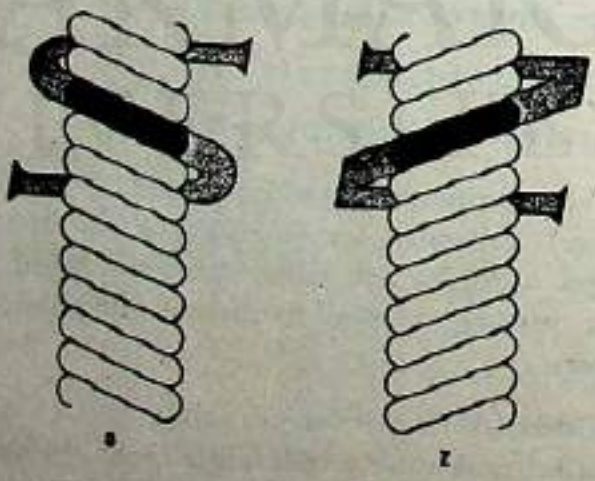
Ancak aynı türde ipliklerin karşılaştırılmaları yapılabilir. Tablo II-2 de iplik numaralarının birbirlerine dönüşüm faktörleri verilmiştir.

Tablo II-2 İplik Numaralarının Birbirine Dönüştürülmesi

	Nm	Ne	Denier	Tex
Nm		1,693xNe	$\frac{9000}{Denier}$	$\frac{1000}{Tex}$
Ne	0,59xNm		$\frac{5314}{Denier}$	$\frac{590}{Tex}$
Denier	$\frac{9000}{Nm}$	$\frac{5314}{Ne}$		9xTex
Tex	$\frac{1000}{Nm}$	$\frac{590}{Ne}$	$\frac{Denier}{9}$	

II.1.4. BÜKÜM

Bir ipliğin belli uzunluk birimindeki sarım sayısına «*büküm*» denir. *Büküm/m* veya *büküm/cm* olarak gösterilir. Eğer iplik yarım metre arayla tutulup gevşek bırakıldığında birbiri üzerine sarılıyorsa «*sert bükümlü iplik*», sarılmadan duruyorsa «*yumuşak bükümlü iplik*» denilir. İplik dik şekilde tutulup gözlendiğinde bükümün yönü, S harfinin orta kısmı yönünde ise «S» bükümlü iplik, «Z» harfinin orta kısmı yönünde ise «Z» bükümlü iplik denilir. Şekil II -19.



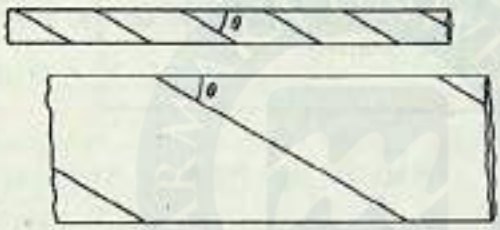
Şekil II-19

İplikteki liflerin büküm ile hangi açıda yerleştiği de önemlidir. Bu açı iyiliğin mukavemetine etki eden bir faktördür. Büküm faktörü denen

$$\text{Büküm faktörü} = \frac{(\text{büküm/m})\sqrt{\text{tex}}}{100}$$

bu değer aşağıdaki formül ile hesaplanır

Aynı büküm açısına(θ) sahip olan iplikler, aynı büküm faktörüne de sahiptir. Aynı büküm faktörüne sahip kaba ve ince iplikte, büküm sayıları farklıdır; ince iplikte kaba olana göre büküm sayısı fazladır.



Şekil II-20 Aynı büküm faktörü, fakat büküm sayısı farklı iplikler

II.1.5. İPLİK TÜRLERİ

1- Basit İplikler:

a) Tek kat iplik: Farklı veya aynı uzunluktaki liflerin birlikte bükülmesi ile elde edilmiş ipliklerdir. Filamentlerin de birlikte bükülmesi ile elde edilen iplikler tek kat iplik olarak adlandırılır.

b) Bükümlü İplik: İki veya daha fazla tek kat ipliğin birlikte bükülmesi ile elde edilirler.

c) Katlı İplik: İki veya daha fazla bükümlü ipliğin birlikte bükülmesi ile elde edilir. Bunlara çift bükümlü iplik de denir. Üç ayrı tipteki basit iplikler Şekil II.21 de görülmektedir.

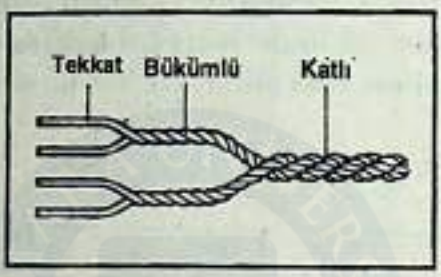
2–Birleşik İplikler:

Yukarıda belirtilenlerin dışında kalan ve çok katlı olan iplikler bileşik bükümlü iplik olarak adlandırılır.

3–Fantazi İplikler:

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Dokunacak kumaşa, bir etki ve özellik kazandırmak üzere değişik iplikler üretilebilir. Bu iplikler, ya aynı cins elyaftan veya değişik liflerden elde edilir. Aynı cins liflerden elde edilen ipliklerde fantazi etki, değişik renklerin birlikte kullanılması (renkli iplik) veya bükümlerle halka oluşturulması (buklet iplik) şeklinde verilir. Şekil II.22.



Şekil II.21 İplik Türleri



Şekil II.22 Fantazi İplikler

Kumaşların çoğunda çözgü iplikleri Z bükümlü; atkı iplikleri ise S bükümlüdür. Böylece, bu iki ayrı tipteki iplikten ışık farklı yönlere yansıyarak kumaşa parlaklık kazandırır.

Genellikle ucuz kumaşlar için, kesikli veya kesiksiz elyaftan kolayca üretilebilecek tipte tek kat iplikler kullanılır. Dayanıklılık istenen kumaşlarda bükümlü iplikler kullanılır. S bükümlü tek kat iki iplik, Z büküm verilerek iplik haline getirildiğinde; yukarıda açıklandığı gibi, daha parlak görünür. Çift katlı iplikler, ilmek bırakılıp sonradan kesileceği için, kadife veya velur kumaşlar için kullanılır. Dikiş ipliklerinin

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

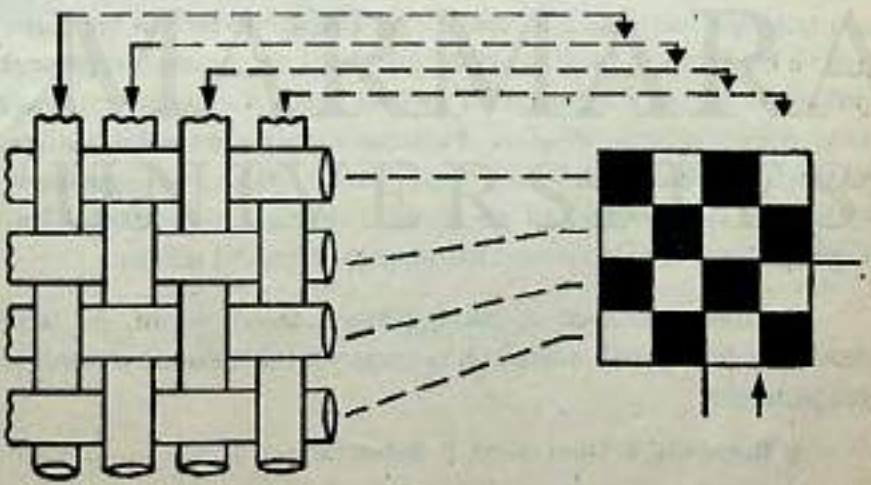
çapları uniform olmalı ve zayıf noktalar içermemelidir. Bu nedenle, bükümlü ve çok katlı olarak imal edilirler. Katlı iplikler kumaş üretiminde kullanılmaz. Ancak taşıyıcı bandlar gibi dayanıklılık isteyen endüstri tekstillerinde kullanılabilir.

II.2. TEKSTİL YÜZEYLERİ

Şimdiye kadar anlatılan işlemlerle iplik haline getirilen elyaf buradan bir tekstil yüzeyi oluşturmak üzere diğer işlemlere gönderilir. İplikten kumaş yapımı için iki ana yöntem kullanılır: Dokuma ve örme. Bunun dışında çeşitli amaçlar için kullanılan tekstil yüzeylerinden biri de liflerin keçe haline getirilmesi ile oluşturulan dokusuz (non-woven) materyallerdir.

III.1. DOKUMA YÜZEYLER

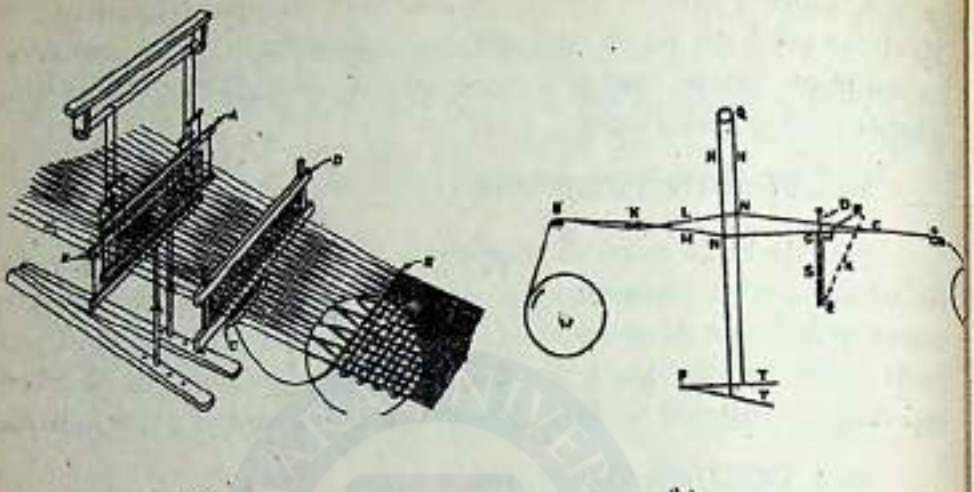
Dokuma işlemi, iki ayrı iplik serisinin birbiri içinden geçirilerek bir kumaş, bir tekstil yüzeyi meydana getirilmesidir. Dokunmuş kumaşın boyuna olan ipliklerine «çözgü iplikleri» denilir. Çözgü iplikleri birbirine paralel ve çok düzgün bir şekilde levendlere (büyük makaralar) sarılmış halde dokuma makinelerine verilir. Dokuma sırasında bu çözgü ipliklerine dik olarak ve çözgü ipliklerinin altından ve üstünden geçirilen iplik serisine de «atkı iplikleri» denilir. Dokumada atkı iplikleri mekiklere sarılı olarak bulunur ve çözgü ipliklerinin arasından geçirilir. Şekil II - 23,24.



Şekil II - 23

Bir düz dokuma örneği : Atkı ve çözgü iplikleri bir alttan bir üstten geçirilerek dokunmuş.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



(a) (b)

Şekil II-24 Basit Bir Dokuma Makinesi Şeması

A ve B : Tezgah
C : Mekik
D : Gücü
E : Dokunmuş kumaş
W : Yanyana düzgün şekilde sarılmış çözgü iplikleri demeti
M,L : Çözgü iplikleri dokuma tezgahına iki seri halinde girer.
R : Atkı iplikleri bu aralıktan geçirilir. (Gücü aralığı)
D: Tarak veya gücü.
A : Kumaşın sarıldığı levent.

Şekil II. 24 de bir dokuma makinesi şeması görülmektedir. D, ile işaretlenen ve gücü denen kısım, çözgü ipliklerini aşağı veya yukarı doğru hareket ettirerek aralarından atkı ipliklerinin geçmesini sağlar. C, atkı ipliğinin sarılı olduğu mekiktir ve çözgü ipliklerinin bir kısmı aşağıya ve bir kısmı yukarıya çekildiğinde, bunların arasından geçerek atkı ipliğini bir taraftan diğer tarafa geçirir. Tarak da denilen gücüye çözgü ipliklerinin yerleştirme şekli, kumaşın dokuma desenini belirer. Uygulanacak dokuma desenine göre çözgü ipliklerinin gücülere yerleştirilmesi işlemine "tahar" adı verilir. Tahar işlemi ile atkı ipliğinin kaç çözgü ipliğinde bir alttan veya üstten geçeceği tesbit edilir.

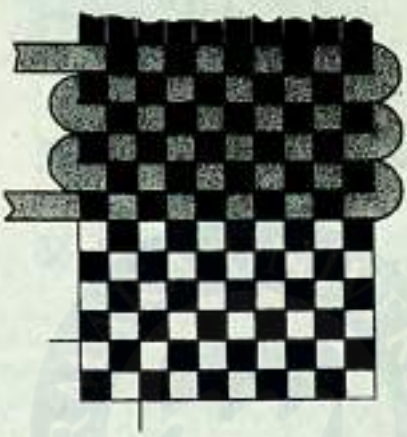
Dokuma işleminde üç temel dokuma deseni vardır. Bu temel desenler üzerinde çeşitli değişiklikler yaparak çok dokuma desenli kumaş elde edilebilir.

1. Bezayağı, 2. Dimi (serj), 3. Saten (atlas).

1.*Bezayağı dokuma*, atkı ve çözgü ipliklerinin bir atlayarak kumaşın oluşturulmasıdır. Dokuma desenleri, atkı ve çözgü ipliklerinin durumlarını, dolu ve boş kareler şeklinde göstererek şematize edilir. Şekil

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

II.25 da bir bezayağı dokuma desenin şematik olarak gösterilmesi resmedilmiştir.

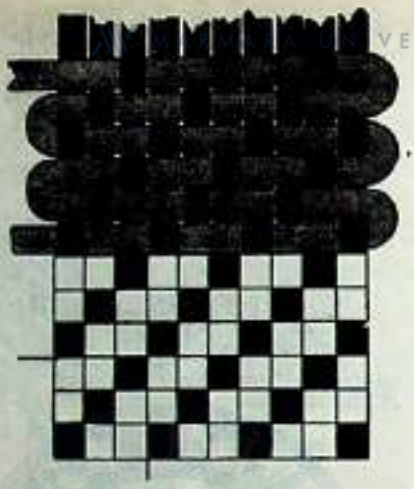


Şekil II-25 Bezayağı dokumasının şematik gösterilişi

Temel olarak bez ayağı deseni uygulayarak dokunan *pamuklu kumaşlar*: Patiska, amerikan bezi, tülbent, mermerşahi, poplin, kreton ve muslin, etamin ve panama; *keten kumaşlar*: keten patiska; kenevir ve kumaşlar: kaneviçe; *yünlü kumaşlar*: Flanel, dra, tüvit, panama; *ipek ve sentetik filament kumaşlar*: şifon, ipek krep, organza, tafta, krepdöşin, şantung adları ile anılırlar.

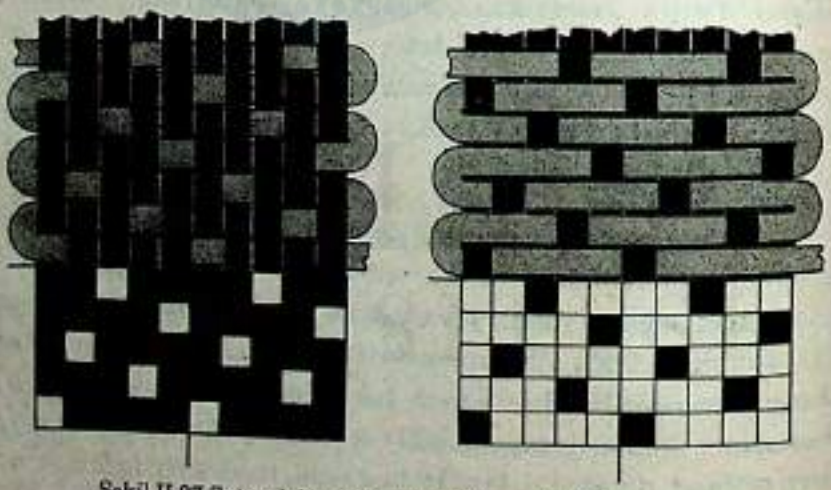
2- Dimi veya serj dokuma deseni, çözgünün bir atlanarak üstte yer aldığı bir dokuma şeklidir. Bu nedenle, bu şekilde dokunan kumaşların yüzeyinde, sağa (Z yönlü) veya sola (S yönlü) doğru ince çizgiler görülür. İki veya daha fazla atkı sırasında atlama yönleri farklandırılarak çeşitli desenler verilebilir. Bu dokuma deseni temel alınarak dokunan *pamuklu kumaşlar*: denim, jean, pamuklu gabardin; *yünlü kumaşlar*: gabardin, serj, şetland, diyagonal, lastikotin, şayak, balık sırtı; *ipekli ve sentetik kumaşlar*: fular, beatris adları ile anılır. Şekil II.26.

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil II.26 Dimi veya Serj dokuma şemaları

3– Saten veya atlas dokuma, atkı ipliklerinin kumaş yüzeyinde fazla bulunduğu bir dokuma şeklidir. Bu desen, bir veya iki atlanarak tekrar edildiğinden kumaş yüzeyi parlak görünür. Şekil II.27. Bu dokuma deseni her tür liften kumaş üretiminden kullanılır. Hepsinde de kumaşa verilen isim satendir. İplikten yapılmış olanları, saten düşes, sire saten, krep saten olarak isimlendirilir.

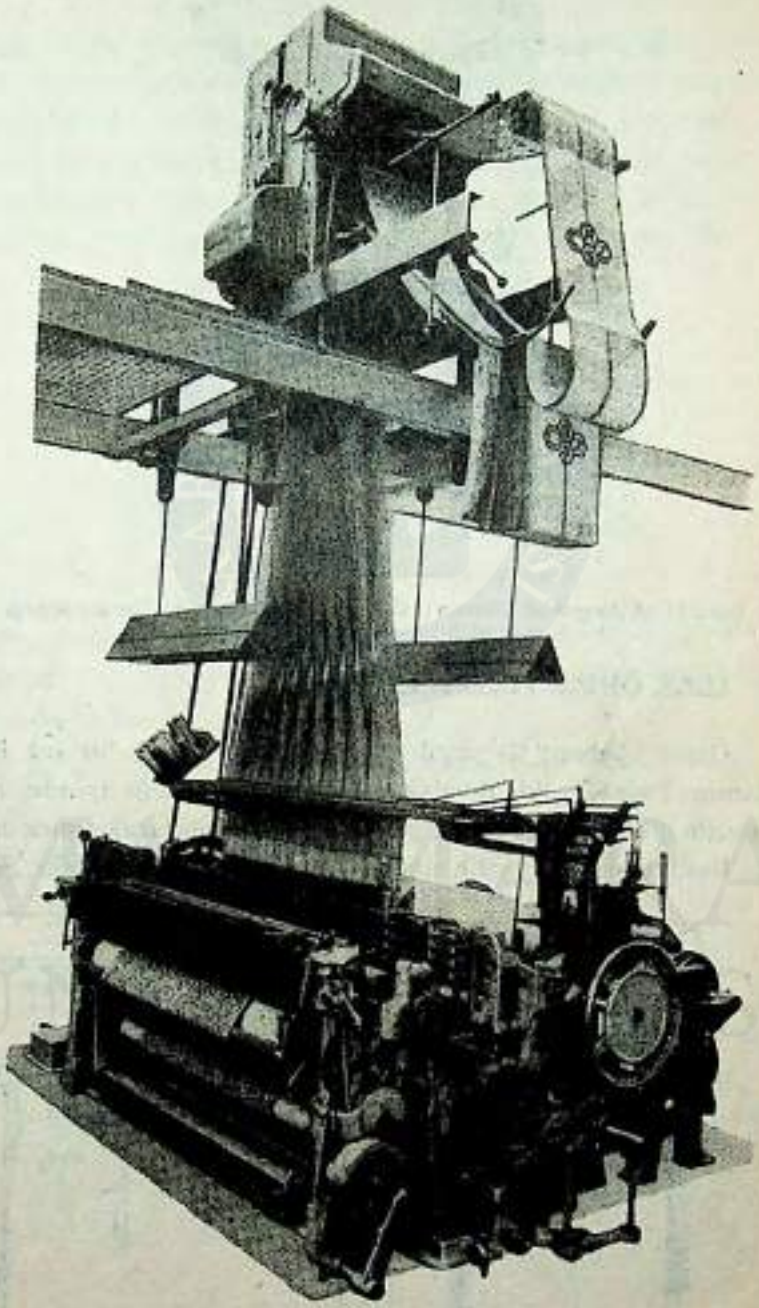


Şekil II.27 Saten dokumaların şematik gösterilişi

Ayrıca dokuma kumaşların üretiminde *Jacquard makineleri* de kullanılır. Bu teknik ile kumaş yüzeyinde çeşitli desen ve resimler oluşturulabilir. Bu makinelerde kart sistemi ile her çözgü ipliği ayrı ayrı hareket ettirilebilir. Şekil II-28. Çeşitli renklerde çözgü iplikleri kullanarak ve istenilen desene uygun şekilde çözgü iplikleri hareket ettirilerek ayrıntılı desenlere sahip kumaşlar dokunabilir. Bu tekniğe göre dokunmuş

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

pamuklu kumaşlar goblen veya damask; *ipekli kumaşlar* da brokar adını alır. Şekil II-29.



Şekil II-28 Jacguard dokuma makinesi

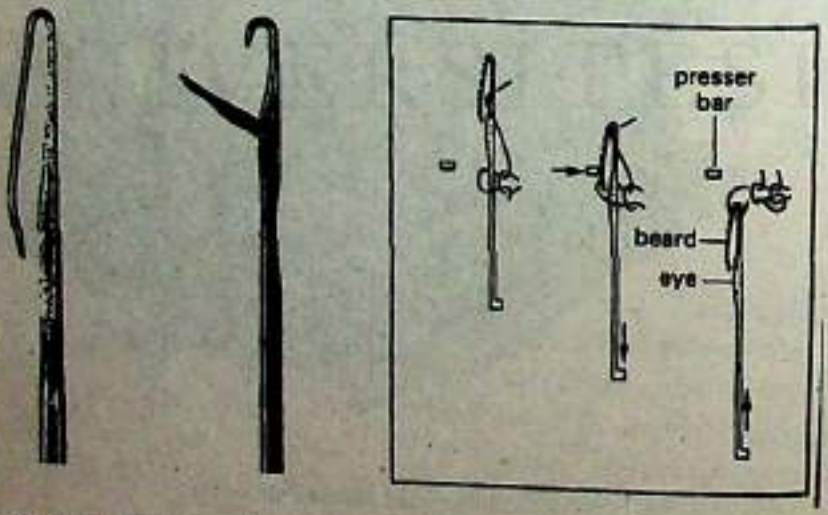
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil II-29. Jacguand dokuma makinesinde dokunmuş bir kumaş örneği.

II.2.2. ÖRME YÜZEYLER

Örme yöntemi ile yapılan kumaşlarda yalnız bir tek iplik serisi kullanılır. Prensip, elde iki şişle örülen yün örgülerin aynıdır. Ancak makinalarda şiş yerine ardarda gelen tığlar kullanılarak ilmek halinde örtülür. Her iki işlem de pratik olarak bütün liflere uygulanabilir. Şekil II - 31.



Şekil II-30 Bir örgü makinesinde iğlerin düzeni, ilmeklerin atılışı sırasında iğlerin durumu

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

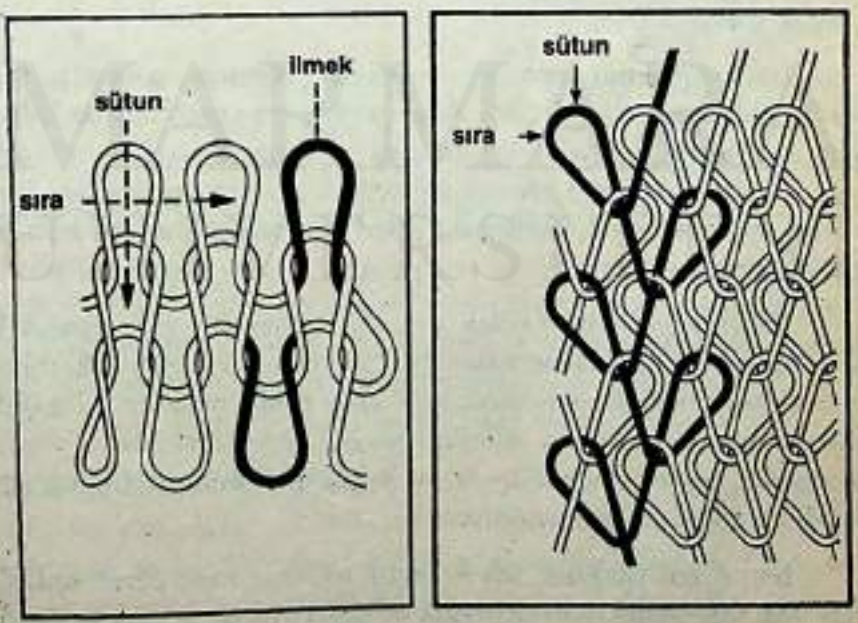
Makine ile örgü kumaş üretiminde iki prensip vardır: Atkı örmeciliği ve çözgü örmeciliği.

Atkı örmeciliğinde, iplik kumaş boyunca giderken; iğler, birbiri arkasından ilmek oluştururlar. Her yeni sıra, kumaştaki bir önceki ilmek sırasının içinden çekilir. Her sıradaki bütün ilmekler, özel renk etkileri gerekmedikçe, tek bir iplikten üretilir. Bu demektir ki, örme sırasında bir ilmek koparsa kumaş sıra sıra sökülebilir. Şekil II.30 da bir atkılı örme kumaşın örülmesi sırasında iğlerin durumu görülmektedir.



Şekil II.31 Basit bir örgü kumaş örneği

Örgü kumaştaki her dikey ilmek sırasına *çubuk* veya sütun, yatay ilmek sırasına da *sıra* adı verilir. Bu tanımlar hem atkılı hem de çözgülü örme kumaşlar için kullanılır. Şekil II-32.



Şekil II-32 Atkılı ve çözgülü örme kumaşlar

Çözgülü örme, genellikle her çubuk için bir iplik olmak üzere, bir seri çözgü ipliğinden yapılır. Bu iplikler kumaş boyunca ve biri diğerinin altında olacak şekilde paralel olarak örülür. Makinede iplikler aşağıya doğru beslenir ve bir sıra ilmek aynı anda örülür. Eğer her iplik devamlı olarak aynı çubuğu örse idi, birbiri ile bağlantısı olmayan bir ilmekler zinciri üretilecekti. Bu yüzden bir kumaş yüzeyi oluşturmak üzere yanlara hareket ettirmekle gerçekleştirilir. Çözgülü örme kumaşlarda, aralar boyunca sökülme ve ilmek kaçmaları olmaz. Şekil II.33.

II.3. NONWOVEN YÜZEYLER (DOKUSUZ YÜZEYLER)

Yün gibi hayvansal liflerden yapılan ve pulumsu yüzeyinden dolayı sıkıca birbirine kenetlenen keçelerin dışında, tekstil yüzeyi oluşturmada bütün geleneksel yöntemlerin ipliğe gereksinimi vardır. Nonwoven yüzeyler ise iplik oluşturmaksızın doğrudan elyaftan yapılır.

Genel olarak, nonwoven yüzeyler, birarada tutulan ve bağlanarak kuvvetlenen liflerin ağ veya tabaka (vatka) şekillerinden yapılır. Üretimde gerekli olan işlem sayısı ve iş gücü miktarının azalması ve kumaş üretim hızının artmasıyla bu tip kumaşlarda tekstil maliyeti düşer.

Nonwoven kumaşların özelliklerini, yapıyı bağlamak için kullanılan yöntemler, kullanılan lifin inceliği ve tipi ile hazırlanan lif vatkasının yapısı belirler.

İlk zamanlarda üretilen nonwoven yüzeyler, görünüş, tuşe ve döküm bakımından iyi değildi. Bu yüzeyler, son yıllarda daha kolay üretilebilir olmuşsa da, halen bir dokuma ve örme yapısı ile eşit ölçüde bir tuşe ve drape özelliğini istenen seviyede başarmak çok zordur. Bir nonwoven yüzeyde lifleri bağlamak, lifleri karmaşıklıktan ve birbiri üzerinde kaymaktan korur.

Belirtilen özelliklere ilaveten, son kullanıma göre aşağıdaki gerekliliklerle de karşılaşılacaktır: İyi bir koşullara uygunluk, yıkamada suya ve kuru temizlemede çözücülere karşı içinde yeterli bir dayanıklılık, yüksek absorbans özelliği, allerjik olmayan, tüy dökmeyen bir yüzey, yıpranmazlık, boyutsal stabilite, boyut değişikliklerinde biçim muhafazası, belirli bir sıklık ve buruşmazlık.

Nonwoven yüzeyler, tek kullanımlık veya uzun süreli kullanımlık işler için tüketilmektedir. Hijyenik ve emici ürünler en çok kullanım ala-

nıdır. İnşaat mühendisliğinde de artan bir kullanım alanı bulmaktadır. Çocuk bezleri, cerrahi ped ve giysiler, temizlik ve kurulama bezleri, filtreler, yatak ve ev tekstilleri, kaplanmış veya preslenmiş kumaşlar, yapay deriler, halı ve benzeri yer döşemelerinde kullanılmaktadır.

Nonwoven yüzeylerin üretiminde, lif tabakasının (vatka) oluşturulması ve liflerin pekiştirilmesi olmak üzere iki önemli aşama vardır. Lifin seçimi üretim yönetimini etkiler. Liflerin çoğu, nonwoven yüzeylerin üretiminde kullanılabilir. Mikrolifler, daha yumuşak bir tuşe sağlar ve fiziksel özellikleri iyileştirir. Endüstriyel uygulamalar için sınırlı bir derecede kullanılan pamuk lifleri daha çok, temizleme ve kurulama bezleri yapmak için kullanılır. Yün, nonwoven (keçe) halılarda nadiren kullanılır. Nonwoven yüzeylerde kullanılan liflerin % 60 dan fazlası termoplastik sentetik liflerdir; yaklaşık % 30 u ise selülozik elyaftır.

Nonwoven yüzeyin oluşumunda ilk aşama ince lif tabakasının oluşturulmasıdır ve kumaşın özelliklerinin belirlenmesinde çok önemlidir. Stapel ve filamentlerden oluşturulmasına göre farklı yöntemler uygulanır. Kuru ve yaş serme olmak üzere iki farklı yöntem vardır. Kuru yöntemde, tarak makineleri yardımıyla lifler ince tabakalar haline getirilir. Yaş serme ise daha çok kağıt hamuru ile kağıt üretimine benzer şekilde yapılır. Su ile ıslatılmış lifler delikli bir tabaka üzerine serilir; bağlama maddesi ile muamele edilir ve kurutulur. Tabaka haline getirilen liflerin pekiştirilmesi de çeşitli yollarla gerçekleştirilir. Bunun için vatkaya bağlayıcı madde içeren banyodan geçirilerek madde liflere emdirilir; veya spray şeklinde uygulanır. Bu iki işlemden sonra elyaf tabakasının üzerine verilmiş olan maddenin polimerleştirilmesi ve kurutulması gereklidir. Pekiştirme için üçüncü bir yol da termoplastik liflerin yine termoplastik maddelerle sıcakta bağlanmasıdır.

Poliester, polietilen ve polipropilen gibi filamentlerin yumuşak eğirme ile elde edilmesi sırasında da vatka oluşturulup pekiştirme yapılabilir. Filamentler spinneretten çıktığı anda yürüyen bir band üzerine biriktirilir. Bu yöntemle elde edilen nonwoven kumaşların ağırlığı 10 g/ m^2 den daha azdır. Bu tür kumaşlara *spun-bonded* denir.

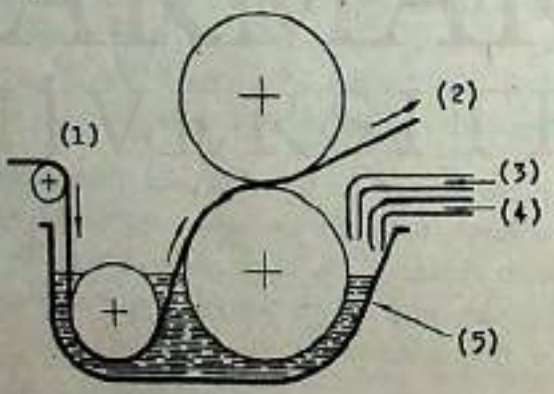
Lif tabakasını sıkıştırmak ve pekiştirmek için bir başka yol da iğneleme yöntemidir. Aşağı yukarı hareketli iğne gruplarının lif tabakası içine doğru çok sayıda girip çıkması lifleri birbirine düğümler; yün keçesindeki duruma benzer bir şekilde nonwoven yüzey elde edilir.

Giysilik nonwoven kumaşlar genellikle selülozik, poliester, poliamid ve polipropilenden; temizlik ve kurulama bezleri, daha çok selülozik, az miktarda da poliester, poliamid ve polipropilenden; tıb ve sağlık gereçleri, özellikle selüloz, az miktarda poliester, poliamid ve polipropilenden, yer kaplamaları da polipropilen, poliamid ve poliester liflerden üretilmektedir.

II.3 HAŞILLAMA

Dokuma ve örme tezgahlarında çözgü ipliklerinin gergin bir şekilde tutulmaları gerekir. Aynı zamanda tezgahın içinden geçerken değişik gerilimlere maruz kalan iplikte aşınma ve eskime oluşur ki bu da dokuma işlemi sırasında kopmalara neden olur. Bu etkilere karşı dayanıklı olabilmesi için elyafın esnek (elâstik) olması ve uzama yeteneğine sahip olması gerekir. Çoğunlukla bu olanaksızdır. Bunun için dokuma işlemlerinde çözgü olarak kullanılacak iplik türlerinin dokuma tezgahının etkisine karşı bir koruyucu madde ile kaplanması gerekir. İpliğin dokumaya hazırlanmasında çözgü ipliğinin koruyucu madde ile kaplanmasına «*haşıllama*» denir.

Haşıllama işleminde, dokunacak kumaşın eninde paralel şekilde dizilmiş ve levendlere sarılmış çözgü ipliği demeti haşıl maddesi içeren bir banyodan geçirilir. (Fularlanır.) Banyo içinden geçirilen çözgü ipliklerı haşıl maddesini emer. Daha sonra buharla ısıtılmış silindirler arasından veya sıcak hava dolapları içersinden geçirilerek kurutulur. Şekil II - 33.



1 – Çözgü iplikleri, 2 – Kurutucuya 3– Su,
4 – Haşıl bileşenleri 5– Haşıl Banyosu

Şekil II-33

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

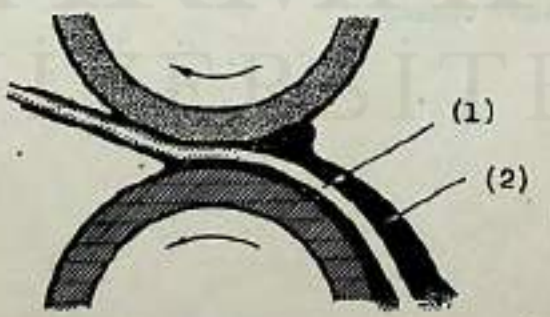
Bir haşıl banyosunda iki bileşen bulunur.

a) Yapıştırıcı b) Yağlayıcı (yumuşatıcı)

a) Yapıştırıcılar: İpliğin dokuma tezgahındaki sürtünmelere karşı korur, koruyucu bir örtü sağlar. İpliğin dayanıklılığını arttırır. İpliğin üzerindeki gevşek elyafı ipliğe yapıştırır. Yapıştırıcı madde olarak doğal nişastalar, kimyasal modifiye edilmiş suda çözünebilir nişastalar, arap zamkı, tutkal, sentetik haşıl maddeleri (polivinil alkol, poliakril asid, sodyum karboksi-metil-selüloz) kullanılır.

b) Yağlayıcılar (yumuşatıcılar) : Dokuma sırasında elyafın ipliğe ve tezgahın ipliğe sürtünmesini azaltır. Bu şekilde tezgahın çalışmasını kolaylaştırır. Ayrıca haşıl maddesini yumuşatarak ipliğe vereceği kırılganlığa ve kuruduktan sonra dökülmesine elgel olur. Yumuşatıcı olarak don yağı, ispermeçet mumu, parafin, makine yağları, yumuşak ve sert sabunlar kullanılır.

İplikler için uygun haşılın seçimi, üretilecek kumaşın tipine ve elyafın türüne bağlıdır. İdeal bir haşıl maddesi, tezgah ve makaralardan geçerken sürtünmelerin sebep olduğu etkileri gidermelidir. Haşıl maddesinin banyodan geçirilmesi sırasında ipliğe emdirilebilmesi için ipliğin iyice ıslanması gerekir. Bu bakımdan haşıl banyosunun vizkozitesi çok önemlidir. İnce, yani düşük viskoziteli haşıl banyoları ile iplik kolayca ıslanır fakat amaca ulaşılmaz; haşıllamadan gereken fayda sağlanmaz. Aynı durum yüksek viskoziteli hasıl maddeleri için de geçerlidir. Kıvamlı bir banyodan geçen ipliklerde kurutma işleminden sonra tozlanmalar meydana gelebilir. Şekil II - 34.



1 – Çözgü, 2 – Haşıl

Şekil II-34 Haşıl maddesinin çözgü ipliklerine emdirilmesinde sıkma silindirlerinin etkisi de önemlidir

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Farklı türde iplikler için kullanılabilecek haşıl maddeleri aşağıda verilmiştir:

Filament iplikleri için: İpek, rayon, veya sentetik iplikleri kuvvetli yapışıcı ve iyi elastiktir. Ayrıca kesikli elyaf ipliğinden daha iyi uzayabilir. Bu yüzden ancak sürtünmeye karşı direnç sağlamak için haşşıllanır. Bu amaçla keten tohumu yağı (=bezir yağı), jelatin, ve bazı selüloz türevleri kullanılır.

Yün iplikleri için: Yün çok iyi elastik özelliğe sahiptir. Genellikle çözgüde iyi bükülmüş iplikleri haşıllamaksızın kullanılır. Ancak, hafif bir haşıl vermek gerekli oduğunda jelatin, nişasta ve selüloz türevlerini kullanmak uygun olur. Yün ve sentetik elyaf karışımı ipliklerde de aynı haşıl maddeleri kullanılır.

Keten ve jüt için: Uzama yeteneği az ve sınırlı bir dirence sahip olan bu tür elyafın çözgü ipliklerinde haşıllama yapmak şarttır. Genellikle nişasta ürünleri kullanılır.

Pamuk ve rayon iplikleri için: Yün kadar olmamakla beraber, bast elyafınkinden daha fazla uzama yeteneği vardır. Ancak, maruz kaldığı gerilimler yüzünden pamuk ve rayon ipliklerini haşıllamak gerekir. Özellikle bu tür elyaf için nişasta türevleri kullanılır.

Pamuk ve sentetik karışımı iplikler için: Bu tür ipliklerde nişasta veya un ile polivinil alkol veya poliakrilasid karışımları tavsiye edilir.

Sentetik iplikler için: Yapıştırıcı kuvveti olan poliakril türevleri, polivinil alkol, nişasta ve polivinil alkol karışımı ile karboksi-metil-selüloz türevleri kullanılır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Çözgü ipliği üzerine uygulanan haşıl yüzdesine etki eden faktörler.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ 1883

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

BÖLÜM III

III. DOKUMA SONRASI İŞLEMLER

III.1. HAŞIL SÖKME

Dokuma ile kumaş haline getirilen ipliklerde terbiye işlemi uygulanmadan önce üzerindeki haşıl maddesinin giderilmesi gerekir. Haşılın suda çözünür hale getirilerek yıkama yoluyla kumaş üzerinden uzaklaştırılması işlemine «*haşıl sökme*» denir.

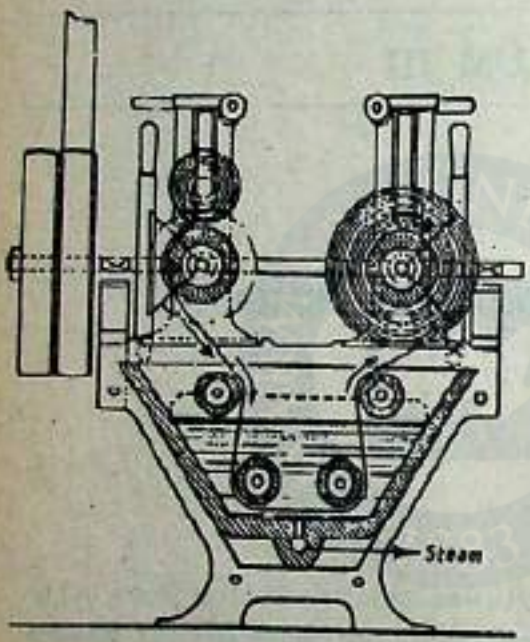
Polivinil alkol, poliakril asid v.b. gibi maddelerle haşıllanan nylon, terylen gibi sentetik kumaşlardan haşıl sökülmesi için iyi kalite deterjanlar kullanılır. Bazen bu deterjanlar yanında sabun ile yıkama da yapılır. Bu yıkama işlemleri «haspel» ve «jigger» makinelerinde gerçekleştirilir. Banyo temperatürü genellikle 60°C civarındadır. Şekil III-1,2 Jelatinle haşıllanan ipliklerde haşıl sökücü olarak jelataz enzimi kullanılır. Bu enzimle jelatin suda çözünür hale getirilir. Jelatinin sökülmesi sırasında temperatür 50°C yi aşmamalıdır. Aksi halde enzimin etkinliği (aktivitesi) kaybolur.

Nişasta ile haşıllanan kumaşlarda haşıl sökme işlemi önemlidir. Genellikle pamuklu kumaşlarda kullanılan nişasta, suda çözünür hale getirilirken sorunlar yaratır. Bu bakımdan nişastalı haşılın sökülmesi işlemi pamuklu kumaşların terbiyesi konusu altında etraflı olarak incele-

necektir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Haşıl sökme işleminden sonra kumaşa uygulanan işlemler sırası ile terbiye, boyama (veya baskı) ile apredir. Terbiye ve boyama işlemleri her elyaf türü için farklı olduğundan elyaf sınıflamasına göre anlatılacak olan ileriki konular içinde işlenecektir.



ŞEKİL III - 1

Jigger makinesi



ŞEKİL III - 2

Haspel makinesi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

BÖLÜM IV

IV. DOĞAL LİFLERİN ÖZELLİKLERİ, İŞLENMELERİ VE TERBİYELERİ

Bu bölümde, Bölüm I'de yapılan sınıflama sırasına göre doğal liflerin özellikleri, üretimleri ve terbiye işlemleri ele alınacaktır.

IV.1. BİTKİSEL LİFLER

Bitkilerin yapıtaşının selüloz olması nedeniyle bitkisel elyafa selülozik elyaf da denilmektedir. Selülozik elyaf sınıfına giren lifler, yün ve ipek kadar ticari değeri olmamakla birlikte, kullanışlı olmaları ve diğer bazı özelliklerinden dolayı, bu endüstri alanında önemli yer tutar.

Bitkisel elyafın sınıflandırılması, bitki üzerinde bulunuş yerlerine göre yapılır.

Bitkisel elyaf sınıflaması bitki üzerinde bulunuş yerine göre aşağıdaki gibi yapılabilir:

a) Selülozik elyaf

1 – Çekirdek üzerinde: Pamuk ve kapok

2 – Gövdede: Keten, kenevir, jüt, rami (bast elyaf)

3 – Yapraklarda: Manila keteni, Sisal kendiri, Y. Zelanda keneviri

4 – Meyvada: Koko elyafı

Bu sınıflandırmaya göre her elyaf türüne ait özellikleri incelemeden önce büyük bir grup oluşturan selülozik elyafın yapıtaşı olan

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

selülozun kimyasal yapısını ve bazı özelliklerini bilmek gereklidir.

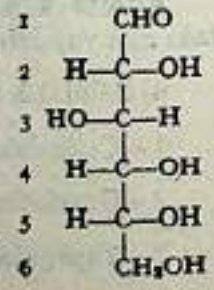
IV.1.1. SELÜLOZİK ELYAFIN KİMYASAL YAPISI

Selüloz bütün bitki, ot ve ağaçların ana yapıtaşlarından biridir. Doğada saf halde bulunmaz. Odunun ağırlıkça %40 ını, ketenin % 60-85 ini, pamuk lifinin % 85-90 ını oluşturur. Tekstil elyafın terbiyesi sırasında pamuğun gördüğü işlemler sonucu safsızlıkların uzaklaştırılması ile bu oran % 99 a kadar çıkabilir. Keten, kenevir ve rami gibi diğer bitkisel elyafta selüloz, linyin ve pektin gibi maddelerle karışım halinde bulunur. Pamuk selülozunun, yanındaki yabancı maddelerden, mekanik yollarla ve çözücüler yardımıyla saflaştırılabilmesine karşın, yukarıda sözü edilen pektin ve linyin gibi maddelerin keten v.b. gibi liflerden ayrılması ancak kimyasal ayraçlarla mümkün olur.

Selülozun elemanter analizinde elde edilen kaba formülü, % 44,4 karbon (C); %6,2 hidrojen (H), %49,4 oksijen (O) değerleri ile $(C_6H_{10}O_5)_x$ şeklindedir.Bu yapı, onun polimer bir karbohidrat olduğunu gösterir. Hidrolizlenerek parçalandığında D-glikoz elde edilir. Çeşitli yöntemlerle yapılan hidrolizlerde %95,5 a varan verimle D-glikoz elde edilmiştir. Bu da selülozun bir anhidroglikoz polimeri olduğunu gösterir.

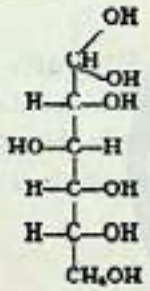
Gerek glikoz, gerekse selüloz, *karbonhidratlar* adı verilen bir sınıfın üyeleridir. Kimyasal yapıları bakımından karbonhidratlar, polialkollerin aldehid veya keton türevleridir. Moleküllerinde alkol grupları yanında aldehid ve ketondan ileri gelen karbonil grubunu içerirler. Karbonhidratlar, monosakkaritler, disakkaritler ve polisakkaritler olmak üzere üç sınıfa ayrılır.

Glikoz 6 karbonlu bir monosakkarittir. En basit şekilde Formül IV.1 deki gibi formüllendirilir. Numaralandırma aldehid grubu karbonundan başlar. Görüldüğü gibi 2,3,4, ve 5. karbon atomları asimetriktir. Bu yüzden optik aktivite gösterir. Bu dört karbon atomundaki asimetriden dolayı –H ve –OH grupları için 16 farklı konfigürasyon olasılığı vardır. Bunların sekizi, diğer sekiz konfigürasyonun ayna hayalidir. Bu bakımdan bu bileşikler D– ve L– şekilleri olmak üzere ikiye bölünebilirler.

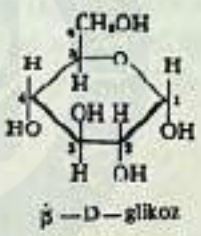


Formül IV-1

Formül IV-1 de serbest bir aldehid grubu görülmektedir. Glikoz molekülü selülozun yapısında bu yazdığımız şekilde bulunmuş olsaydı, aldehidlerin karakteristik reaksiyonlarını vermesi gerekirdi. Halbuki selüloz hiç bir şekilde aldehid reaksiyonu vermez. Bu olayın açıklaması, glikozdaki aldehid grubunun, 5. karbon atomu üzerindeki –OH grubu ile bir siklik yarıasetal vermek üzere kondanse olduğu şeklinde yapılabilir. Bunun, bir dihidroksi türevi vermek üzere sulu çözeltide su molekülünün aldehid grubuna katılması şeklinde meydana geldiği (Formül IV-2) ve bunu da 1. ve 5. inci C atomlarındaki iki hidroksil grubunun kendi aralarından bir molekül suyun uzaklaşmasını izleyerek bir yarıasetal oluşturduğu şeklinde düşünülebilir. (Formül IV-3).



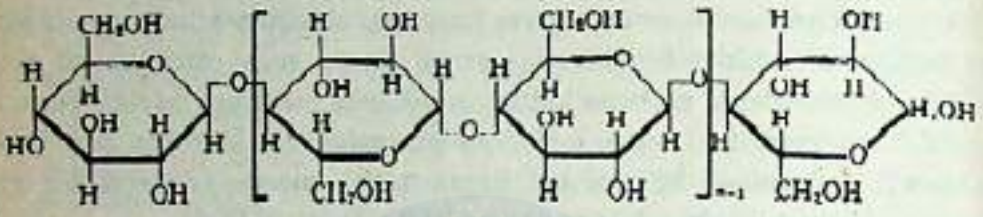
Formül IV-2



Formül IV-3

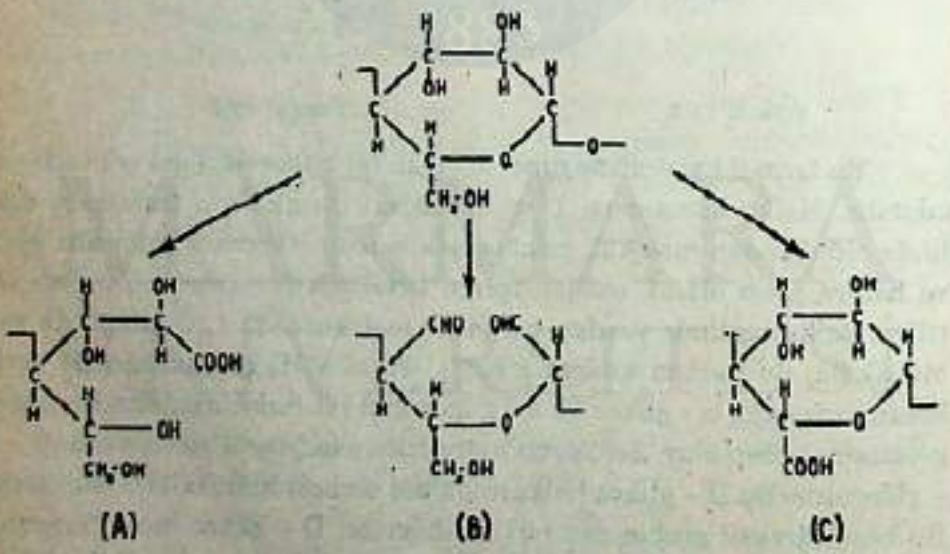
Bu formül kağıt düzlemine dik olan bir halka düzlemi şeklinde yazılabilir. Halka kapanması 1. ve 5. karbon atomlarının birleşmesi şeklinde olduğundan molekül, piranoz şeklindedir. (Bilindiği gibi altı üyeli ve hetero atom olarak oksijen içeren heterosiklik yapıya *piran* adı verilir.) Halka şeklinde yazılan bu glikoz molekülünde 1. C atomu da asimetrikdir. Bu karbon atomuna bağlı –H ve –OH gruplarının iki farklı konfigürasyonu, α - glikoz ve ß - glikoz gibi iki farklı izomerin meydana gelmesine sebep olur. Selülozun hidrolizinde meydana gelen ürün ß – D – glikozdur. Bu D – glikoz halkasında beş serbest hidroksil grubu vardır. Bu beş hidroksil grubundan biri ile diğer bir D – glikoz molekülünün – OH grubu arasında bir molekül su çıkması ile –O– köprülerinin meydana gelmesi sonucu bir polimer zincir oluşur. Yapılan araştırmalarda ß – D – glikoz moleküllerinde 1 ve 4 mevkilerinde böyle bir kondensasyonun meydana geldiği ve bunun sonucu birbirlerine –O– köprüleri ile bağlandıkları ortaya konmuştur. Bu iki hidroksilden biri yarıasetal, diğeri alkol hidroksili olduğundan; bunların reaksiyonu ile bir asetal meydana

gelir. İki –OH grubunun reaksiyonundan meydana gelen bu asetal bağına, karbohidratlarda *glikozid bağları* denir. Bu takdirde geriye biri primer, ikisi sekonder olmak üzere üç serbest hidroksil grubu kalır ki; bunlar da, selülozun esterleşme yeteneğini sağlar. (Formül IV-4).



Formül IV.4

Selüloz aynı zamanda bu noktalardan oksidlenebilir. Pamuğun ağartılması sırasında ağartıcı maddelerle muamelesi selülozu etkiler. Oksidlenme şeklinde olan bu etki genellikle üç noktada meydana gelir ve iki tip oksiselüloz oluşur: asidik oksiselüloz ve indirgen oksiselüloz. Formül IV-5)



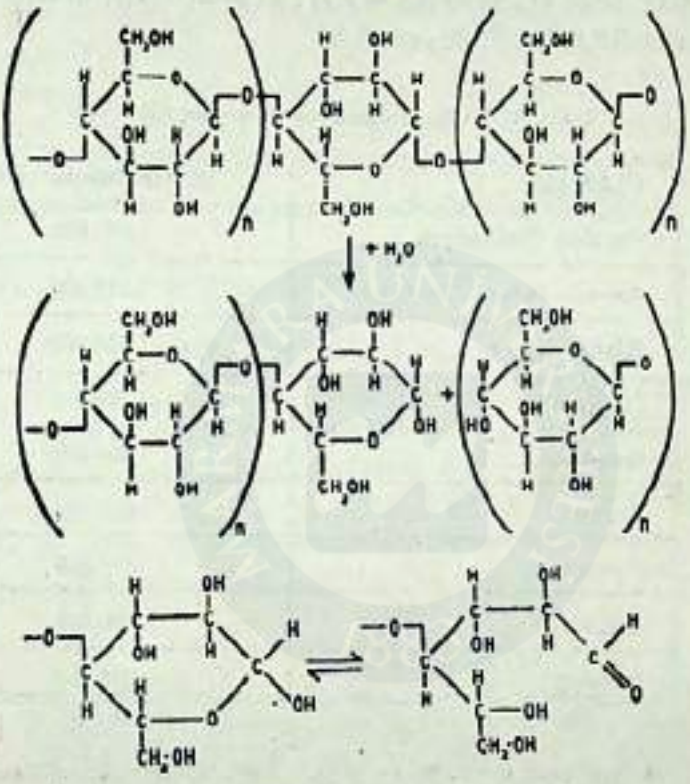
A,C : asidik oksiselüloz

B : indirgen oksiselüloz

Formül IV-5

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Selüloza seyreltik asidlerin etkisi ile hidroselüloz teşekkül eder. Hidroliz sırasında selüloz zinciri, ucunda yeni bir indirgen grup bulunan daha kısa zincirlere ayrılır. Formül VI-6.



Formül IV-6 Hidroselülez oluşumu

IV.1.2 PAMUK

Botanik biliminde adı, gossypium olan pamuk, keten ve yün ile birlikte tekstilde kullanılan en eski elyaftır. M.Ö. 1500 - M.S. 1500 yılları arasında Hindistan, dünyanın pamuk endüstri merkezi idi. M.S. 800 yıllarında Hindistan'dan Japonya ve Çin'e geçti; fakat, bu memleketlerde tekstil alanında kullanılması 13. yüzyıla rastlar. 1271 de Marco Polo tarafından Çin'den Avrupa'ya getirilmiştir. Kristof Kolomb Amerika'yı keşfettiği zaman burada pamuk bitkisi vardı ve tekstil alanında kullanılmaktaydı.

Pamuk bitkisi, Antartika dışında dünyanın her yerinde yetişir. Bitki daha çok nemli ve sıcak iklimi sever. Özellikle Amerika kıtasında,

Rusya, Çin, Hindistan ve Mısır'da, az miktarda da Türkiye ve Sudan'da yetiştirilmektedir. 1986 de yapılan istatistiklere göre dünya tüketiminin % 85 'i aşağıdaki on ülke tarafından karşılanmaktadır: Çin %22,6 A.B.D. % 16,8; BDT. % 15,1; Hindistan % 9,4; Pakistan % 7,9; Brezilya % 4,5; ve diğer ülkeler %5,6 dır. Türkiye % 3,1;

Tablo IV.1. Ülkelere göre pamuk üretim miktarları

ÜLKE ADI	Üretim Miktarı (ton)
Çin Halk Cumhuriyeti	4.500.000
Amerika Birleşik Devletleri	3.913.000
Hindistan	2.363.000
Pakistan	1.700.000
Özbekistan	1.230.000
Türkiye	834.000
Yunanistan	420.000
Arjantin	390.000
Brezilya	370.000

Tablo IV.2. Yıllara göre Türkiye'de pamuk üretimi ile ithalat ve ihracatı

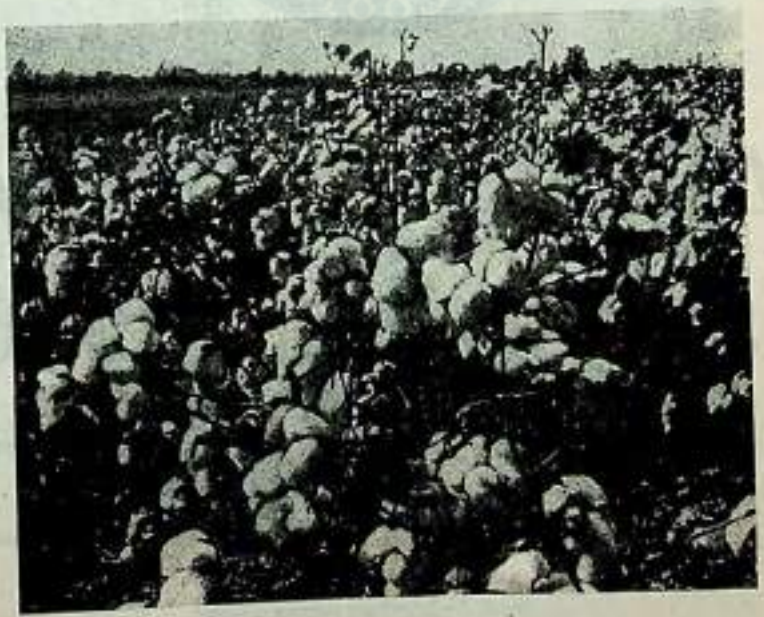
PAMUK	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Üretimi (ton)	654.600	561.227	573.706	602.238	628.286	836.655
Tüketimi (ton)	540.000	625.000	625.000	700.000	850.000	900.000
İhracatı (ton)	112.938	117.672	47.338	149.193	47.106	31.343
İthalatı (ton)	79.107	49.115	152.703	201.666	149.063	186.553
İplik ihracatı (ton)	68.101	56.983	32.866	31.637	86.801	39.733
İplik ithalatı (ton)	30.810	27.667	26.943	62.132	53.288	58.795
Dokuma ihracatı (ton)	28.572	29.737	34.172	38.121	62.707	50.876
Dokuma ithalatı (ton)	16.515	12.967	13.781	26.860	29.769	48.536

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Türkiye'de pamuk, önemli bir endüstri ve ihracat maddesidir. Dünyanın pamuk üreticisi ve satıcısı 34 ülkesi içinde 7. sırada yer alır. Türkiye'de pamuk üretim bölgeleri üçe ayrılmıştır. 1–Çukurova (Hatay, Adana, İçel, Maraş); 2–Ege Bölgesi (Muğla, Aydın, İzmir, Çanakkale, Balıkesir, Bursa, Denizli) ve 3– Antalya Bölgesi. Ayrıca az miktarda Trakya (Meriç havzası), Sakarya Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile Iğdır havzasında üretilmektedir. Bu bölgelerde Amerika'dan getirilerek geliştirilen *deltapine, coker* ve *carolina queen* tipleri ile az miktarda *maydos yerlisi, sea island* ve *akala* tipi pamuklar üretilmektedir.

IV.1. 2.1. Pamuğun Fiziksel Yapısı

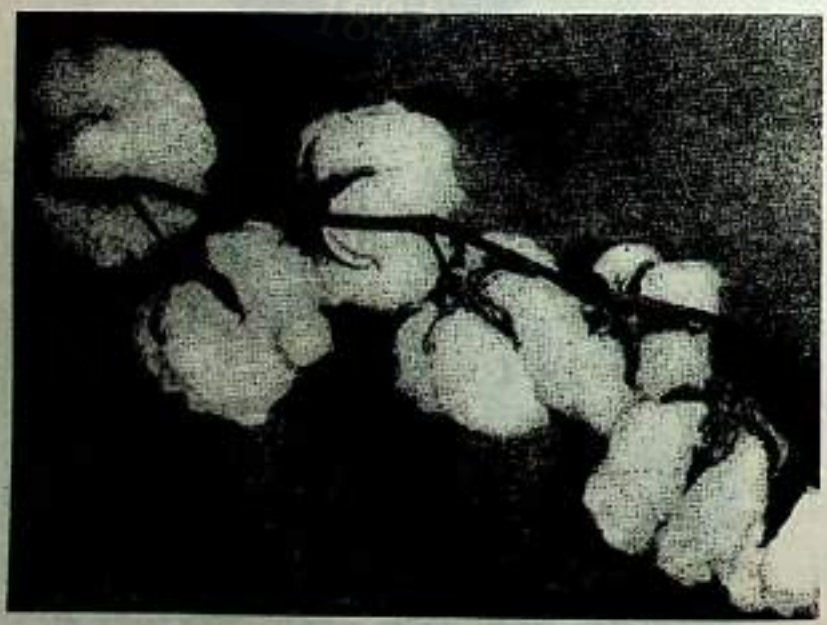
Pamuk bitkisi bir yıllıktır. Yaklaşık 1 metre boyundadır. Bitki ekildikten 80-110 gün sonra en yüksek boyuna eriştiğinde açık pembeden kırmızıya kadar giden renklerde çiçek açar. Bu çiçekler kuruyup döküldüğünde küçük, koyu yeşil piramid şeklinde ve ceviz büyüklüğünde bir tohum zarfı oluşur. Bunun içinde 4-20 kadar tohum bulunur. Koza denilen bu piramid şeklindeki zarf olgunluğa erişinceye kadar içerisindeki tohumlar üzerinde ince lifler oluşmaya başlar. Şekil IV -1,2.



Şekil IV-1 Pamuk tarlası

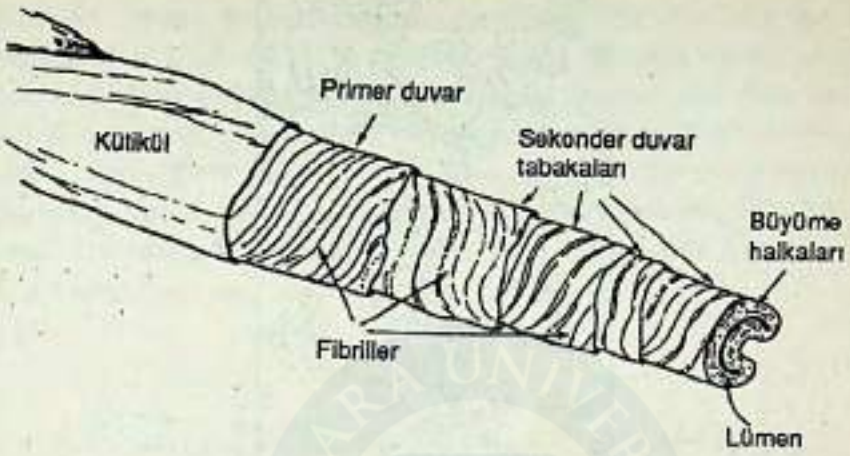
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

10 gün sonra da çekirdek etrafındaki uzun liflerin yanında kısa tüyler oluşur. Bunlara «*pamuk linteri*» denir. Çiçekten sonra kozanın olgunlaşması yaklaşık 45-50 gün sürer. Lifçiğin oluşumu sırasında pamuk lifi ince bir kabuk veya duvarla çevrili boş bir tüp gibidir. Buna *primer duvar* denir. Bu primer duvar doğal yağ ve vakslardan yapılmış olan kütikülden ibarettir. Bu uzamanın sonunda tüp bir uçtan kapanır ve elyaf bir iç duvar (*sekonder duvar*) örmeye başlar. Bu iç duvar, tabaka tabaka selülozla kalınlaştırılır. Bu, her gün bir tabaka olmak üzere yaklaşık 20 gün sürer. Bu sırada elyaf içindeki, *lümen* denilen kanalın hacmi küçülür. Şekil IV-3. Büyüme sırasında lif silindiriktir ve renksiz denecek kadar parlaktır. Koza, olgunluğa eriştiği anda çatlar ve pamuk tohumları yumuşak bir elyaf kütlesi ile kaplı olduğu halde açığa çıkar. Havaya maruz kaldığı anda elyaf su kaybeder; Bunun sonucunda parlaklığı gider, beyazlaşır ve silindirik halden bir tarafı göçmüş ve bükülmüş bir hale geçer. Bu durum pamuğun eğirme kalitesini arttıran iyi bir özelliğidir. Şekil IV-4. Herbir pamuk tohumu (çiğit) üzerinde, 10000-20000 kadar pamuk lifi vardır. Elyaf çiğit ağırlığının 1/3 ünü olur.

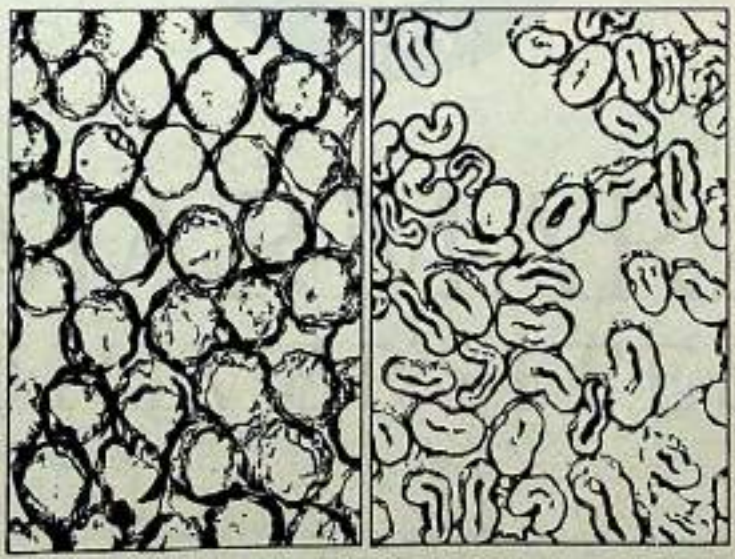


Şekil IV-2 Açılmış pamuk kozası

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



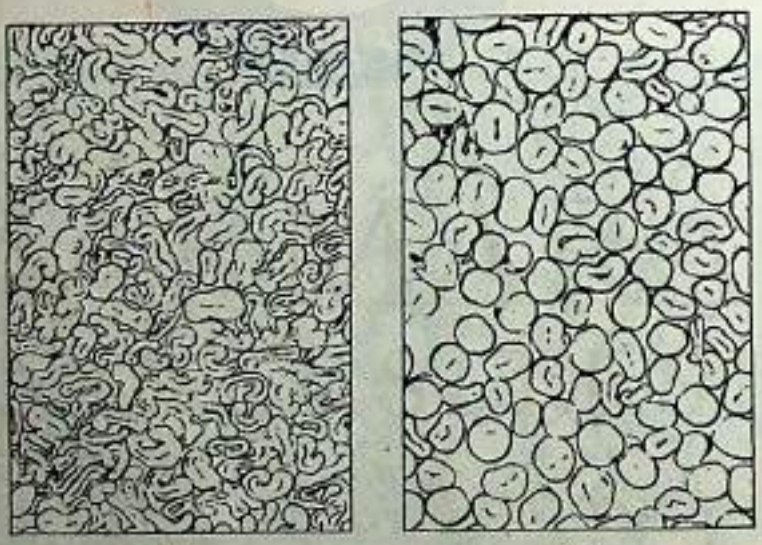
Şekil IV-3 Pamuk kristalin bölgeleri (fibrillerin) durumu



Şekil IV-4
Pamuk lifinin havada kuruyup kıvrımlı hale gelmesi



Şekil IV-5
İnce duvarlı ölü pamukların enine kesitlerinin mikroskop altında görünümü



A) Doğal pamuk, B) Merserize pamuk
Şekil IV-6 Pamuk elyafın enine kesitlerinin mikroskop altında görünümü

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Pamuk lifi bir ucu kapalı uzun bir tek hücredir. Çöktürülürken bükülmüş bir boruya benzer; öyle ki spiral bükümlü dar bir şerit görünümündedir. Şekil IV-7. Merkezdeki kanal (lümen) elyaf boyunca devam eder. Eğer gelişme sırasında pamuğun iç tabakaları tam olarak gelişmemişse, elyaf ince duvarlı ve büklümsüz görünüştedir. Buna *ölü pamuk* denir. Şekil IV-5 Bu tip lifler, zayıf ve kolay kırılgan olduklarından düşük kalitelidir. Eğirme yeteneği düşüktür, kolayca boyanmaz. Bu bakımdan boyanmış kumaşlarda boyanmamış lekeler halinde görülür.



Şekil IV-7 Pamuk liflerinin mikroskop altında boyuna görünümü

IV.1.2.2. Pamuğun Fiziksel Özellikleri

Pamuk bitkisinin farklı türleri vardır. En iyi kalite pamuk Amerika'da yetişen Sea-Island türüdür. Ortalama 5 cm uzunluğundaki stapelleri çok ince, parlak ve yumuşaktır. Amerikan pamuğu, Mısır pamuğu, Hind pamuğu ve Çin pamuğu sırasına göre pamuk kalitesi gittikçe düşer. Hind ve Çin pamukları genellikle kaba iplik yapımında kullanılır. Mısır pamuğu ise kahverengi ve beyaz renklerde olabilir. Kahverengi olanı ağartma işlemi ile beyazlatılabilirse de işlem oldukça zor ve masraflıdır.

Pamuk elyafı genellikle kremimsi beyaz renktedir. Bu renk iklim, toprak ve yetişme koşullarına göre değişir. Mısır pamuğu kırmızımsı - kahverengidir. Pamuk liflerinin boyu 1 cm den 7,5 cm e kadar değişir. Çapı ise 6-25 mikrondur. Yoğunluğu 1,50-1,55 dir. Türkiye'de yetiştirilen pamuk liflerinin boyu, ortalama 2-3,9 cm dir.

Pamuk havadan kolaylıkla nem absorplar. Fakat elle tutulduğunda kuru olarak hissedilebilir. Bu özellik bütün büyük yüzeyli maddeler için karakteristiktir. 110°C de kurutulursa nemin bu-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

harlaşmasından dolayı bir ağırlık kaybeder. Pamuktaki nem miktarı, maruz kaldığı havanın nemine ve temperatüre bağlıdır. Pamuğun nem çekmesi bazı fiziksel özelliklerine etki eder. Bunların en önemlisi dayanıklılığında ve uzamada artma göstermesidir. Dayanıklılıktaki artma %30'a çıkar. Ancak bu, pamuğun herhangibir işlem sonucu buzunmadığı durumda geçerlidir. Aksi halde ıslandığındaki dayanıklılık, kuru haldekinden daha az olur. Pamuktaki su absorpsiyonu hem fiziksel hem de kimyasaldır. Fiziksel olarak absorplanmış su, pamuk belli bir sıcaklığa ısıtıldığında giderilebilir. Fakat bu işlem sonucunda kumaş veya iplik üzerinde uzaklaştırılamamış bir miktar su vardır. Bu zor ayrılan su kimyasal olarak absorplanmış sudur. Hidrojen bağı tipinde bağlarla selülozun –OH gruplarına sıkıca bağlanmıştır. Bu düşünüş şekli selüloz asetat ve selüloz nitratın (bu bileşiklerde selülozun –OH grupları esterleşmiştir,) pamuktan önemli ölçüde daha az su absorplaması ile kanıtlanabilir. Diğer taraftan merserize pamuk şişmiş halde bulunduğu ve bu yüzden daha fazla yüzeye sahip olduğu için tabii pamuktan daha fazla su absorplar. Pamuk, ıslatıldığında ağırlığının %70'i kadar su çeker, ticarette pamuk üzerinde ancak %8,5 nem normal kabul edilir.

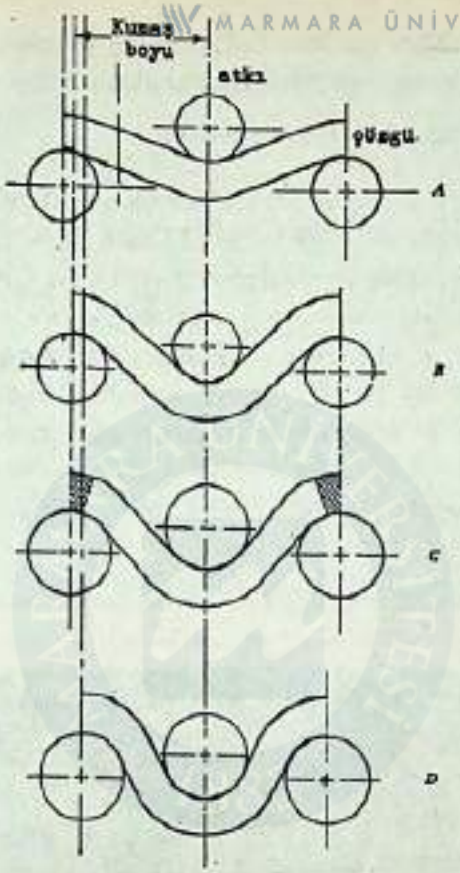
Pamuktan yapılmış kumaşlarda ıslanma sonucu boyca ve ence çekmeler görülür. Bunun sebebi elyafın su ile şişmesidir. Liflerin boyuna şişmesi, enine şişmeye göre çok azdır. Elyafın polimer molekül zincirlerini birbirine bağlayan hidrojen köprüleri kolaylıkla kopabilir ve su molekülünün eklenmesi ile yeniden köprüler teşekkül edebilir. Bu olay molekül şebekesinin genişlemesine ve şişmesine sebep olur. Bu şişme iplikte ve kumaşta Şekil IV-8 de görüldüğü gibi çekmelere, boyut kısalmalarına sebep olur.

IV.1.2.3. Pamuğun Kimyasal Yapısı ve Kimyasal Özellikleri

Pamuk lifinin kimyasal bileşimi aşağıdaki yüzdeler içindedir:

Selüloz	:	% 88-96
Protein ve pektin	:	% 1,5-5,0
Anorganik maddeler	:	% 1,0-1,2
Nem	:	% 2,0-3,5
Vaks ve yağ	:	% 0,5-0,6

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



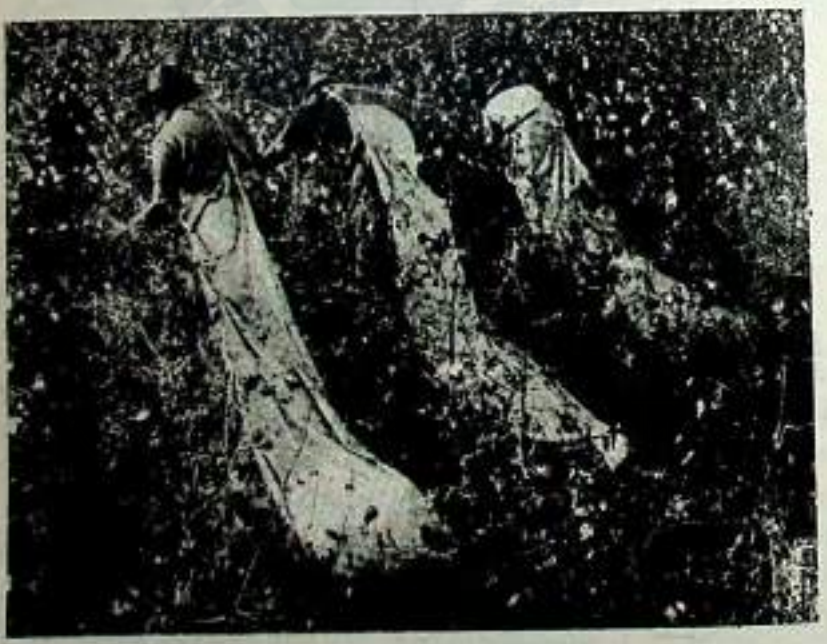
Şekil IV-8 Pamuklu kumaşta ıslanma sonucu kısalma

Bu miktarlar pamuk bitkisinin yetişme koşullarına göre kısmen değişiklikler gösterir. İleride anlatılacak olan pişirme, ağartma gibi terbiye işlemleri sonucunda elyafdaki selüloz yüzdesi 99'a kadar ulaşır. Pamuk, sıcak ve soğukta kuvvetli asidlerle bozulur. Zayıf asidlerle ise sıcakta çürür. Zayıf bazlar, pamuk üzerine çok az etki eder. Fakat kuvvetli ve derişik baz çözeltileri ile özel etkiler oluşur. 150°C nin üzerindeki sıcaklıklardan etkilenir. Ancak bu temperatürde uzun süre tutulmazsa bu etki önemli değildir. 170°C de ise kısa zamanda kavrulmaya başlar. Hava temasında ısıtılacak olursa alkol, asetik asid ve az miktarda diğer gaz ürünler çıkar. Asidlerin etkisi ile *hidroselüloz*, ağartıcı maddelerin etkisi ile (oksidasyon maddeleri) de *oksiselüloz* vermek üzere bozunur. Bu durum pamuğun dayanıklılığını azaltır. Uzun süre havada kalan pamuklu materyal, bu koşullardan kolay kolay etkilenmez. Güneş ışıkları

elyafın dayanıklılığını azaltır. Yakıldığında parmak arasında ezilebilen gri-siyah bir kül bırakır ve yanık kağıt kokusu duyulur.

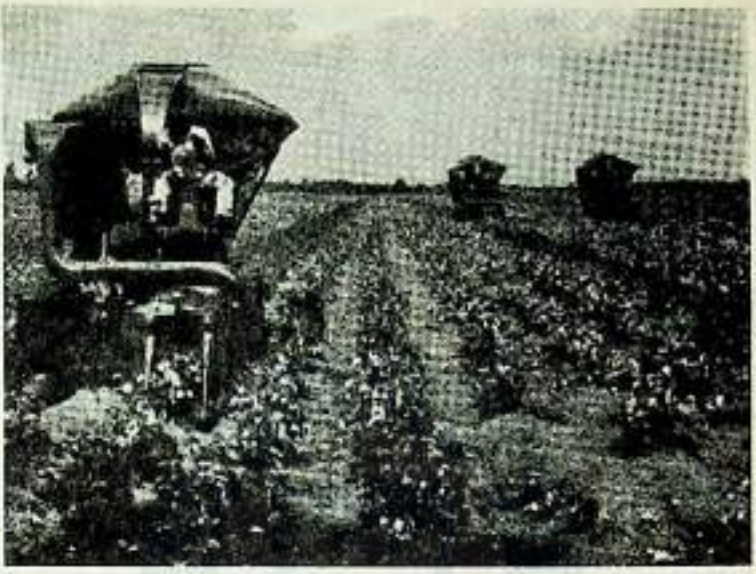
IV.1.2.4. Pamuk Lifinin Üretimi

Kozların açılmasından sonra pamuk ya elle veya makinelerle tarlalardan toplanır. Şekil IV-9 ve 10. Elyafın koza kabukları yaprak kırıntıları ve tohumlarından ayrılması gerekir. Bu işlem çırçır makineleri ile yapılır. Genellikle roller-gin ve saw-gin tipi olmak üzere iki ayrı sistemde çalışan çırçır makineleri kullanılır. Bunlardan saw-gin çırçır makinesinde yukarıdan verilen pamuk, kanatlı silindir yardımıyla demir kollara doğru fırlatılır. Bu sırada testere dişliler de pamuğu yukarıya demirlere doğru sürükler. Demirler ve dişliler birbirlerine çok yakındır. İkisi arasından yalnız pamuk lifleri geçebilir, çiğit geride kalır ve aşağıya düşer, Şekil IV-11.

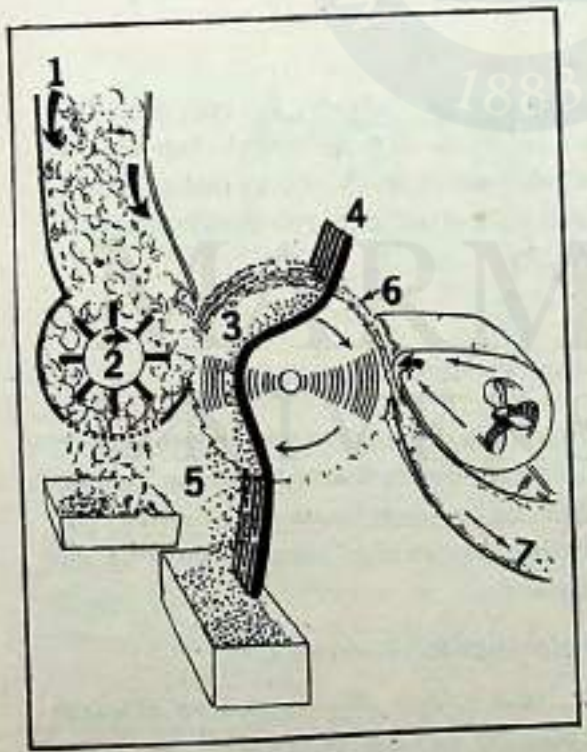


Şekil IV-9 Pamukların elle toplanması

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil IV-10 Pamukların makine ile toplanması



1- Pamuğun makineye verilişi

2- Kanatlı silindir

3- Testere dişlileri

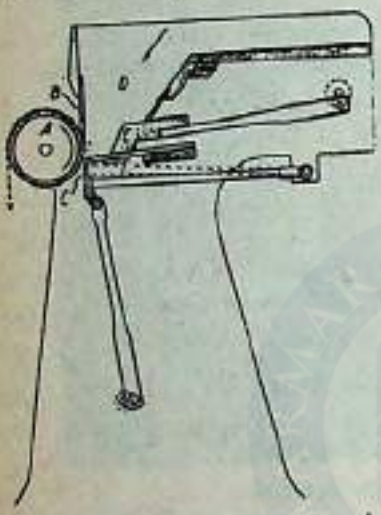
4- Dişlilerin iki tarafındaki demir çubuklar

5- Tohumlar

6- Testere dişliler üzerindeki pamuk liflerinin hava akımı ile alınışı

Şekil IV-11 Saw-gin tipi çırçır makinesi

Roller-gin çırçır makinesinde testere dişliler yerine bir meşin silindir bulunur. Bu silindirin yüzeyi elyafı tutabilmek için pürüzlü bir yapıya sahiptir. Meşin silindir üzerine yapışan elyaf, bir bıçak yardımıyla tohumlardan ayrılır. Şekil IV - 12.



A: Meşin silindir

B: Bıçak

C: Tohumdan elyafı ayırmaya yardım eden vurucu kanat

D: Pamuğun verildiği yer

E: Pamuğu meşin silindire doğru iten blok

F: Tohumların toplandığı ızgara

Şekil IV-12 Roller-gin tipi çırçır makinesi

Çırçır makinelerinden alınan pamuk, balyalar halinde iplik fabrikalarına gönderilir. Çırçırlama sırasında pamuk liflerini kopması ile oluşan kısa tüylerle, tohum üzerinde kalan kısacık tüylere *linter* denilir. Bunlardan genellikle rejenere selülozik elyaf, patlayıcı madde, kağıt ve plastik madde yapımında yararlanılır.

IV.1.2.5. Pamuklu Kumaşın Terbiyesi

Her pamuklu kumaş dokuma veya örme işleminden sonra bir terbiye işleminden geçer. Terbiye işlemi görmemiş dokuma ve örme kumaşa *ham kumaş* denir. Terbiye işlemleri ile kumaşın kusurları düzeltilir, kullanışlı hale getirilir, boya veya desen verilecekse bunlar yapılır ve aprelenir. Bundan sonra tüketiciye sunulur.

Pamuk kumaşlarda bu terbiye işlemleri şu sırayı izler:

1– Yakma (alazlama), 2– Haşıl sökme, 3– Pişirme ve ağartma (kasar), 4 – Merserizasyon, 5– Boyama veya baskı, 6– Apre.

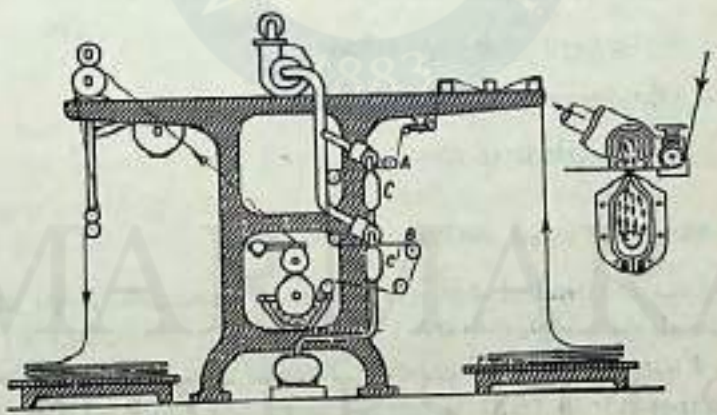
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

IV.1.2.5.1. Yakma (Alazlama)

Dokuma tezgahından çıkmış pamuklu kumaşların yüzeyinde, ipliklerdeki elyafın serbest uçlarından dolayı ince bir hav mevcuttur. Pek çok kumaşta – özellikle pamuklu kumaşlarda – düzgün bir yüzey istenir. Eğer bir de baskı ile boyanacaksa bu havın mutlaka giderilmesi gerekir. Bunun için yakma makimelerinde kumaşın havı, kumaşa bir zarar vermesizin yakılır. Bu şekilde kumaştaki fırça ile temizlenemeyen tüy ve tozlar temizlenir. Kumaşın yüzeyine bir düzgünlük verilir. Bu arada nişastalı haşıl maddeleri de sıcaklık etkisi ile kısmen dekstrin haline gerek haşılın sökülmesini kolaylaştırır. Kumaş, yakma makinelerine verilmeden evvel iyice kurutulmalıdır. Genellikle iki tip yakma makinesi kullanılır: *Plate* ve *gazlı yakma* makineleri. Plate yakma makinelerinde kumaş kızdırılmış bakır levha üzerinden geçirilir. Gazlı makinelerde ise kumaş yüzeyi çıplak gaz alevi üzerinden hızla geçer. Geçiş hızı kumaşın yanmasını önleyecek şekilde olmalıdır. Şekil IV.13.

C ve C' : alev yüzeyleri

Yanda alev yüzeyleri görülmektedir



Şekil IV-13 Gazlı yakma makinesi

Yakma makinelerinde bazen kumaşın yalnız bir yüzü yakılabilir. Sistem bazen de kumaşın iki yüzünü yakacak şekilde ayarlanır. Gazlı yakma makinelerini gösteren Şekil IV-13 de C ve C' bölgelerine kumaşın iki yüzünün de ayrı ayrı yakıldığını görülmektedir. Bu makinelerde kumaş çıplak gaz alevine tutulur ve sonra su dolu tekneden geçilerek yanmaya devam edebilecek olan kıvılcımlar söndürülür.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

IV.1.2.5.2. Pamuklu Kumaşta Haşıl Sökme

Haşıl sökme işlemi, nişasta ile haşıllanan özellikle pamuklu kumaşlarda çok önemlidir. Pamuklu kumaşlarda pişirme işleminden önce nişastanın uzaklaştırılması, ilerideki saflaştırma işlemlerinde gerekli olan işlemleri ve buna bağlı olarak pişirme ve ağartmada kullanılacak madde miktarlarını azaltır. Nişastalı haşılın sökülmesi, önce nişastanın suda çözünen ürünlere parçalanması ve bunların da su ile yıkanması suretiyle yapılır. Haşıl sökme işlemine başlamadan evvel kumaş, nişastanın şişmesi için kaynar su banyosu içine batırılır. Bu şekilde nişastanın enzimlere ve kimyasal reaktiflere karşı etkinliği artar. Bir başka seçenek de kumaşı su ile ıslatmak ve bir gece bekletmektir. Demlendirme denilen bu işlem sırasında suda çözünen safsızlıkların bir kısmı da uzaklaştırılmış olur. Ancak doğal safsızlıkların yalnız pişirme işlemi sırasında uzaklaştırılabildiği unutulmamalıdır.

Temel olarak nişastanın küçük moleküllere parçalanarak kumaştan sökülmesi işlemi dört farklı yolla yapılır:

1– Asidlerle haşıl sökme

2– Su ile çürüterek haşıl sökme

3– Oksidasyon maddeleri ile haşıl sökme

4– Enzimlerle haşıl sökme

1–Asidlerle haşıl sökme:

Yakma makinelerinden gelen kumaş, üstündeki haşıl miktarı ve kumaşın kalınlığına göre % 0,5-1 lik sülfat asidi çözeltisine 40°C de batırılır ve 4 saat teknelerde bekletilir. Burada asid konsantrasyonunun % 1'i ve temperatürün 50°C yi aşması selülozda bozunmalara, *bakır sayısının* artmasına sebep olur. Ayrıca dikkat edilecek bir başka husus, üst tabakalardaki kumaşın kurumamasıdır. Üst tabakalarda kumaş kuruyacak olursa bir fitil gibi aşağıdan çözelti çekecek ve bu üst kısımlarda çözelti konsantrasyonu artacaktır. Asid konsantrasyonunun artması pamuğun hidrolizini kolaylaştırılır ve hidroselüloz teşekkül eder. Bu yüzden bekleme sırasında teknedeki kumaşın üstü kalın ıslak bir bezle veya polietilen örtülerle örtülmelidir. Asidle haşıl sökme iyi ve dikkatli yapıldığı takdirde tehlikesiz ve ucuzdur. Bekleme süresi sonunda teknelerden alınan kumaş, yıkanarak diğer işlemlere yollanır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

2-Su ile çürüterek haşıl sökme:

Islatılmış kumaş havuzlara yatırılarak 24-48 sat bırakılır. Bu koşullarda suda çözünen safsızlıklar ve nişastanın bir kısmı uzaklaştırılmış olur. Suda doğal olarak var olan bakteriler yardımıyla fermentasyon başlar, sıcaklık 25-40°C ye yükselir. Bu sırada nişasta suda çözünebilen küçük molekküllü bileşiklere bozunur. Bu ürünler de yıkamakla giderilir.

3-Yükseltgen maddelerle haşıl sökme:

Sodyum persülfat, hidrojen peroksid gibi yükseltgenler ile de haşıl sökmek mümkündür. Oksidasyon maddeleri uygun miktarlarda kullanıldığında pamuk selülozunu etkilemeyip nişastayı bozundurduklarından haşıl sökme işleminde yararlanılır. Bu sırada ağartma işlemi de yapılabilir. Persülfatlarla haşıl sökme işleminde uygulanan yöntem, önce içinde persülfat (amonyum veya sodyum persülfat) çözeltisi olan bir tekne içerisinde 60-90°C de kumaşın ıslatılmasıdır. Sonra birkaç saat yığın halinde bekletilir ve yıkanır. Bu yöntemde nişastanın çözülebilmesi olasılığı enzimlerle yapılandan daha azdır. Bunu izleyen bir peroksid ağartmasında haşılın uzaklaştırılması işlemi tamamlanır.

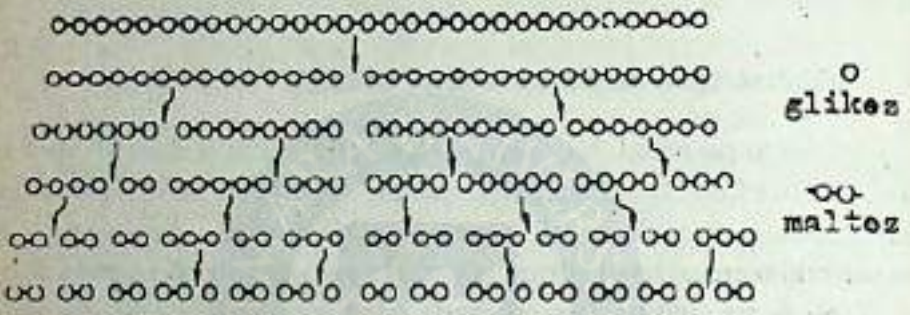
Bundan daha iyi bir haşıl sökme, sodyum bromit ($NaBrO_2$) ile pH'nin 9 dan büyük olduğu ortamda yapılır. Kumaş, kg başına 1 gram aktif bromit içeren ve pH si 10 olan soğuk çözeltide fularlanır. Bundan sonra bir gece bekletilir. Koşulları değiştirerek, 50°C de ve 1 gram aktif bromit için 20 g/L NaOH ilave edilmiş çözelti ile yapılan haşıl sökme işlemi 20 dakikada tamamlanır. Bu şartlarda bu işlemler, (kontinü=) sürekli yöntemle pişirme ve ağartma işlemleri ile birlikte ardarda yapılır.

4-Enzimlerle haşıl sökme:

Enzimler, biyokimyasal reaksiyonların hızlarını ayarlayan büyük molekküllü katalizörlerdir. Kimyasal yapıları bakımından yüksek molekküllü proteinlerdir. Amiloz ve amilopektin polisakkaritlerinden oluşmuş olan nişastanın, hidroliz reaksiyonunu kolaylaştıran (reaksiyon hızını arttıran) bir enzim de amilazdır. Nişastanın parçalanması için kullanılan amilaz enzimi iki yarı tiptedir: α -amilaz ve β - amilaz. Genellikle α -amilaz ve β - amilaz birbirine benzer; her ikisi de nişasta mo-

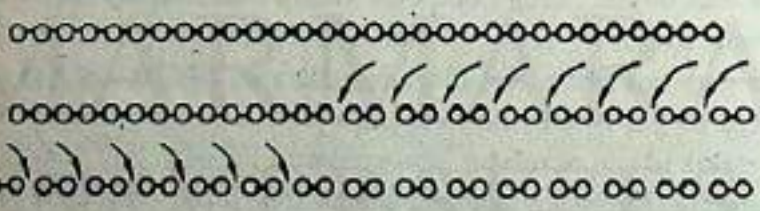
leküllerini glikozid bağlarından hidroliz eder. Fakat reaksiyon noktaları birbirinden farklıdır.

α -amilaz önce uzun zincirli amiloz moleküllerini yaklaşık 12-14 glikoz biriminden oluşmuş dekstrin moleküllerine böler. Daha sonra bu birimleri de ikiye bölerek maltoza kadar giden çabuk bir parçalanma meydana gelir. Şekil IV-14.



Şekil IV-14 Amiloz molekülü üzerine α -amilaz etkisi

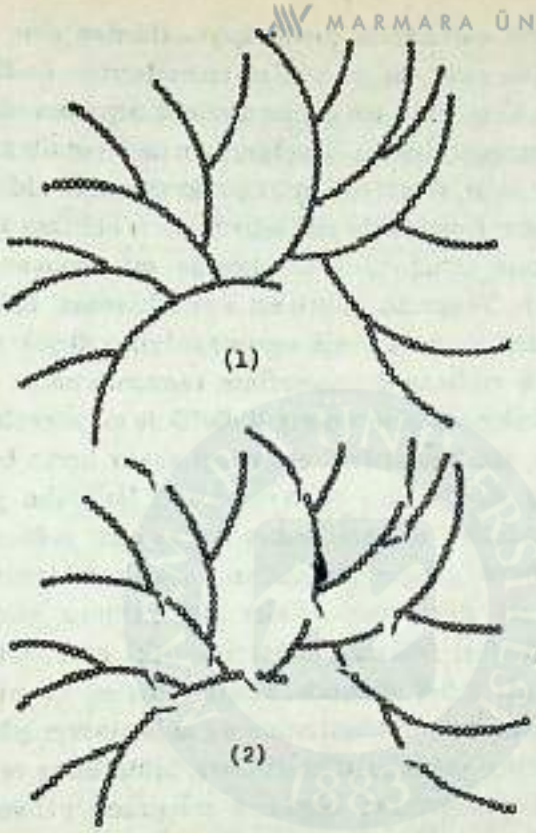
β– amilaz ile polimer zincirin ucundan bir maltoz birimi uzaklaştırır. Bu reaksiyonun tekrarlanması ile uzun zincir maltoz moleküllerine bölünmüş olur. Şekil IV - 15.



.Şekil IV-15 Amiloz molekülü üzerine β -amilaz etkisi

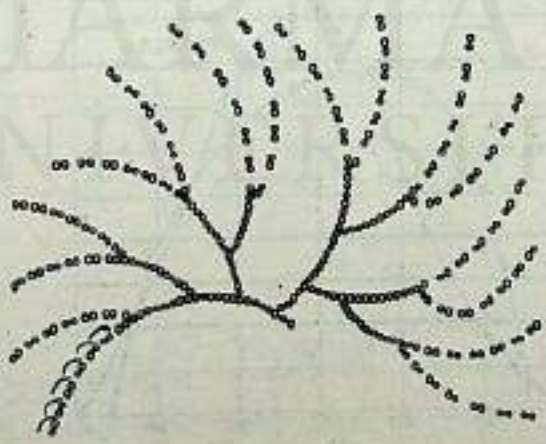
Amilopektin molekülü üzerine α - ve - β amilaz enziminin etkileri Şekil IV - 15 ve 16 gösterilmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



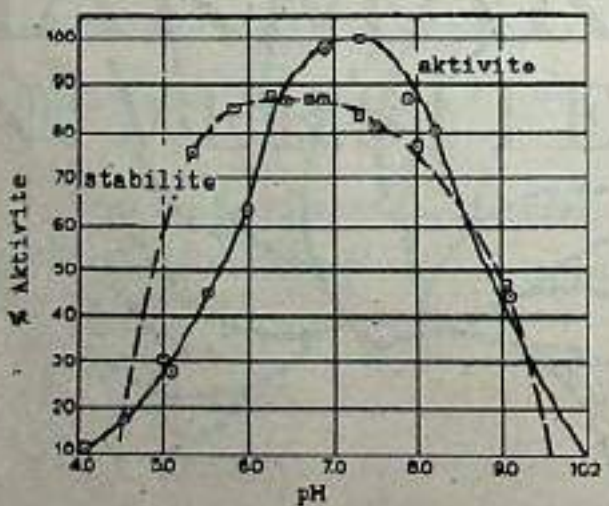
(1) etkiden önce (2) etkiden sonra

Şekil IV-16 Amilopektin molekülü üzerine α - amilaz etkisi



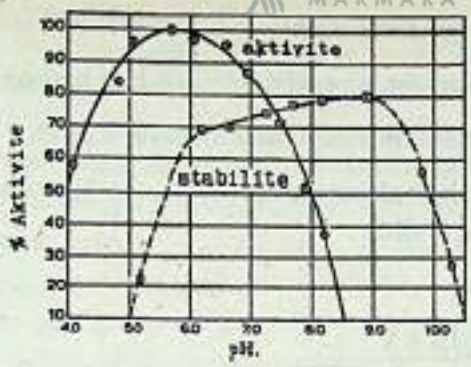
Şekil IV-17 Amilopektin molekülü üzerine β - amilaz etkisi

Amilaz enzimi endüstride çeşitli kaynaklardan elde edilir. Böyle çeşitli kaynaklardan elde edilen amilaz enzimlerinin özellikleri ve bileşimleri farklıdır. Örneğin, taze çimlendirilmiş arpadan ekstraksiyonla elde edilen malt enzimleri hem α - amilaz, hem de β - amilaz içerir. Pankreatik enzimler ise öküz, dana ve domuz pankreasından elde edilir ve genellikle α - amilazdır. Enzimlerin saflaştırılmaları oldukça zordur. Zaten saf halde dayanıksız olduğundan endüstride saf olmayan enzim preparatları kullanılır. Yukarıda belirtilen kaynaklardan elde edilen enzimlerle (malt enzimi ve pankreatik enzim) oldukça düşük sıcaklıklarda çalışılır. Nişastanın maltoza dönüşmesinin tamamlanması uzun zaman gerektirir. Bu enzimlerin fonksiyonları 40-60°C de en yüksek noktadadır. Bunun üstündeki sıcaklıklardaki aktivitesi azalır hatta bozulur. Bakteri kültürlerinden elde edilen bakteri enzimi ise daha yüksek temperatürlere dayanıklıdır. α - amilazdan ibaret olan bakteri enzimi ile yüksek temperatürlerde çalışarak nişastanın sökülmesi işleminde zaman kısaltılmış olur. pH deki değişiklikler de enzimin stabilitesi (dayanıklılığı) ve aktivitesi (etkenliği) üzerine etki eder. Örnek olarak, pankreatik enzim pH = 5-8 arasında, bakteri enzimi ise pH = 6-9 arasında stabildir. Yukarıda anlatılanlardan da anlaşılacağı gibi farklı kaynaklardan elde edilen enzimlerin özellikleri, bileşimleri ve aktiviteleri (etkinlikleri) farklı olduğundan bunlarla çalışırken, pH ve temperatür gibi çalışma koşullarının belirtilmesi ve iyi ayarlanması gerekir. Yine aynı şekilde, kullanılacak enzim miktarı da kumaşın cinsine ve yapısına bağlı olduğu kadar enzimin kendisine de bağlıdır. Şekil IV-18, 19, 20, 21.

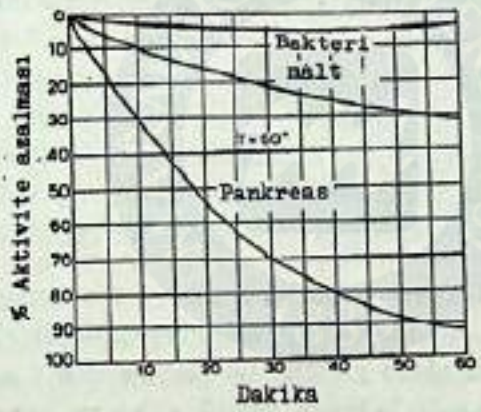


Şekil IV-18 Pankreas amilazının aktivite ve stabilitesi üzerine pH'nin etkisi

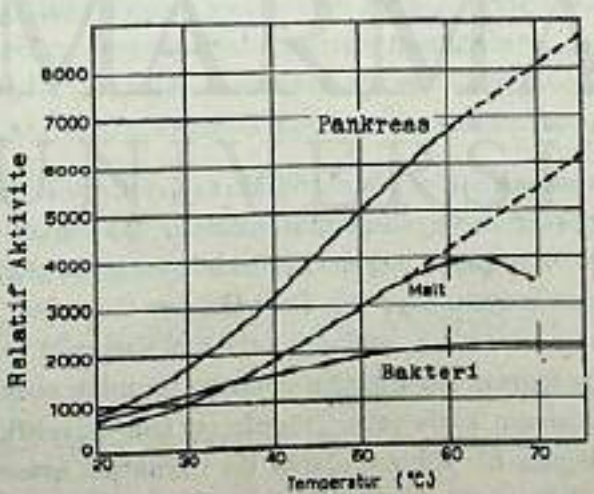
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil IV-19 Bakteri amilazının aktivite ve stabilitesi üzerine pH'nin etkisi



Şekil IV-20 60°C de amilazlarda aktivite azalması



Şekil IV-21 Amilazların farklı sıcaklıklarda aktiviteleri

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Laboratuvarlarda amilaz preparatlarının aktiviteleri;

a) Nişasta pastasının viskozitesinin azalma hızının izlenmesi ile,

b) İndirgen grubun miktarındaki artmayı ölçerek,

c) İyod-nişasta kompleksinin mavi renginin kaybolma hızını ölçerek belirlenebilir.

IV.1.2.5.3. PİŞİRME

Haşıl sökme işleminden sonra, elyafın yapısından ileri gelen safsızlıkları gidermek için kumaşa *pişirme* işlemi uygulanır. Ancak, haşıl sökme işleminden sonra kumaş iyice çalkalanmalıdır. Bu işlem pamuklu kumaşta çok önemlidir. Yeni bir işleme geçilmeden önce daha önceki işlemi sırasında oluşan maddelerin kumaş üzerinden tamamiyle giderilmesi gereklidir. Aksi halde bu maddeler yeni bir işlemde ya yeniden çöker veya kullanılan maddelerin etkisini azaltır. Bu bakımdan pişirme işlemine geçmeden önce kumaşın iyice yıkanması gerekir.

Doğal haldeki elyafın safsızlıklarının ve bunlardan ileri gelen istenmeyen renklerin, kumaş ister beyaz halde satılacak olsun, ister boya ve baskıya verilecek olsun giderilmesi gerekir. Ham pamuk üzerinde yaklaşık % 0,5 oranında bulunan pamuk vaksı ve pamuk yağları, pamuğun hidrofilliğini (suya karşı ilgisini) azalttığından; boyama ve ağartma işlemlerinde abraşlara (dalgalı boyama ve dalgalı ağartma) sebep olur. Bu safsızlıkların giderilmesi pişirme işlemi ile yapılır. Bu işlemde pamuklu kumaş, bazik çözeltiler ile kaynatılır. Alkali çözeltisi olarak sodyum hidroksid, soda ve sabun veya kireç kullanılır.

Kireç ile pişirme çok eskiden geniş ölçüde kullanılırdı. Temel olarak işlem, kumaşı kireç sütü ile kaynatmaktan ibarettir. Bu esnada yağların hidrolizi ile serbest hale geçen yağ asidleri, kireç ile suda çözünmeyen kalsiyum sabunlarını meydana getirir. Bu kalsiyum sabunları, sodyum karbonat ile ikinci bir kaynatma yapılarak kalsiyum karbonat ve suda çözünen sodyum ve potasyum sabunlarına dönüşür. Bundan sonra kumaş iyice yıkanır ve kalsiyum karbonatın giderilmesi için seyreltik HCl ile muamele edilir. Değişik bir yöntem olarak iki kaynatma arasında HCl ilave edilerek de kalsiyum sabunları serbest asidlere ve kasiyum da suda çözünen kalsiyum klorüre dönüştürülür ve bu $CaCl_2$ de yıkama ile gi-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

derilir. Serbest asidler ve pektik asid de yeniden sodyum karbonat ile kaynatılmakla su ile yıkanabilen sodyum tuzlarına dönüştürülür. Bu ilave uygulamaların zorlukları kireçle pişirme işlemini güçleştirir. Bunun yerini sodyum hidroksidle pişirme işlemi almıştır. Ancak, ince ve nazik kumaşlarda sodyum hidroksidle pişirme işlemi çok şiddetli olduğundan alkali olarak soda ve sabun kullanılmaktadır. Sodyum hidroksid ile pişirmede vakslar ve renk veren maddeler dışında bütün safsızlıklar suda çözünebilen maddelere dönüşebilir ve böylece yıkama ile giderilebilir. Yağlar sabunlara dönüşür, bunlar da vaksları emülsiyon haline geçirirler. Proteinler basit aminoasidlerin sodyum tuzları haline geçer. Bu bakımdan pişirme işlemlerinde, sonradan oluşan bu maddelerin yıkanmalarında kalsiyum ve magnezyum tuz ve sabunlarının çökmemesi için yumuşak su kullanılmalıdır.

Alkali çözeltisi pişirilecek kumaşın cinsine göre hazırlanır. Burada bazik maddenin çözeltideki konsantrasyonu değil, kumaşa göre miktarı saptanır. Tekstil endüstrisinde kimyasal maddeler kumaşa göre kullanıldığından, miktarlar kumaş ağırlığı temel alınarak belirlenir. Sodyum hidrosid miktarı % 2-6 arasında alınır. Bu demektir ki 1000 kg kumaş için 20-60 kg sodyum hidroksid pişirme banyosu içinde çözündürülmelidir. Baz olarak sodyum hid kullanıldığında, hesaplanan sodyum hidroksidin seyreltik çözeltileri hazırlanmalıdır. Aksi halde yer yer merserizasyon olayı ve çekmeler görülür. Merserizasyon işlemi de yapılan fabrikalarda genellikle merserizasyondan arta kalan sodyum hidrosid çözeltisi seyreltilerek pişirme banyosunda kullanılır. Pişirme yöntemi ile safsızlıkların giderilmesi daha çok kumaşlara uygulanır. Bu aynı zamanda işletme kolaylığı sağlar. Pamuklu kumaş genellikle halat (buruşuk) şeklinde pişirilir. Bu şekilde çalışmak daha ucuzdur. Ancak bazı kumaşlarda geniş şekilde çalışmak gerekir.

Elyaf halinde pişirmelerin gerekli olduğu durumlarda – örneğin, tıbbi amaçlarda – elyaf, kaba stoklar halinde pişirilir ve ağartılır.

Kullanılan cihazlara göre üç pişirme yöntemi vardır:

1 – Kazan pişirmesi (kier boiling)

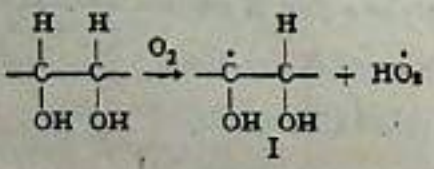
2 – Kontinü (kesiksiz) pişirme

3 – Organik çözücülerle pişirme

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

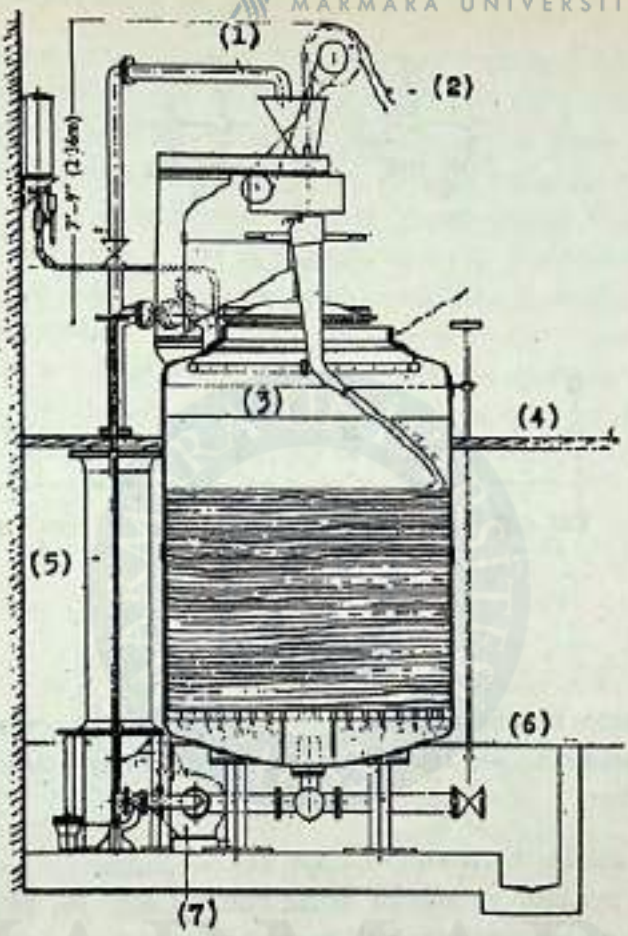
1 – Kazan pişirmesi:

Pişirme işlemi büyük özel kazanlarda yapılır. Kazan, içerisine kumaşın halat şeklinde istif edildiği ve bu kumaş içerisinden alkali çözeltisinin sirküle edilebildiği dibinde delikli bir bölme (D) bulunan ortalama iki ton kapasiteli büyük silindirik bir kaptır. (Şekil IV-22). Atmosfer basıncında ve 100°C de pişirme yapılacaksa kazanın ağzı açık bırakılır. Fakat basınç altında ve daha yüksek temperatürde çalışılacaksa, üzerinde buhar çıkış valfi, manometre, termometre v.b. bulunan bir kapak (E) bulunur. Modern kazanlarda çözeltinin devrettirilmesi santrifuj pompası (C) ile sağlanır ve çözelti bir ısıtıcıdan (B) geçirilerek ısıtılır. Kumaş kazana verilmeden önce, üzerindeki çözünür duruma getirilmiş haşıl maddeleri iyice yıkanır. Sonra genellikle %2 lik bir alkali çözeltisi ile bir tekne içerisinde ıslatılır ve %100 lük bir sıkma verilmek üzere silindirlerden geçirilir. (% 100 sıkma: kumaş ağırlığının ıslatılıp sıkıldıktan sonra % 100 artması, yani kumaş üzerinde kendi ağırlığı kadar su veya çözelti kalması demektir). Bu şekilde kumaş alkali ile daha homojen bir şekilde muamele edilir ve pişirme sırasında kumaşta kuru yerler kalmaz. Bundan sonra artık kumaş pişirilmeye hazırdır. Şekil IV-22 Kumaş kazana yerleştirilmeden kazanın içine önce, 1/3 üne kadar sodyum hidroksid çözeltisi konur. Sonra yukarıdaki şekilde hazırlanmış kumaş; ya makine veya elle kazana yerleştirilir. Yerleştirme işlemi alkali çözeltisinin kumaşın her noktasına iyice nüfuz edebileceği bir şekilde yapılmalıdır. Yerleştirme bittikten sonra alttan verilmek suretiyle kazan alkali çözeltisi ile doldurulur. Bu sırada kazan kapağındaki valf veya doğrudan doğruya kazan kapağı açık bırakılmalıdır. Bu şekilde alttan çözelti vermekle kazan içindeki hava ve kumaş katları arasında kalabilecek hava habbeleri dışarı atılmış olur. Kazan alkali çözeltisi ile dikkatlice doldurulduktan sonra kapak ve valf kapanır. İçeride hava kalması halinde sıcak alkali çözeltisi ile ıslanmış pamuk bozunur; alkali ortamda hava oksijeni ile (Formül IV - 7) oksiselüloz oluşur. Oksijen alkali ortamda selüloz pekçok şekilde etki edebilir, bu reaksiyonlardan biri şu şekildedir:



Formül IV- 7

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

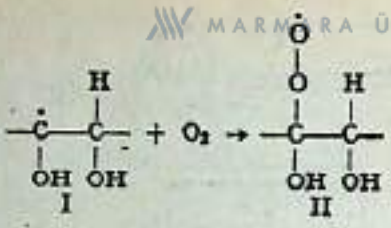


(1) Çözelti beslenme borusu (2) Kumaş girişi (3) Kumaş seviyesi
(4) Çalışma zemini (5) Isıtıcı (6) Taban (7) Pompa

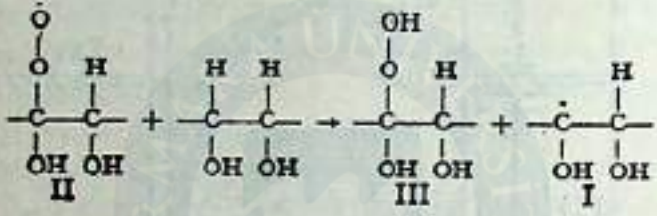
Şekil IV - 22 Kazan Pişirmesi

Selülozun glikoz biriminin 3. C atomuna bağlı H atomu üzerine oksijen etkisi ile bir radikal (I) meydana gelir. Bu radikal çabucak bir oksijen alarak peroksid tipinde yeni bir radikale (II) dönüşür. Bu da selülozdaki diğer gruplarla reaksiyon verebilir ve bir hidroperoksid (III) ile başlangıç radikali oluşur.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Formül IV- 8



Formül IV-9

Böylece bir zincirleme reaksiyon kurulur. Hidroperoksidin hidrolizi sonucu meydana gelen bileşik de bir molekül su kaybı ile keto (V) şekline dönüşür.

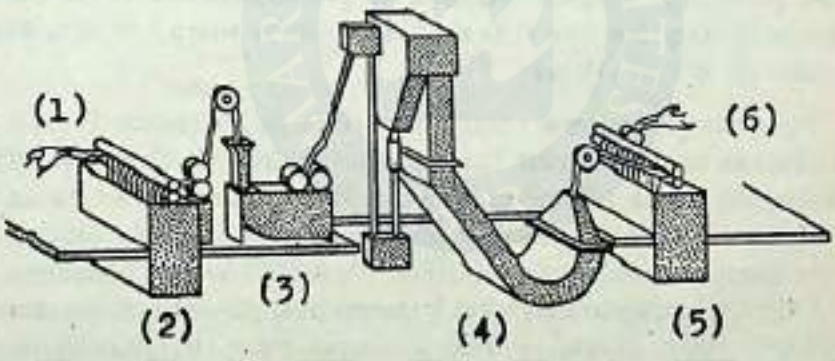
Bu şekilde karbonil grubunun zincire girmesi ile zincir kopmaları meydana gelebilir ve elyafın dayanıklılığı azalır. Bu bakımdan kazan içinde hava kalmamalıdır. Valf kapandıktan sonra sirkülasyon pompası ile alttan alınan alkali çözeltisi ısıtıcıdan geçirildikten sonra üstten kumaş üzerine püskürtülür. 125-130°C de 1,5-2 atm basınç altında 6 saat içinde pişirme tamamlanır. Açık kazanda ise bu işlem 100 C de 8-10 saat alır.

Pişirme işlemi bittikten sonra üstteki valf açılır. Erimiş durumdaki vaksların tekrar donmaması için önce alttan kaynar yumuşak su verilerek ilk yıkama yapılır. Sonra sıcaklık 25°C ye düşürülünceye kadar soğuk su verilir. Bu işlemler sırasında kumaş hava ile temas etmemelidir. Ancak bu sıcaklığa inildikten sonra oksiselüloz oluşumu tehlikesi ortadan kalkar. Bundan sonra yıkama suları bazik reaksiyon vermeyinceye kadar kumaş su ile yıkanır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

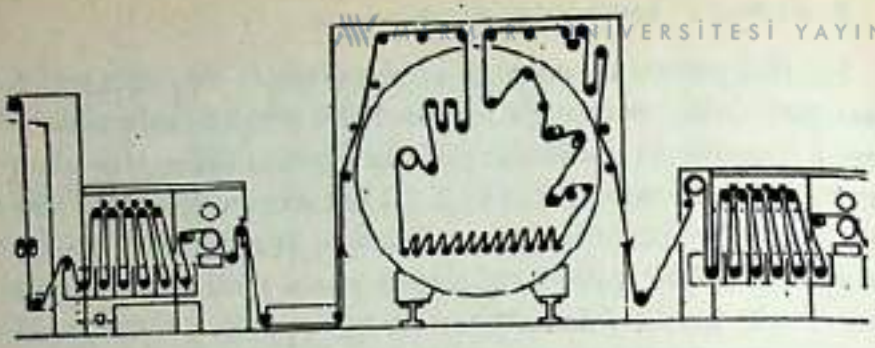
2– Kontinü (kesiksiz) pişirme

Kontinü pişirme işlemi, kumaş halat şeklinde veya açık şeklide olmasına göre farklı yöntemlerle yapılır. Halat şeklinde çalışmada J-box denilen J biçimindeki paslanmaz çelikten yapılmış kapalı odalardan yararlanılır. Bunun için önce kumaş % 3-4 lük sodyum hidroksid çözeltisi içinden geçilirilir. Islatılmış kumaş üzerinde ağırlığı kadar çözelti kalacak şeklinde sıkılır, yani % 100 lük bir sıkma verilir. Sonra kumaş J-boxlara verilir. Burada kumaş buharla ısıtılır ve bekler. Kumaşın J-boxa girişi ve çıkışı arasındaki zaman ortalama 1 saattir. Bu demektir ki kumaş, üzerindeki % 3-4 lük sodyum hidroksit çözeltisi ile verilen buhar temperatüründe 1 saat kalmaktadır. Bu 1 saatlik zaman sonunda pişirilen kumaş, J-box'dan çıkarılarak yıkama makinelerine gönderilir. Şekil IV - 23.



(1) Kumaş girişi (2) Yıkama makinesi (3) Pişirme banyosu
(4) J-box (5) Yıkama makinesi (6) Kumaş çıkışı
Şekil IV-23 Kontinü pişirme

Eğer kumaş geniş şekilde pişirilecekse o zaman % 5-9 luk sodyum hidroksid çözeltisinde ıslatıldıktan sonra Vaporlok odası denen kapalı sistemlere sokulur. Burada basınç altında 134°C de 90-120 saniye kalır, sonra yıkama makinelerine verilir. Şekil IV - 24.



Şekil IV-24 Vaporlock Odası

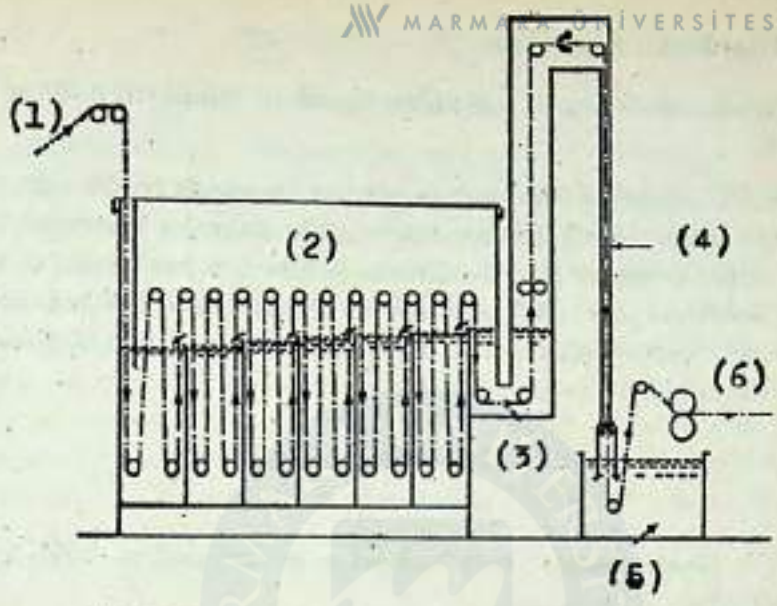
3 – Organik solventlerle pişirme (Vaks çıkarma):

Pamuklu kumaş üzerindeki vaks ve yağlar, trikloroetilen gibi bir organik çözücü ile ekstrakte edilerek de giderilebilir. Böyle bir çözücü içersine batırılmış pamukta vaks miktarı 15 saniye sonra % 0,23 e; 30 saniye sonra ise % 0,15 e düşer.

Bu yöntemle pişirmede kullanılan cihaz üç bölümdür. Birinci bölümde kumaş kaynar solvent banyosundan geçirilerek ekstrakte edilir. Bu bölüm altı küçük bölümden ibarettir. Her bölmeyi ayıran duvar bir evvelkinden biraz daha yüksektir. Bu şekilde daha sonraki çözücü kazanında kumaşın sıkılması ile biriken çözücü bu küçük bölmelere sırasıyla akar. Çözücünün akış yönü kumaşın aksi yöndedir. Ekstraksiyon kazanından çıkan kumaş, çözücü kazanına girer; burada sıkma silindirlerinden geçirilir. Bu kazandan sonra 90-95°C de su içeren banyoya verilir. Trikloroetilen ile suyun azeotropik karışımının kaynama noktası 75°C olduğundan çözücü, 90-95°C lik suya girince aniden kaynar ve su buharı ile birlikte toplanarak yeniden kullanılmak üzere işlenir.

Bu üçüncü bölümden de çıkan kumaş, su ile doymuş ve üzerinde çok az vaks içeren bir şekilde soğuk su teknesine girer. Bu yöntemle dakikada yaklaşık 50-60 m kumaş işlenir. Bazı sistemlerde sıcak su bölmesi yerine kumaş bir buhar odasından geçirilerek üzerindeki çözücü buharlaştırılır. Bu yöntemlerle organik çözücülerle yalnız vaks ve yağlar uzaklaştırılır. Fakat protein gibi diğer safsızlıklar kalır. Bunların uzaklaştırılması alkali içeren bir peroksid ağartması sırasında yapılabilir. Bu yöntemin J-box'da yapılacak bir peroksid ağartması ile birleştirilerek yapılması önerilebilir. Daha çok pamuk-poliester karışımları için kullanılmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



(1) Kumaş girişi (2) Vaks giderme odası (3) Çözücü deposu
(4) Buharlama bacası (5) Su teknesi (6) Kumaş çıkışı
Şekil IV-25 Organik Solventlerle Pişirme

IV.1.2.5.4. Pamuğun Ağartılması

Pişirme işlemi ile, genellikle elyafa doğal olarak renk veren maddelerin dışında bütün safsızlıklar giderilir. Renk veren maddeler ise ya bir yükseltgen veya bir indirgen madde ile giderilir. Bu işleme ağartma (*kasar*) denir. Renk veren madde eğer bir indirgen ile giderilmişse hava oksijeninin onu yeniden yükseltgeme olasılığı vardır. Bu bakımdan yükseltgen maddelerle genellikle daha devamlı bir beyazlık sağlanır.

Pamuk için eskidenberi kullanılan ağartıcı madde kireç kaymağıdır. $Ca(OH)_2$, $CaCl_2$, $Ca(OCl)_2$ karışımı olan bu maddede yükseltgen olarak kalsiyum hipoklorit etki eder. Zamanımızda pratik amaçlar bakımından *sodyum hipoklorit*, kireç kaymağının yerini almıştır. NaOCl nin elde edilmesi daha kolaydır. Kuvvetli bir oksidasyon maddesi olan *hidrojen peroksid* de selülozun ağartılmasında geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Bunlardan başka *sodyum klorit* ($NaClO_2$) in de ağartıcı olarak kullanıldığı unutulmamalıdır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

1- Hipoklorit Ağartması

Ağartıcı madde olarak kullanılan hipoklorit bileşikleri sodyum hipoklorittir.

Sodyum hipoklorit depolama (saklanma) sırasında bozunmaya yatkındır. Bu bozunma özellikleri sıcakta ve ışıkta artar. Bu bakımdan kullanılacak hipokloritin aktif klor miktarını belirlemek gerekir. Bu da iyodometrik yöntemle yani, asidli çözeltide KI den kantitatif miktarda açığa çıkan iyodun nişasta indikatörü kullanılarak ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titrasyonu ile yapılır.

$$Na\,OCl + H_2O \rightarrow HOCl + NaOH$$

Formül IV-10

Bu HOCl in bozunmasından meydana gelen serbest oksijen, yükseltgen olarak etki eder.

$$HOCl \rightarrow HCl + O$$

Formül IV-11

Burada oksijen, ancak dissosiye olmamış HOCl moleküllerinden oluşabildiğinden çözeltide HOCl moleküllerinin varlığı ağartmayı sağlar ve bu moleküllerin meydana gelmesi ile ağartma etkisi artar.

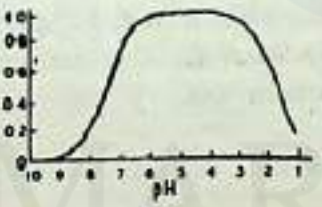
HOCl molekülleri Formül IV.11 deki denkleme göre kolayca bozunabilen dayanıksız bir maddedir. Bu bakımdan ağartma çözeltisinin stabilitesi (dayanıklılığı) ağartma etkisinin bir fonksiyonudur. Bu demektir ki dayanıklı olan ağartma çözeltilerinde HOCl molekülleri, HCl ve O vermek üzere daha zor ve geç bozunacak ve bu yüzden de ağartma etkisi zayıf olacaktır. Sodyum hipoklorit de depolanma sırasında bozunmaya yatkın bir maddedir. Bu bozunmayı sıcaklık ve güneş ışığı daha da hızlandırır. Depolama sırasında ağartma çözeltisinin aktivitesini kaybetmemesi için bu bozunma miktarının en alt seviyede tutulması gerekir. Bunun sağlamak için alkali (sodyum veya potasyum hidroksit) ilave edilir. Çünkü alkali ile HOCl, çözeltide OCl^- anyonu oluşturur. Ağartmada etkili olan OCl^- değil serbest HOCl molekülleri olduğundan alkali ilave edildiğinde bozunma azalır. Ayrıca bu çözeltiler derişik olarak saklanır. Seyreltik çözeltiler, derişik çözeltilerden daha çabuk bozunur.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

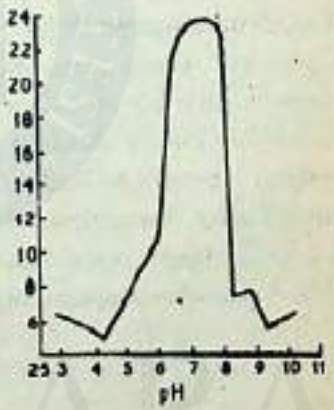
$$HOCl + H^+ \rightarrow H_2O + 1/2\ Cl_2$$

Formül IV-12

Hipokloritlerin bozunmaları dolayısı ile ağartma etkilerinde pH'nin etkisi de önemlidir. pH'nin 10 dan büyük olduğu ortamlarda hipoklorit NaOCl veya $Ca(OCl)_2$ halindedir. pH 5-8,5 arasında ise çözeltide başlıca HOCl vardır, 3 den küçük ortalamada ise HOCl nin tamamı bozunur. Formül IV-12. Çözeltideki HOCl yüzdesi pH 10 dan 5 e düştükçe artar ve 5 te % 99 kadar ulaşır. Şekil IV - 26. Yapılan araştırmalarda ortamın pH ının 5-9 arasında olduğu HOCl çözeltilerinde selülozun oksidlenme hızında da büyük ölçüde artma görür. Örneğin, pH'nin 5-8,5 arasında olduğu bir ortamda yapılan ağartma işleminden sonra, selüloz çözeltilerinin akışkanlığı yükselir. Şekil IV-27.Çünkü bozunma sonucu selülozun polimerleşme derecesi düşer.



Şekil IV-26 Çözeltideki HOCl oranı ile pH arasındaki bağıntı

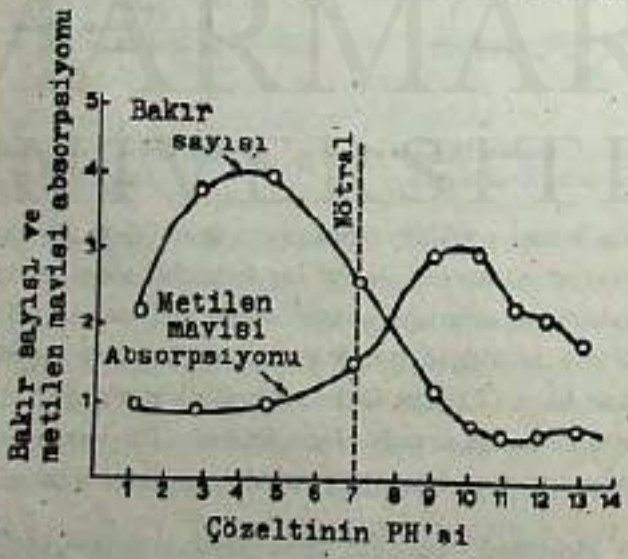


Şekil IV-27 Akışkanlıkla pH arasındaki bağıntı

Ağartmada temel problem oksidasyon maddeleri ile kumaşın minimum ölçüde zarar görmesini ve iyi bir beyazlık elde edilmesini sağlamaktır. Bu bakımdan ağartma çözeltilerinin pH lerinin bilinmesi çok önemlidir. Ağartma sırasında gerek reaksiyon sonucu meydana gelen maddeler, gerekse hava CO_2 nin etkisi sonucu pH'nin değeri düşebilir ve selülozun bozunma hızının arttığı alana inebilir. Bu bakımdan ortamın pH sini 9-11 arasında tutacak tampon maddelerin ilavesi önerilir.

Selülozun kimyasal yapısının incelenmesinde görüldüğü gibi oksidasyon maddeleri ile iki tip oksiselüloz meydana gelir. Hipoklorit çö-

zeltilerinin selülozu oksidlemesi ile meydana gelen asidik ve indirgen oksiselülozlarda, karboksil ve karbonil grupları oluşur. Molekül zincirinde bu oksidasyon noktalarının bulunması gerilme direncinin azalması yanında reaksiyon ürünlerinin suda çözünebilmelerinden dolayı bir ağırlık kaybı da meydana getirir. Selüloz molekülünde hipokloritlerle meydana gelen değişiklikler selülozun akışkanlığı, metilen mavisi absorpsiyonu ve bakır sayısı ile karakterize edilir. Ağartma işleminde selülozun bozulmasını kontrol için bu özelliklerden en önemlisi akışkanlıktır. Selülozun tetramin bakır hidroksiddeki (Schweizer çözeltisi) % 0,5 lik çözeltisinin akışkanlığı 3 civarındadır ve 5 ten yukarı çıkmaz. Akışkanlıkta daha yüksek değerlerin bulunması bozunmanın olduğunu gösterir. Pamuğun Fehling çözeltisinden bakırı indirgeme yeteneği ise bakır sayısı olarak verilir ve bu bozunma ürünü oksiselülozun indirgen özelliğinin bir ölçüsüdür. İndirgen oksiselülozdaki aldehid grubu fehling çözeltisindeki bakır (II) katyonunu Cu_2O e indirger. 100 g selülozun fehling çözeltisinden indirgeyebildiği bakır (I) oksidin mg miktarı, *bakır sayısı* olarak belirtilir. Bakır sayısı oksiselülozdaki indirgen grupların ve dolayısı ile bozunmanın bir fonksiyonundur. Buna karşılık bazik bir boyarmadde olan metilen mavisi oksiselülozdaki karboksil grupları ile birleşir. Bu absorpsiyon ise oksiselülozdaki karboksil grubunun bir ölçüsüdür. Her iki oksiselülozdan hangisinin oluşacağı ortamın pH'sine bağlıdır. pH'nin 7 den küçük olduğu alanlarda indirgen oksiselüloz, alkali ortamlarda ise asidik oksiselüloz oluşumu olasılığı daha fazladır. Şekil IV - 28.



Şekil IV - 28

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Hipokloritlerin selülozu okside etmelerini bazı maddeler katalitik olarak hızlandırır. Örneğin, eser kadar bakır ve demir iyonlarının ağartma banyosunda bulunmaları yerel bozunma ve parçalanmalara yol açar. Bazı sarı ve turuncu küp boyaları da hipoklorit ve güneş ışığı etkisi ile selülozun katalitik olarak bozunmasına sebep olur.

Hipokloritli ağartma çözeltilerinde kaleviliğin, çözeltilerin bozunmasını azalttığı; asidliğin ise arttırdığı daha önce anlatılmıştı. Çok fazla olmayan asidli ortamlarda bozunmaya paralel olarak ağartma reaksiyonunun hızı da artacaktır. Fakat ağartma sırasında hipoklorit çözeltisinin normal kaleviliğini nötralize edecek asidik ürünler oluştuğu ve bunların da ağartma çözeltisini asidik kılacağı düşünülerek pH, 8 den daha büyük değerde tutulur. Pratikte, tampon ilave edilerek ağartma çözeltisinin pH'sini alkali bölgesinde tutmak çok önemlidir. İstenilen pH değeri için en ucuz madde sodyum karbonattır.

Hipokloritle ağartma işlemi, fabrikalarda ya havuzlarda yığın halinde veya kontinü (= sürekli) olarak oda sıcaklığında ve litrede 0,5-3 g aktif klor içeren çözeltilerle yapılır. Aktif klor, hipoklorit çözeltisinden asid ilavesiyle açığa çıkan serbest klor miktarıdır.

Ağartman banyosunun hipoklorit konsantrasyonu kumaş tarafından emilen miktara uygun, fakat fazla olmayacak şekilde ayarlanmalıdır. Ağartma işlemi sonunda iyi bir yıkama gereklidir. Önlem olarak ayrıca, kumaş, üzerinde kalan kloru uzaklaştırmak için *antiklor* denilen sodyum tiyosülfat, sodyum bisülfit gibi maddelerle muamele edilir.

Evlerde çamaşır temizliğinde ağartıcı olarak NaOCl çözeltileri kullanıldığından bu uygulamaya da kısaca değinmek gerekir. Ağartma, doğrudan doğruya çamaşır suyu adı ile satılan NaOCl çözeltileri ile yıkanma sonrasında yapılır. Ev kadınları gerçekte ağartmanın bir temizleme işlemi olmadığını ayırdedemezler. Ağartma kumaş üzerindeki kirlerin uzaklaştırılması işlemi değildir. Ancak oksidlenme ile elele giden bir beyazlama reaksiyonudur. Kirli pamuklu eşyaya yıkanırken ilave edilen ağartıcı madde kirleri temizlemez, ancak kirlere renk veren maddeleri renksizleştirir. Bu bakımdan önce iyi bir deterjan veya sabunla kirler uzaklaştırılır ve bundan sonra ağartma yapılabilir. Şunu da unutmamalıdır ki oksiselüloz oluşumu ile meydana gelen zincir kopmaları nedeniyle aşırı ağartmalar pamuklu kumaşın dayanıklılığını azaltır ve ömr-

rünü kısaltır. Çamaşır banyoya ıslatılmış halde verilir. Kumaş kuru halde verilecek olursa veya ağartıcı madde kumaş banyo içinde iken ilave edilecek olursa, hipokloritler çok çabuk reaksiyon veren maddeler olduklarından yerel ağartmalar ve parçalanmalar meydana gelebilir. Ağartma işleminden sonra yapılacak iş, kumaş üzerinde kalan ağartıcı maddenin fazlasını yıkamaktır. Bu yıkama işlemi birkaç kez tekrarlanmalıdır. Aksi halde kumaş üzerinde kalan hipoklorit pamuklu kumaşı oksidlemeye devam edecek ve giderek kumaş çürüyecektir.

2- Peroksit Ağartması

Ağartıcı madde olarak son yıllarda hidrojen peroksid de kullanılmaktadır. Bu madde hem protein elyaf, hem de selülozik elyaf için iyi bir ağartıcıdır. Hidrojen peroksidin oksidleyici etkisi perhidroksil iyonunun aktifliğinden ileri gelir. Hidrojen peroksidin dissosiyasyonunda meydana gelen perhidroksil iyonu oksidleyici olarak etki eder.

$$H_2O_2 \rightarrow H^+ + HO_2^-$$

Formül IV - 13

Bazik ortamda ağartma, asidik ortamdan daha hızlıdır. Çünkü bazik ortamdaki hidroksil iyonları hidrojen iyonlarını nötralleştirir; bu da perhidroksil iyonlarının serbest hale geçmesini hızlandırır. Bu bakımdan ağartmada pH, bazik ortamda olmalıdır. Birçok metaller H_2O_2 nin bozunmasını hızlandırırlar. Özellikle bakır ve demir iyonları kumaşta yerel bozunmalara sebep olur. Suda varolan eser miktarda bakır iyonları bile tehlikeli olabilir.

H_2O_2 kendi kendine kolayca bozunabilen bir madde olduğundan ayrıca sodyum silikat gibi bazı stabilizatörler eklenir.

Piyasada hidrojen peroksidin kuvvet derecesi volüm terimi ile verilir. Volüm, birim hacimdeki H_2O_2 çözeltisinin açığa çıkardığı oksijen gazının aynı birim cinsinden hacmidir. Örneğin 10 volümlük H_2O_2 çözeltisi demek, 1 ml H_2O_2 çözeltisinden 10 ml oksijen serbest hale geçmektedir demektir.

Ağartmada kullanılacak kazan, paslanmaz çelikten yapılır. Bunun yanında beton veya plastik kaplanmış kaplar, silikat-çimento ile kaplanmış kazanlar da uygundur. Kumaşın bakır, demir veya bun-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ların alaşımları ile temas etmesi yukarıda anlatılan sebepten ötürü sakıncalıdır.

Yığın halinde yapılan ağartmada pişirme işleminden gelen kumaş, önce iyice yıkanır. Ağartma yapılacak kazana yerleştirilir. Kumaşa göre % 4 lük NaOH banyosu 95°C de bir saat süre ile kumaş içerisinden sirküle edilir. Sonra kumaş kütlesini NaOH den arıtmak için yıkanır ve materyal ağırlığına göre % 1 Na_2CO_3; % 3,5 Na_2SiO_3 ve % 3-4 H_2O_2 içeren çözelti yavaş yavaş ilave edilir. Temperatür 88 - 93°C ya çıkartılır ve iki saat bu sıcaklıkta tutulur. Daha yüksek temperatürlerde oksijen kaybı çok hızlı olduğundan işlem ekonomik olmaz, daha düşük temperatürlerde ise ağartma çok yavaştır. Çalışma pH si 10,7 - 10,9 arasındadır. İlave edilen Na_2SiO_3 bir alkali olarak etki ederse de ayrıca sodyum hidroksid ilavesi gereklidir. Çünkü kumaş bir kısım alkaliyi absorplar ve ortamın pH sinde düşmeye sebep olur. Bundan kaçınmak için sodyum hidroksit eklenir. Banyodaki toplam alkali miktarının % 60-80 i silikat, % 40-20 si sodyum hidroksid olacak şekilde ayarlanır.

3-Sodyum Klorit Ağartması

Sodyum klorit de pamuk ve sentetik elyafın ağartılmasında uygun bir ağartıcı maddedir. Susuz ve trihidrat $NaClO_2$, $3H_2O$ şeklinde bulunur. Kuru $NaClO_2$, renksiz ve higroskopik bir maddedir. Karanlıkta saklanırsa, birkaç yıl bozunmadan kalır. Isıtıldığında aşağıdaki şekilde bozunur.

$$NaClO_2 \rightarrow NaCl + O_2$$

Formül IV-14

Ticarette az miktarda Na_2CO_3 ile karışık halde bulunur. Suda 20°C de % 40 lık stabil bir çözelti vermek üzere çözünür. Asidlendirildiğinde ClO_2 serbest hale geçer ve asidik çözeltide reaksiyon aşağıdaki gibi devam eder.

$$5ClO^-_2 + 4H^+ \rightarrow ClO_2 + Cl^- + H_2O$$

$$ClO_2 \rightarrow Cl^- + 2O$$

Formül IV-15

Bu bakımdan sodyum klorit stabil olduğu alkali ortamda değil asi-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

dik ortamda ağartma yapabilir. Selülozik elyafın ağartılmasında ortam pH = 3-5 olacak şekilde asidlendirilir. Ancak pH'nin 3 den küçük olduğu ortamlarda ClO_2 çıkışı hızlanır ve fonksiyonunu yapamadan çözeltiden kaybolur. Bu bakımdan pamuk elyafı pH 3,5-4 arasında ağartılmalıdır. pH, rayonlarda 4 ve sentetik elyafta ise 3,8-4 arasında tutulmalıdır. Anorganik asidlerle pH yi bu kadar duyarlılıkla sabit tutmak mümkün olmayacağından; organik asidler tercih edilir. En iyisi anorganik asidler yanında, sodyum asetat, sodyum hidrojen fosfat, sodyum pirofosfat gibi bir tampon madde ilâve etmektir.

$NaClO_2$ in üstünlüğü, selülozun fonksiyonel grupları ile etkileşime girmediğinden; akışkanlığı 3-3,5 civarında olan yumuşak, iyi beyazlaştırılmış bir kumaş elde edilmesidir. Fena bozunma ürünleri vermeksizin proteinleri bozundurabilir, bu yüzden bazan pişirmelerden vazgeçebilir veya bu pişirmeler hafifletilir. H_2O_2 den daha pahalı olmasına rağmen bu üstünlükleri dolayısıyla tercih edilmektedir.

$NaClO_2$ in asidli ortamda çok reaktif olduğunu yukarıda gördük. Bu bir takım güçlüklere sebep olur. Meselâ paslanmaz çeliğe bile etki eder. Bu bakımdan bu iş için kullanılacak paslanmaz çelik kapların alaşımı fazla miktarda molibden ihtive edecek şekilde yapılır veya kaplar, titan, cam, seramik gibi dayanıklı maddelerle kaplanır.

IV.1.2.5.5. Merserizasyon

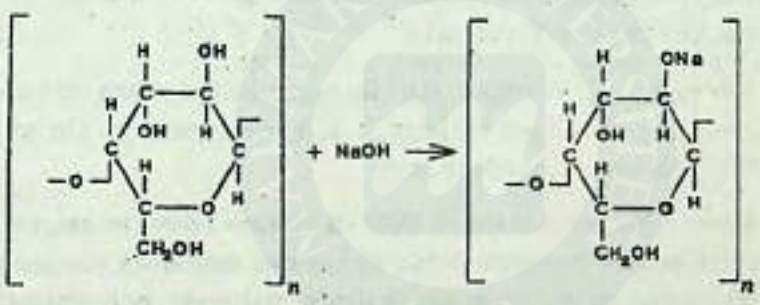
Derişik sodyum hidroksit çözeltisi ile muamele edilen pamuk lifleri şişer ve boyca çeker. Bu esnada pamuklu ipliğin veya kumaşın özelliklerinde enteresan ve önemli gelişmeler olur. Nem ve boya affinitesi artar. Dayanıklığında da artma görülür.

Merserizasyon işlemi ilk defa 1851 de John Mercer tarafından yapılmış ve ismini de onun adından almıştır. Bu tarihlerde John Mercer pamuklu materyali önce derişik kostik soda (sodyum hidroksid) çözeltisine batırarak likidin elyaf arasına ve içine nüfuz etmesini sağladı; sonra yıkama ile sodyum hidrosidi uzaklaştırdı ve son alkali kalıntılarını gidermek için çok seyreltik bir asid çözeltisi ile nötralize ederek kurutmaya bıraktı.

Merserizasyon işlemi, materyalin derişik NaOH çözeltileri ile 15–18°C de muamele işleminden ibarettir. Mercer'in bu işlemi ilk defa

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

incelemesinden beri geçen süre içinde, çok sayıda araştırma yapılmış olmasına rağmen, sodyum hidroksidin selüloz üzerine etki mekanizması tam olarak açıklanamamıştır. Bilindiği gibi selülozun elamenter birimindeki –OH gruplarının alkalilere karşı reaktiviteleri farklıdır. Selülozun alkalilerle reaksiyonu, şartlara bağlı olarak ya bir katılma bileşiği şeklinde Sel $(OH)_3$.NaOH veya selüloz sodyum alkolat şeklinde Sel $(OH)_2ONa$ ürünler verebilir. Selüloz sodyum alkolat, selülozun elemanter birimindeki 2. C atomuna bağlı bulunan sekonder alkol grubunun alkali ile etkileşmesi ile meydana gelir.

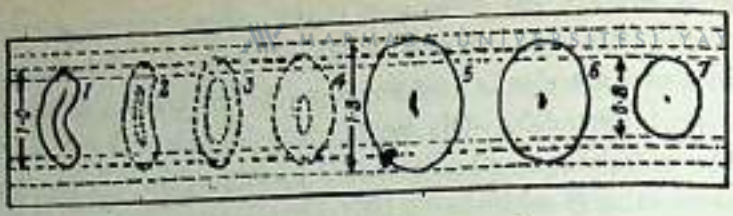


Formül IV-16

Merserize edilmiş pamukta selülozun kimyasal, fizikokimyasal ve fiziksel yapısında değişiklikler olur. Liflerin şişmesi ile birlikte selüloz polimerinin elemanter birimlerinde bir düzen değişikliği meydana gelir.

Pamuklu kumaşta merserizasyon, alkali pişirmesi sonrasında veya ağartma aşamasında uygulanır. İyi bir merserizasyon için sodyum hidroksid çözeltisine bir miktar ıslatıcı eklenmelidir. Pamuklu kumaşlar, sıcaklık 20°C nin üzerinde olmayacak şekilde 200–300 g/L lik NaOH çözeltilerine 30–35 saniye süre ile daldırılır. Daha sonra yıkamaya gönderilir. Merserizasyonda kullanılan sodyum hidroksid banyoları ile kumaşın yıkanmasından geriye kalan çözeltiler seyreltilerek, pişirme ve hipoklorit çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılır.

Mikroskop altında incelenecek olursa yukarıdaki işlemlere maruz kalan pamuk lifleri birtakım safhalardan geçerek şekil değiştirir.



Şekil IV-29

Şekil IV-29 da görüldüğü gib 5. kademeye kadar elyaf şişer, enine kesiti silindirik bir hal alır. 6. kademede elyaf yıkandığı zaman silindirik şeklini kaybetmeksizin bir çekme meydana gelir. Kuruduğu zaman bu küçülme (kademe 7) daha da artar.

Her pamuk lifi derişik NaOH ile muameleden sonra boyca yaklaşık % 9 kadar çeker; ence ise yaklaşık % 150 şişme gösterir. Dayanıklılıkta ise % 25-30 bir artma meydana gelir.

Mercer'den kırk yıl sonra 1890 da Horace Lowe, merserize edilmiş materyalin merserizasyondan önceki boyunu muhafaza etmesi halinde, yani çekmesine mani olunması halinde yukarıda bahsettiğimiz nem çekme, boya affinitesi, dayanıklılıkta artma gibi özelliklerin yanı sıra parlaklığında da artma olduğuna dikkati çekti. Gerçekten iplik veya kumaş, gerilerek merserize edildiğinde parlaklıkta da artma görülür. Bunun da sebebi pamuk yüzeyinin gerilmiş halde merserize edildiğinde daha düzgün olmasıdır.

Elyaf özelliklerindeki bu değişiklikler, alkali konsantrasyonuna, sıcaklık derecesine, işlem zamanına ve gerilme miktarına bağlıdır.

10–60°C arasındaki sıcaklıklarda elyafa parlaklık veren optimum NaOH konsantrasyonu % 20-25 dir. Kumaşın parlaklığı, merserizasyon sırasındaki gerilme miktarı ile artar. Alkali çözeltisinin temperatürü düştükçe elyafın şişme, çekme ve boya alabilme özellikleri artar. Bu nedenle pamuklu materyal, 225 – 300 g/L lik NaOH çözeltilerinde 15–18°C de merserize edilir. Sıcaklık arttıkça merserizasyon için gereken NaOH miktarı da artar. Örneğin, sıcak çözeltilerde 283 g/L lik çözeltilerden elde edilen merserizasyon etkisi, soğuk çözeltilerde 156 g/L lik çözelti ile gerçekleştirilebilir.

Pamuklu iplik ve kumaşlar parlaklık özelliği vermek için gerilmiş

halde merserize edildiği gibi, son senelerde sentetik materyallerden yapılmış tekstüre ipliklerin özelliklerini vermek için gevşek olarak da merserize edilir. Bu şekilde « *stretch*» denilen esnek bir iplik elde edilir. Pamuklu materyal 30 C veya daha aşağı temperatürlerde ve % 25-30 luk bir NaOH banyosunda % 15-19 çeker. Gerilerek merserize edilmiş pamuk elyafı ile gevşek merserize edilmiş pamuk elyafının kesitleri birbirinden farklıdır. Serbest halde merserize edilmiş pamuğun kesiti oval, gerilmiş halde merserize edileninki ise daire şeklindedir.

Merserize edilmiş elyaf, merserize edilmemiş elyaftan mikroskop altında inceleyerek veya iyodo–, kloro–çinko çözeltisi ile verdiği kalıcı menekşe rengi ile ayırdedilebilir.

Pamuklu materyalin kalitesi farklı ise aynı derecede merserize edilmiş, uzun ve ince stapel elyaftan yapılmış iplik ve kumaşlarda, merserizasyon en iyi kalitede olur. Ayrıca yumuşak az bükümlü iplikler, sert bükümlülere göre daha iyi merserize olurlar.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE ve DÖKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

IV.1.3. KAPOK

Bitki tohumundan elde edilen bir başka elyaf türü de *kapoktur*. Latince adı, *ceiba pentendra* olan kapok ağacı tropik iklimlerde (Hindistan, Java, Sumatra, Afrika) yetişir. ağacın meyvesi içindeki tohumlar üzerinde lifler bulunur. Şekil IV - 30.



Şekil IV - 30.

Sarı renkli yumuşak ve dayanıksız bir elyaftır. Lifler, tek hücrelidir. Lif uzunluğu 1-3,5 cm dir. Yapısında % 63 selüloz, % 13 linyin bulunur. Dolgu maddesi olarak kullanılır, yatak ve yastık yapılır. Elyafın yapısındaki delikler yüzünden iyi bir hava izolasyonu yanında suda ıslanmaz ve yüzer. Nem ve su çekme özelliği olmadığından can yeleklerinde kullanılır. 1 kg kapok 35 kg lık bir ağırlığı rahatça su üzerinde tutar.



Şekil IV-31. Kopak liflerinin mikroskop altında görünümü

BİTKİ GÖVDESİNDEN ELDE EDİLEN LİFLER

Bitki gövdesinden elde edilen liflere «*bast elyafı*» da denir. Bunlara örnek olarak keten, kenevir, jüt ve rami elyafını gösterebiliriz.

IV.1.4. KETEN

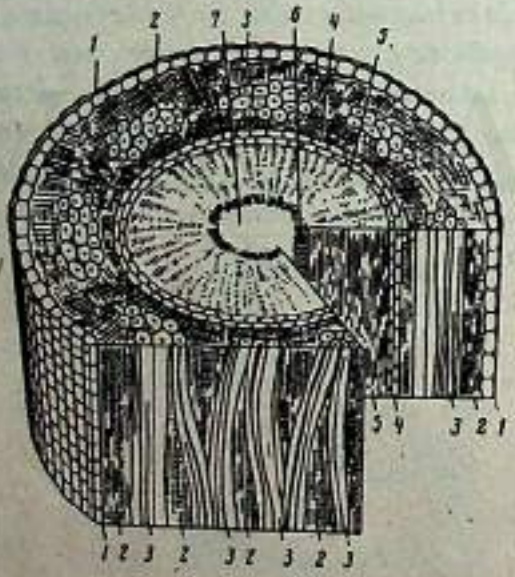
Keten, başlıca tohumu ve lifi için yetiştirilir. Tohumundan yağ elde edilir. Keten tohumu yağı kuruyan yağlardandır ve «*bezir yağ*» olarak bilinir. Yağı alınan tohumlardan geriye kalan küspe, hayvan yemi olarak değerlendirilir. Tekstil materyali olarak kullanılacak keten lifleri, yazları serin ve yağışlı geçen bölgelerde yetiştirilen keten bitkilerinden elde edilir. Elyaf üretiminde dünyada % 70 ile BDT başta gelir. Bu ülkeyi % 20 üretimde Polonya izler, daha sonra Fransa, Belçika, İrlanda, Romanya gelir. Türkiye'de de keten ekilir. Fransız keteni parlaklığı, İrlanda keteni ise beyazlığı ile ünlüdür.

Latince adı *Linum usitatissimum* olan keten 30-100 cm boyunda ve bir yıllık bir bitkidir, Şekil IV-32. Sonbaharda veya ilkbaharda ekilir. Bitki nemli havayı sever. Temmuz, Ağustos aylarında bitki yeşilliğini kaybedip yapraklarını dökünce hasatı yapılmalıdır. Keten lifi bitkinin sap ve gövdesini oluşturur. Keten sapının enine kesitinde dışta bir kabuk tabakası görülür. Bu tabakanın iç kısımlarında odunsu hücreler arasında demetler halinde lif hücreleri görülür. Bu lif hücrelerinin demetleri birbirlerine ve kabuktaki diğer dokulara (odunsu hücreler) pektin maddesi ile bağlanmıştır. Lif hücrelerinin birbirine bağlayan pektin maddesi (iç pektin) ile demetleri birbirine bağlayan pektin maddesi (dış pektin) arasında yapı bakımından biraz fark vardır. Şekil IV-33. Kalın saplarda odunsu hücreler fazlalaşacağından lif oranı düşer. Bu bakımdan lif oranı ince saplarda daha fazladır.

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil IV-32 Keten bitkisi



Şekil IV-33 Kabuk içindeki keten elyaf hücreleri
1- Epiderm, 2- Odunsu hücreler, 3- Lif hücreleri, 4- Kambiyüm, 5- Odunsu doku, 7- Lümen

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil IV-34. Keten elyafın mikroskop altında enine kesiti ve boyuna görünümü

V.1.4.1. Keten Bitkisinden Lif Üretimi

Olgunluğa erişen keten bitkisinin lifinden yararlanılacaksa hasadı, kesilmeden topraktan elle yolunarak yapılır. Kökler bir tarafa saplar bir tarafa gelmek üzere demetler haline getirilir ve tarlada kurumaya bırakılır. Üzerindeki yapraklar kuruyup döküldükten sonra yine tarlada birbirine çatılarak 5-7 gün kurutulur. Sonra kendi sapları ile bağlanarak demet haline getirilir. Şekil IV-35. Kurutulmuş bitkiden lif üretimi üç aşamada yapılır; Çürütme, dövme ve taraklama.



Şekil IV- 35 Keten bitki hasadı ve kurutulması

Keten lifleri yapışık olduğu diğer dokulardan ayırmak için çürütme işlemi uygulanır. Bu işlem genellikle havuzlarda ıslatılarak yapıldığından « *havuzlama işlemi* » adını alır. Havuzlama işlemine bazı bölgelerde *limanlama* bazı bölgelerde ise *çaylama* işlemi denir. Havuzlama işlemi için çeşitli yöntemler uygulanabilir. Şekil IV-36.



Şekil IV-36 Keten saplarının çürütülmesi

1. Çiğ ile havuzlama : Nem oranı yüksek bölgelerde bu yola başvurulur. Keten sapları çayırlar üzerine serilerek nemli havaya maruz bırakılır. Keten saplarının çürümesi mikroorganizmalar yardımı ile olur. Nem etkisi ile üreyen mikroorganizmalar bu üreme sırasında lif demetlerini odunsu hücrelere bağlayan petkin maddesini parçalarlar. İşlem 1-1,5 ayda tamamlanır. Bu yöntemle çok yumuşak lifler elde edilir.

2. Su ile havuzlama : Kurak bölgelerde keten sapları su ile ıslatılarak havuzlanır. Bu ıslatma işlemi ya havuzlar içersinde durgun suda veya çay ve nehirlerde akar suda yapılır. Durgun suda, havuzlara düzgün bir şekilde yatırılan keten saplarının üstüne ağırlıklar konarak bastırılır. Havuz su ile doldurulur; su yüzeyine sapların çıkmamasına dikkat edilir. Durgun suda havuzlamada mikroorganizmaların faaliyetinden dolayı sıcaklık yük-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

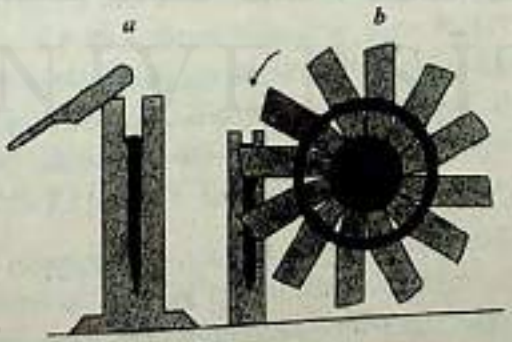
şelir ve çürüme olayının süresi kısalır. Bu şekilde çürüme 4-7 günde biter. Bu yöntemde dikkat edilecek bir husus havuzlamayı kontrol altında tutulmaktır. Mikroorganizmalar dış pektini parçaladıktan sonra iç pektine hücum ederek lif demetlerini parçalarlar. Buna *ketenin pamuklaşması* veya *kotonize olması* denir. Bu takdirde ketenin kalitesi düşer. Akar sularda yapılan havuzlamada sıcaklık yükselmesi sözkonusu değildir. Bu bakımdan akarsuyun sıcaklığına göre havuzlama işlemi 1 hafta ile 1,5 ay arasında biter.

Havuzlama işlemi bittikten sonra demetler dikine sıralanarak açık havada ve güneşsiz yerde kurutulur. Kurumuş saplar önce tokmakla dövülür, sonra mengenezlerde kırılır. Mengenez, kenarları inceltilmiş yanyana sabit iki tahta ile bu iki tahta arasına girip çıkabilen hareketli küt ağızlı bir tahta bıçaktan ibarettir. Mengenezde sap kısımları parçalanarak dökülür, geriye lif demetleri kalır. Keten lifleri kalan odunsu parçaları giderebilmek için çırpılır. Taraktan geçirilerek uzun ve kısa lifler ayrılır. Şekil IV.37.

Lifler arasında kalan küçük odunsu artıkları temizleyip, lifleri paralelleştirmek için son işlem olarak taraklama yapılır.

Dövme ve taraklama işleminden elde edilen lifler, iplik yapımına gönderilir.

Tarladan sap halinde toplanan ürünün % 16-20 si lif olarak ele geçer. Bunların % 4-5 i kısa liflerdir.



Şekil IV - 37 Ketenin mengenezden geçirilmesi

IV.1.4.2.Keten Lifinin Fiziksel Yapısı ve Özellikleri

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Lif uzunlukları bitkinin boyuna bağlı olarak 30-75 cm arasındadır. Yetişme şartlarına göre lif kalınlığı değişir. Bir tek lif birbirine yapışık birkaç hücreden ibarettir. Bu nedenle keten lifleri uzunlamasına kolayca ayrılır. Pamuk lifi ise bir tek hücreden yapılmıştır. Bu bakımdan pamuğa *tek hücreli elyaf*, keten ve benzerlerine ise *çok hücreli elyaf* denir. Elyafın enine kesiti çokgen şeklindedir ve ortada küçük bir lümen vardır. Şekil IV - 33.

Rengi sarımtırak beyaz veya esmerdir. Bu rengin derecesi işleme ve kalite ile ilgilidir. % 8-10 kadar nem çeker. Ticarette en fazla % 12 nem kabul edilir. Bu nemi taşıdığında bile kuru hissedilebilir. Keten pamuktan daha dayanıklıdır. Bu özelliği diğer selülozik elyafta olduğu gibi nemli iken artar. Pamuktan dayanıklıdır. Esnekliği az olduğundan çabuk buruşur. Yüzeyinin düzgün oluşundan dolayı parlaktır. Özgül ağırlığı 1,5 dur.

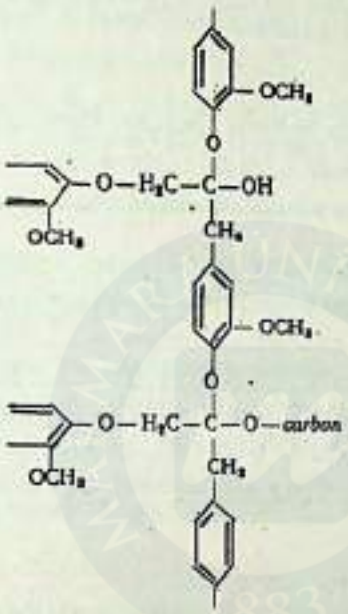
IV.1.4.3. Keten Lifinin Kimyasal Yapısı ve Özellikleri

Keten liflerinde, selüloz miktarı % 70-85 arasındadır. Selüloz yanında % 2,5 linyin, % 2 pektin, % 18,5 hemiselüloz, % 1-2 yağ ve vaks ile az miktarda protein, yapışkan maddeler ve anorganik maddeler bulunur. % 1-2 oranında içerdiği yağ ve vaks ona hem iyi bir parlaklık, hem de dayanıklılık sağlar.

Selüloz yanında az miktarlarda bulunan pektin ve linyin, bitkilerin yapısında bulunan maddelerdendir. Pektin, karbonhidratların karmaşık yapıdaki bir grubudur. Bunların ana karakteristik bileşiği Ca, Mg-pektatdır. Pektik asid, poligalaktronik asidin karboksil gruplarının metil alkol ile esterleşmiş şeklidir. Doğal pektinlerde pektik asid, araban ve galaktanlarla birlikte bulunur. Ketenden elde edilen pektinin hidrolizinde D-ksiloz, L-arabinoz ve fruktoz yanında D-galaktronik asid, metil alkol ve asetik asid elde edilmiştir. Formül IV - 17.

Linyinin kimyasal bileşimi ise tam olarak tayin edilmemiştir. Birçok araştırmacı, linyin molekülündeki yapısal birimin 4 – hidroksi, 3–metoksi-fenilpropan türevleri olduğunu ileri sürmüşlerdir. Linyindeki aromatik kısım bu maddenin türevi olan β–hidroksi koniferil alkolden meydana gelmiştir.

Bu madde birbiri ile ve diğer karbonhidratlarla eter, asetal ve yarı asetal bağları ile bağlanır. Bir araştırmacı tarafından teklif edilen lignin formülü, Formül IV-17 da verilmiştir.



Formül IV - 17

Ketenin bileşiminde % 18,5 oranında bulunan hemiselüloz ise, pentoz ve heksozlardan oluşmuş heteropolisakkaritlerdir. Hemiselülozda en çok rastlanan ksilandır ve doğada yapı bakımından kendisine benzeyen poliglukronik asid ile birleşmiş olarak bulunur.

Keten lifleri, kimyasal reaktiflere karşı pamuğun gösterdiği etkileri gösterir. Ancak daha dayanıksızdır. Yakıldığında parlak bir alevle yanarak kağıt kokusu verir. Parlak ve yüzeyinin düzgün oluşundan dolayı kir tutmaz. Kaynar su, güneş ve deterjanlardan etkilenmez.

IV.1.4.4. Keten Materyallerin Terbiyesi

Pişirme ve Ağartma: Bir bast elyafı olan keten, üretim işlemlerinden sonra fazla miktarda (% 25 e kadar) selülozik olmayan madde içerir. Bu yabancı maddelerin pişirme ve ağartma ile uzak-

laştırılması gözle görünen bir ağırlık kaybına sebep olur. Bu yüzden pamuğun aksine ketende tüm maddelerin giderilmesi gerekmez ve istenmez. Terbiye işlemleri ve istenilen beyazlığın cinsi, ketendeki ağırlık azalması miktarına göre tayin edilir. Tam beyazlıkta ağırlık kaybı % 15-25, dörtte üç beyazlıkta % 12-20, yarım beyazlıkta % 10-16 ve çeyrek beyazlıkta ise % 8-12 dir. Bu ağartma dereceleri işlenmiş kumaşın ağırlığına göre tayin edilir.

Keten, iplik veya kumaş halinde ağartılır. Pişirme ve ağartma işlemi, yakma (alazlama) ve haşıl sökme işlemini takiben yapılır. Ham ketenin vaks yüzdesi en fazla 1-2 dir. Bunun sonucu olarak pamuktan daha az su iticidir.

Keten elyafta iyi bir beyazlık bir tek işlem ile elde edilmez, birkaç aşama gerekir. Yöntem seçimi istenilen sonuca bağlı olarak yapılır.

Ağartmada keten ve pamuk arasındaki en önemli fark ketende fazla miktarda linyin bulunmasıdır. Bu bileşen, doğrudan sodyum klorit ile ağartılma sırasında giderilebildiği gibi, linyini seyreltik alkolde çözündürme ile uzaklaştırıp, sonra asidik ortamda klorla da ağartma yapılabilir.

a) Klorla Ağarma

Keten ipliklerinin ağartılmasında iplikler önce, ağırlıkça % 8-10 Na_2CO_3 içeren bir banyoda 94°C de yaklaşık 2 saat yıkanır. İplikler sıcak ve sonra soğuk su ile çalkalanır. pH 3,5-4,5 da oda sıcaklığında litrede 3-4 g klor içeren banyoya atılır. Klor verici olarak klor gazı, kalsiyum veya sodyum hipoklorit kullanılabilir. Klorlama süresi 30-45 dakikadır. İplikler son olarak ağırlıkça % 0,5 Na_2CO_3 içeren seyreltik çözelti ile birkaç kez çalkalanır. Hipoklorit çözeltilerinin uygun pH'ye getirilmesinde HCl, HNO_3 ve CH_3COOH karışımları kullanılır.

b) Sodyum Klorit ile Ağartma

Klorlama işlemi $NaClO_2$ sodyum klorit ile yapılacaksa materyal ağırlıkça % 1,5-3 lük sodyum klorit çözeltisi içinde 3,8-4,2 pH de, 80°C de 45 dakika tutulabilir. İşlem sonunda sabun ve sodalı su ile yıkanır. Sodyum klorit daha az ağırlık kaybı ile iyi bir beyazlık sağlar. Kloritle muamele edilmiş kumaş hidrojen peroksidden daha iyi bir beyazlık gösterir.

c) Hidrojen Peroksit ile Ağartma

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Ağırlıkça % 0,5 hidrojen peroksit içeren banyolarda 71-77°C de 4 - 5 saat tutmakla da ağartma yapılabilir. Bu banyo sodyum karbonat ve sodyum silikat ile kalevi yapılır. Çok iyi bir beyazlık için bu işlemi bir klorlama ve ikinci bir peroksit ağartması takibeder.

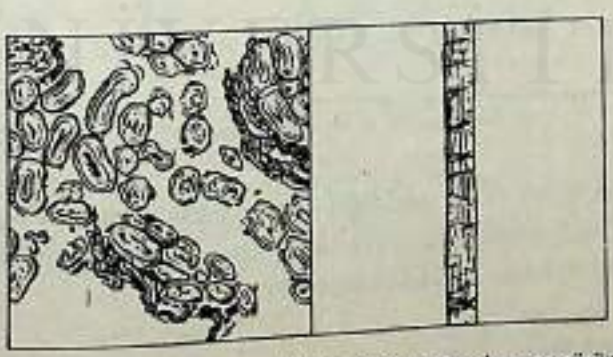
Ketenden dokunmuş kumaşlar genellikle yatak takımları, sofra takımları ve elbiselik olarak kullanılır. Serin tutması bakımından yazlık elbiselerde tercih edilir. İstenmeyen özelliği çabuk buruşmasıdır.

IV.1.5. KENEVİR (Kendir)

Latince adı *Cannalbis sativa* olan ve kendir de denilen kenevir, lifi ve yağı için ekilen bir bitkidir. Kenevirin dişi ve erkek olmak üzere iki bitki türü vardır. Dişi kenevirlerde dalların uç yapraklarında bulunan salgı tüyleri, yapışkan ve kendisine has bir kokusu olan uyuşturucu etkili bir kimyasal madde oluşturur. Bu maddeye esrar denir.

Hind keneviri adı verilen türünde bu madde daha fazladır. Bu nedenle kenevir devlet kontrolünde ekilir. Hind keneviri üretimi ise yasaktır.

Dünya kenevir üretimi başlıca, Sovyetler Birliği, Hindistan ve İtalya'nın elindedir. Türkiye'de endüstri bitkisi olarak pamuktan sonra en çok üretilen kenevir bitkisi, Kastamonu, Ünye, Fatsa dolaylarında yetiştirilir. Bir yıllık bir bitkidir. Lif hücreleri ketende olduğu gibi kabuk kısmının altında demetler halindedir. Hücre duvarları selülozdan yapılmıştır. Ayrıca pektin ve linyin de bulunur. Ketendeki % 4,5 oranındaki linyin - pektin oranı kenevirde % 9'a çıkar. Bu yüzden ketenden daha kaba liflere sahiptir.



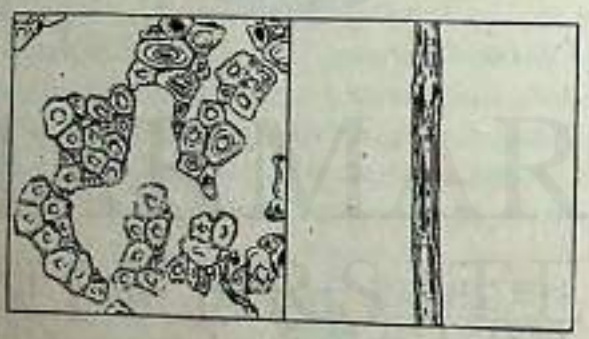
Şekil IV-38. Kenevir liflerinin mikroskop altında enine kesit ve boyuna görünümleri

Kenevir lif demetlerinin boyu 15 - 20 cm dir. Tek tek lif hücreleri ise 1 - 2,5 cm boyundadır. Keten gibi, kenevir lif hücreleri de kalın duvarlıdır. Enine kesiti çokgen şeklindedir. Ortadaki lümen kanalı ketenden daha geniştir.

Kenevir bitkisinden lif üretimi ketende olduğu gibi yapılır. Saplardan % 25 oranında lif elde edilir. Lif uzunluğu, yetiştiği bitkinin boyuna bağlı olarak değişir. İşlendiğinde parlak sarı veya esmer renklidir. En fazla % 23,5 nem çeker. Nem miktarı ticarette % 12 ile sınırlandırılmıştır.

IV.1.6. JÜT

Tropik iklimde yetişen bir yıllık bir bitki olan jütün Lâtince adı *corchorus*'dur. Dünya üretiminin % 80'i Hindistan ve Pakistan tarafından karşılanır. Bu ülkede üretimin fazla olması yanında işçi ücretlerinin de düşüklüğü jütün fiyatının ucuz olmasına sebep olur. Kenevirden daha dayanıksız olmasına rağmen, ucuzluğu nedeni ile rekabet eder. Bitki gövdesinde lif hücrelerinin demetleri linyinle birlikte bulunur. Linyin içeren lifler serttir. Bitkiden lif üretimi keten ve kenevirde olduğu gib *havuzlama* yolu ile yapılır. Kenevirden daha parlak lifler elde edilir. Rengi sarıdan açık kahverengiye gider. Lif uzunluğu 18-25 cm dir.



Şekil IV - 39 Jüt Liflerinin Mikroskop Altında Enine Kesit ve Boyuna Görünümleri

Çok ucuz olarak elde edildiğinden genellikle çuval yapımında kullanılır. Ancak bu çuvallar kenevir çuvalları gibi sağlam değildir. Jütten yapılan çuvallar bir kez kullanıldıktan sonra atılır.

IV.1.7. RAMİ

Bilimsel adı *Bochmeria nieva* (Beyaz rami, Çin ramisi) ve *Bochmeria utilis* (Yeşil rami) olan bitkinin saplarından parlak, ince ve sağlam

lifler elde edilir. Anavatanı Çin'dir. Dünyada Çin, Hindistan, Tayland, Kore, Endonezya, Kuzey Afrika, Fransa, İtalya, İspanya, ve Sovyet Rusya ile Kuzey ve Güney Amerika'da yetiştirilmektedir.

Birkaç yıllık olan bitkinin boyu, beyaz ramide 1-2 metre, yeşil ramide ise 2,5-3 metredir. Bitki gövdesinden lifler, yeşil halde iken önce kabuklarının elle veya makine ile soyulması, daha sonra da havuzlama yolu ile elde edilir. Havuzlama işlemi, ham rami liflerindeki zamk ve pektin maddelerinin uzaklaştırılması için yapılır.



Şekil IV-40 Rami Liflerinin Mikroskop Altında Enine Kesit ve Boyuna Görümleri

Ortalama 15 cm uzunluğunda beyaz, parlak liflerden ibarettir. Selüloz yüzdesi, havuzlamadan sonra % 99'a çıkar. Ham lifte % 83 oranındadır.

Yetiştirildiği ülkelerde balık ağları, halatlar, çuval, yatak örtüleri ve masa örtüleri yapılır.

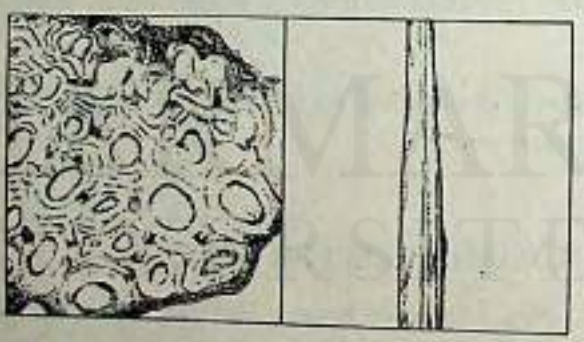
IV.1.8. MANİLA KENEVİRİ (ABACA)

Elde edildiği bitkinin kenevir ile ilgisi olmamasına rağmen bu ad verilir. Latince adı *Musa textilis* olup, 8-20 yıl yaşayan bir tropik bitkidir. Şekil IV-41. Filipinlerde yetişir. Dünya üretiminin % 94 ünü bu ülke karşılar. Yarım ay şeklindeki yapraklarında kın içerisinde lif demetleri bulunur. Bir bitkiden 15-20 yıl boyunca ürün alınır.



Şekil IV-41 Abaca bitkisi

Bitkinin çiçeklenme zamanından önce yaprak kınları eğri olarak kesilir. Bıçak veya makine ile yaprakların etli kısımları lifli bölgelerden ayrılır. Kuruyan lifler su ile havuzlanır. Makine veya bıçakla çırpma suretiyle lif demetleri ayrılır. Beyazdan kahverengiye kadar giden renklerde parlak ve sağlam bir lif elde edilir. Lif uzunluğu 90-300 cm dir. Selüloz oranı % 64 dür. Hemiselüloz, linyin ve pektin içerir.



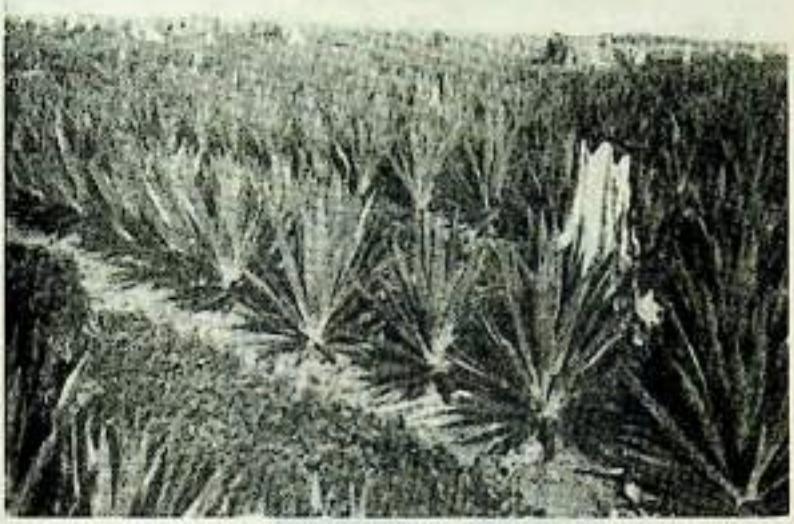
Şekil IV - 42 Abaca liflerinin mikroskop altında görünümü

Manila keneviri liflerin sağlamlığı ve nem çekici özelliğinin azlığından dolayı yelken bezleri, gemici halatları ve gemici eşyası yapımında kullanılır.

IV.1.9. SİSAL

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

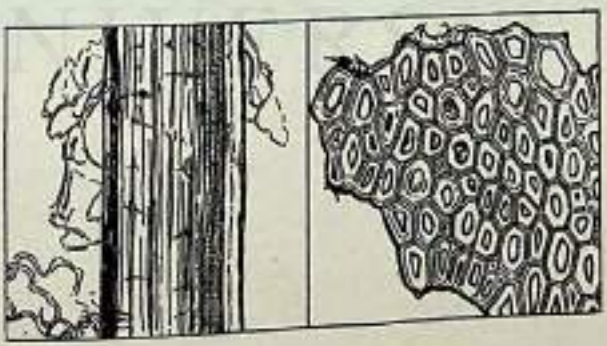
Bilimsel adı *Agave Sisalana* olan bitkiden elde edilir. Adını Manila keneviri gibi ihraç limanı olan *Sisal* (Meksika)' dan almıştır. En çok Brezilya'da yetiştirilir. Şekil IV-43.



Şekil IV-43 Agave bitkisi

Kimyasal yapısında % 70 civarında selüloz vardır. Hemiselüloz, linyin ve pektin de içerir. Lif üretimi manila kenevirinde olduğu gibidir. Yapraklar ya ezilerek veya havuzlanarak lifler ayrılır. Manila kenevirinden daha az nem çekicidir.

Sisal lifleri örme işlerinde, sicim, çuval ve şapka yapımında kullanılır.



Şekil IV-44 Sisal Liflerinin Mikroskop Altında Enine Kesit ve Boyuna Görünümü

BİTKİ MEYVESİNDEN ELDE EDİLEN LİFLER

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

IV.1.10. KOKO ELYAFI

Hindistancevizi meyvasının üstünü örten lifli tabakadan elde edilir. Seylan ve Hindistan ile Pakistan'da yetiştirilir. Elyafın üretimi için hindistancevizi kabukları nehirlerde 6-12 ay bırakılır. Sonra çamurları yıkanıp odun tokmaklarla dövülür, böylece ayrılan elyaf temizlenir. Havada kurutulur. Koko ipliği isteniyorsa eğrilir. 3500-4000 cevizden 30 kilo elyaf ele geçer. Açıktan koyukahverengine kadar giden renkleri vardır. Sert fakat elastiktir. Suya karşı mukavemeti çok fazladır.

Koko ipliği parlak renkli koko hasırları ile paspas imalinde kullanılır. Çuval ve gemi halatları yapılır. Aynı zamanda fırça yapımında ve dolgu maddesi olarak da kullanılır.



Şekil IV-45 Koko meyvesi ve lifleri

IV.2. HAYVANSAL LİFLER

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

IV.2.1. PROTEİN ELYAFIN KİMYASAL YAPISI

Protein elyafı kıl ve salgı kökenli olanlar olmak üzere iyi ayrı sınıfa ayrılır. Bunların her ikisinin de bileşimlerini proteinler oluşturur. Tüm hayvansal dokuların temel maddesini oluşturan proteinler, birer basit bileşik olan pekçok α– amino asidin, peptid bağları (– CO–NH–) ile bağlanmasından oluşmuş polimer maddelerdir. Bir α–amino asidin genel formülü $R - \underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH}} - COOH$ şeklindedir.

Bir amino asid, bir başka amino asidle, birinin karboksil grubu ile diğerinin amino grubu arasından su ayrılması ile birleşir.

$$\underset{\displaystyle R_1}{\underset{|}{H_2N–CH–COOH}} + \underset{\displaystyle R_1}{\underset{|}{H_2N–CH–COOH}} \rightarrow \underset{\displaystyle R_1}{\underset{|}{H_2N–CH–CO–NH–}}\underset{\displaystyle R_1}{\underset{|}{CH–COOH}} + H_2O$$

Formül IV.18

Peptidleşme adını verdiğimiz bu reaksiyonun ürünü dipeptid olarak bilinir. Peptidleşmede amino asid sayısı arttıkça, elde edilen bileşiklerin adı da değişir. 4-10 amino asidden oluşan peptide oligopeptid, 10-100 amino asidden oluşanlara polipeptid, daha fazla aminoasid içerenlere ise *protein* adı verilir. Proteinlerin mol ağırlıkları 17000-68000 arasındadır.

Proteinlerin genel formüllerini aşağıdaki şekilde gösterebiliriz.

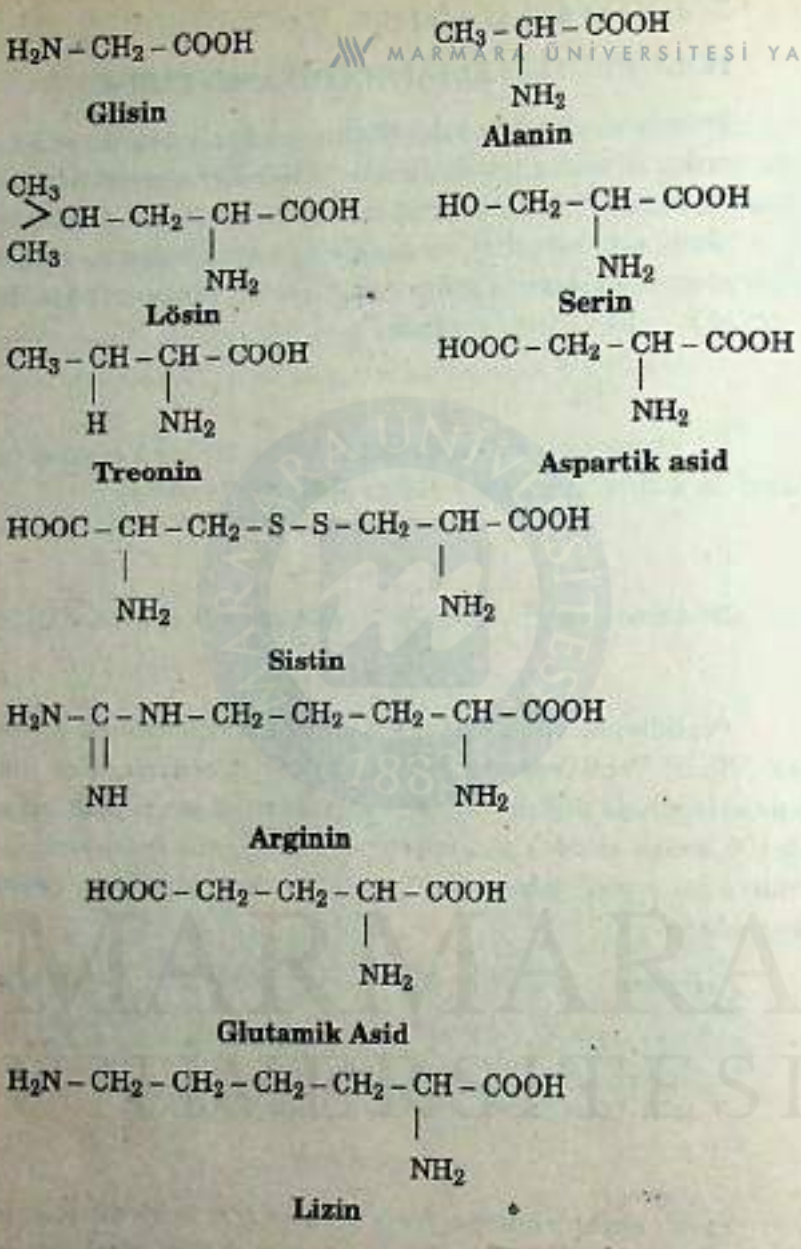
$$.....NH–\underset{\displaystyle R_1}{\underset{|}{CH}}–CO–NH–\underset{\displaystyle R_2}{\underset{|}{CH}}–CO–NH–\underset{\displaystyle R_3}{\underset{|}{CH}}–CO–NH.....$$

Formül IV.19

Farklı amino asidlerin, farklı oranlarda ve farklı düzenlemeleri ile çeşitli proteinler meydana gelir. Örneğin kas dokuyu oluşturan *miyosin*, kan dokuyu oluşturan *globin*, saç dokuyu oluşturan *keratin* ve kemik dokuda bulunan *jelatin*, doğada belli sayıda bulunan amino asidlerin belirli oranlarda ve belirli düzene göre birleşmesi ile oluşur.

Aşağıda proteinlerin yapısına iştirak eden α-amino asitlerden bir kısmının formülü verilmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Formül IV-20

Protein zincirlerinde R_1, R_2, R_3, ... şeklinde gösterilen yan gruplar da vardır. Bunlar $-CH_3$, $-CH(CH_3)_2$ ve $C_6H_5-CH_2-$ gibi nonpolar gruplar olabildiği gibi, $-COOH$, $-CH_2OH$, $-SH$, $-S-S-$, $-NH-$, $-NH_2$ ve $-CONH_2$ gibi polar yapıda da olabilirler. Yan zincirlerin yapısı proteinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine etki eder. Proteinin izo-

elektrik nokta, amfoterlik, çözünürlük, iyonlaşma ve şişme gibi özelliklerini belirlediği gibi; kimyasal reaksiyonların çoğu da bu yan zincirlerde gerçekleşir.

Protein molekülerinin boyut ve biçimleri de farklıdır. Yuvarlak, elipsoidal biçimdeki proteinlere globular protein, lineer şekilde olanların da fibrous (ipliksi=fibriler) protein denir. Kıl kökenli elyafın yapı taşı olan keratin ile doğal ipeğin yapı taşı fibroin ve serisin, lineer yapıda proteinlerdir.

Kıl kökenli ve salgı kökenli elyaftaki proteinlerin yapısına iştirak eden amino asidler ve bunların oranları Tablo IV-3 de verilmiştir.

Tablo IV-3 Yün ve doğal ipekteki proteinlerin 100 gramlarının içerdikleri amino asidlerin gram miktarları

Amino asidler	Keratin	Fibroin	Serisin
Glisin	6,5	42,8	1,1
Alanin	4,4	33,5	10,1
Valin	5,5	3,2	1,2
Lösin	8,1	0,9	3,4
İzolösin	4,5	1,1	–
Serin	9,5	16,2	33,9
Treonin	6,6	1,6	8,9
Sistin	13,1	–	1,0
Metionin	0,7	–	–
Aspartik asid	7,3	2,8	9,0
Glutamik asid	16,0	2,2	2,5
Arginin	10,4	1,0	3,7
Lizin	3,3	0,7	1,9
Fenilalanin	4,0	3,4	2,7
Tirozin	6,1	12,8	3,8
Histidin	0,7	0,4	1,0
Prolin	8,1	0,7	2,2
Triptofan	2,1	0,6	1,0

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

KIL KÖKENLİ ELYAF

Hayvanların derisi üzerindeki kıllardan elde edilen lifler içinde yün başta gelir. Yün endüstrisinde bilinen koyun yününden başka çeşitli kıllar da elyaf olarak kullanılır. Bunlar keçi, deve, tavşan ve diğer bazı hayvanlardan elde edilir. Alpaka, lama, vicuna, deve tüyü, mohair, kaşmir ve angora, yün yerine kullanılan elyaf cinsleridir.

IV.2.2. YÜN

Yün, koyundan değişik yöntemlerle elde edilir. Genellikle canlı hayvanlardan kırkılmak suretiyle elde edilir. Bu tür yüne *kırkım yünü* denir. Kırkım yünlerinin ilkbahar ve yaz elyafında elde edilenlerine yapağı, sonbaharda elde edilene de "yün" denir. Ticari değeri diğer yöntemlerle elde edilenlerden yüksektir. Kasaplık hayvanların kesildikten sonra derilerinin işlenmesi ile elde edilen yüne ise *tabak yünü* veya *kasapbaşı yünü* denir. Herhangi bir nedenle ölmüş hayvanın postundan elde edilen yün ise *post yapağısı* adını alır. Tabak yünü veya post yapağısı deriden yolunarak alınmışsa kıl köklerini de içerdiğinden kırkım yününe göre daha düşük kalitelidir.

Tablo IV-4 Yıllara göre Türkiye'de yün ihracatı ve ithalatı

Yün ve diğer kıl lifleri	*1990*	*1991*	*1992*	*1993*	*1994*	*1995*
Elyaf İhracatı (ton)	455	300	204	314	621	697
Elyaf ithalatı (ton)	34.594	34.037	36.197	46.447	29.133	46.188
İplik İhracatı (ton)	454	300	204	314	620	696
İplik İthalatı (ton)	823	1.078	1.735	3.342	2.031	3.631
Dokuma İhracatı (ton)	403	480	908	1.254	1.595	2.379
Dokuma İthalatı (ton)	668	647	1.067	2.050	1.271	1.594

Canlı hayvanlardan kırkım işi genellikle el makası veya bu iş için geliştirilmiş motorlu aletlerle yapılır. Genellikle yün elyafı dağıtılmadan bir bütün olarak kırkılır ve toplanır. Buna memleketimizin çeşitli bölgelerinde tulup, gömlek, dulup veya tulum denir.

Hayvanlardan alınan tulupun omuz bölgelerinde en ince, bacak bölgesinde ise en kaba lifler vardır. Çeşitli koyun ırklarından farklı tipte yün elde edilir. Bu yün tipleri genel olarak 5 sınıfa ayrılır.

1. İnce yün (Merinos yünü) tipi (Botany)
2. Orta yün tipi
3. Uzun yün tipi
4. Crossbred (=melez) yün tipi
5. Halı yünü tipi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu yün tiplerinin özellikleri hakkında bilgi yünün fiziksel özellikleri konusu içinde verilecektir.

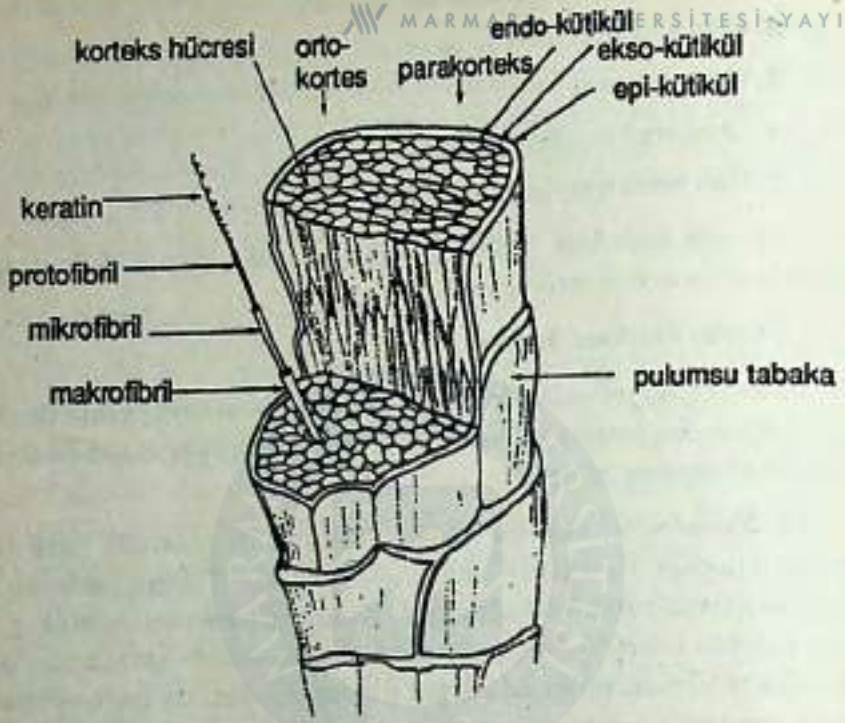
Yünün Fiziksel Yapısı

Yün lifi deri altındaki kıl kesesinin dibine gömülmüş köklerden büyüyen, *epiderm*, *korteks* (kabuk), *medüla* (kıl özü, mıh kanalı) adlı bölümlerden oluşmuş kıllardır.

1- *Epiderm* veya *kütikül* tabaka elyafın en dış yüzeyidir. Balık pulları ve damdaki kiremitlere benzer görünüştedir. Testere şeklinde dizilmiş boynuzsu pullardan yapılmıştır. Bu tırtıklı görünüm mikroskop altında kolayca incelenebilir ve yün elyafın tanınmasında karakteristiktir. Bu pulların serbest uçları dışa doğru çıkıntılar yapar. Bu pullu epiderm, elyafın esas kısmının korunmasına yardım eder ve ona bir miktar sertlik verir. Şekil IV-46. Yün elyafın üzerindeki bu pulların şekli ve dizilişleri, elyafın temel özelliklerine etki eder. İnce yünde tek bir pul elyafın bütün etrafını sarar. Kalın yünde ise yani elyafın çapı arttıkça pulların sayısı da artar. Pulların bu durumu ile parlaklığı arasında da bir bağıntı vardır. Parlaklık bir düz yüzeyden ışığın yansımasıdır. Yün elyaftaki pullar, elyafı tamamen kapatacak şekilde ve daha az çıkıntılı ise daha parlak olur. Uzun ve kaba yünlerde böyledir.

2 – *Korteks*, yün lifinin ana parçasıdır. Uzun kat kat iplik şeklinde hücrelerden ibarettir. Yünün esnekliği ve dayanıklılığı ile boyanma özelliğini elyaftaki bu korteks bölgesi tayin eder. İnce yünlerde korteks üniform olarak gelişmemiştir. Öyle ki elyafın bir yüzeyinde korteks hücrülerindeki bu az gelişme yüzünden bir bükülme olur. Hücrelerdeki bu düzensiz yapıdan dolayı yün, eğirme kalitesinde önemli bir faktör olan kıvrımlı bir yapıya sahip olur. 1 cm deki kıvrım sayısı yünün yarıçapı ile orantılı olarak değişir. İnce yünlerde cm de 10, orta kalınlıktaki yünlerde 4-8, kaba yünlerde ise 1-2 kıvrım bulunur.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil IV - 46 Yün elyafın enine kesitinin şematik görünüşü

Korteks hücreleri birbirlerinden kimyasal yapı ve özellikler bakımından farklı iki bölüme ayrılır: *ortokorteks* ve *parakorteks*. Bunlardan ortokorteks hücreleri kimyasal reaktif ve enzimlerin etkisine karşı daha az dayanıklıdır. Parakorteks hücreleri ise kimyasal reaktiflere karşı daha dayanıklıdır ve boyanmaz. Orto- ve parakorteks hücreleri lif boyunca belirli bir şekilde düzenlenirler. Yünün kıvrımlarının içbükey kısımlarında parakorteks dışbükey kısımlarında ise ortokorteks hücreleri yer alır.

3- *Medüla*, elyaf boyunca uzanan ve farklı şekillerde medüla hücreleri ile gevşek olarak doldurulmuş bulunan dar bir kanaldır. İnce elyafta bu bir tek kanal halinde, kaba yünlerde ise birbirine paralel şekilde birkaç kanal halindedir. Gevşek şekilde bulunan hücrelerin arasında sıvının geçebildiği kanallar vardır. Yün boyandığı zaman, pullar su geçirmediğinden boya çözeltisi ancak pulların elyafa birleştiği yerlerden hüfuz eder ve medüla içersine girer. Bu da boyanmış yünün uzunlamasına görünümünün enine kesitinden farklı olmasına sebep olur.

© ANKARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bazı yünlerde korteks tabakası gelişmemiştir. Böyle liflerde medüla bölgesi lifin % 90 ını kapsar. Bu tür lifler, parlak boyanma yeteneği olmayan liflerdir; bunlara *kemp* (köpek kılı) denir. Bu tür liflerin varlığı yünün kalitesini düşürür.

IV.2.2.1. Yünün Kimyasal Yapısı

Deri içerisinde teşekkül eden kıl kökünün yanında yağ ve ter bezleri bulunur. Ter bezleri deri yüzeyine salgı yapar. Yağ bezleri ise kıl köküne yağ salgılar. Bu yüzden yün ve kıl değişik miktarlarda ter tuzları ve yağ içerir. Bunun yanında hayvanın yaşadığı ortamdan ileri gelen ot, toprak, dışkı artıkları v.b. pislikler de vardır. Bu bakımdan işlenmemiş yün elyafın (yapağının) yapısındaki maddeler % olarak şöyle sıralanabilir:

% 33 keratin (yün protein)
% 26 kir ve pislik
% 28 ter tuzları
% 12 yün yağı
% 1 anorganik maddeler

Bu pislikler yüzünden yıkandığı zaman yapağının ağırlığında bir azalma görülür. Kaba elyaf, ağırlığının üçte birini, ince elyaf ise yarısından fazlasını kaybeder. Yapağının yıkanmasından sonra ağırlığının azalmasına teknikte *çekim* adı verilir. Genellikle kaba elyaf yerine *düşük çekimli yün*, ince elyaf yerine ise *yüksek çekimli yün* denilir.

Yapağın kimyasal yapısına iştirak eden maddeler hakkında aşağıda kısa bilgiler verilmiştir.

Anorganik Maddeler:

Yünde doğal olarak bulunan anorganik maddelerin miktarı % 1,5'i geçmez. Bileşimleri koyunun yetiştiği yere ve yetişme koşullarına göre değişir. Genellikle Na, K, Ca tuzları ve S bileşikleri içerir.

Ter Tuzları:

Ham yünden sulu ekstraksiyon sonucu ayrılabilen maddelere ter tuzları denir. Oleik ve stearik asid gibi yağ asidlerinin potasyum tuzları ve K_2CO_3 tan ibarettir. Bunların yanında 6 karbonluya kadar küçük moleküllü asetik, laktik, valerik, kaprilik asidleri de hem serbest halde hem de K tuzları halinde bulunur. Bunların yanında lösin, glisin, tirosin de görülmüştür. Bu yüzden ter tuzlarının bileşimi karmaşıktır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Yün yağı: (Yün vaksı)

Bilindiği gibi doğal yağların çoğu, yağ asidlerinin bir trialkol olan gliserinle yapmış olduğu suda çözünmeyen esterlerdir. Yün yağının bileşimi ise biraz daha farklı olup; palmitik, stearik, miristik ve serotik asid gibi yağ asidlerinin, monohidroksilli bir alkol olan kolesterol ve isokolesterol ile yaptığı esterlerdir. Gerçek yağlar, gliserin esterleri olduğundan kolesterol gibi büyük molekullü bir alkolün yağ asidleri ile yaptığı bu esterler, yani yün yağı, bir vaks gibi kabul edilebilir. Alkol bileşeni olarak karışımda agnesterol, lanesterol, setil ve seril alkollerde bulunur. Yün vaksında 32 adet ester tesbit edilmiştir. Yün yağı sarımsı beyaz renkte, muma benzeyen ve organik çözücülerde çözünen bir maddedir. Zor sabunlaşması yüzünden pamuk vaksına ve diğer vakslara benzer. Alkollü KOH ile uzun zaman ısıtılmakla bile güç sabunlaşır. Yün yağı, yapağının yıkanması sırasında yıkama banyosuna emülsiyon oluşturarak geçer. Yıkama banyosundan yeniden kazanılan yağın pazarlama değeri yüksektir. Yıkama banyosundan ilk ayrıldığında kirli sarı renkte ve koyun kokusunda olan yağ, temizlendikten sonra kokusuz, açık sarı renkte erime noktası 38-44°C olan bir madde haline geçer. Bu şekilde temizlenmiş olan yün yağı yaklaşık % 20 su ve parafin ile karışımı halinde *Lanolin* adı altında bazı kozmetiklerin yapımında kullanılır.

Kir ve pislik:

Doğal haldeki yün elyafı, önemli ölçüde dıştan gelen pislikleri içerir. Bu kirler, yün yağının yapışkan olması nedeniyle yün üzerinde tutulurlar ve bunlar ancak ileride konu edilecek yıkama ve karbonize etme işlemleri ile giderilebilirler.

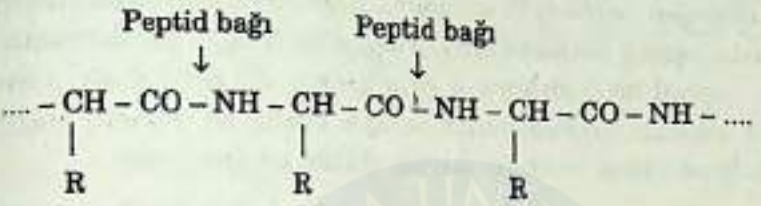
Keratin: (Yün proteini)

Yukarıda saydığımız bu safsızlıkları uzaklaştıracak olursak geriye yün proteini olan keratin kalır. Proteinler bilindiği gibi amino asidlerin peptid bağları ile birleşmesi sonucu oluşmuş polimer bileşiklerdir. Mol ağırlığı 60.000 olan keratinin yapısına giren amino asidlerin başlıcaları şunlardır: Alanin, arginin, serin, sistin, glutamik asid ve lösin. Kaba formülünün kimyasal bileşimi ise;

% 50 karbon, % 22-25 oksijen, % 16-17 azot, % 3-4 kükürt, % 7 hidro'endir.

Bir protein olan keratinin yapısında dört tür bağ vardır. Bunlardan biri peptid bağlarıdır. Diğerleri ise, tuz ve sistin ve hidrojen bağlarıdır.

a) Peptid bağları: Amino asidlerin $-NH_2$ grupları ile $-COOH$ grupları arasından bir molekül su çıkmasıyla oluşan amid türünde bağlardır.



Formül IV-21

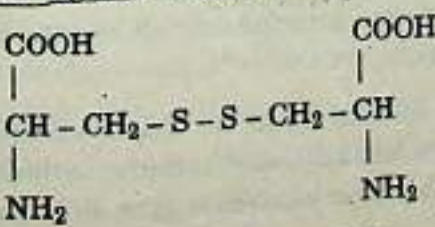
Peptidi oluşturan aminoasid molekülünün sayısına göre dipeptid, tripeptid ve polipeptid olrak isimlendirilir. 100 amino asidden daha fazla molekülden oluşmuş polipeptidlere ise protein denir. Protein zinciri farklı amino asidlerin moleküllerinden oluşmuştur.

b) Tuz bağları: Yukarıda gösterildiği şekilde oluşan polipeptid zincirlerini birbirlerine karşılıklı olarak bağlayan yan zincirler de vardır. Bilindiği gibi amino asidlerdeki $-NH_2$ grubu bazik, $-COOH$ grubu ise asidik karkterdedir. Amino asidlerle R alkil zinciri üzerinde peptidleşmeye iştirak etmeyen karboksil ve amino grupları varsa, serbest kalan bu gruplar birbirleri ile tuz yapısında bağlar oluştururlar. Keratindeki tuz bağları, glutamin ile lizin, aspartik asid veya arginin arasında meydan gelir. Bunlara tuz bağları denir. Bu bağlarla protein zincirleri birbirlerine yan kollarla bağlanmış olur.



Formül IV-22

c) Sistin bağları: Yündeki ikinci yan zincir de sistin bağlarıdır.

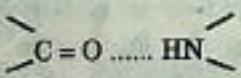


Formül IV-23

Sistinde iki amino ve iki karboksil grubu vardır. Bu iki grup yünün peptid zincirindeki serbest –COOH ve $-NH_2$ grupları ile kondanse olurlar. Burada da bir amidleşme söz konusu olur. Bağlar aynen peptid bağlarının oluşmasında olduğu gibi bir molekül su çıkmasıyla gerçekleşir. Sistin bağları ile tuz bağları arasındaki en önemli fark sistin bağlarının kovalent, tuz bağlarının ise elektrovalent (iyonik) bağ olmasıdır.

d) Hidrojen bağları: Proteinlerin geometrik konfigürasyonları incelendiğinde, spiral şeklinde bir yerleşim gösterdiği belirlenmiştir. Bu yapıya α – spiral konfigürasyonu veya kısaca α – şekli denir. x-ışınları analizi ile yapılan incelemelerden ortaya konan bu yapının enerji bakımından da en uygun ve stabil durum olduğu bulunmuştur.

α – spiral modelinin, spiral zincirlerden ibaret olduğu şeklinde açıklanabilir. Bükümlerin her biri 3,6 amino asid birimi içerir. Bu bükümler zincirdeki – CO – ve – NH – grupları arasında oluşan hidrojen bağları ile sabitleştirilir.



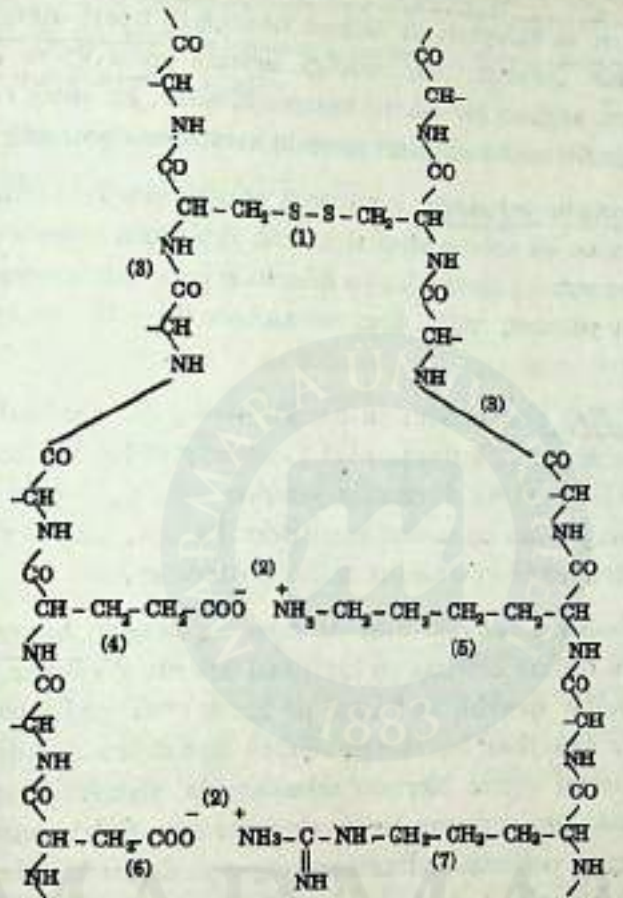
Özet olarak yün proteini olan keratin elyaf boyunca hemen hemen paralel bir şekilde uzanan ve amino asidlerin kondenzasyonu ile oluşmuş polipeptid zincirleri ile bu ana zincir arasında uzanan yan zincirler ve yine bu yan zincirlerdeki amino ve karboksil gruplarının nötralleşmesi ile meydana gelmiş tuz bağları ve ayrıca sistin ve hidrojen bağlarından ibarettir. Yün keratini, kovalent ve iyon bağlarının birarada bulunduğu karmaşık bir polipeptid şebekesi olarak düşünülebilir.

Spiral yapının yanında β- şekli olarak adlandırılan bir başka konfigürasyon daha vardır. Bu yapıda protein zinciri gerilmiş haldedir. Zigzag şeklinde bir yapı gösterir. Bu yapı molekül-içi değil, paralel protein zincirlerinde moleküller-arası hidrojen bağları ile sabitleştirilir.

Proteinlerde α – şeklinin β – şekline dönüşmesi mümkündür. Genellikle β – şekilleri, α – şekillerine göre daha dayanıksızdır. Dolayısıyla α – şekline dönmeye yatkındır.

Keratinde de α – şekli daha dayanıklıdır. Orijinal haldeki elyafta keratin, α – şeklindedir. Zincirdeki bükümler yanında, birbirine paralel durumdaki proteinler arasında çapraz hidrojen bağları da bulunur.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



(1) Sistin bağı (2) Tuz bağı (3) Pepit bağı
(4) Glutamik asid (5) Lizin (6) Aspartik asid (7) Arginin

Formül IV-24

Bu dönüşüm sıcak su veya buhar ile basınç altında muamele edilen elyafta kolayca meydana gelir. Bu durumda yeni bağlar oluşturur.

Yapısındaki bu üç farklı bağ, ve bunlardan ileri gelen yapı şekli, yünün fiziksel ve kimyasal özelliklerine etki eder.

IV.2.2.2. Yünün Fiziksel Özellikleri

Yün elyafı sahip olduğu iyi özellikler ve bunun yanında üretiminin tüketiminden ve talepten az olması nedeniyle ticari alanda pahalı bir elyaf türüdür. İnceliği, yumuşaklığı, eğirme yeteneği ve esnekliği bakımından çok aranan bir tekstil hammaddesidir. En sıcak tutan elyaftır. Sahip olduğu fiziksel özellikleri aşağıda kısaca sıralanmıştır.

Yaylanma yeteneği: Bir tutam elyafın sıkıştırıldıktan sonra basıncın kalkması ile eski şeklini almasına yaylanma yeteneği denir. Halı, döşemelik ve yatak yapılacak yün liflerinde bu yetenek aranır. Yumuşak yönlerde bu yetenek azdır. Sert ve karışık lifler bu amaç için en uygunudur.

Esneklik: Yün elyafın en önemli özelliğidir. Devamlı kullanılma sonucu buruşan yünlü kumaşlardan yapılmış giysiler, bu özelliğinden dolayı bir müddet askıda durmakla yeniden düzelir. Yünün esnekliği ve uzama yeteneği onun en önemli özelliğidir. Pamuk, ipek ve viskoz rayonu ile karşılaştırıldığında bu özellik en fazla yünde görülür.

Keçeleşme Özelliği: Yün ve diğer kıl kökenli hayvansal elyafın gösterdiği bu özellik bitkisel ve kimyasal liflerde görülmez. Yün elyafın üstündeki pullar sıcaklık ve basınç ile bazik veya asidik çözeltilerin etkisi altında mekaniksel hareketler sonucu dışa doğru kıvrılır. Sıcaklık ve nem yün liflerini şişirir. Korteks tabakasında, şişmenin sonucu olarak, epiderm tabakasına nazaran bir kısalma görülür. Bütün bunlar elyaf yüzeyini kaplayan pulların açılmasına ve geriye doğru kıvrılmasına sebep olur. Örtücü hücreler birbirlerine kenetlenir ve lifler birbiri üzerine dolanır, düğümlenir. Bu olaya *yünün keçeleşmesi* denir. Keçeleşme özelliği daha çok ince yünlerde kendini gösterir. Battaniye, serj kumaşları, fötr şapkalar yünlü kumaşların keçeleştirilmesi ile yapılır.

Nem Çekme Özelliği: Yün en fazla nem çeken elyaftır. Kendi ağırlığının yarısı kadar nem çekebilir. Bu bakımdan ticari bakımdan yünün içerebileceği nem miktarı belirlenmiştir. Bu oran % 16-18 arasındadır. Yün üzerine bağlanan su iki türlüdür.

a) Higroskopik su: Yün üzerinde fiziksel olarak tutulmuştur. Elyaf 100°C civarında ısıtılacak olursa bu su tamamen buharlaşır. Nemli havada durmakla yeniden bağlanır. Bu şekilde ısıtılmakla veya kuru havada bırakılmakla ayrılan su, higroskopik (fiziksel bağlı) sudur.

b) Hidrasyon suyu: Bu şekildeki su, kimyasal olarak bağlanmıştır. Yün aşırı ısıtıldığı takdirde bu suyu da kaybeder, fakat bu sırada yün zayıflar, nemli havaya bırakıldığında yeniden su absorplamaz ve eski özelliklerini kazanmaz. Bu yüzden yün kurutulurken çok yüksek sıcaklıklara ısıtılmamaya dikkat edilmelidir.

Yün lifleri ıslatıldığında dayanıklığının bir kısmını kaybeder, ancak gerilme kabiliyetinde artma olur.

Biçimlenme yeteneği: Yün elyaf, sıcaklık ve nem yanında basınç altında tutulursa istenilen şekli alır. Sıcakta ve buharla yapılan bu şekil verme işlemine *fiksaj* denir. Yünde fiksaj işlemi (dekatür) bir kimyasal reaksiyon sonucudur. Sıcakta su buharı ile yün proteinindeki tuz bağları ve hidrojen bağları kopar. Kopan bu tuz bağları dolayısıyla yünün dayanıklılığı azalır, kolayca istenilen şekil verilebilir. Kumaş soğutulduğunda tuz bağları yeniden fakat başka bir biçimde teşekkül eder. Böylece yeni biçim korunmuş olur. Yün eğer 150°C de, basınç altında kaynatılacak olursa, bu hidroliz daha ileriye gider. Protein kendisini oluşturan amino asidlere parçalanır.

İncelik: Yün elyafta incelik 's derecesi şeklinde ifade edilir. 1 pound ağırlığında 560 yarda uzunluğunda tek kat ipliğin inceliği 1's derecesi olarak kabul edilir. En düşük 32's en yüksek 80's olan bir sıralama yapılmış ve bunların mikron (10^{-4} cm) olarak kalınlıkları Tablo IV-4 de verilmiştir.

Tablo IV-5 Yün lifinin incelik dereceleri

's derecesi	mikron	's derecesi	mikron
80's	18,8	50's	30,5
70's	19,7	48's	32,6
64's	20,7	46's	34,0
60's	23,3	44's	36,2
58's	24,9	40's	38,7
56's	26,4	36's	39,7

Aşağıda inceliklerine göre çeşitli yün tipleri ve sahip olduğu özellikler verilmiştir.

1. Merinos (Botany) yünü: Merinos koyunundan elde edilen yün tipidir. 58' s kalitesinden 90' s kalitesine kadar kalın, orta ve ince kalıteleri vardır. Kıvrımları fazla, keçeleşme özelliği yüksektir. Bu tür yün üretiminde Avustralya dünya üretiminin % 60'ı ile birincidir. Yumuşak tutumlu (tuşeli) elbiselik kumaşlar yapılır.



Şekil IV-47. Merinos Koyunu

2. Orta yün tipi: Uzun yünlerle ince yünler arasındadır. Kıvrım azdır. Genellikle 46's ile 60's kalitesi arasındadır. Yerli İngiliz koyun ırklarından elde edilir. Erkek, kadın kumaşları ve battaniye yapımında kullanılır.

3. Uzun yün tipi: Uzunluğu 18-23 cm arasında ve 44's-50's kalitesindedir. Kaba olanları parlaktır. Palto ve pardesülük kumaşlar, battaniye ve keçe yapımında kullanılır.

5. Halı yünleri: Çeşitli ırklara mensup koyunlardan üretilir. Bu tip koyunların yapağılarında ince, orta ve uzun lifler yanında köpek kıllarına (kemp) rastlanır. Kemp kılları kalın, uçları sivri, kısa ve kaba kıllardır. Renkleri parlaktır. Kılın enine kesitinin 3/4 ü medüla bölgesidir. Boyarmadde içine nüfuz etmediği için yün elyaf arasında istenmez. Halı yünleri, ucuz yünlü kumaşlar; örtü, döşemelik ve battaniyeler ile keçe yapımında kullanılır.

Türkiye'de yerli koyun ırklarından halı tipi yün elde edilir. En iyi kalite yün kıvırcık ve dağlıç türlerinden üretilir.

ANKARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

IV.2.2.3. Yünün Kimyasal Özellikleri

Yün lifini oluşturan protein zincirlerindeki yan dallarda –COOH ve $-NH_2$ grupları bulunabilir. Bu gruplar moleküle asidik veya bazik özellikler kazandırır. Yün proteini bu bakımdan amfoter bir maddedir. Bu özelliği bilhassa boyanma kolaylığı sağlar. Asidik ve bazik boyarmaddelerle tuz teşkil ederek - iyonik bağlar yaparak, - boyanır. Aminoasidlerde olduğu gibi, proteinler de izoelektrik noktaya sahiptir. Yün keratininin izoelektrik noktası pH=3,4-4,5 dur.

Su, yün liflerini şişirir. Şişme miktarı % 18-20 dir. % 100 bağıl nemde üzerine % 30 kadar nem absorplar. Yünlü materyalin nem çekmesi sırasında bir miktar ısı açığa çıkar. Bu özellik sağlık ve konfor bakımından önemlidir.

Asidlerin yüne etkisi: Seyreltik anorganik asid çözeltileri ile muamele edilen yün bir miktar asid absorplar. Bunun sebebi protein zinciri üzerindeki bazik gruplarla asidin birleşmesidir. Genellikle 100 g yün, 80 mL normal HCl çözeltisi ile birleşir. Bağlanan bu asid, yünü su ile çalkalamakla bile giderilmez.

$$\text{yün} -NH_2 + HCl \rightarrow \text{yün} -NH_3^+ Cl^-$$

Formül IV-25

Derişik asidler ise yün üzerinde bozundurucu etki yaparlar. Bunlardan nitrat asidi ksantoprotein oluşumundan dolayı koyu sarı bir renk verir.

Alkalilerin yüne etkisi: Sodyum ve potasyum karbonat, tersiyer sodyum fosfat, amonyak ve sabun gibi protein zincirindeki asidik gruplar tarafından bir miktar alkali de absorbe edilir. Seyreltik sodyum veya potasyum hidroksidle kaynatıldığında tamamiyle çözünür.

$$\text{keratin} -CO-NH-\text{keratin} + OH^- \rightarrow \text{keratin}-COO^- + H_2N - \text{keratin}$$

Işık etkisi yün elyafı kırılgan ve gevşek hale getirir, boya afinitesini azaltır. Keratindeki sistin bağları kopar.

Yün, sıcaklıktan da etkilenir. 100-105°C de uzun süre tutulduğunda hidrasyon suyunu (kimyasal bağlı su) kaybetmekten dolayı

sert, gevrek ve dayanıksız bir hal alır. Daha yüksek sıcaklıklara ısıtıldığında ise bozunma başlar ve amonyak, hidrojen sülfür gibi gaz ürünler oluşur. Yanan yünde ise boynuz kokusu karakteristiktir.

IV.2.2.4. Yün Elyafın İşlenmesi

1. Yapak Yıkama

İster canlı hayvandan kırkılarak elde edilen *"kırkım yünü"* olsun ister *"tabak yünü"* veya *"post yapağısı"* olsun, tekstilde kullanılacak yünün yıkanması gerekir. Daha önce de belirttiğimiz gibi yün, koyunun kendisinden ileri gelen yağlı maddeler ve ter tuzlarına ilaveten çevreden gelen kuru ot, saman, tohum, kurumuş yağlar ve dışkı maddeleri gibi katışıklar içerir.

Yün yağı (vaks) yapağının % 10-15 ini oluşturur. Bu yağların büyük bir kısmı alkali çözeltileri ile sabunlaşabilirler. Ancak bu alkali çözeltilerine karşı yün keratini de etkilenebilir. Bu bakımdan yapağı yıkanmasında alkali kullanmak yerine yağların emülsiyon haline getirilmesi tercih edilir veya başka yöntemlerle uzaklaştırılır.

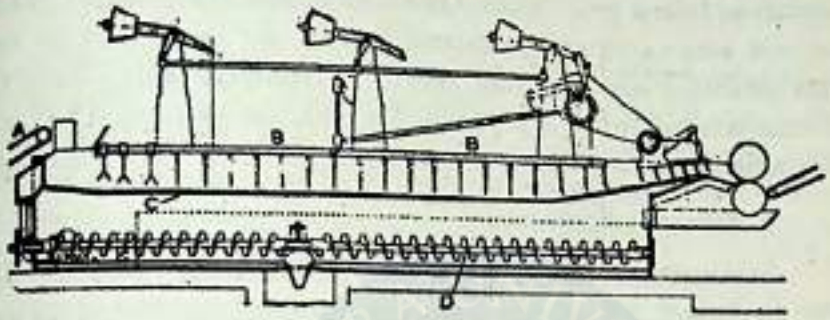
Ham yapağıda ter tuzları da bulunmaktadır. Bunlar suda çözündüklerinden giderilmesi kolaydır. Bütün bu katışkı maddeleri giderildikten sonra yün elyafı eğirilir. Yıkamadan sonra elyaf üzerinde %0,5-0,7 kadar yağ kalmalıdır. Daha fazla miktarda kalması eğirme işlemlerinde (cer ve kard makinelerinde) ve boyamada büyük zorluklar çıkarır. Yağın tamamen alınması da aynı zorluklara sebep olur ve yünün tutumunu (tuşe) bozar. Bu yüzden yapağının yıkanmasında belirli miktarda yağ yün üzerinde kalmalıdır.

Yapağı yıkanmasında dört ayrı yöntem uygulanabilir.

1. Su ile yıkama
2. Sabunla yıkama
3. Solventle yıkama
4. Dondurularak temizleme

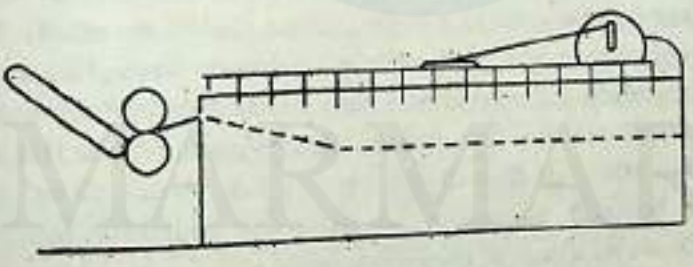
Bunlardan ilk ikisi emülsiyon oluşturarak temizleme işlemidir. Bu işlemler yün yıkama makinelerinde yapılır. Yıkama makineleri aralarında sıkma silindirleri olan ardarda dört veya beş tekneden ibarettir. Teknelerin altında delikli yalancı bir dip vardır. Bir silindir yardımı ile

ilk tekneye verilen yünler çatal veya taraklar yardımıyla ileriye doğru yavaşça hareket ettirilir. Çatal veya tarakların hareketi aşağıya, ileriye, yukarıya geriye olmak üzere dört yöne doğrudur.



Şekil IV-48 Yapak yıkama teknesi

Bu şekilde yapılan karıştırma sonucunda bazı ağır kirler gevşeyerek delikli bölmenin altına düşer. Tarak hareketi ile silindirlere doğru sürüklenen yünün üzerindeki likidin büyük bir kısmı burada sıkılarak uzaklaştırılır. Yün elyaf bir taşıyıcı band ile bir sonraki tekneye verilir. Sıkma suları ise çökeldikten sonra tekrar bir önceki tekneye gönderilir.



Şekil IV-49 Tırmık şeklinde tarak

1. Su ile yıkama

Ter tuzlarında bulunan uzun zincirli organik asidlerin alkali metal tuzları, deterjan özelliklerine sahiptir. Bu yüzden yünün ıslatılması ile elde edilen sıvı, deterjan olarak kullanılabilir. Burada yıkama işlemi beş kademelidir.

1) Ter tuzlarının sökülmesi, 2) Yağın uzaklaştırılması, 3) Çalkalama, 4) Sabunlama, 5) Çalkalama.

Ter tuzlarının sökülmesi için yün 16° C lik soğuk suda ıslatılır. Bu

banyonun sıkma suları alınır. Çöktürme veya santrifüj ile kaba kirlerden arındırılır. Bu sıvının pH si 5,5-8,5 arasındadır. Yağları uzaklaştırmak için yün, bu banyo içersinde daha yüksek sıcaklığa ısıtılır. (60°C). Yağ, emülsiyon haline geçer. Bunu takibeden teknelerde sırasıyla çalkalama, sabunla yıkama ve son çalkalama yapılır. Kir ve yağ ilk iki teknede uzaklaştırılmış olur. Sabunla yıkama az miktarda kalan katışkı maddelerini uzaklaştırmak için yapılır. Bu yöntemin üstünlüğü kullanılacak kimyasal madde miktarının az ve buna bağlı olarak ekonomik olmasıdır.

2. Sabunla yıkama

Su ile yıkama yönteminden farkı ilk teknedeki banyodur. İlk teknede su yerine% 2-4 sodyum oleat-(veya benzeri sabunlar) ve %2 sodyum karbonat içeren banyo kullanılır. Banyonun sıcaklığı ilk 10-15 dakikada 50-55°) de tutulur. Sonra 25 dakika 28-38° C arasında bırakılır. 50-55° C, yün yağının erime noktasından (40-50° C) yüksektir. Bu sıcaklıkta yağın emülsiyonu kolaylaşır.

Teknedeki banyonun pH si 10'a yakın olmalıdır. Devamlı olarak beslenen yünün ekstraksiyonu sonucu, banyodaki ter tuzları, yağ ve diğer kirlerin miktarı artar. Bu sıvı, santrifüj ve çöktürme ile temizlenerek yeniden kullanılabilir. İkinci teknedeki banyo daha temizdir. İkinci banyoya sabun veya deterjan ilavesi gereklidir. 3., 4. ve 5. tekneler çalkalama için kullanılır. İlk teknede absorplanan alkali çalkalama sırasında giderilmelidir. Aksi halde kurutulduktan sonra yün üzerinde kalan alkali onu sarartır. Alkaliyi giderebilmek için çalkalama teknelerinin pH'ı, 10 dan düşük bir değerde tutulmalıdır. Son tekne akar su ile beslenir. Sabundan ileri gelen yağ asidlerinin çökmemesi için pH nin 8'in altına düşmesi engellenmelidir.

Yünün yıkanması sırasında çözünmeyen Mg ve Ca sabunlarının oluşmasından sakınmak için yumuşak su kullanılır. Gerek ter tuzlarının gerekse yağ asidlerinin bu tür katyonlarla oluşturabileceği sabunları önlemek üzere sentetik deterjanlar da kullanılabilir.

Yıkama işlemi sırasında sakınılması gereken diğer bir konu, yünün keçeleşmesidir. Yün elyafı pullu yüzeyinden dolayı ısı, basınç ve nem etkisi altında keçeleşir. Pullar dışarı doğru açılarak kıvrılmaya meyleder. Bu kıvrımlar sonucunda tek tek liflerin birleşip katılaştığı ve sıkıca bağlandığı bir kütle meydana gelir. Yıkama banyosunun ılık ve zayıfça alkali olması keçeleşme için gerekli şartları sağlar. Bu bakımdan yı-

kama işlemi dikkatlice yapılmalı, çalkalama işlemi yavaş bir şekilde ve oğuşturmadan uygulanmalıdır. Yün kaba bir şekilde çalkalanırsa keçeleşmeye uğrar.

3. Çözücü ile yıkama

Çözücü ile yıkama işlemi ender uygulanan bir yöntemdir. Yün yağı bu işlemde benzen, karbontetraklorür, nafta veya alkol ile çözündürülerek uzaklaştırılır. Yünün çözücülerle yıkanmasında, aynı karıştırma şartlarında sulu çözeltilerde yıkanmasından çok daha az keçeleşme olur. Bu işlemden sonra yün kurutulmalı, ter tuzları ve kirleri uzaklaştırmak için sabunlu su ile yıkanmalıdır.

4. Dondurarak temizleme

Yün nemlendirip düşük sıcaklıklarda bırakılacak olursa, üzerindeki yün yağı, bitkisel maddeler ve diğer safsızlıklar donar, sert ve kırılgan bir madde haline geçer. Donan bu safsızlıklar, mekanik yolla dövülerek toz haline getirilip uzaklaştırılır. Bu işlem için gerekli temperatür –30° C dir.

2. Yün Elyaftan İplik Yapımı

Yıkanmış ve gerekirse karbonize edilmiş yün elyafı, (yapağı) iplik yapılmak üzere iplik fabrikalarına gönderilir. Yün elyaftan iplik yapımı, kesikli elyaftan iplik yapımına bir örnek olan pamuk iplikçiliğine benzerse de bazı ayrıcalıkları vardır. Yün elyafın özelliklerine göre farklı yöntemlerle iki farklı türde iplik elde edilir.

a) Kamgarn: İnce uzun ve parlak yünlerden bu tür iplikler yapılır. Yıkanmış elyaf bir ön taramadan geçirilir. Daha sonra tekrar taraklanarak kısa lifler ayrılır, uzun lifler düzgün bir hale getirilir ve eğirilir. Bu ipliklere *kamgarn* denir. En iyi kalite yün ipliğidir. Bu iplikten dokunmuş kumaşlarda atkı ve çözgü iplikleri gözle ayrı ayrı seçilebilir. İnce elbiselik kumaşlar, iyi kalite yünlü kumaşlar bu tür iplikten yapılır.

b) Strayhgarn: Genellikle kısa yün elyaf bu tür iplik yapımında kullanılır. Yıkanmış elyaf taraklandıktan sonra uzun ve kısa elyaf ayrımı yapılmaksızın eğirilir. Kamgarn elde edilmesinde çıkan tarak artıklarından da yararlanılır. Kaba liflerden genellikle 2-8 Ne inceliğinde çorap, aba, battaniye, halı ve kilim iplikleri yapılır. Daha ince ve yumuşak elyaftan ise 4-24 Ne inceliğinde manto, palto, pardösülük kumaşların dokunduğu iplikler yapılır. Strayhgarn kumaşlarda atkı ve

çözgü iplikleri gözle seçilemez. Genellikle ileride anlatacağımız dinkleme işlemi uygulanarak kumaşa yumuşak bir tutum verilir.

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3. Karbonizasyon

Ham yün, yün yağı ve ter tuzları yanında bitkisel safsızlıklar da içerir. Bu safsızlıklar tarama ve eğirme işlemlerinde zorluklar çıkartır. Yün üzerinde kalacak olursa materyal boyandığı zaman, boyanma özellikleri yünden farklı olan selülozik madde boyanmamış olarak kalır. Bu bakımdan bitkisel safsızlıklar mekanik yolla veya çok sıkı bağlananları da kimyasal yolla uzaklaştırılır. Selülozik safsızlıkların kimyasal olarak uzaklaştırılmasına *karbonizasyon* denir.

Bu işlemde, az miktarda derişik anorganik asidlerin yardımı ile sıcakta selülozik maddeler hidroliz edilir. Bu şekilde selülozik madde, ya kırılgan hidroselüloz haline veya daha ileri bir reaksiyonla kömür haline geçer. Böyle bir işlemden yün hemen hemen hiç etkilenmez. Selülozik safsızlığın uzaklaştırılması yapağı halindeki yüne yapıldığı gibi dokunmuş yünlü kumaşa da uygulanır.

Yapağı ve diğer yün eşyaya ıslak ve kuru karbonizasyon yapılabilir. Islak karbonizasyonda, sülfürik ve klorhidrik asid çözeltileri yanında, bazı asidik tuzlar (sodyum hidrojen sülfat) ve hidroliz sonucu asidik çözeltiler veren alüminyum ve mağnezyum klorür çözeltileri kullanılır. En çok kullanılan karbonizasyon maddesi sülfürik asiddir ve bitkisel artıkları 107-110°C de bozundurur. HCl ve $NaHSO_4$, 125-130°C de, $AlCl_3$ ve $MgCl_2$ ise 125-150°C de karbonize eder. Yün ile alüminyum ve mağnezyum klorürlerinin etkileşiminden ikinci bir işlemle giderilebilen hidratlar ve bazik tuzlar oluşur.

Kuru karbonizasyon, yünün, kapalı odalarda hidrojen klorür gazı ile muamele edilmesidir. Islak karbonizasyon işlemi dört kademede yapılır. 1- Kumaşın asid ile ıslatılması, 2- Asid çözeltisinin fazlasının uzaklaştırılması 3- Kumaş üzerindeki çözeltinin suyunun uçurulması, 4- Kumaşın yüksek sıcaklığa ısıtılması. Yün % 8 lik H_2SO_4 ile iyice ıslatılır. Yündeki fazla çözelti sıkılarak uzaklaştırıldıktan sonra kurutma odalarına alınır. 80-90°C de ısıtılarak asidin suyu uçurulur. Dördüncü aşamada kısa süre 110°C ye ısıtıldığında, yün üzerinde kalan derişik asid, selülozik maddeleri etkiler. Yün elyaf, kırılgan hidroselülozdan uzaklaştırmak üzere dövülerek savrulur, su ile ve seyreltik sodyum karbonat çözeltisi ile yıkanır.

Karbonizasyon ştrayhgarn kumaşlara da uygulanır. Yıkanmış ve dinklenmiş kumaşlar % 5 lik H_2SO_4 ile doyurulur, sıkılır, açık halde önce 60-70°C de kurutulur, sonra 5 dakika 110°C de kızdırılır. Kömürleşen selülozik maddeler kırıcı ezici makinelerde uzaklaştırılır. Kumaş iyice yıkanır ve nötralize edilir. Çalkalanarak kurutulur.

Karbonizasyon işlemini dövme ve silkeleme işlemi izler. Bu mekanik proses ile selülozun hidrolizi ile oluşan kırılgan ürünler yünden uzaklaştırılır. Daha sonra materyaldeki asid kalıntıları nötralize edilir.

Yün ve selüloz karışımından dokunmuş eski kumaşlar da karbonizlenir. Bu şekilde yün yeniden kazanılarak kullanılır; elde edilen yüne *shoddy* denir. Genellikle keçeleştirilmiş kumaşlardan karbonizasyonla elde edilen yünler ise *mungo* adını alır. Bu tür eski kumaşlarda kuru karbonizleme yapılır, çünkü ıslak işlemden boyalar zarar görür. Kapalı bölmelerde HCl gazı ile muamele edilen yün, daha sonra 90-94°C de tutulur. Selülozik elyaf karbonize olduğu zaman paçavralar dövülerek hidroselüloz toz haline getirilir. Sonra su ile iyice yıkanır. Gerekirse sodyum karbonat ile nötralleştirilir.

4. İplik veya Kumaş Halindeki Yünün Yıkanması

Yünden yapılmış bütün iplikler bir miktar yağ veya eğirme sırasında ilave edilen yağlayıcı maddeleri içerir. Kamgarn yün ipliğinde ilave edilen yağ miktarı % 2-3, halı ipliklerinde ise % 15'e varır. Bu yüzden diğer işlemlere geçmeden ipliğin yıkanması gerekir.

İpliğin yıkanması 60°C den yüksek olmayan sıcaklıkta az miktarda amonyak veya sodyum karbonat katılan %2-3 lük bir sabun veya deterjanlı banyoda yapılır. Bazen amonyak veya soda eklenmez. Taraklanmadan önce yüne ilave edilen yağ, ham oleik asidden ibaretse, bu madde soda ile sodyum oleat yani bir sabun oluşturacağından, yıkama yalnız soda ile yapılabilir.

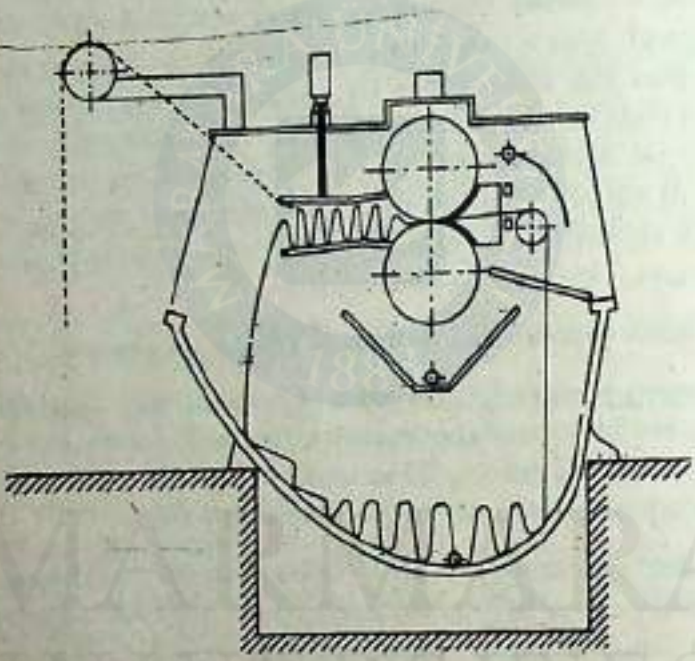
5. Dinkleme

Dinkleme işlemi kumaşı sıkı ve yoğun bir hale getirmek için yapılan bir keçeleştirme işlemidir. Dinklenmiş kumaşta atkı ve çözgü ipliklerı gözükmez.

Genellikle dinkleme ştrayhgarn kumaşlara uygulanır. Bazen kamgarn kumaşlara da hafif bir dinkleme yapılabilir. Temel olarak işlem, bir çekme ve keçeleşme ile sonuçlanan elyaf göçünü sağlamak üzere ıslak

kumaş üzerinde bir sıkma etkisi yapmaktır.

Döner dinkleme makinelerine kumaş iki uçtan dikilmiş olarak verilir. Bu makineler genellikle yıkama makinelerine benzer. Kumaş önce toprak malzemeden yapılmış bir ağızdan zorlanarak geçer. Bu şekilde bir gerilim meydana gelir ve kumaş uzatılır. Sıkma silindirlerine giren kumaş, boyutu gittikçe daralan bir kanaldan geçer. Buraya kapan denir ve istenilen değerde basınç yukarıdan ayarlanır. Kapan içerisinde sıkışan kumaş keçeleşmiş olarak dinkleme çözeltisine girer. (Şekil IV-50).



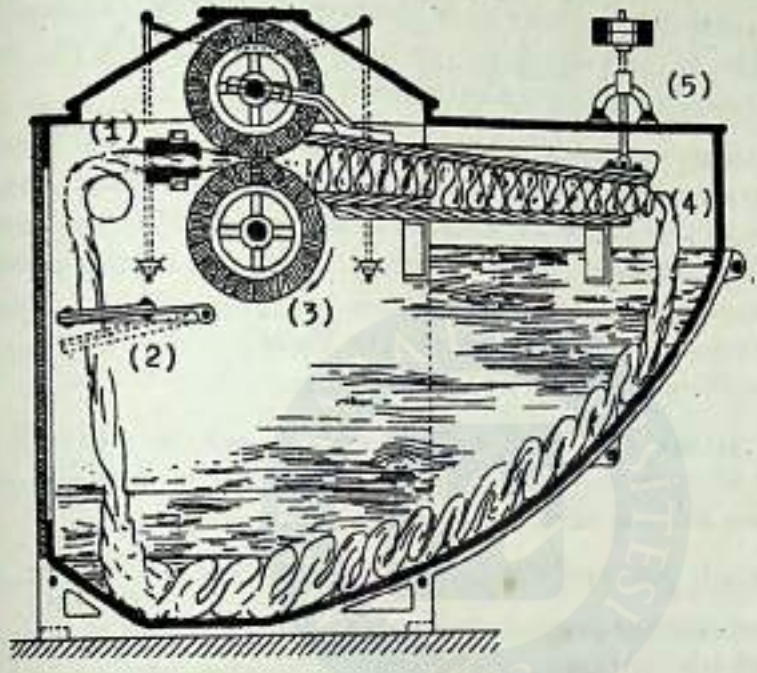
Şekil IV-50 Halat şeklinde kumaş yıkama ve dinkleme makinesi

Dinkleme işlemi asid veya alkali ortamda yapılabilir. Asidle dinkleme %0,2-0,5 lik H_2SO_4 çözeltileri kullanılır. Bu işlemden önce kumaş iyice yıkanmış ve çalkalanmış olmalıdır. Asidle dinkleme, içine nüfuz edilmesi güç olan ağır ve kaba kumaşlara uygulanır.

Alkali ile dinklemede soda veya sabun çözeltileri kullanılabilir. Kapan ve ağızdaki sürtünmeden doğan ısı kafi geldiğinden bir ek ısıtma gerekmez. Sıcaklık, sabunla dinklemede 40°C nin üzerine çıktığından arasıra kapak açılarak soğutulur. Keçeleşme 35-37°C de en yüksek hız-

dadır, daha yüksek sıcaklıkta azalır. Asidle dinklemede böyle kritik bir sıcaklık yoktur ve 70-80°Cye çıkabilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



(1) Ağız (2) Vurma (3) Sıkma silindirleri (4) Kapan (5) Sıkıştırıcı

Şekil IV-51

Dinkleme sonucu kumaş iyice yıkanır. Dinklemede keçeleşme hızı pH 10 da maksimum olur. pH düşerken keçeleşme hızı da azalır. pH 4 den sonra yeniden yükselir.

6. Yüne Keçeleşmezlik Özelliği Verilmesi

Yün elyafın fiziksel özelliklerinin incelenmesinde görüldüğü gibi, pulumsu yüzeyi ve uzama yeteneğinden dolayı basınç, nem, sıcaklık etkisi altında keçeleşir. Yünden dokunmuş ve sık sık yıkama, ütüleme, temizleme gerektiren kumaşlardan yapılmış eşya, bu işlemler sonucunda keçeleşir boyca ve ence çeker, küçülür. Birkaç yıkama sonucu kullanılmayacak hale gelen eşyanın ticari değeri de düşer. Bu bakımdan yün elyaftaki bu keçeleşme özelliği azaltılmalıdır. Bu amaçla kimyasal ve fiziksel olmak üzere iki yöntem uygulanır.

1- Kimyasal yöntemler: Bu yöntemlerle keçeleşmeye sebep olan pulcuklar, kimyasal reaksiyonlarla yokedilir.

a) Klorlama yöntemi:

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Yün elyafa halojenler, özellikle klor etki eder. Elyafta pulumsu yüzey aşınarak daha parlak olur ve boyamaya ilgisi artar. Klorlama yönteminde klor kaynağı olarak sodyum hipoklorit, klor gazı veya sodyum karbonat çözeltilerinde çözündürülmüş klor kullanılır.

Yıkanmış ve temizlenmiş yün elyaf, içersine %3-4 aktif klora eşdeğer miktarda sodyumhipoklorit ve %1 boraks bulunan banyoya oda sıcaklığında verilir. Banyo sıcaklığı yavaş bir şekilde 45°C ye kadar çıkartılır. Yün liflerinin pulumsu yüzeyi aşınıp, jelatinimsi görünüm almaya başlayınca, işleme son verilerek banyodan çıkarılır. Yıkanır, elyaf üzerindeki klor artıkları bir antiklor madde ile (%1 $NaHSO_3$) çalkalanarak giderilir. Yeniden yıkanır, kurutulur.

Klorlamada yün elyafı dikkatle kontrol edilerek elyafın iç kısımlarının etkilenmesi önlenmelidir. Klorlanmış yün, bir miktar sararır; bu bakımdan bu işlem ağartma işleminden önce yapılmalıdır.

b) Alkollü potasyum hidroksid yöntemi: *(Ferenoy-Lipson yöntemi)*

Yün elyafı %2,8 KOH ve %1 gliserin + metilakol karışımı içeren bir banyoda ıslatılır. 10 dakika oda sıcaklığından biraz yüksek sıcaklıkta (26-27°C ye kadar) tutulur. Banyodan çıkan yünlerin üzerindeki alkali, % 1 lik H_2SO_4 içeren banyoda 4 dakika çalkalayarak giderilir. Sonra su, sodalı su ve tekrar su ile yıkanır, kurutulur.

c) Enzim yöntemi:

Bu işlemi için *papain* enzimi kullanılır. Papain pulumsu yüzeyi tahribederek elyafa keçeleşmezlik kazandırır. Enzimin aktivitesi banyoya % 1 $NaHSO_3$ katılmakla arttırılabilir. Klorlanmış yünlersonradan papain enzimi ile muamele edilirse, yumuşak, ipek parlaklığında elyaf elde edilir. Bu bakımdan yüne keçeleşmezlik özelliği vermek için klorlama ve enzim yöntemleri ardarda yapılır.

2- Fiziksel Yöntem: Keçeleşmenin önlenmesi, pulcukların dışarıya doğru kıvrılmalarını engelleyecek işlemlerle yapılır.

Reçinelerle kaplama yöntemi:

Genellikle üre-formaldehit veya melamin-formaldehid reçineleri elyaf yüzeyine kaplanarak, pulların dışarı kıvrılmaları ve bundan ileri gelen keçeleşme olayı önlenmiş olur.

Bu işlem için ticarette ön kondensatları şeklinde satılan üre-formaldehid veya melamin-formaldehid reçineleri kullanılır. Yünlü kumaş bu ön kondensatları ve polimerleşmeyi sağlayacak katalizörleri içeren bir banyoda ıslatılır, %80 sıkma verilir, kurutulur. Kumaş 45 dakika 110°C de tutularak reçinenin polimerleşmesi sağlanır. Üre- ve melamin-formaldehid reçineleri termosetting maddeler olduğundan bu işlemden sonra sıcaklık yükselmesinden etkilenmeden elyaf üzerinde koruyucu bir örtü olarak kalır. Keçeleşmezlik apresi, bu yöntemle yapılmışsa sürekli değildir. Birkaç yıkama sonunda, pulcukların üzerini kaplayan reçineler bozunacağından keçeleşme tehlikesi başlar.

7. Yünün Ağartılması

Doğal haldeki yünde bir miktar renk verici maddeler bulunur. Bu yüzden yün hafif sarımsı renktedir. Genellikle kamgarn ve ştrayhgarn kumaşların büyük kısmı bu tabii renkleri ile aprelenir ve boyanır. Ancak, beyaz örgü yünleri, iç çamaşırları ve pastel renklere boyanacak kumaşlarda ağartma gerekir.

Yünün ağartılmasında iki ayrı yöntem kullanılır. Bunlardan biri renk verici (pigment) maddelerini SO_2 gibi indirgenlerle gidermek; diğeri ise yükseltgen maddelerle oksidlemektir. Yükseltgen madde olarak H_2O_2 en uygundur. Hipoklorit çözeltileri yünü sararttığı ve kolayca bozundurduğu için kullanılmaz. Çünkü, hipoklorit ile yünün reaksiyonundan sarı renkli kloramin bileşikleri oluşur.

$$\text{Keratin} - CO - NH - \underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH}} - \text{keratin} + HOCl \rightarrow$$

$$\text{Keratin} - CO - NH - \underset{\displaystyle NHCl}{\underset{||}{CH}} - \text{keratin} + H_2O$$

Formül IV-26

Potasyum permanganat da yünde giderilmesi için ikinci bir işlem gerektiren koyu pas rengi meydana getirir. Sodyum klorit ($NaClO_2$) ise sodyum hidrojen sülfit ile giderilebilen bir pembe renk oluşturur.

1. Kükürt dioksid ve sülfitlerle ağartma:

Gaz halinde kükürt dioksid kullanılarak yapılan ağartmaya "stoving" adı verilir. Yıkanmış nemli elyafın bir gece süre ile kükürtdioksid

atmosferinde tutulmasıdır. SO_2, ya aynı oda içersinde veya elyafın bulunduğu oda ile irtibatlı bir başka bölüm içersinde elementel kükürdün yakılması ile elde edilir. Böylece aynı oda içersinde SO_2 gazı, nemli yün elyaf üzerindeki renk veren maddeleri indirger. 6 kg kükürdün yakılması ile elde edilen kükürt dioksid ile 100 kg yün ağartılabilir. Stoving işlemi ucuz fakat kontrol edilmesi güç bir yöntemdir.

SO_2 gazı suda çözündürülerek de ağartma yapılabilir. Bunun yerine doğrudan doğruya sodyum hidrojen sülfit çözeltisi de kullanılır. Bu işleme de *sülfit ağartması* denir. Sülfit ağartması için yünlü materyal önce sodyum hidrojen sülfit sonra seyreltik sülfirik asid banyosundan geçirilir veya asidlendirilmiş sodyum hidrojen sülfit banyosunda ıslatılır. Yünü ağırlığına göre %20-25 hidrojen sülfit içeren bir banyoda 2-6 saatlik bir işlem yeterlidir.

İndirgen maddelerle aşırı ağartma, yünün yapısını da bozar. Sistin ve tuz bağlarına parçalar.

$$\text{Keratin} - S - S \text{ keratin} + NaHSO_3 \rightarrow \text{keratin} - SH + \text{keratin} - S - SO_3Na$$

Formül IV-27

Bütün bu işlemlerde ağartma etkisi bir indirgenme reaksiyonu sonucudur. Bu bakımdan beyazlık sürekli değildir. Hava oksijeni ile yeniden yükseltgenme ile yünün sarıması-krem rengi tekrar ortaya çıkar.

2. Hidrojen peroksid ile ağartma:

Yün elyafı yıkandıktan sonraki işlemlerinin herhangi bir kademesinde, yani elyaf, iplik veya kumaş halinde iken hidrojen peroksid ile ağartılabilir. İki farklı yöntem kullanılır. a) oldukça uzun bir zaman süresinde yünü ağartma banyosunda bırakmak veya b) ağartma banyosunda ıslatılan kumaş kuruyana kadar bir yerde bırakmak.

Yün elyaf halinde iken, birinci yönteme göre ağartılacaksa ağırlıkça % 0,5-0,75 H_2O_2 içeren ve stabilizatör olarak tetrasodyum pirofosfat ve etilendiamin tetraasetik asid (EDTA) katılmış banyoda ıslatılır. Sıcaklığın 50°C nin çok altına düşüp düşmediği kontrol edilerek 4 saat ile 16 saat arasında bekletilir. Yün, iplik halinde ağartılacaksa, bu işlem boyama makinelerinde ve zamanı kısaltmak üzere banyo çözeltisinin ipliğe iyice nüfuz etmesi için çözeltiyi sirküle ettirerek yapılabilir. İşlem sonucunda materyal iyice yıkanır.

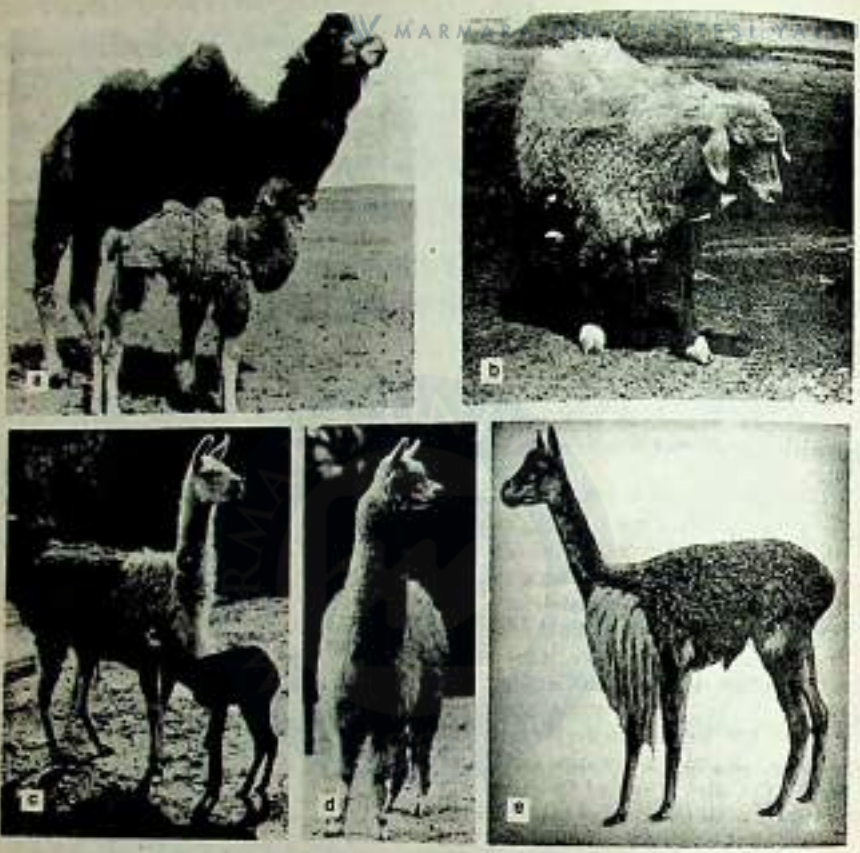
Bazik karakterli bir stabilizatör beraberliğinde de ağartma yapılabilir. Pigmenti çok yünleri ağartmak için pH'nin yüksek olduğu ortamlarda çalışmak tavsiye edilir. Bu şartlarda elyafta kimyasal bozunma mümkünse de, tehlikeli değildir. Sodyum silikat ve sodyum karbonatla birlikte ıslatıcı madde eklenmiş banyonun pH si 8-10 dur. Ağartma sonunda yün, önce su ile sonra adsorplanmış alkaliyi nötralleştirmek için asetik ve formik asid katılmış su ile çalkalanır.

Hidrojen peroksid ile ağartma asidik ortamda da yapılabilir. Ağırlıkça % 0,55 hidrojen peroksid içeren banyoya %1 formik asid eklenerek pH si 4,0-4,5 da tutulur.

Bu yöntem yapak yıkanması sırasında son tekneye hidrojen peroksidli banyonun konması ile de yapılabilir. Yün tekneyi terkederken çözelti fazlası iyice sıkılır, bir kurutucuda ağartmaya verilir. Burada peroksid konsantrasyonunun sabit ve pH nin asidik ortamda kalmasına dikkat edilmelidir. Sıcaklık 16-38°C arasında tutulur. Ağartma, kurutma sırasında ve sonra devam eder.

Yünlü kumaşlarda açık veya halat şeklinde ağartma bazik veya asidik ortamda yapılabilir. Kumaş, içersinde ağartma çözeltisi olan ıslatıcıdan geçirilir, çözeltinin fazlası sıkılarak uzaklaştırılır; ya bir gece ıslak halde bekletilir veya kurutulur.

Ağartma işleminde aktifleyici indirgen maddelerin ortamda bulunmamasına dikkat edilmelidir. Aksi halde peroksidin artan reaktifliği elyafta bozunma meydana getirir. Sistin bağlarında kopmalar olur. Bakır veya demir gibi bazı metaller ve bunların iyonları aktifleyici olarak etki eder. Bu yüzden peroksid ağartmaları paslanmaz çelik, seramik veya tahta kaplanmış kaplarda yapılmalıdır.



a) Deve, b) Ankara keçisi, c) Lama d) Alpaka e) Vicuna

Şekil IV-52

KIL KÖKENLİ DİĞER LİF TÜRLERİ

IV.2.3. TİFTİK (MOHAIR)

Ankara keçisinin uzun, parlak ve yumuşak kıllardan elde edilir. 130 yıl kadar önce Orta Anadolu'da yetiştirilen tiftik keçileri ile Anadolu, Dünya piyasasında 1 numaralı üretici idi. Türkiye bu özelliğini 1950 li yıllara kadar koruyabilmiştir. Bu tarihten sonra A.B.D. tiftik keçisi üretimini kendi ülkesinde bilinçli bir şekilde yürüterek üretimde ön sıraya geçmiştir. Günümüzde Türkiye üretim bakımından ikinci, Güney Afrika üçüncü sırayı alır.

Tablo IV-6. Yıllara göre Türkiye'de Tiftik üretimi

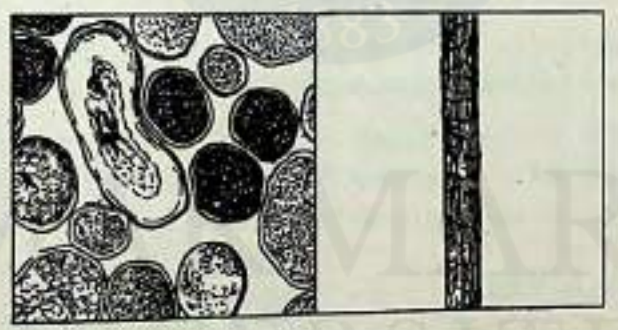
TİFTİK	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Dünyadaki Üretim (ton)	22.600	18.200	16.600	13.950	13.300	11.800
Türkiye'deki Üretimi (ton)	1.800	1.500	1.200	1.000	800	600

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

IV-2.3.1. Fiziksel ve Kimyasal Yapısı

Yünde olduğu gibi tiftik lifleri *kütikül, korteks* ve *medüla* tabakalarından yapılmıştır. Kütikül tabakasındaki örtü hücreleri yünde olduğu gibi kalkık pullar şeklinde değildir. Bu özellik tiftiğin yünden çok daha parlak olmasını sağlar. Bu yapısından dolayı yün kadar çekmez ve keçeleşmez. Korteks tabakasındaki orto-korteks hücreleri, yüne nazaran daha fazladır. Bu nedenle, elyafta kıvrım sayısı azdır. İnce lifler daha kısa, kaba lifler ise daha uzundur. Liflerin boyu 10-30 cm arasındadır. Normal olarak crossbred yünleri kalınlığındadır. (10-90 mikron) Renkleri beyazdan açık krem rengine kadar değişir.

Tıpkı yünde olduğu gibi hayvandan ileri gelen yağ, ter tuzları v.b. kirlilikler içerir.



Şekil IV-53 Moher liflerinin mikroskop altında enine kesit ve boyuna görünümleri

Kimyasal yapısı, yün gibi keratin yapısındadır. Ancak kimyasal reaktiflere karşı direnci yünden daha azdır. Bu yüzden elyafın işlenmesi ve kumaşın terbiyesi işlemlerinde daha dikkatli olmak gerekir.

Kamgarn ve ştayhgarn olarak işlenebilir. % 30 oranında yüne karıştırılabilir. Döşemelik kumaşlar, kadın ve erkek kumaşları, triko şeklinde dokumalar, battaniyeler yapılabilir. Son yıllarda akrilik elyafla da karıştırılmaktadır.

IV.2.4. KAŞMİR

Himalayalar Bölgesinde Tibet ve Keşmir'de yetiştirilen bir keçi türünün yünlerinden elde edilir. Keşmir keçisinin kıl örtüsü birbirinden farklı iki tür kıldan oluşmuştur. Üstteki kaba kıllar tekstilde kullanılmaz. Ancak ip, çuval, kilim yapılır. Alt ve ince liflerden yararlanılır. Kıl değişimi sırasında (genellikle Haziran aylarında) bu ince tüyler hayvandan yolunarak veya taranarak alınır. Bir hayvandan senede en fazla 400 g kaşmir elyafı elde edilir. Bu bakımdan fiyatı çok yüksektir. Beyazdan sarı, bej, açık ve koyu kahveye giden renklerde olur.



Şekil IV-54 Kaşmir liflerinin mikroskop altında enine kesit ve boyuna görünümleri

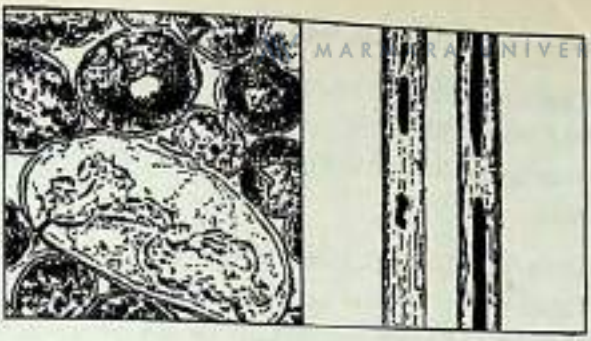
Fiziksel yapısı bakımından merinos yününe benzer. Kimyasal reaktiflere karşı yünden daha az dayanıklıdır.

Kaşmir şal, atkı, kuşak gibi yerel giysiler yapılmasında kullanıldığı gibi; pahalı oluşundan dolayı çeşitli yüzde oranlarında diğer elyaf türleri ile de karıştırılıp mantoluk, ceketlik kumaşlar yapılır.

IV.2.5. ALPAKA

Güney Amerika'da yetişen koyun türünden bir hayvandır. Yünü de aynı adı taşır. Yünü yanında eti için de beslenir. Hayvandan kırkım yoluyla elde edilir. Görünüş bakımından tiftik yünlerine benzer. Beyazdan kahverengi ve siyaha kadar çeşitli renklerde bulunur. En kıymetlileri nadir olan kahverengi ve siyah olanlardır ve genellikle tabii renginde kullanılır. Kamgarn ve ştrayhgarn olarak işlenebilir. Kazaklar, elbiselik kumaşlar, iç çamaşırları yapılır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil IV-55 Alpaka liflerinin mikroskop altında enine kesit ve boyuna görünümleri

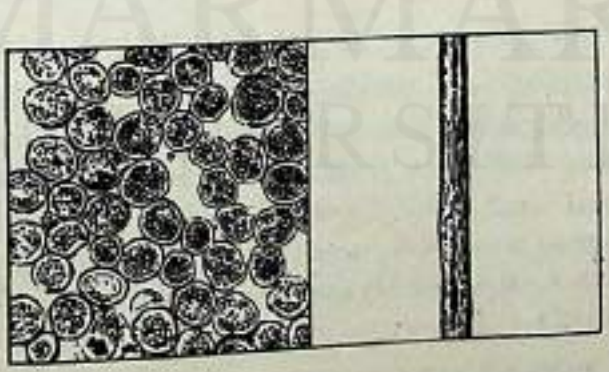
IV.2.6. LÂMA

Alpaka gibi Güney Afrika'da yetiştirilen bir hayvandır. Alpakaya göre daha kalın ve uzun kıllar elde edilir. Genellikle kahverengi olup bu rengi ile kullanılır.

Kamgarn ve ştrayhgarn yapılarak kalın kumaşlar dokunur. Diğer elyaf türleri ile de karıştırılır.

IV.2.7. VİCUNA

Alpaka ve lama türünde ve Peru'da yetiştirilen bir hayvandır. Yün örtüsü çok ince ve yumuşaktır. Dünyada nadir ve değeri çok yüksek bir elyaf türüdür. Yabani hayvan olduğundan avlanma sonucu yünü elde edilebilir.

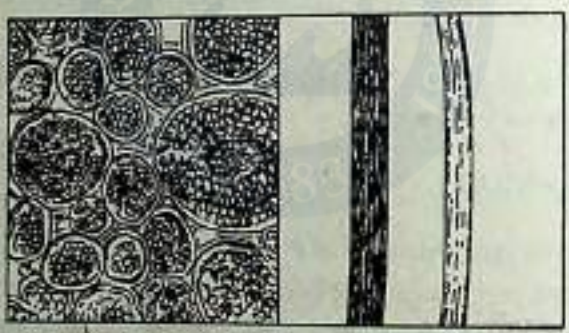


Şekil IV-56 Vicuna liflerinin mikroskop altında enine kesit ve boyuna görünümleri

IV.2.8. DEVE TÜYÜ (CAMEL HAIR)

Deve etinden, sütünden, gücünden, derisi ve yününden yararlanılan bir hayvandır. Afrika ve Asya'da yaşayan evcil hayvanlardır. Türkiye'nin güney bölgelerinde bulunur. Türkiye'deki develerin tüy ve kılları tekstilde kullanılmaz.

Devenin vücudu iki farklı türde kılla kaplıdır. Üst tabaka kaba kıllardan alt tabaka ise ince kıllardan oluşmuştur. Alttaki ince kıllar *devetüyü* olarak bilinir ve tekstilde değeri yüksek elyaf türleri arasındadır. Devedeki kıl örtüsü ilkbahar ve yaz başlarında kendiliğinden dökülür. Dökülen bu kıllar toplanarak kalın ve ince olmak üzere bir ayrıma tabi tutulur. Ayırma işlemi tarama ile olur. Kaba olanları heybe, urgan, çadır bezi yapımında, ince ve yumuşak olanları ise (deve tüyü) elbiselik ve paltoluk kumaş yapımında kullanılır. Bir hayvandan yılda ortalama 2,5-3 kg elyaf elde edilebilir.



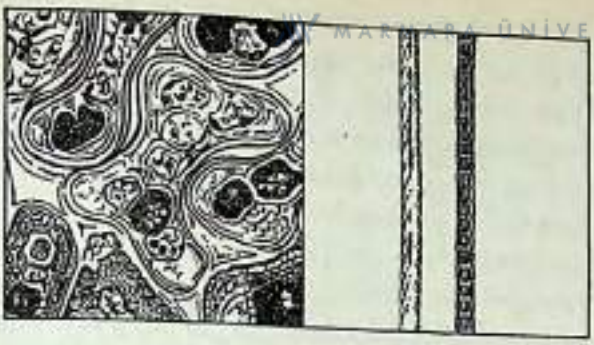
Şekil IV-57 Deve tüyü liflerinin mikroskop altında enine kesit ve boyuna görünümleri

Deve tüyünün rengi bölgelere göre değişir. Genellikle taba rengindedir. Isı izolasyonu mükemmeldir; soğuk ve sıcak geçirmez ve su itici özelliğe sahiptir. Her renge boyanabilmesine rağmen, çok değerli olmasından doğal rengi ile işlenir ve kullanılır. Doğal rengini ağartmak çok zordur. Dünya piyasasında deve tüyü 1., 2. ve 3 ncü olmak üzere üç ayrı kalite olarak satılır. En iyi kalite 1. kalitedir; hayvanın göğüs tüylerinden elde edilir.

IV.2.9. TAVŞAN TÜYÜ (ANGORA)

Tavşandan elde edilen tüyler, dayanıksız olmasına rağmen yumuşak olmalarından dolayı diğer elyaf türleri ile karıştırarak kullanılır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil IV-58 Tavşan tüylerinin enine kesit ve boyuna görünümleri

Ankara tavşanı denen yerli türünden yılda 200-400 g elyaf elde edilir. Ankara tavşanının, çeşitli tavşan türleri arasında yumuşak ve uzun tüyleri ile özel bir yeri vardır. Tavşan derisinde de üstteki uzun ve kaba kıllar yanında altta ince ve yumuşak tüyler vardır. Hayvandan tarama, yolma ve kırkma yolu ile elde edilir. Yılda 3-4 kez kırkılmak suretiyle bir hayvandan 200-400 g ürün alınır. Liflerin yapısı keratindir. Diğer kıl kökenli liflere göre kimyasal reaktiflerden çok daha kolay etkilenir. Soğuk ve sıcak geçirgenliği çok azdır. %30-40 angora ve %60-70 yün karışımlarında çok yumuşak bir tutum (tuşe) yanında iyi bir ısı izolasyonu da sağlanır.

SALGI KÖKENLİ ELYAF

IV.2.10. DOĞAL İPEK

Doğal ipek Doğu Asya (Çin ve Japonya) ile birkaç Akdeniz ülkesinden yetiştirilen *bombyx mori* denilen ipek böceğinin ürünüdür. M.Ö. 2600 yıllarında ipek, Çin'de biliniyordu. Uzun yıllar ipek üretimi Çinliler tarafından sır olarak saklanmıştır. O devirde ipekten dokunmuş kumaşlar Yakındoğu üzerinden Avrupa'ya ulaşıyordu.

Müslümanların istilâları sonunda sekizinci yüzyılda ilk defa İspanya'da üretilmeğe başlanmıştır. İspanya'dan İtalya ve Fransa'ya geçmiştir. Günümüzde dünyada ipek üreten ülkeler sırasıyla Çin, Hindistan, İtalya, İspanya, Fransa, Avusturya, İran, Türkiye, Yunanistan, Suriye, Bulgaristan ve Brezilya'dır.

İpekböceği ve ipek elyafın üretimi çok dikkat ve maharet isteyen bir iştir. Dişi ipekböceği 350-400 yumurta yumurtalar. 20-25°C de tu-

tulan yumurtaların kuluçka süresi 8-12 gündür. Bu süre sonunda yumurtalardan çıkan kurtçukların ağırlığı 5 mg, boyları ise 2-3 mm kadardır. Kurtçuklar günde 5 öğün dut yaprağı verilerek beslenir. 20-30 gün boyunca kurtçuklar devamlı yer; dört kez deri değiştirir. Tırtıl haline gelip boyu 5-9 cm kadar olduğunda, larva devresine girerek içersinde olgunlaşıp kelebek haline geleceği kozayı örmeğe başlar. Tırtıl sekiz rakkamına benzeyen hareketler yaparken bir sıvı salgılar. Bu viskoz sıvı havada elyaf halinde katılaşır. Böylece tırtıl 4-5 gün süre içinde dışını koza ile kaplar. Bu süre zarfında kozayı ören lifçiğin boyu 2000-3000 m ye ulaşır. Kozanın ilk örülen kısmı olan dış kısmı, iç kısmına nazaran daha düzensiz (inceli-kalınlı) ve yapışkan maddesi daha boldur. Bu bakımdan kozanın iç kısımlarından, daha kaliteli elyaf (filament) elde edilir.



Şekil IV-60 İpek kozaları



Şekil IV-61 Tırtıl halinde ipekböceği

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil IV-62

İpekböceğinin başının iki yanında simetrik olarak yerleşmiş dört salgı bezi vardır. Bu dört salgı bezi iki tür sıvı salgılar. İki büyük bezden çıkan sıvı, daha küçük olan diğer bezlerden çıkan sıvı ile kaplanır. Deliklerden ipek sıvısı bileşiminde geçen bu iki madde, iki filament şeklinde pıhtılaşır. Her bir filamentin ipeğin temel kısmı olan bir iç kısmı ve bir de salgı kısmı vardır. Lifi oluşturan iç kısım, *fibroin* olarak bilinir. Salgı kısmına ise *serisin* denir. Serisin zamk görünümündedir ve iki iç filamenti birbirine yapıştırır. Bezlerden fışkırtılan filamentler pıhtılaştıktan sonra tırtıl onları çeker ve düzeltir. Bu işlem ileride göreceğimiz, rayon ve nylon gibi kimyasal elyafın üretiminde de uygulanan prensiptir.



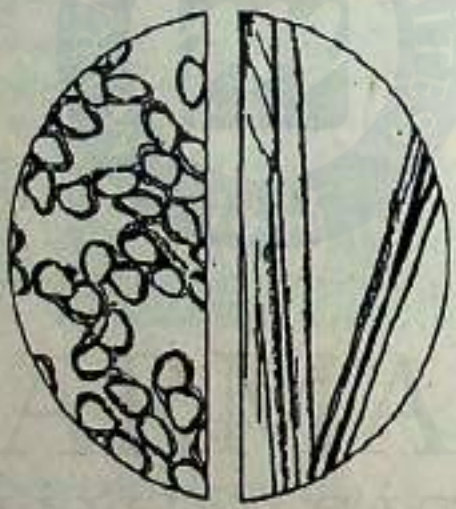
Şekil IV-63 Ham ipeğin enine kesiti'nin mikroskop altında görünümü

Koza örmeyi tamamladıktan 15 gün içinde kelebek haline gelen kurtçuk, kozayı delerek dışarı çıkar ve yeniden üremeye hazırlanır. Damızlık olarak saklanacaklar dışında kozanın delinmesi istenmez. Delinen kozadan kesiksiz elyaf elde edilemez. Bu yüzden koza içindeki kelebek daha kozayı delmeden önce öldürülür. Bunun için kozalar ya kaynar suya atılır veya buharlanır.

IV.2.10.1. Doğal İpeğin Fiziksel Yapısı ve Özellikleri

Yukarıda da bahsedildiği gibi ipek filamentinin dış yüzü serisin adlı bir yapışkan madde ile kaplıdır. Bu yapışkan madde ona dik, sert ve donuk bir görünüm verir. Bu madde elyaf üzerinden uzaklaştırıldığında ipek, parlak ve yumuşak olur. Serisini uzaklaştırılmamış ipeğe *ham ipek* veya *grej* denir.

İpek, doğal tekstil elyafın en uzun olanıdır. Bir kozadan kopmaksızın 1000 m kadar filament alınabilir. Filamentte yarıçap çok değişir. Kozanın dışından alınan elyaf (önce salgılanan) daha kalın, içtekiler (sonra salgılanan) ise daha incedir. Ham ipeğin inceliği 1,8-3 denier, işlenmiş ipeğinki ise 1,3 denierdir. Özgül ağırlığı diğer tekstil elyafla kıyaslanırsa yüksektir; ham ipeğin 1,30-1,37 işlenmiş ipeğin ise 1,25 dir.



Şekil IV-64 İpeğin mikroskop altında enine kesiti ile boyuna görünümü

İpeğin nem çekme özelliği de yüksektir. Islaklık hissi duyulmaksızın %30 a kadar nem absorplar. Bu yüzden ticarette kuru ağırlığının %11 ine kadar mutlak nem kabul edilir. Islandığında dayanıklılığının % 15 ini kaybeder.

Hayvansal elyaf içinde en dayanıklı olanıdır. Koparılmaksızın % 10-25 gerilebilir. Elektrik iletkenliği çok kötüdür. Bu özelliğine bağlı olarak sürtme ile elektriklenir. Dokuma sırasında metal aksama değdiği yerlerde elektriklenme sonucu yapışma gösterdiğinden bazı problemler doğurur.

IV.2.10.2. Doğal İpeğin Kimyasal Yapısı ve Kimyasal Özellikleri

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Ham ipeğin bileşimi kaynağına göre değişir. Genellikle bileşim aşağıda % değerlerini gösterir.

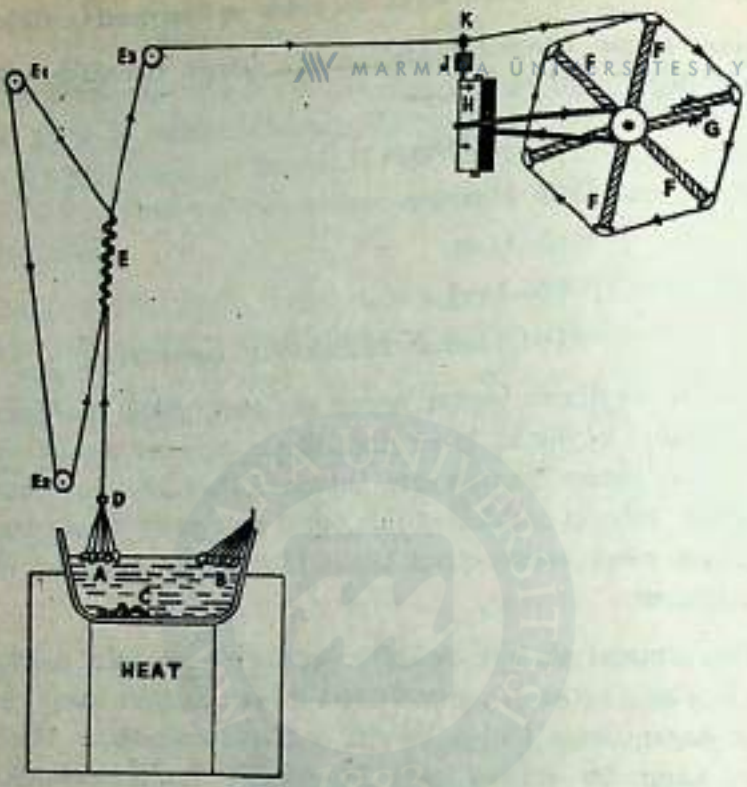
%62,5 - 67 fibroin
%22 - 25 serisin
%10 - 11 su
%0,5 - 1 yağ
%1 - 1,4 mineral ve renk verici maddeler.

Serisin ve fibroin yapıtaşı amino asid olan protein maddeleridir. İpek fibroininin büyük bir kısmı glisin, alanin, serin ve tirosinden ibarettir. Yünün aksine fibroinde sistin bulunmaz. Bu yüzden yapısında kükürt yoktur. Fibroin, molekül ağırlığı 84000 olan ipliksi yapıda bir proteindir. İpek zamkı serisin olarak bilinir. Ham ipeğin ağırlığının, dörtte birini oluşturur.

Yün proteini gibi ipek fibroini de amfoter bir maddedir. Asidleri ve bazları bağlama yeteneği vardır. Fibroin kuvveti asidlere karşı yünden daha az dayanıklıdır. Derişik kuvvetli asidlerde çözünebilir. Bazik çözeltilere karşı ise yünden daha dayanıklıdır. Ancak kaynama sıcaklığında seyreltik alkali çözeltilerinde bile parçalanarak çözünür. İpek, %5-7 lik NaOH çözeltisinde kaynatıldığında birkaç dakika içinde çözünür. Fibroin su ile bir miktar şişer. Hipoklorit çözeltileri yünde olduğu gibi ipeği de, kloramin oluşumu ile sarartır. Işık ve atmosfer oksijeninden etkilenerek bozunur. Bu bozunmayı bakır, kalay, demir gibi katyonlar hızlandırır.

IV.2.10.3. İpeğin İşlenmesi

İçersindeki krizaliti sıcak hava veya sıcak su ile öldürülen kozalar, önce sınıflandırılır; ılık suda yumuşamaya bırakılır. *Floş* adı verilen kozanın üst kısmındaki kaba lifçikler yumuşayarak çözülür. Hatta bir kısım ipek zamkını da yumuşatır. Kozayı oluşturan filamentin ucu serbest kalır; 4-8 tane kozanın ucu birleştirilerek, birlikte silindir veya mukavvalara sarılır. İstenilen iplik numarasında iplik yapabilmek için gerekli sayıda filament biraraya getirilir. Bu işleme *filatür* denir. Şekil IV-65.



A,B- Sağılan kozalar

Şekil IV-65 Kozalardan filament elde edilmesi

IV.2.10.4. İpeğin Eğirilmesi

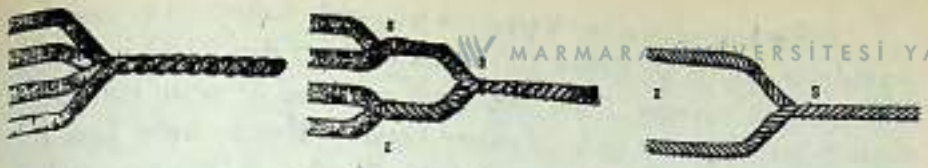
Kozadan elde edilen ipek dokuma ve dikişe uygun değildir. Dokuma ve dikişe uygun hale getirmek için büküm verilerek ikiye katlanır. Filamentlerin sayısına veya büküm farkına göre birkaç cins bükülmüş ipek ipliği sayılabilir.

İbrişim; 2,3 veya daha fazla ipliğin birlikte az miktarda, her santimde1-2 büküm olacak şekilde bükülmesiyle elde edilir.

Krep; çok bükümlü ipliktir, 4 iplik için her santimde 25; 3 iplik için her santimde 30; 2 iplik için her santimde 40 büküm bulunur.

Organza; İki kere bükülmüş ipek ipliğidir. Kozadan elde edilen filament 16-20 kere sola bükülür. Bu ipliklerin ikisi veya üçü katlanarak 12-14 kere sağa bükülür. Bu tür organza iplikleri atkı olarak kullanılır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



İbrişim Krep Organze

Şekil IV-66

IV.2.10.5. İpeğin Pişirilmesi (Zamk Çıkarma)

İpeğin pişirilmesi veya zamk çıkarma işlemi elyafın esas kısmı olan fibroinden serisini uzaklaştırmak için yapılır. Bu şekilde ipeğin yapısında esasen mevcut olan yumuşaklık ve parlaklık ortaya çıkar. İyi bir pişirme yalnız ipek zamkını değil, ipekböceği tarafından salgılanmış olan yağları da giderir.

Serisinin uzaklaştırılması, suda veya asidik ve bazik çözeltilerde çözündürülmesi olayına dayanır. pH, 4-7 arasında ipeğin ağırlık kaybı, yani serisinin çözeltiye geçme miktarı minimumdur. Baziklik ve asidlik arttıkça çözünürlük de artar. Bu nedenle zamk çıkarma işlemi pH=9,0 veya pH=2,5 değerlerinde yapılır. Bu ortamlarda serisinin uzaklaştırılması 30 dakikada gerçekleşir. Zamk çıkarmada ortamın sıcaklığı da önemlidir. 85°C ye kadar olan sıcaklıklarda ağırlık kaybı çok azdır. Bu derecenin üstündeki sıcaklıklarda çözünme miktarı artar.

Zamk çıkarma işlemi üç yöntemle yapılabilir.

a) Bazik banyolarda

b) Asidik banyolarda

c) Enzimlerle

Bu yöntemlerden en önemlisi bazik banyolarda yapılan zamk çıkarmadır.

a) Bazik Banyolarda Zamk Çıkarma:

İpekten zamk çıkarmak için en uygun bazik madde, sabundur. Ham ipek % 1-2 lik sabun çözeltilerinde 1-2 saat kaynatılır. Banyo hacmi, ipek ağırlığının %15'i kadar sabun olacak şekilde hazırlanır. Sabun olarak genellikle zeytinyağından yapılmış sabunlar tercih edilir.

Bazik banyolarda zamk çıkarma işleminde banyo pH si önemli bir faktörüdür. En iyi pH değeri 10-10,5 dur. Bu pH den düşük değerlerde reaksiyon çok yavaştır. Daha yüksek pH lerde ise fibroinin etkilenmesi olasılığı artar. Çünkü ipek alkalilere karşı asidlerden daha hassastır. Şöyle ki 10 saat 1 N NaOH içersinde kalan fibroinin %45'i amino asidlere hidrolizlenir. Buna karşılık aynı şartlarla 3N HCl ile ancak % 1,5 ipek hidroliz olur. Banyonun pH değeri düşükse Na_2CO_3 veya NaOH eklenerek istenilen değere yükseltilebilir.

Yalnız sabun kullanılacaksa banyo ipeğin ağırlığına göre %20-25 miktarında sabun içermelidir. 0,053N (yaklaşık 15g/L) lik bir çözelti ile en iyi sonuç alınır. Sabun çözeltisinin bu konsantrasyondan daha derişik veya seyreltik oluşu etkisini azaltır. Etkinin değeri toplam serisinin ipek üzerinden tamamen uzaklaştırılma süresi ile ölçülür.

Zamk çıkarmada kullanılan ve içine emülsiyon halinde serisin içeren sabun banyosu, ipeğin asid boyalarla boyanmasında kullanılabilir. Ham ipeğin zamkı çıkarıldıktan sonra kalan banyoya *bast sabunu* denir Bu madde, asidik çözeltilerde (asid boyarmaddeleri ile boyama) boyarmaddenin elyafa nüfuzunu kolaylaştırır. Bu işlemde de pH değeri önemlidir; 4 den daha düşük pH değerinde emülsiyon bozunur, yağlı maddeler çöker ve elyaf üzerine oturur. Bu yüzden boyamada yardımcı madde olarak bast sabunu kullanılacaksa, pH, 4 ve daha yüksek değere ayarlanmalıdır.

b) Asidik Banyolarda Zamk Çıkarma:

Ham ipek üzerindeki serisin, asidlerle de uzaklaştırılabilir. Fakat bu yönteme nadiren başvurulur. pH si 1,75-2,75 arasındaki banyolar bu iş için en uygundur ve klorür veya sülfürik asid kullanılır. Oldukça düşük konsantrasyonlardaki (0,015-0,020N) çözeltilerde 95-97°C de 30 dakika içinde zamk çıkarma işlemi tamamlanır. Asidle zamk çıkarma yünle birlikte dokunmuş ipeklere uygulanır. Çünkü yün iplikleri bazik banyolardan zarar görerek etkilenir.

c) Enzimlerle Zamk Çıkarma:

Serisin bir protein olduğundan protein parçalayıcı (protealitik) enzimlerden etkilenir. Fakat fibroinin de bir protein olduğu unutulmamalıdır. Bu yüzden zamk çıkarma sırasında fibroin üzerine etki yapmayan veya az etkileyen, buna karşılık özellikle serisin üzerine etkili olan enzimler seçilir. Bu konuda en çok bilinen enzimler pepsin, tripsin,

maya ve papaindir. Bu çeşitli enzimlerin ortamın pH sine bağlı olarak etkileri değişiktir. Örneğin pepsin kuvvetli asidik ortamda etki eder; buna karşılık tripsinin bazik ortam dışındaki ortamlarda aktivitesi yoktur. Bazik ve asidik banyolarda çok daha kısa sürede zamk çıkarılabilir. Tripsin ile 40°C de ve pH=8,1-9,9; papain ile 70°C de ve pH=5,2 koşullarında çalışılır.

Zamkı çıkarılmış ipeğin, zamk çıkarılma derecesine göre üç ayrı türü vardır.

Ecru ipeği: (Sert ipek) Ham ipek,sıcak su ile basit bir ıslatmadan geçirilirse ağırlığının %3-5 ini kaybeder. Bu ürüne *ecru ipeği* denir ve çözgü ipliği olarak kullanılır.

Souple ipeği: (Esnek ipek) Ham ipek 60°C deki sabunlu çözeltide birkaç saat bırakılırsa zamkının yarısı kaybolur. Zamkın bu oranda uzaklaşması ona parlaklık ve yumuşaklık vermeye yeter. Geriye kalan serisin fibroine gereken sertliği verir. Souple ipek atkı ve çözgüde kullanılır.

Cuit ipeği: (Yumuşak ipek) Ham ipeğin üzerindeki zamk tamamen giderilirse *cuit ipeği* elde edilir. Çok yumuşak ve parlak olmasına karşılık diğer tür ipeklerden daha dayanıksızdır. Atkı ipliği olarak kullanılır.

İpekte serisinin giderilme derecesi, bazı boyarmaddelerin serisin ve fibroin üzerine farklı etkileri ile belirlenir. Serisin tamamen giderilmişse, ipek pikrokarmin ile sarı renk verir. Serisin varsa, filament kırmızı renk alır. Kırmızı rengin şiddetinden serisin miktarı tayin edilir.

IV.2.10.6. İpeğin Ağartılması

Ağartıcı maddelerin ipek üzerine etkisi yündeki gibidir. Kükürt dioksidle ağartma işlemi günümüzde terkedilmiştir. Peroksid ağartması en çok uygulanan yöntemdir.

Hidrojen peroksidle ağartmada, ipek yüne nazaran daha kolay bozunabildiğinden, daha yumuşak şartlarda çalışır. Ağartılacak ipekli kumaş, haspel makinelerine verilir. Sodyum silikat ve amonyakla veya tetrasodyum pirofosfat ve EDTA ile pH si 10'a getirilmiş banyo kullanılır. 60-75°C de 2-4 saat süre ile ağartma yapılır.

Eğer ipekli kumaş bir gece bekletilerek ağartılacaksa, peroksid

konsantrasyonu azaltılmalıdır.

Ağartma için bir başka yöntem de amonyak, sodyum silikat veya trisodyum fosfat ile pH=8,0-8,4 olan banyolarda %3 H_2O_2 ilavesi ile yapılan işlemdir. İpekli materyal, 70-75°C de 8-12 saat bekletilir.

Ağartma sonunda, iki kez sıcak ve iki kez de soğuk su ile yıkama yapılır.

H_2O_2, ağır metal katyonları ile katalitik olarak bozunacağından, yıkama sularında ve ağartma banyosunda bakır ve demir gibi iyonların bulunmamasına dikkat edilir.

İpekte aşırı ağartmalardan veya sararmalardan kaçınmak gereklidir. Sodyum perborat ($NaBO_2.H_2O_2.3H_2O$ sodyum metaborat peroksi hidrat) da pahalı olmasına rağmen kullanılabilir. Litrede 10 g perborat içeren bir banyo kullanılabilir. Bu banyo önce sülfürik asidle nötralleştirilir sonra sodyum silikatla pH'si 10'a getirilir.

IV.2.10.7. İpeğin Ağırlaştırılması

Zamkı çıkarılmış ipek, giderilen serisinden dolayı ağırlığının %25-30 unu kaybeder. Pahalı bir elyaf oluşu ve kilo ile alınıp satılması bakımından ipekteki bu ağırlık kaybı tüccar için önemli bir dezavantajdır. Bu yüzden ipekte, işlenmiş malın eski ağırlığını kazanması için bir ağırlaştırma işlemi uygulanır. Çeşitli ipekli kumaşlar için, bu ağırlaştırma oranları; örneğin, satende %50, krepte %45, jorjette %30 ve şifonda %10 oranında olmalıdır.

İpeğin ağırlaştırılması işlemi, ipek filamentinin içinde veya üzerinde çözünmeyen maddelerin çöktürülmesi yolu ile yapılır. İşlem genellikle,

a) Siyah dokumaların ağırlaştırılması

b) Beyaz ve açık renkli dokumaların ağırlaştırılması

olmak üzere iki ayrı yöntemle yapılır.

a) İpek siyah veya koyu renklere boyanacaksa ağırlaştırma maddesinin renkli olup olmamasının bir önemi yoktur. Bazen bu ağırlaştırıcı maddeler işlenmiş materyale belirli ve istenen bir renk tonu da verirler. Siyaha boyanacak ipek için tannik asid ve demir karışımları uygulanır.

Ham veya zamkı giderilmiş ipek 40-45°C de birkaç saat tannik

asid çözeltisinde ıslatılır. Bu amaçla atkestanesi ektraktı kullanılır. İpek tannik asidi absorblar ve üzerine bağlar. Banyodan çıkarılan ipek sıkılır ve demir (II) sülfat içeren, yoğunluğu 1,05-1,07 lik soğuk banyoya batırılır. Bu banyoda 1 saat kalan ipek sıkılarak alınır. Fe^{2+} katyonların kısmen Fe^{3+} e yükseltgenmeleri için havada bırakılır. Sonra yıkanır. Bu işlemden sonra mal, % 20-25 ağırlaştırılmıştır. Daha fazla ağırlaştırma istenirse işlem tekrarlanabilir. Banyolar, içersine madde ilâveleri ile yeniden kullanılabilir. Ağırlaştırma sonunda materyal bazen potasyum heksasiyanoferrat (II) ile muamele edilir. Bu madde materyal üzerindeki demir ile suda çözünmeyen kompleks teşkil ederek (Berlin mavisi=Prusya mavisi) hem ağırlık artmasına hem de mavimsi bir renk tonu almasına sebep olur.

b) Beyaz dokumaların ağırlaştırılması:

Bu yönteme kolay ağırlaştırma yöntemi de denir. Boyanmamış veya açık renklere boyalı ipeklere bu yöntem uygulanır. İşlem 7 kademede yapılır.

1. İpek, oda temparatüründe yoğunluğu 1,276 olan $SnCl_4$ çözeltisinde 1,5 saat ıslatılır. Bu sırada ipek ile $SnCl_4$ bir katılma bileşiği oluşturur.

2. Banyodan çıkarılıp sıkılan ipek yıkanır. İpeğe bağlanmış olan $SnCl_4$, yıkama sırasında hidrolizlenerek metastannat asidi (H_2SnO_3) olur ve elyaf yüzeyinde çöker. Bu madde suda çözünmeden elyaf üzerinde kalır ve ağırlığını arttırır.

$$Sn\ (ipek)_4\ Cl_4 + 3H_2O \rightarrow H_2SnO_3 + ipek + 4HCl$$

Formül IV-28

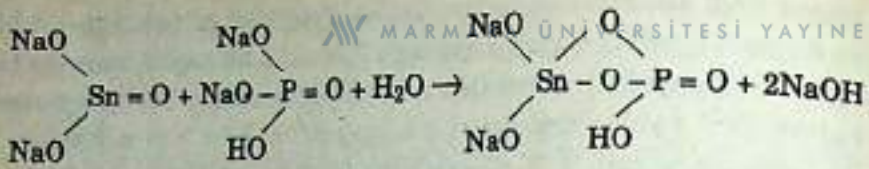
3. Üçüncü kademede metastannat asidi ile kaplanmış ipek seyreltik disodyum fosfat (yoğunluğu 1,05) çözeltisi ile 60-70°C muamele edilir. Bu çözelti bazik olduğundan aşağıdaki reaksiyon meydana gelir.

$$H_2SnO_3 + Na_2HPO_4 \rightarrow Na_2SnO_3 + H_3PO_4$$

Formül IV-29

Meydana gelen H_3PO_4 banyonun bazikliğini nötralleştirir. Na_2SnO_3 çözeltideki Na_2HPO_4 ile $Sn(ONa)_2\ HPO_4$ vermek üzere reaksiyon verir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Formül IV-30

4. Bu madde dördüncü kademede yıkanırken su ile reaksiyon verir. Bu kompleks madde bir zayıf asidin tuzu olduğundan karşılığı olan aside hidrolizlenir. Bu asid suda çözünmez.

$$Sn(ONa)_2HPO_4 + 2HOH \rightarrow Sn(OH)_2HPO_4 + 2NaOH$$

Formül IV-31

5. İpek üzerinde biriken bu kalay fosfatın molekül ağırlığı 249 dur. İpek üzerinde az miktarda da bu maddenin bulunması, ipeğin ağırlığını önemli ölçüde arttırır.

6. Materyal (yoğunluğu 1,03 olan) 40-50°C lik bir alüminyum sülfat banyosunda 1,5 saat bekletilir. Materyal üzerindeki alkali kalıntıları alüminyum sülfatla reaksiyona girerek alüminyum hidroksid oluşturur. Bu madde de ipek üzerinde çökerek ağırlığı bir miktar daha artırır.

7. Kademede (yoğunluğu 1,04 olan) su camı (Na_2SiO_3) çözeltisi kullanılır. Materyal 50°C de bu banyoya verilir. Bu banyoda kalaysilikofosfat şeklinde bir madde meydana gelir.

$$Sn(OH)_2HPO_4 + 3Na_2SiO_3 \rightarrow (SiO_2)_3 . PO_4 + 3NaOH$$

Formül IV-32

İpekte daha fazla ağırlaşma isteniyorsa bu işlemler tekrarlanır. İlk işlemlerin 2-3 defa tekrarı ile ağırlık %20 artar, bunu takip eden sodyum silikat muameleleri ise ipek ağırlığında %30 dan 50 ye varan bir artışa sebep olur. Bir başka neden, elyafın fotokimyasal yükseltgenlere daha yatkın hale gelmesidir. Bu nedenle ağırlaştırmanın ham ipeğin ağırlığının %20-30 una kadar yapılması tavsiye edilir.

Son yıllarda sentetik reçineler de ağırlaştırma için kullanılmaktadır. Bunun için mono-ve dimentilol tiyokarbamidlerin 100 g/L lik sulu çözeltileri ön kondensatlar şeklinde ipeğe uygulanır. %20 ağırlık artışı sağlar.

İpekte ağırlaştırma miktarı arttıkça elyaf dayanıklılığında azalma başlar, kırılganlık artar. İpeğin zayıflamasının sebeplerinden biri ağırlaştırıcı madde olan kalay silikofosfatın kolloidal halden kristal hale geçmesidir.

İpekte ağırlaştırma derecesi *pari* ile verilir. Zamkı çıkarılmış ipek, ham ipek halindeki ağırlığına eşit olacak şekilde ağırlaştırılırsa buna *pari ağırlaştırılmış ipek* denir. Orijinal ağırlığından daha hafif ise parinin altında, orijinal ağırlığından (Zamk çıkarılmamış hali) daha ağır ise *parinin üstünde* ağırlaştırılmış ipek denir. Ağırlaştırma miktarları ayrıca % olarak verilir. % 10 parinin altında, % 20 parinin üstünde ağırlaştırılmış ipek gibi. Yukarıda belirtildiği gibi fazla ağırlaştırma ipeğin dayanıklılığını azalttığından ağırlaştırma derecesi % 60 parinin üstünü geçmemelidir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA
ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

BÖLÜM V

V. KİMYASAL (YAPAY) ELYAF

Kimyasal elyaf, ipekböceğinin ipek üretimine benzer şekilde, polimer maddelerin elyaf haline dönüştürülmesi ile elde edilen tekstil hammaddelerine verilen addır.

Doğal ipeğin oluşumu, yani sıvı bir maddenin ince bir delikten çıkması ile pıhtılaşıp katılaşarak bir filament haline gelişi, insanlara bu işlemin yapay olarak yapılabileceğini düşündürdü. Bir filamentin, ipeğin oluşumuna benzer şekilde yapımının tasarlanması 1664 de İngiliz doğabilimcisi R. Hooke tarafından ortaya konmuştur. Ancak Hooke'un denemelerinden pratik bir sonuç alınamadı. 1710 da René A. de Réaumur adlı Fransız bilimadamı reçine ve zamktan yararlanarak yapay ipek filamentleri (vernik ipliği) yapmayı tasarladı. Fakat kimyasal elyaf yapımına doğru ilk adım 1855 de İsveçli kimyager G. Audemars'ın selüloz nitratı keşfetmesi ile atılmış oldu. 1883 de Swann selüloz nitratın alkol eter karışımındaki çözeltisini ince deliklerden sıcak hava içersine kuvvetle sıkarak çözücüyü çabucak buharlaştırdı ve selüloz nitrat filamentini elde etti. Selüloz nitratın çok kolay alevlendiği gözönüne alınarak filament sonradan amonyum sülfür ile denitrate edildi. Bu küçük bir deneme idi. Bu denemeye dayanarak ertesi yıl (1884 de) Chardonnet tarafından nitrosellüloz filamenti ticari ölçüde elde edildi. Bu bakımdan Chardonnet kimyasal elyaf endüstrisinin kurucusu sayılabilir ve se-

lüloznitrat filamentine *Chardonnet ipeği* denir. 1900 yılında Paris Fuarında Chardonnet ipeğinin sergilenmesinden sonra bu alanda çalışmalar ilerledi. Günümüzde doğal elyaf kadar kimyasal elyaftan yapılmış tekstil maddeleri de kullanılmaktadır.

Kimyasal elyaf ya doğal polimerlerden veya sentetik polimerlerden yararlanarak elde edilir. Doğal polimerlerden birtakım kimyasal ve fiziksel yöntemlerle elde edilen lif türlerine *«rejenere elyaf»*, sentez yoluyla ele geçen polimerlerden aynı yöntemlerle elde edilenlere de *«sentetik elyaf»* denir. Kimyasal elyaf türleri bu iki ana sınıf altında incelenecektir.

V.I. REJENERE ELYAF

Doğal polimer maddenin kaynağına göre rejenere lifler beş sınıfa ayrılır: 1– Rejenere selülozik elyaf, 2– Selüloz esterleri, 3– Rejenere protein lifleri, 4– Alginat lifi, 5– Kauçuk lifi

V.1.1. REJENERE SELÜLOZİK ELYAF

Selüloz, ya saf halde veya esterleri halinde rejenere elyaf yapımında kullanılır. Selülozdan elde edilen filament türlerine *«rayon (=yapay ipek)»* adı verilir. Saf selüloz ya Schweizer reaktifinde çözündürülerek *«bakır ipeği»*; veya selüloz ksantat oluşturarak *«viskoz ipeği»* şeklinde rejenere elyaf haline getirilir.

Son yıllarda rejenere selülozik elyaf oldukça önemli miktarlarda elde edilmektedir. Her ne kadar doğal selülozik elyaf kadar dayanıklılık göstermese de bazı özellikleri bakımından kullanışlıdır. Diğer elyaf türleri arasından başlıbaşına bir sınıf olarak yer alır. Dünya rayon üretiminin % 80 ini viskoz ipeği, %6 sını bakır ipeği ve %14 ünü de asetat ipeği teşkil eder. Günümüzde rejenere selülozik lifler üzerinde yapılan çalışmalarla önemli gelişmeler sağlanmış ve yeni ürünler elde edilmiştir.

Rejenere selülozik elyaf ile selüloz esteri liflerinin elde edilmesinde, genellikle ilk aşama selülozun doğal kaynaklardan elde edilmesidir. Bunun için α - selüloz oranı yüksek selülozik maddelerden yararlanılır. Bu maddelerden selüloz iki ayrı yöntemle ayrılır.

1. Sud selülozu: Toz haline getirilen odun parçaları 10 atm basınç altında %6-8 lik NaOH ile 170°C ya ısıtılır. Odunda selüloz yanında bulunan linyin çözünür. Selüloz ise süzülüp su ile yıkanır. Tabakalar halinde kurutulur. Buna *sud selüloz* denir, kağıt ve yapay ipek yapımında kulanılır.

2. Sülfit Selülozu: Odun talaşları kalsiyum hidrojen sülfit $Ca(HSO_3)_2$ çözeltisi ile 3-9 atmosfer basınç altında 15 saat 140-150°C ye ısıtılır. Linyin yine bu çözeltide çözünür. Selüloz süzülüp yıkanarak ayrılır. Bu yöntemle elde edilen selüloz, *sülfit selülozu* adını alır ve aynı amaçlar için kullanılır.

V.1.1.1. VİSKOZ İPEĞİ

Viskoz İpeği Üretimi

Viskoz ipeği elde edilmesinde genellikle α – selüloz oranı yüksek kızıl çam, kayın, ladin kavak gibi ağaçlardan veya saman, pamuk linteri, ayçiçeği, keten, kenevir saplarından yararlanılır. Bir selülozik maddenin % 17,5-18 lik NaOH de çözünmeyen kısmına α – selüloz denir. α – selülozun polimerleşme derecesi 2000 ün üzerindedir.

Kağıt hamurundan ilk defa elyaf elde edilmesi 1892 de İngiltere'de E.J. Bevan ve C.F. Cross tarafından gerçekleştirilmiştir. Günümüzde viskoz ipeği üretimi 10 kademeli bir işlemi gerektirmektedir.

1. Islatma: Viskoz imâli için genellikle sülfit selülozu hamuru büyük tabakalar haline getirilir. Bu tabakalar % 17,5-18 lik NaOH çözeltisinde ıslatarak 1-4 saat bekletilir.

Selüloz hamuru önemli ölçüde şişer, hamur içinde var olan hemiselülozun büyük bir kısmı alkali çözeltisinde çözünür. Çözeltinin rengi sarı-kahverengi olur. Buradan elde edilen ürüne *alkali selüloz* veya *soda selülozu* denir. Meydana gelen reaksiyon, alkolden NaOH ile oluşan alkolat reaksiyonudur. Selülozdaki 2., 3. ve 6. karbonlarda bulunan –OH grupları Na^+ iyonu ile alkolat meydana getirir.

$$Sel\text{–}OH + NaOH \longrightarrow Sel\text{–}ONa + H_2O$$

Formül V-1

Alkali ile ıslatma çok düzgün yapılmalı ve sıcaklık düşük de-

recelerde tutulmalıdır. Materyal iyice ıslatıldıktan sonra üzerindeki fazla çözelti, hamurun sıkıştırılması (sıkılması) ile uzaklaştırılır. Bu sıkma, ıslatılmış selüloz ağırlığı, orijinal ağırlığının üç katı olacak şekilde ayarlanır.

2. Parçalanma: Alkali selüloz parçalama makinelerine verilir. Burada hamur tabakası yırtılıp parçalanarak kırpıntı haline getirilir. Sıcaklık 20°C de tutularak alkali selüloz hafif kırpıntılara parçalanıncaya kadar işleme devam edilir.

3. Ön Olgunlaştırma: Bu kırpıntılar çelik kazanlara alınır. Burada 21-23°C de 48-78 saat kalır. Alkali ortamda hava oksijeni selüloza etki ederek zincirde parçalanmalara sebep olur. Viskozite ölçümü ile polimerizasyon derecesinin 800-350 ye düştüğü izlenir. Selüloz zincirinde bu parçalanma gereklidir. Aksi halde selüloz ksantat çözeltisi çok koyu olur, elyaf çekimi imkansızlaşır.

4.Ksantatlaştırma: Olgunlaştırılan ve %30 selüloz içeren soda selüloz kırpıntıları hava sızdırmayan döner tamburlara alınır ve orijinal selüloz hamurunun %30-40 ına eşit miktarda CS_2 ile muamele edilir. Sıcaklık yükselmesi ile selüloz ksantat oluşur. Tamburların sıcaklığı 30°C nin altında tutulacak şekilde dıştan su ile soğutulur ve 2 rpm hızla 3 saat kadar döndürülür. Bu sırada alkali selüloz kırpıntılarının rengi turuncuya döner. Bu renk, reaksiyonun tamamlandığını gösterir.

$$\text{Sel} - \text{ONa} + CS_2 \longrightarrow \begin{matrix} & & \text{S Na} \\ & \diagup & \\ \text{C} & = & \text{S} \\ & \diagdown & \\ & & \text{O} - \text{Sel} \end{matrix}$$

Formül V-2

Selülozun ksantatlaşma mekanizması, tamamiyle aydınlatılmış değildir. Genellikle önce amorf bölgelerde ksantatlaşma görülür.

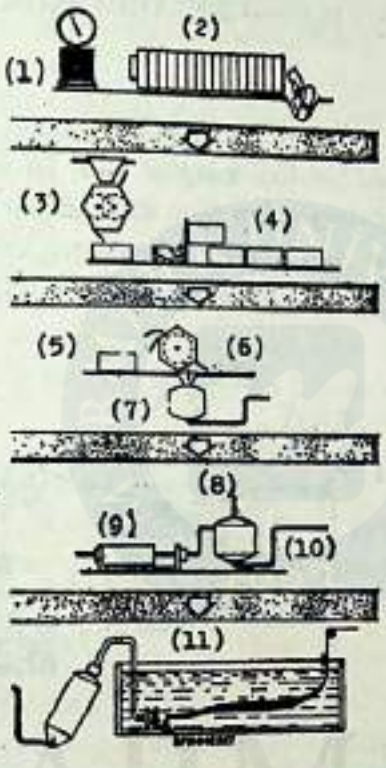
Karbonsülfür, ayrıca sodyumhidroksidle tiyokarbonatları verir.

$$3CS_2 + 6NaOH \longrightarrow 2Na_2CS_3 + Na_2CO_3 + 3H_2O$$

Formül V-3

Bu yan reaksiyonlar sonucu ortamda karbonat, tritiyokarbonat, hidrosülfür ve sülfür bileşikleri de bulunmaktadır.

5. Çözeltinin hazırlanması: Selüloz ksantat suda nisbeten az çözünür. Seyreltik NaOH de kolay çözündüğünden lif çekiminde bu çözelti kullanılır. Selüloz ksantattan filament çekilebilecek bir çözeltinin hazırlanması için madde, karıştırıcılara aktarılır; CS_2 ın fazlası çözeltiden



(1) Selüloz hamuru, (2) Islatma, (3) Parçalanma, (4) Olgunlaştırma, (5) Döner tekne, (6) CS_2 ilavesi (7) Çözündürme (8) Vakum, (9) Filter-pres, (10)İkinci olgunlaştırma, (11) Eğirme banyosu

Şekil V-1. Viskoz ipeği imali

uzaklaşır. Sıcaklık 17°C ye düşürülür ve seyreltik NaOH çözeltisi eklenir. NaOH in miktarı, çözelti %6,5 NaOH ve %7,5 selüloz ksantat içerecek şekilde ayarlanır. Bu işlem 3-6 saat sürer. Koyu kıvamlı ve turuncu renkte olan bu çözeltiye *viskoz* adı verilir. Mat iplik elde etmek isteniyorsa bu kademede çözeltiye matlaştırıcı anorganik pigmentler eklenir. (TiO_2). Pigment miktarı istenen matlık derecesine göre ayarlanır.

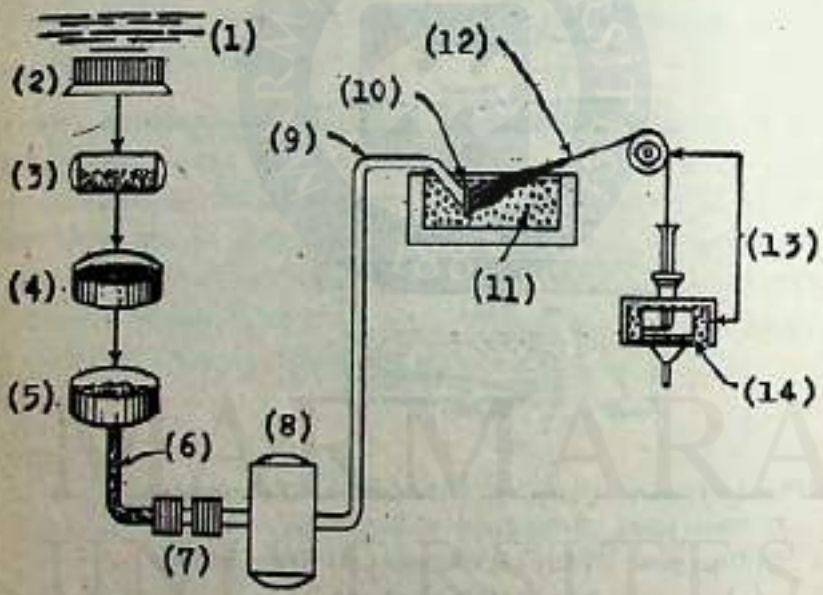
6. İkinci Olgunlaştırma (Dinlendirme): Viskoz çözeltisi eğirme işlemine verilmeden önce bir süre dinlendirilir. Bu süre zarfında bir-

takım değişiklikler olur. Seyreltik NaOH ile karıştırma işleminden arta kalan agregatların dispersiyonundan dolayı viskozitede düşme görülür. Bu düşme belirli bir değerde son bulur. Bu minimum değere eriştikten sonra hidroliz reaksiyonu başlar.

$$Sell - OCSSNa + H_2O \longrightarrow Sell - OH + NaOH + CS_2$$

Formül V-4

Selülozun kısmen rejenere olmasından dolayı viskozite artar. Ksantat grupları da kendi kendine koagüle olur, jel haline gelir. Kendiliğinden oluşan bu koagülasyondan önce dinlendirme işlemine son verilir. Bu süre genellikle 4-5 gündür. Reaksiyonlar eksotermik olduğundan sıcaklık 10-19°C de tutulmalıdır. (Şekil V-1,2).



(1) Selüloz, (2) Islatma, (3) Parçalanma (4) Olgunlaştırma (5) Ksantatlaştırma (6) Viskoz, (7) Filtre, (8) Olgunlaştırma (9) Besleme, (10) Spinneret (11) Koagülasyon, (12) Filament, (13) Bükün verme, (14) kek-bobin.

Şekil V-2

7. Süzme: Dinlendirme işlemi sona erdikten sonra çözünmeyen maddeleri uzaklaştırmak üzere çözelti pompa ile filtrelere verilir. Filtre olarak pamuk elyafı kullanılır. Çözeltide mevcut hava kabarcıklarını gidermek üzere vakum uygulanır.

Çözünmeyen maddelerin kalması çekim sırasında ince delikleri tıkayarak zorluklar sebep olur. Hava kabarcıkları da iplikte zayıf noktaların bulunmasına yol açar.

8. Eğirme: Bu kademede iplik veya filament elde edilir. Viskozun çekim işlemi onun viskozitesine bağlıdır. Viskozite aynı zamanda çözeltideki selülozun miktarını belirler. İyi bir filament için pekçok faktör yanında selüloz miktarı ile bu selülozun NaOH'a oranı önemlidir. Polimerleşme derecesi 250-600, viskozitesi 30-60 poise olan bir çözeltideki selüloz yüzdesi %6-10 dur ve en uygun konsantrasyondur.

Çözelti düzgün bir basınç altında ince delikli başlıklardan asid banyosuna pompalanır. İnce delikli başlıklara «*düze*» veya «*spinneret*» adı da verilir. Bunlar platin, altın-platin, platin-iridyum veya tantal gibi soy metaller veya bunların alaşımlarından yapılmıştır. Kapak şeklindedir ve üzerinde bir veya çok sayıda küçük delik vardır.

Tek delikli başlıklardan elde edilen filamente monofilament veya kısaca «monofil», çok delikli başlıklardan elde edilene ise multifilament veya «multifil» adı verilir. Viskozun basınçla verildiği banyoya «sertleştirme banyosu» veya koagülasyon banyosu» denir. Selüloz ksantat basınçla ince deliklerden bu asidli çözeltiye akarken koagüle olur, pıhtılaşır. (Şekil V-1 ve 2).

Asidli banyo teknesinin içi kurşun kaplıdır. Viskoz hamuru 2,6-5 atmosferlik basınç altında düzelerden pompalanır. Çıkış hızını sabit tutmak için basınç sabit tutulmalıdır. Basınç ve buna bağlı olarak çıkış hızı filamentin inceliğinin belirlenmesinde önemli bir faktördür.

Elyafta istenen özelliklerin sağlanmasında koagülasyon banyosunun bileşimi ve sıcaklık da önemlidir. Aşağıda 40-55°C de çalışılan bir koagülasyon banyosu bileşimi verilmiştir.

Ağırlıkça	10 Kısım	H_2SO_4
	18 »	Na_2SO_4
	2 »	glukoz
	1 »	$ZnSO_4$
	69 »	Su

Banyoda asid dışındaki diğer bileşenlerin belirli görevleri vardır. Sodyum sülfat, banyoya giren selüloz ksantatı çöktürmek için eklenir. Sonradan banyodaki asid, ksantatı selüloza çevirir. $ZnSO_4$, selüloz ksantat ile çinko selüloz ksantat oluşturarak selülozun rejenerasyonunu geciktirir. Böylece jel halinde uzun süre kalarak daha iyi bir çekim sağlanır. Glukoz banyonun viskozitesini arttırır ve ksantatın parçalanmasını geciktirir.

Rejenerasyonu geciktirici maddelerin kullanılma nedeni, selülozu jel halinde uzun süre tutarak çekme ve gerilme sırasında selülozun ince molekül yapısını ve kristalinitesini kontrol altında tutabilmek ve yönlenme derecesini arttırmaktır. Geciktirici maddeler olarak, $ZnSO_4$, 1911 yılından beri bilinmektedir. 1950 lerden beri selülozun rejenere edilişini kontrol için bazı aminler, polietandioller de kullanılmaktadır. Bunlar koagülasyon banyosu yerine genellikle viskoza katılır. Formaldehid de selüloz üzerinde çapraz bağlar oluşturucu ve geciktirici olarak koagülasyon banyosuna katılır.

Hammadde olarak çok saf selüloz kullanmakla da iyi kalite rayonlar elde edilebilir.

9. Saflaştırma (Temizleme): Bobin veya kek-bobin şeklinde sarılan filamentler, üzerinde kalan kükürdü uzaklaştırmak üzere seyreltik sodyum sülfür çözeltisi ile 50°C de yıkanır. Sonra su ile çalkalanır. Bunu takiben hipoklorit ile oda sıcaklığında ağartılır. Filament üzerinde kalan hipoklorit artıkları bir antiklor ile uzaklaştırılır. Tekrar yıkanır, kurutulur.

10.Germe: Rayonun dayanıklılığını artırmak için yapımcılar piyasaya sürüldüğü gündenberi gayret sarfetmektedirler. Dayanıklı rayon elde etmek için ilk şart odun selülozu yerine polimerleşme derecesi yüksek pamuk selülozu kullanmaktır. İkinci koşul ise çekim işlemini izleyen bir germe işleminin yapılmasıdır. Germe işleminin iki etkisi vardır. Birincisi selülozdaki molekül zincirleri birbirine daha paralel hale gelir ve yönlenme derecesi artar, ikincisi ise amorf alanların oranı kristalin alanlar yararına azalır. Bu iki sonuç birbirleri ile sıkı sıkıya bağlıdır. Bilindiği gibi selülozda amorf bölgeler kolayca şişer ve bu yüzden fiziksel etkiler sonucu kolayca deforme olur. Kristalin bölgelerde ise moleküller paralel ve yönlenmiş yapıda olduklarından; zincirler, hidrojen bağları ve polar kuvvetlerle birbirine bağlanır. Bu da filamentlerin dayanıklı ol-

masını sağlar. Dayanıklılık lifteki kristalin bölgelerin oranının bir fonksiyonudur. Bu bakımdan hızları farklı iki silindire kaymayı önlemek üzere birkaç kere sarılmış olan elyafta, hız farkından dolayı meydana gelen gerilme ile dayanıklılık artırılır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Viskoz Rayonun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Viskoz rayonu selülozun rejenere edilmiş şeklidir ve kimyasal özellikleri pamuğun kimyasal özelliklerine benzer, ancak fiziksel özellikleri farklıdır.

Viskoz rayonu ipek dayanıklılığındadır. Pamuk ve ketenden daha az, yünden daha çok dayanıklıdır. Esnekliği ise pamuk ve ketenden fazla yün ve ipekten azdır. Vizkoz ipeği iyi bir ısı iletkendir. Bu yüzden yazlık giyimler için uygundur. İplikleri 50-900 denier incelikte hazırlanır. Monfil inceliği ise 1-5,5 denierdir.

Viskoz rayonu uygun incelikte çekilip 6-20 cm uzunlukta kesilecek olursa kesikli elyaf şeklinde işlenir, iplik yapılır. Kesikli (staple) viskoz liflerine «*viskon*» adı verilir. Bundan yapılan iplik ve kumaşlar tüylü yüzeye sahip olduğundan kış mevsiminde kullanılabilir. Ayrıca yün v.b. ile de karşılaştırılarak iplik ve kumaş yapılır.

Viskoz ipeği kolayca yıkanabilir veya kuru temizlemeye verilebilir. Yıkama sonucu sararmaz. Ancak ıslakken pamuk ve ketenin aksine dayanıklılığı azalır. Bu yüzden yıkama ve sıkma işlemlerinde dikkat edilmelidir.

Viskoz ipliği beyazdır, ancak, ağartma gerektiğinde sodyum hipoklorit, sodyum perborat veya hidrojen peroksid ile ağartılabilir. Bu işlemlerde pamuktan daha dayanıksız olduğundan; daha zayıf koşullar seçilmeli, banyo sıcaklığında olduğu kadar ağartıcı madde miktarında da dikkatli davranmalıdır.

Viskoz rayonu ıslandığında benzer yapıdaki pamuklu dokumalardan daha fazla çekme gösterir. Özellikle krep ve örgü dokumalarda bu çekme daha belirgindir. Su absorpladığında bir şişme gösterir. Şişme miktarı % 7 kadardır. Seyreltik asidlerle kolayca hidroselüloza hidrolizlenir. Yakıldığı zaman selülozik elyaf özelliklerini gösterir. Parmak arasında ezilebilen gri-siyah kül ile yanık kağıt kokusu verir.

Viskoz İpeği ve Viskonun Yıkanması ve Ağartılması

Gerek kimyasal gerekse sentetik lif türlerinin yün ve pamukta olduğu gibi doğal kirlilikleri yoktur. Bu tür elyafın ve ipliklerin yıkanması, işlemler sırasında ilave edilen yağlayıcılar ve antistatik maddeler gibi kirleri uzaklaştırmak içindir. Yıkanma sonucunda iplik ve dokumada oluşan gerilimler de kısmen giderilir.

Rayonların yıkanmasında, mevcut olan az miktardaki kirlilikler hafif bir yıkama işlemi ile uzaklaştırılabilir. Viskoz rayonu, filament imalatı sırasında ağartıldığından yeniden ağartma gerekmez.

Bu tür materyalin yıkanması ya çözgü haşılını gidermek veya kumaş örgü şeklinde ise örgüde kullanılan yağlama yağlarını temizlemek için gereklidir. Rayonlar zayıf alkali (sodyum karbonat veya trisodyum fosfat) katılmış % 0,3-0,5 lik sabun çözeltisi ile 80-90°C da yıkanır. Seçilen yıkama işlemi, giderilecek haşıl maddesine bağlı olarak değişir. Jelatin ve dekstrin sıcak suda kolayca çözülür; nişasta kullanılırsa uygun bir enzim kullanmak gerekir.

Rayonlarda haşıl sökme işlemi pamuk elyaftaki işlemden daha zordur. Çünkü rayonlar su ile şişer; bu da enzimin elyafta nüfuz etmesini zorlaştırır. Bazı şartlarda alkali peroksid çözeltileri nişasta haşılını çok çabuk uzaklaştırır. Bu durumda, aynı zamanda hem yıkama hem ağartma yapılmış olur. Fular banyosu, 0,67 volüm H_2O_2, 5g/L sodyum hidroksid, bir miktar sodyum silikat ve deterjandan ibarettir. Buharlama süresi ise 2 dakikadır.

Çok iyi bir beyazlık için rayon, alkali hipoklorit ile jiggerde muamele edilir veya 70°C de 1 volüm kadar H_2O_2 ile sodyum silikat ve alkali deterjanlar beraberliğinde kombine ağartma ve yıkama yapılır. H_2O_2 ile işlemlerde ortamda eser miktarda ağır metal katyonlarının bulunmasından kaçınılmalıdır.

V.1.1.2. BAKIR İPEĞİ

Bakır ipeği, selülozik maddenin Schweizer reaktifinde çözündürülüp, bu çözeltinin asidik banyo içersine ince deliklerden basınç altında verilmesi ile elde edilir. Bakır ipeği adı verilen rejenere selüloz filamenti için patent, Almanya'da 1897 de Frenay ve Virban tarafından alınmıştır. Ancak o tarihte bu işlemle elde edilen materyal tekstilde kul-

İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

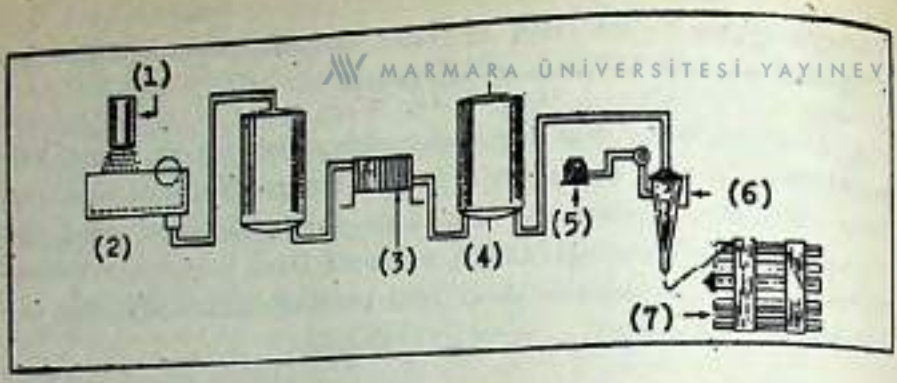
lanmaya uygun değildi. 1901 de Thiele, filamentlere germe işlem uygulayarak tekstilde kullanılacak hale getirdi.

Önceleri bakır ipeği için ham madde olarak pamuk linteri kullanılıyordu. Bundan elde edilen ürün odun hamurundan elde edilenden daha pahalıdır. Günümüzde hammadde olarak kullanılan odun hamurunun α- selüloz içeriği (%90-98) yüksektir. Odun hamurunun Schweizer reaktifi içinde linterden daha çabuk çözünmesine karşılık, elde edilen ürünün dayanıklılığı az, rengi ise iyi değildir.

Selülozun çözücüsü olarak kullanılan Schweizer reaktifi bakır hidroksidin derişik amonyaktaki (amonyağın sudaki çözeltisi amonyum hidroksit) çözeltisidir. Bakır hidroksidi derişik amonyum hidroksidde çözerek hazırlanır.

Bakır ipeği elde edilmesinde kullanılacak pamuk linterleri 150°C de otoklav veya kazanlarda seyreltik sodyum hidroksid ile kaynatılır. Bunun takiben sodyum hipoklorit ile ağartılır. İyice saflaştırılmış pamuk linteri veya odun hamuru derişik $CuSO_4$ ve NaOH den elde edilen $Cu(OH)_2$ çözeltisi ile karıştırılır. Karıştırma sonucu karışımdaki ince küçük selüloz liflerinin tümü $Cu(OH)_2$ ile ıslatılır. Likidin fazlası sıkıştırılarak sıkılıp atılır. Kalan kütle bütün Na_2SO_4 uzaklaştırılıncaya kadar su ile yıkanır. $Cu(OH)_2$ suda çözünmediğinden pamuk lifleri üzerinde kalır. Son sıkma kütle üzerinde %40 su kalacak şekilde yapılır. Sıkma sırasında vakumla havası alınır. Çünkü selüloz, Schweizer reaktifi ile temas ettiği zaman yükseltgenmeye yatkın olur; bu yüzden hava gibi yükseltgen maddelerden etkilenir. Suyu ve havası alınmış kütle, derişik amonyak çözeltisi ile 24 saat müddetle karıştırılır. Selüloz üzerinde çökmüş olan $Cu(OH)_2$ amonyakla reaksiyon vererek Schweizer reaktifini oluşturur. $[Cu(NH_3)]_4(OH)_2$. Bu reaktif de elyaf yüzeyinden başlamak üzere selülozu çözer. Çözelti %8-10 selüloz içerir. Açık mavi bir çözelti elde edilince karıştırmaya son verilir. Elde edilen çözeltinin yine vakum ile havası alınır ve süzülür. Çözelti ince deliklerden sabit basınç altında, içerisinden aynı yöne su akan bir boruya verilir. Su zayıf bir pıhtılaştırıcı olarak rol oynar. Bu sırada meydana gelen filamentler kısmen koagüle olduğundan plastik yapıdadır. Reaktifteki bakır katyonları ve amonyak akar su ile sürüklenir. Plastik filamentler suyun hareketi ile gerilir. Şekil V-3.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



(1) Pamuk linteri (2) Çözelti (3) Filtre (4) Eğirme çözeltisi
(5) Pompa (6) Eğirme işlemi (7) Bakır ipeği filamentleri
Şekil. V.3. Bakır İpeği Üretim Şeması

Bu gerilme sırasında ince filamentlerde selüloz molekülleri yönlenir. Daha sonra filamentler seyreltik asid banyosunda (% 5 H_2SO_4) koagüle olur ve sertleşir. Asid banyosundan alınan materyal yıkanır ve bobinlere sarılır.

Bakır ipeği 1,2-1,3 denier inceliğinde çekilebilir. Viskoz rayonuna ait özelliklerin çoğuna sahiptir. Kuru iken gerilme direnci 1,7-2,3 g/denierdir. Islanınca bu değer 0,95-1,3 g/denier düşer. Özgül ağırlığı 1,54 dür.

Bakır ipeği, yapım işlemleri sırasında selüloz zinciri kısmen daha kısa zincirlere parçalandığından pamuğun gösterdiği reaksiyonları göstermekle beraber kimyasal reaktiflerden çok daha kolay etkilenir. Bakır ipeği üretimi viskoz ipeği üretiminden çok daha azdır.

V.1.1.3. MODİFİYE SELÜLOZİK LİFLER

Rejenere lifler içinde en uzun süre pazarda yerini korumuş olan viskoz ipeği, besin maddesi olarak kullanılmaya uygun olmayan selülozik materyallerden elde edildiği, sağlık, konfor ve nem çekici özellikleri nedeni ile daha uzun yıllar tüketicinin ilgi odağı olacaktır. Viskoz ipeği (ticari adı ile floş) ve viskonun (kesikli viskoz lifi) kullanımında en büyük dezavantaj, dayanıklılığın düşük olmasıdır. Tüketicinin isteklerine uygun olarak viskoz prosesinde geliştirmeler yaparak daha dayanıklı rejenere selülozik lifler elde edilmektedir. Bu amaçla iki farklı yöntem ile dayanıklılığı viskoz ipeğinden daha fazla, aynı zamanda yük-

sek yaş mukavemeti (high wet modulus) olan lifler elde edilmiştir. Bunlar genellikle yaşeğirme sırasında ve sonrasında ek işlemlerle yapılmaktadır. Bu sınıfa ait iki farklı ürün elde edilmektedir: a) Modifiye selülozik lif (ticari adı *Modal*) ve b) Polinozik elyaf (ticari adları: *Avril* ve *Vincel*).

Ancak, günümüzde bu ürünleri gözden düşüren yeni bir rejenere selülozik lif elde edilmiştir.

V.1.1.4. TENCEL ELYAFI (Lyocell)

Son yıllarda selülozu çözebilecek çeşitli çözücü sistemleri bulunmuştur. Bunlardan N-metilmorfolin oksit (amin oksit) içinde çözünmüş selülozdan Courtaulds Firması tarafından rejenere selüloz yapısında yeni bir lif elde edilmiştir. Bu yöntemde çözücü olarak kullanılan aminoksidin zehirli olmaması, bu yöntemin en önemli özelliğidir. Bunun yanında, bu yöntemle elde edilen selülozik liflerin, diğer yöntemlerle elde edilen selülozik liflere göre daha üstün özelliklere sahip olmasıdır. Bu liflerin elde edilmesinde işlem basamakları aşağıda verilmiştir.

1. Çözündürme:

Kağıt (odun) hamuru su ve aminoksidi birlikte karıştırarak, berrak bir çözelti vermek üzere çözündürülür.

2. Eğirme:

Bu çözelti, koagülasyon banyosu olarak suyun kullanıldığı bir ortama, spinneret başlıklarından basınç altında püskürtülür. Selüloz banyo içinde filament biçiminde çöker. Koagülasyon banyosuna karışan aminoksit saflaştırılarak yeniden kullanılır.

3. Yıkama, kurutma:

Filament banyodan alınır, yıkanır ve kurutulur.

Bu proses, çevresel olarak uygun, atık maddeleri zararsız, çözücüsü geri kazanılabilen bir işlemdir. Bu nedenle günümüzde bu lifin üretimi giderek artmaktadır.

Tencel'in Özellikleri: Bu liflerin karakteristik yuvarlak enine kesiti ve düzgün bir yüzeyi vardır. Doğal yapısı parlaktır, mat istenirse filament üretilirken matlaştırıcı pigmentler (TiO_2 gibi) eklenir. Dayanıklılığı fazladır. Kuru halde iken kopma anında uzama miktarı % 15

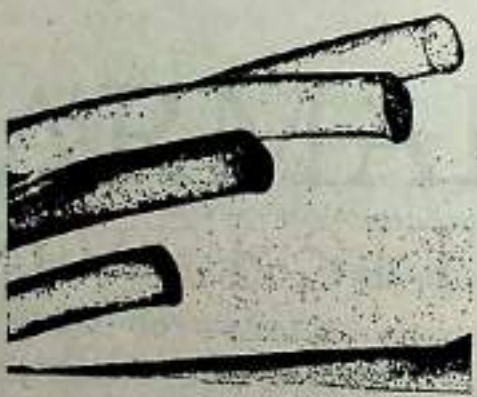
civarındadır. Tablo V-1 de rejenere selülozik liflere ait bazı fiziksel değerler ile doğal selülozik lif olan pamuk lifinin fiziksel değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo V-1 : % 100 Selüloz yapısındaki liflere ait özellikler

	İNCELİK dtex	MUKAVEMET cN/tex	ISLAK MUKAVEMET	UZAMA %	MUTLAK NEM %
PAMUK	-	20-24	26-30	7-9	8
VİSKOZ İPEĞİ	1,7	22-26	10-15	20-25	13
MODAL	1,7	34-36	19-21	13-15	12,5
POLİNOZİK	1,7	36-38	28-30	11-13	12,5
TENCEL	1,7	40-42	34-38	14-16	11,5

Tencel liflerinde selüloz polimer zincirlerinin kristalin bölgeleri, lif ekseni boyunca yönlenmiş durumdadır. Bu, lifin mukavemetinin yüksek olmasına yol açar. Ayrıca kısmen bir fibrilleşme meydana gelir. Bu da ıslakken sürtünme sonucunda tüylenmeye sebep olur. Kristalin bölgenin fazlalığı, kalın Tencel kumaşlarda ıslakken sertleşme olayını ortaya çıkarır. Yıkamaya dayanıklıdır.



Şekil V-4. Tencel Liflerinin Mikroskop Altında Görünümü

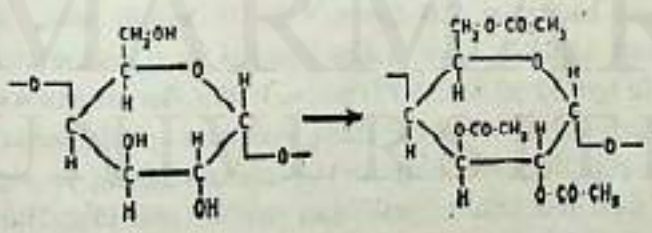
Tencel lifleri, tekstil ürünlerinde tek başına kullanıldığı gibi, poliester/tencel, tencel/pamuk, tencel/viskoz karışımları şeklinde de tüketilmektedir. Bu ürünlerde gerektiğinde filament, gerektiğinde kesikli lif şeklinde kullanılmaktadır.

Tencel, viskoz liflerinin aksine, selülozik liflerini boyayan tüm boyarmaddelerle boyanabilir. 50/50 oranında harmanlanmış Tencel/pamuk materyaller merserize edilebilir.

V.1.2. REJENERE SELÜLOZ ESTERLERİ

V.1.2.1. ASETAT İPEĞİ

1865 yılında Schutzenburger, asetik anhidrid ile selülozu, ağzı eritilerek kapatılmış bir tüp içersinde ısıtarak selüloz asetatı elde etti. Bu şekilde selüloz zincirinde glikoz birimleri üzerinde bulunan üç hidroksil grubu asetik asidle esterleştirilerek yeni bir madde meydana getirilmiş oldu. Daha sonraları 1894 de Cross ve Bevan selülozun asetillendirilmesi işlemini oda sıcaklığında sülfürik asid veya çinkoklorür beraberliğinde gerçekleştirip, selüloz triasetatı endüstriyel ölçülerde elde etmeyi başardılar. Ancak kloroformda çözünen bu maddenin elyaf haline getirilmesinde başarı sağlanamadı; yalnızca metal ve kumaşların kaplanmasında kullanıldı. Nihayet 1905 de Miles, triasetatın asetik anhidriddeki çözeltisini asidlendirme işleminden sonra bir hidrolize uğratarak *sekonder asetat veya 2,5 asetat* denilen yeni bir ürün elde etti. Bu ürün kloroform yanında daha az toksik ve daha ucuz bir çözücü olan asetonda da çözünüyordu. Sekonder asetatın asetondaki çözeltisi «dope» adı altında savaş sonrasında filament yapımında kullanıldı. 1914-1918 savaşı sırasında bu madde, kumaştan yapılmış uçak kanatlarını koruyucu olarak kullanıldı.



Selüloz birimi Selüloz asetat birimi

Formül V-5

Asetat İpeği Üretimi

1. Ön hazırlama: Asetat ipeği için ham madde olarak pamuk linteri, atık pamuklar ve odun hamuru kullanılır. Bu ham maddeler önce

bir alkali çözeltisi ile (sodyum hidroksid, sodyum karbonat veya her ikisinin karışımı) basınç altında 4-10 saat kaynatılır. Sonra çalkalanarak sodyum hipoklorit ile ağartılır ve yıkanır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu şekilde işlem görmüş ham maddeler, az miktarda derişik sülfürik asid içeren buzlu sirke içersinde ıslatılarak şişirilir. Asetik asid yalnız başına da şişirme etkisi yapar. Ancak H_2SO_4 veya $ZnCl_2$ gibi maddeler aktivatör olarak etki eder, selüloz kütlesinin yüzeyi asidlendirici maddenin etkisine açılmış olur ve elyafın yüzeyi aktiflendirilir. %5-6 nem içeren 100 kısım odun hamuru veya pamuk linterine 400 kısım buzlu sirke ve 10 kısım H_2SO_4 eklenir. Bu ilave yavaş yavaş yapılmalı, sıcaklık 20°C nin üzerine çıkarılmamalıdır.

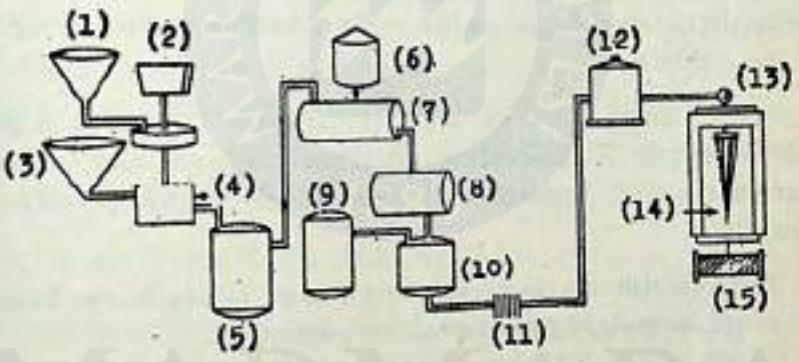
2.Asetillendirme: Bir katalizör ve bir seyreltici beraberliğinde asetik anhidrid ilavesi ile asetillendirme başlar. Her zaman katalizör ve 400 kısım asetik anhidridi iyice karıştırmak için bir seyreltici eklenmelidir. Reaksiyon ekstermik olduğundan ilk iki saat içersinde sıcaklık 20°C de tutulacak şekilde ayarlanır. Bunu takibeden 6-7 saat içersinde sıcaklık 25-30°C ye çıkabilir. Bir süre sonra pamuk şişer; yumuşak ve gevşek bir hal alır. Sonunda jelatinimsi viskoz bir kütle oluşturarak çözünür. Bu kademede selülozun glikoz birimindeki üç hidroksil grubu da asetillenerek selüloz *triasetata* dönüşür. Asetillendirme sırasında karışımdan örnekler alınıp, kloroformda çözünüp çözünmediğine bakılır. Tamamiyle çözünüyorsa asetillendirme tamamlanmış demektir. Asetat miktarı %65 kadar olan triasetat'a *primer asetat* da denilir.

3.Kısmi hidroliz: 120 kısım %50 lik asetik asid, selüloz triasetatın asetik asiddeki koyu viskoz çözeltisi ile iyice karıştırılır ve olgunlaştırmak için 12-16 saat 50°C de bekletilir. Bu esnada asetonda çözünmeyen *primer asetat* (triasetat) asetonda çözünebilen *sekonder asetata* dönüşür. Bu kısmi hidroliz sırasında sıcaklık ve seyreltmenin kontrol edilmesi son ürünün özellikleri üzerine etkilidir. Hidrolizin derecesi örnekler alınıp asetat miktarı analiz edilerek kontrol edilir. İstenilen asetat yüzdesine (% 45-55) gelindiğinde asetonda çözündürülür. Bu üründe, selülozun glikoz birimdeki üç hidroksilden ortalama 2,5 kadarı esterleşmiş şekilde bulunduğundan 2,5 *asetat* adını alır.

4. Çöktürme: Bu kademede selüloz asetat çözeltisi, karıştırılarak yavaş yavaş suya dökülür. Asetat küçük ince parçalar halinde çöker; iyice yıkanır ve kurutulur.

5. Çözeltinin hazırlanması: Beyaz sekonder asetat parçaları ağırlığının üç katı asetonda koyu viskoz bir çözelti vermek üzere çözündürülür. Çözelti süzülür ve vakumda havası alınır. İsteniyorsa parlaklık giderici maddeler veya boyarmaddeler eklenir.

6. Eğirme işlemi: Asetat ipeği kuru-eğirme işlemi ile elde edilir. Viskoz çözelti ince deliklerden aşağıya doğru akacak şekilde sıcak hava akımı bulunan odalara püskürtülür. Sıcak hava ile aseton buharlaşır ve yumuşak yarı plastik selüloz asetat filamenti geriye kalır. Şekil V-5 Sıcak odadan çıkan filamentler kendi hızlarından daha büyük bir hızla dönen bobin veya makaralara sarılır. Bu hız farkı filamentin gerilip çekilmesini sağlar. Zincir şeklindeki polimer molekülleri filament boyunca yönlenir ve elyafın dayanıklılığı artar.



(1) Asetik asid (2) Selüloz (3) Asetik anhidrid (4) Hamur
(5) Primer asetat (6) Su (7) Çöktürme (8) Hidroliz (9) Aseton
(10) Çözündürme (11) Filtre (12) Eğirme çözeltisi (13) Pompa
(14) Sıcak hava (15) Asetat ipeği

Şekil. V-5. Asetat İpeği Üretiminin Akış Şeması

Asetat İpeğinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Asetat ipeği filamentleri 1,5-4 denier arasında çekilir. İplikleri ise 45-300 denierdir. Filamentin gerilme direnci 1,25-1,5 g/denier, uzama kabiliyeti ise %20-25 dir.

Asetat ipeği tabii ipek yumuşaklığındadır. Asetat ipeğini diğer rayonlardan ayıran en önemli özellik nem absorpsiyonunun düşük olmasıdır. % 65 bağıl nemde viskoz ve bakır ipeğinin % 11, ipeğin %11, pamuğun %8, yünün ise % 15 nem absorplamalarına karşın asetat ipeği %6,5 nem absorplar. Düşük nem miktarı iplik veya kumaşta daha az şişmeye sebep olur. Bunun sonucu olarak kir ve lekeler kumaş içine çok fazla nufuz etmediğinden kolayca yıkanıp uzaklaştırılabilir.

Asetat ipeği ester yapısında olduğundan kolayca sıcak alkalilerden etkilenerek sabunlaşabilir. Bu yüzden yıkama ve boyama işlemlerinde çok dikkatli olunmalıdır. Seyreltik asidlere karşı alkalilere olduğundan daha dayanıklıdır.

Asetat ipeği aseton ve kuru temizlemede kullanılan diğer çözücülerde çözünür. Bu bakımdan kuru temizlemede sorunlar yaratabilir. Günümüzde asetat ipeğinin temizlenmesi için uygun çözücüler bulunmuştur.

Termoplastik bir materyal olduğundan sıcağa karşı hassastır; erime ve çekme gösterdiğinden sıcak ütü yapılmaz.

Asetat ipeği, ipeğin yerine genellikle dayanıklılık istemeyen yerlerde kullanılır.



Şekil V-6 Asetat ipeği (Sekonder asetat) liflerinin mikroskop altında enine kesitleri ve boyuna görüntüsü

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

V.1.2.2. ARNEL (Triasetat)

Primer asetat diye bilinen selüloz triasetat da elyaf olarak kullanılmaktadır. Ticari adı *Arnel* ve *Triel*'dir.

Arnel sekonder asetata benzer bir işlemle elde edilir. Yalnız eğirme sırasındaki deasetillendirme (hidroliz) kademesinden vazgeçilir. Metilendiklorür bu madde için kloroformdan daha iyi bir çözücü olarak kullanılmaktadır.

Asetatta olduğu gibi kuru eğirme ile elde edilir. Daha sonraki işlemleri kolaylaştırmak için filamente, bobin üzerine sarılırken antistatik madde püskürtülür.

Arnel, asetat ipeğine benzer; görünüş ve diğer özellikler bakımından (kuru ve yaş halde uzama yeteneği, dayanıklılık, sürtünme direnci bakımından) aynıdır. Absorban özelliği asetattan daha az, fakat daha dayanıklıdır. Derişik asid ve bazlardan etkilenir ancak bazlarla asetatta olduğu gibi sabunlaşmaz. Ağartıcı maddeler, Arnel üzerine gözle görünür bir zarar yapmaz. Trikloroetilen ile kuru temizleme yapıldığında şişme ve lekelenmeye sebep olur.

V.1.3. REJENERE PROTEİN ELYAFI

Doğal polimerlerden olan protein maddeleri de değiştirilerek veya rejenere edilerek birkaç lifin üretiminde kullanılmaktadır. Bunlar için başlangıç maddesi olarak genellikle hayvansal (süt kazeini) veya bitkisel protein (mısır proteini, soya fasulyesi ve yer fıstığı proteinleri) kullanılmaktadır. Teorik olarak bu proteinlerin bulunduğu başlangıç maddelerinden protein ekstrakte edilerek alınır, uygun bir çözücü içersinde çözündürülür, rayon elde edilmesindeki prensibe göre yaş veya kuru eğirme yöntemleri ile elde edilir. Rejenere protein elyafta genel olarak *azlon* da denilmektedir.

V.1.3.1. Zein Elyafı (*Vicara*)

Zein, mısırda bulunan bir protein maddesidir ve mısır nişastası yapımı sırasında % 70 lik isopropil alkol ile ekstrakte edilerek alınır. NaOH içersinde yaklaşık %16 lık bir çözeltisi hazırlanır. Iyice çözündürüldükten sonra 24 saat olgunlaştırma için bekletilir. Bu şekilde

çözelti bir viskoz jel haline geçer. Elyafa sağlamlık verebilmek için az miktarda formaldehid de ilave edilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Formaldehid paralel durumdaki protein moleküllerini çapraz bağlarla birbirine bağlar.

Bu viskoz sıvı, çöktürme banyosu olarak kullanılan asid çözeltisine kuvvetle fışkırtılır. En uygun banyo olarak %4,7 H_2SO_4, %3,1 CH_3COOH %4,4 $ZnSO_4$ kullanılır. Koagülasyon banyosundan çıkan elyaf demeti büyük makaralara sarılır, bol su ile asid ve tuzlardan arındırılır, germe-çekme işlemine yollanır.

Vicara diğer elyaf türleri ile harman yapılarak kullanılan bir elyaftır. Islandığında dayanıklılığı azalır. %5 gerildikten sonra geriye dönüşü % 100 dür. Gerilme direnci yüksek, uzama ve esnekliği fazladır. Bu özelliklerinin yanında yumuşak olması örgü kumaşlarda kullanılmasını sağlar. Ağartılmadığı taktirde yün gibi hafif sarımsıdır, fakat yünden daha dayanıklıdır. Nem çekme değeri yüksektir. Yapıtaşı protein olduğundan kimyasal özellikleri bakımından yün ve ipeğe benzer. Ticarette %13 nem kabul edilir. Organik çözücülerde çözünmez. Asidlere karşı yün ve ipekten daha dayanıklıdır. Alkalilere karşı da daha az hassastır, keçeleşmez. Vicara pamuk ve nylon ile karıştırılarak kadın ve erkek kumaşları, triko ve jarse kumaşlar, bebek giysileri yapımında kullanılır. Yün ile de karıştırılarak kullanılırlar.

V.1.3.2. Soya Elyafı (*Silkool*)

Soya %35 bitkisel protein ihtiva eder ve dünyada artan protein ihtiyacı için en ucuz bir kaynaktır. Elyaf imal etmek için soya unundan, önce yağı ekstrakte edilerek alınır. %0,1 Na_2SO_3 çözeltisi ile yarım saat kaynatılarak ikinci kez ekstrakte edilir. Protein bu çözeltide çözünür. Çözeltide pH=4,5 olacak şekilde H_2SO_4 ile asidlendirilir. pH 4,5; soya fasülyesi proteininin isoelektrik noktasıdır. Bu ortamda protein çöker. Bu çöken protein alkalide çözündürülür, olgunlaştırılır. Çözünmeyen parçacıklar ve hava kabarcıkları için filtre edilir. Olgunlaşma esnasında çözeltinin viskozitesi artar. Çözelti ince deliklerden bir asid banyosuna kuvvetle fışkırtılırsa filamentler teşekkül eder. Soya elyafı beyazdan açık ten rengine kadar değişen yarı parlak ve yumuşak bir elyaftır. Tabii olarak kıvrımlıdır. Islandığı zaman dayanıklılığı kaybeder. Kuru halde %40,

ıslak halde %60 uzayabilir. Nem miktarı %10-13 arasında değişir. Yün ve vicara gibi kolayca ıslanmaz.

V.1.3.3. Yer Fıstığı Elyafı (*Ardil*)

Yağı alınmış yer fıstığından protein maddesi olan *arachin*, seyreltik alkalide çözündürülürerek ayrılır. %12-13 protein içeren çözeltinin yaş eğirme yöntemine göre elyaf haline getirilmesi ile elde edilir. Koagülasyon banyosu olarak H_2SO_4 ve Na_2SO_4 içeren bir banyo kullanılır. Krem renginde ve yumuşaktır. Esneklik ve kıvrımlarından dolayı yüne benzediğinden bu elyafla karıştırılır. Ayrıca pamuk ve rayonlarla da karışık olarak tüketilir.

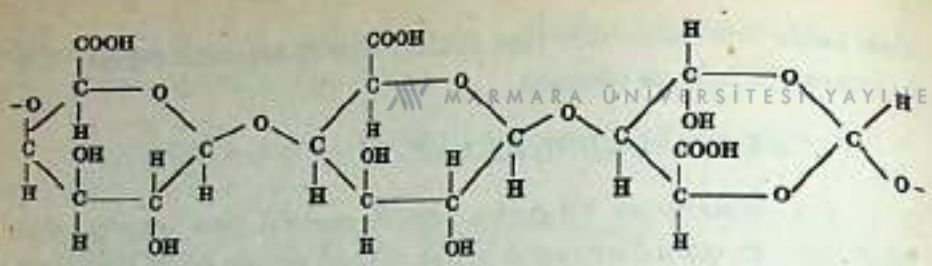
V.1.3.4. Kazein Elyafı

İlk üretilen rejenere protein elyafıdır. İtalya'da *Lanital* ve *Merinova* İngiltere'de *Fibrolane* adı ile piyasaya sürülmüştür. Daha önce sözü edilen mısır, soya ve yerfıstığı protein elyaf türlerinin bitkisel protein kaynaklı olmalarına karşın, kazein elyafı hayvansal protein ürünüdür. Kaymağı alınmış sütten kazein, çöktürülerek ayrılır. Seyreltik alkali çözeltisinde çözündürülür. Çözelti olgunlaştırılır. Seyreltik asid banyosunda yaş eğirme yöntemine göre filament haline getirilir. Formaldehidle reaksiyona sokularak çapraz bağlar yardımıyla sertleştirilir.

Yüne çok benzemesine rağmen daha az dayanıklıdır. Islandığında dayanıklılığı azalır. Esnekliği de azdır. Yakıldığında erir ve yanık süt kokusu duyulur. Daha çok kesikli elyaf halinde yüne karıştırılarak kullanılır. Yüne nazaran daha parlak ve yumuşaktır. Zayıf asidlere karşı dayanıklıdır.

V.1.4. ALGİNAT ELYAFI

Deniz yosunlarının bir türü olan alglerden elde edilen alginik asidin Ca tuzu elyaf olarak kullanılır. Alginik asid, kimyasal yapı bakımından selüloza benzer. Selülozun glikoz birimlerindeki altıncı karbon atomu üzerindeki primer alkol grubu alginik asidde karboksil grubu halindedir. Algler içinde %15-40 alginik asid bulunur. Bu madde, besin endüstrisi, kağıt endüstrisi ve kumaş apre ve baskı işlemlerinde kullanılır.



Formül V-6

Stanford tarafından 1883 de bazı yosun türlerinden viskoz bir maddenin ekstrakte edilip çökturülmesinden sonra, 1912 de Sarason bu maddeden filament elde ediliş yöntemine ait ilk patenti aldı.

Kalsiyum alginat elyafın elde edilmesi;

1) Yosunları toplama, kurutma ve öğütme,

2) Kalın viskoz bir kütle yapmak üzere yosunların sodyum karbonat ile muamelesi,

3) İkinci basamakta elde edilen jel halindeki çözeltinin süzülmesi,

4) Hipoklorit ile ağartma,

5) Viskoz sistemine göre lif üretimi: az miktarda $CaCl_2$, HCl ve filamentlerin birbirine yapışmasını önlemek için katyon aktif bir madde içeren banyoda koagüle etme kademeleri şeklinde yapılır. Alkaliye karşı duyarlığı olan bu elyaf için kalsiyum yerine başka metal katyonları kullanılabilir, fakat bazı nedenler yüzünden pratiklik getirmez.

Kalsiyum alginatın iki önemli özelliği vardır. Biri aleve dayanıklılığı, diğeri ise zayıf alkali çözeltilerde bile çözünmesidir. Hatta sabunla yıkamada bile çözünür. Alginat elyafı en higroskopik elyaftır; az olan dayanıklılığı nemli halde iken daha da azalır. Sentetik reçinelerle muamele ederek alkalilere karşı direnç arttırılabilir.

Alkali çözeltilerine karşı hassas oluşu, bu elyafın kullanılma alanını tayin eder. Alginat elyaf yün veya diğer elyafla eğirilir, iplik yapımında çekim sırasında karıştırılır ve kumaş bu ipliklerle dokunursa; apre işlemlerinde alkali çözeltisi ile alginat elyaf çözündürülerek dokunması zor olan çok ince kumaşlar elde edilir. Alginat ayrıca dantel ve kurdela yapımında da bu şekilde kullanılır. Alginat, II. Dünya savaşı sırasında IR ışınlarını geçirmediğinden radyo detektörlerinden korunmak için kamuflaj olarak kullanılmıştı.

Son yıllarda alginat elyafı iplik veya dokunmuş kumaş şeklinde cerrahi amaçlarla kullanılmaktadır. Alginat yara üzerinde absorban bir film oluşturarak kanamayı durdurucu etki yapmaktadır.

V.1.5. KAUÇUK ELYAFI

Brezilya, Seylan, Sumatra, Java, Meksika, Orta ve Doğu Afrika'da yetişen kauçuk ağacının özsuyundan elde edilir. Ağaca çizikler açmak suretiyle süt halinde akan özsuyu toplanır. Bu zamanla kurur. Poliizopren yapısındaki bu madde, çeşitli işlemlerden sonra kullanılacak hale gelir. Ham kauçuğa "*lateks*" adı verilir. Elastomer elyaf olarak pamuk, viskon veya poliamid ile karıştırılarak kemer, korse, varis çorabı şeklinde kullanılır. Ayrıca film halinde su geçirmezlik apresinde yararlanılır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

V.2. SENTETİK ELYAF

Sentetik elyaf, kimyasal elyafın diğer bir türü olan rejenere elyaf sınıfından, küçük basit molekül olan monomerlerden sentez edilerek imal edilmesi dolayısıyla ayrılır. Bu sınıftaki elyafı oluşturan polimer madde doğada mevcut değildir, sentetik olarak elde edilir. Genellikle polimeri oluşturacak olan monomer veya monomerler petrol krakingi veya kömürün ayrımsal damıtılmasından meydana gelen yan ürünlerden elde edilir. Dünyada teksil alanında kullanılan ilk sentetik polimer madde poliamiddir ve *nylon* özel adı ile bilinir.

Sentetik polimerlerden elde edilen elyaf türleri genellikle kimyasal yapısına göre sınıflandırılabilir. Bunun yanında fiziksel özelliklerine göre de bir sınıflandırma yapmak mümkündür. Aşağıda yapay lifi oluşturan polimer maddenin fiziksel özelliklerine göre bir sınıflandırma yapılmıştır.

a) Termoplastik elyaf

Bu elyafı oluşturan polimerler oda sıcaklığında katı haldedir. Isıtıldığında, sıcaklık bozunma noktasının üstünde değilse, kimyasal bir değişme uğramaksızın yumuşar, bazen erir. Soğutulduğunda yeniden eski katı halini alır. Bu işlem istenildiği kadar tekrarlanabilir. Bu özelliğinden yararlanarak ısıtılıp yumuşak hale getirilen polimer bu haldeyken istenilen biçim verilebilir; soğutulduğunda katılaşarak verilen bu şekli muhafaza eder. Bu maddelerin özelliği ısıtıldığında bu şeklin yeniden bozulmasıdır. Selülozik kaynaklı *asetat ipeği* ve *triasetat* ile sentetik lifler örneğin *akrilik, poliamid, polietilen, poliester* ve *vinil elyafı* bu sınıfa girer.

b) Termoplastik olmayan (non-termoplastik) elyaf

Termoplastik elyafta görülen ısıtılarak biçimlenme bu tür elyafta görülmez. Doğal kaynaklı rejenere selüloz ve rejenere protein elyafı bu sınıfa girer.

c) Elâstomer elyaf

Lâstik veya lâstik benzeri olan esnek yapıda polimerlerden imal edilmiştir. Bu tür elyafa küçük bir kuvvet uygulandığında, gerildiğinde çok miktarda uzar; kuvvet kaldırıldığında eski boyutunu tekrar alır. Bu işlem defalarca yapılsa bile lif, bu özelliğini yitirmez. Kauçuk ve poliuretan gibi lifler bu sınıftandır.

Polimer maddenin böyle değişik fiziksel özellikler göstermesinde büyük moleküldeki yapısal ilişkiler büyük rol oynar.

Bu bölümde sentetik elyaf türleri, birinci bölümde verilen kaynağına dayanarak yapılan elyaf sınıflaması sırasına uygun olarak incelenecektir.

V.2.1. POLİOLEFİN ELYAFI

Poliolefin elyafı, bir doymamış hidrokarbonun polimerleşmesi ile elde edilen sentetik lineer polimerlerden yapılmış lif türlerine verilen genel addır. Bu doymamış hidrokarbon monomerinin polimerleşmesi ile lineer yapıda bir doymuş hidrokarbon zinciri meydana gelir. Bu sınıftaki lif türlerine örnek olarak etilenden elde edilen *polietilen* (**PE**) propilenden elde edilen *polipropilen* (**PP**) ve tetrafluoroetilenden elde edilen *politetrafluoroetilen* (**PTFE**) i sayabiliriz.

V.2.1.1. POLİETİLEN (PE) ELYAFI (*Polithen*)

Etilenin sentetik lineer polimerinden elde edilen elyafa verilen isimdir. *Polithen* elyaf olarak da bilinir. Polietilen ilk defa 1939 yılında etilen gazının polimerleştirilmesi ile elde edilmiştir.

$$n\,CH_2 = CH_2 \rightarrow [-CH_2 - CH_2-]_n$$

Formül V-7

Polimerleşme reaksiyonu için farklı yöntemler kullanıldığı zaman değişik özelliklere sahip ürünler elde edilir. Polimerleşme Ziegler yöntemine göre 50-70°C d.. normal basınca yakın bir basınç altında alkil alü-

minyum ve $TiCl_4$ katalizörü kullanarak yapılırsa lineer yapıda ve yoğunluğu yüksek (0,96 g/cm^3) olan bir ürün elde edilir. Bu ürüne yoğunluğundan dolayı *«yüksek dansite polietileni»* veya üretimdeki basınçtan dolayı *«alçak basınç polietileni»* adı verilir. Bu ürün Philip yöntemi denilen bir başka yöntemle de elde edilir. Bu yöntemde etilen, krom oksidin %90 silika %10 alumina karışımı üzerine çöktürülmesi ile oluşan kontakt katalizörünün üzerinden, parafin veya sikloparafinde çözündürülmüş olarak 60-200°C de 500 psi basınç altında geçirilerek polimerleştirilir.

Erime noktası ve kristalinite oranı yüksek olan yüksek dansite polietileninden elyaf üretiminde yararlanılmaktadır.

Benzen veya klorobenzende çözündürülmüş etilen, 200°C de ve 1500 atm basınç altında eser miktardaki oksijenin katalizörlüğünde polimerleştirilirse dallanmış yapıda bir polietilen elde edilir ki bu polimere *«düşük dansite polietileni»* veya *«yüksek basınç polietileni»* denir. Yoğunluğu, yüksek dansite polietileninkinden düşüktür. 0,91-0,94 g/cm^3.

Dallanmış polimer yapısında olduğundan tekstil alanında kullanılmaz . Termoplastik bir madde olan yüksek dansite polietileni 300°C de yumuşak -eğirme ile elyaf haline getirilir. Genellikle monofil olarak çekilir ve kullanılır. 90°C de yumuşayıp 110-120°C de erimesi, boyarmadde affinitesinin olmayışı ve mumumsu tutumundan dolayı tekstil alanında kullanımı henüz büyük boyutlara erişmemiştir.

Organik çözücülere karşı dayanıklıdır. Absorban özelliği yoktur. Bu yüzden kirlenmez ve kirleri tutmaz. Yüzeyde toplanan kir de silmekle giderilir. Yine aynı sebepten boyarmaddelere karşı ilgisizdir. Bilinen tekstil boyama yöntemleri ile boyanmaz. Kükürt, azoik, küp ve dispers boyarmaddelerle filament çekiminden önce polimer maddenin karıştırılması ile boyanmış elyaf elde edilebilir. Bu boyama yöntemine *kütle boyama* denir.

Isıya karşı hassas olduğundan çok sıcak su ile yıkamaktan kaçınılmalıdır. Alkali ve asidlere karşı dayanıklıdır. Güneş ışığından özellikle etkilenir, dayanıklılığı azalır.

Kimyasal reaktiflere karşı koruyucu kumaşların yapımında, oto döşemeleri, sineklik, balık ağı gibi dokumalarda kullanılmaktadır.

V.2.1.2. Polipropilen (PP) Elyafı

Petrol endüstrisinde yan ürün olarak elde edilen propilenin polimerleştirilmesi ile elde edilir.

$$n\,CH_2 = CH - CH_3 \rightarrow \left(- CH_2 - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}} - \right)_n$$

Formül V-8

Polimerleştirme yöntemi, lineer polietilen (yüksek dansite polietileni) de olduğu gibidir. Polipropilen 0,905 g/cm^3 lük yoğunluğa sahiptir ve bu değerle bilinen en hafif plastik maddedir. Kristalinite oranının yüksek oluşu, gerilme direnci ve dayanıklılık gibi özelliklerini arttırır.

«*Meraklon*» ticari adı ile bilinen polipropilen liflerinin ham maddesi ucuz ve kolay bulunur. Yumuşak-çekim (eğirme) yöntemine göre genellikle monofil olarak elde edilir. Polipropilen'in yumuşama sıcaklığı 140°C, erime noktası ise 160–165 °C dir. Nem ve kimyasal reaktiflerden etkilenmez. Isı, ışık ve yükseltgen maddelere karşı, polietilenden daha az dayanıklıdır. Işıktan, özellikle ultraviyole ışıktan etkilenir ve dayanıklılığı azalır. Renklendirme, polietilende olduğu gibi eritme sırasında pigment ilavesi ile yapılır. Bu iki mahzuru dışında polipropilen ucuzluğu dolayısıyla nylon, akrilik v.b. elyaf türleri ile karıştırılarak tüketilir. İleride bu iki mahzur ortadan kaldırıldığında polipropilen önemli bir sentetik elyaf olacaktır. Sürtünme direnci yüksek olduğundan günümüzde yalnız olarak ve akrilik, nylon ve yün gibi diğer lif türleri ile karıştırılarak özellikle halı ve yer tekstilleri ipliği yapımında kullanılmaktadır.

V.2.1.3. POLİTETRAFLUOROETİLEN ELYAF (*Teflon* = PTFE)

Tetrafluoroetilen gazı genellikle yüksek basınç altında ve su beraberliğinde serbest radikal oluşumu ile polimerleşir. Oksijen, organik peroksidler, persülfatlar ve hidrojen peroksid radikal oluşturucu (reaksiyon başlatıcı = inisiyatör) olarak kullanılır.

$$n\,CF_2 = CF_2 \rightarrow [- CF_2 - CF_2 -]_n$$

Formül V-9

Politetrafluoroetilen, erime noktası yüksek ve çözünmeyen bir yapıya sahip olması nedeniyle filament haline getirilmesi oldukça zordur.

Yumuşak - eğirme için eritildiğinde viskoz bir kütle haline geçer. Organik çözücülerde ise çözünmez. Bu yüzden teflon filamenti değişik bir yöntemle elde edilir. Bunun için polimerin sulu kolloidal dispersiyonu, 0,5 mm çapındaki deliklerden 25°Cdeki % 5 lik HCl çözeltisine püskürtülür. Çöktürme banyosundan alınan filamentteki kolloidal büyüklükteki taneciklerin eriyerek birbirlerine yapışabilmeleri için filament birkaç saniye için 385°C ye getirilir. Sonra, su ile çabucak soğutulur ve soğukken çekilerek 4 katı uzatılır.

Politetrafluoroetilen, aşındırıcı reaktifler ve çözücülere karşı çok dayanıklıdır. Ancak sıvı amonyak, alkali metaller, fluor ve klor gazı gibi kuvvetli reaktiflerden etkilenir. Sudan hiç etkilenmez. 250°C ye kadar mekanik ve elektriksel özelliklerinde bir değişme görülmez.

Teflon, tekstilde genellikle ambalaj malzemesi, filtre bezleri, taşıyıcı bandlar, conta, koruyucu kumaşlar ve tıbbi amaçlar için sargı bezleri yapmak üzere üretilir. 1967 de Apollo uzay aracındaki yangında üç astronotun ölümü üzerine, uzay adamlarına verilen cam elyafından yapılmış yanmaz uzay giysilerinde cam elyafının aşınmasını önlemek üzere elyaf yüzeyi özellikle hareketli yerlerde teflonla kaplanmıştır. Günümüzde teflon elyafı giderek uzayda ve askeri amaçlarda gerekli olan tekstil materyallerinde kullanılmaktadır.

V.2.2. POLİVİNİL ELYAFI

Monomerin yapısında bulunan vinil ($CH_2 = CH–$) grubunun polimerleşmesi ile elde edilen ürünlerin tekstil alanında kullanılan türleri genel olarak *polivinil elyafı* olarak bilinir. Vinil grubuna bağlı olan grubun türüne bağlı olarak değişik polimer maddeler elde edilir. Örneğin, –Cl bağlı ise *polivinil klorür*, – CN grubu bağlı *ise poliakrilonitril*, –OH grubunun bağlanması halinde polivinil alkol ve $–OCOCH_3$ grubunun bulunması halinde ise polivinil asetat oluşur. Oldukça bol bulunan asetilen ve etilenden, vinil monomerleri kolayca elde edildiğinden bu polimerler ucuzdur. Ancak sahip oldukları özellikler, bazılarının tekstilde yalnız başına kullanımını engeller. Tekstil ürünlerinin gerektirdiği özellikleri verebilmek için bunlar başka polimer maddeler ile kopolimer şeklinde oluşturulur.

V.2.2.1. POLİVİNİLKLORÜR (PVC) ELYAFI

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Vinilklorür, ticari ölçüde, asetilen ve klorür asidinin reaksiyonundan elde edilir. Bu monomer, açil peroksidler, alifatik azo bileşikleri gibi radikal oluşturucu maddelerle 30-80°C de polimerleşir.

$$n\ CH_2 = CH - Cl \rightarrow \left(- CH_2 - \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} - \right)_n$$

Formül V-10

Polivinil klorür 70°C de yumuşar, 200°C de erir; çözücülerde çözündürülerek kuru-eğirme ile elyaf haline getirilir. Soğukta 3-4 misli germe yapılarak uzatılır.

Saf polivinil klorürden Almanya'da PCU, Fransa'da ise *Rhovyl* ve *Thermovyl* adı altında elyaf üretilir.

Bunlardan PCU'nun gerilmiş haldeki molekülleri 75-80°C ye ısıtılmakla yeniden eski şeklini alır ve büyük ölçüde çeker (=kısalır). Bunun sonucu olarak dayanıklılığı azalır. Ancak balık ağları, filtre bezleri ve yelken kumaşları gibi bazı özel uygulama alanlarında tüketilir.

Rhovyl, polimerin 1/1 oranında kuru aseton ve karbon sülfür karışımındaki çözeltisinden kuru-eğirme ile elde edilir. Kopmadan % 12'ye kadar gerilip uzatılabilir. Kopma mukavemeti 3g/denierdir. Moleküllerdeki yönlenme oranı yüksektir. Bu da 75-80°C de çekme gösterir. Çok sert deri veya keçeye benzer kumaşlar yapmak için, yani çekme özelliğinin bir avantaj olduğu yerlerde bir dereceye kadar kullanılır.

Thermovyl polimerinde moleküller rhovylden daha az oranda yönlenmiştir. Kesikli (staple) elyaf şeklinde elde edilir. Bu şekilde 100°C de bir ön çekme verilir. Bu yüzden su içersinde kaynama sıcaklığına kadar boyutsal bir şekil değişikliği görülmez. Gerilme direnci 0,9 g/denierdir. Yönlenme oranının azlığından dolayı kopma noktasındaki uzama yeteneği % 150–180 dir. Yalnız başına nadiren kullanılır. Genellikle yün, nylon ve selülozik elyaf ile karıştırılır. Genellikle güç tutuşma özelliği göstermesi istenen tekstil ürünlerinde kullanılır.

Polivinilklorür çok katı, erime noktası yüksek, bükülmeye karşı direnç gösteren bir maddedir. Plastik özellikler vermek için plastikleştirici maddelerin ilavesi gerekebilir. İlave edilen bu tür maddelerin zamanla

oksidlenme, çözücü etkisi veya buharlaşma gibi olaylarla ortamda azalmasından dolayı daima bileşimde bir değişiklik meydana gelir. Bu yüzden polivinilklorürü istenilen özelliklerde elde edebilmek için ve sahip olduğu bazı özellikleri geliştirmek üzere farklı yapıda imal edilmesi düşünülmüştür. Bu işlemle polimer yapısı kısmen değiştirilip geliştirilerek modifiye edilmiş olur. *Modifiye polivinilklorür* için ya ikinci bir kimyasal işlem yapılır veya kopolimer halinde elde edilir.

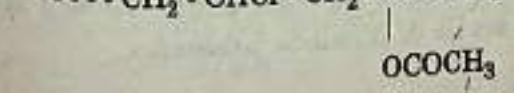
Modifiye Polivinilkrorür Lifleri

a) PeCe Elyafı:

Vinilklorür polimerize edildikten sonra içindeki klor miktarı % 57 den, % 64'e çıkıncaya kadar klorlandırılır. Bu işlem polimerin asetondaki çözünürlüğünü artırır, böylece daha kolay bir yaş-eğirme sağlanır. Klor atomları zincirler arasına girerek bağları gevşetir, böylece çözünürlüğü arttırır. Klorlama ayrıca 75-80°C arasındaki yumuşama temperatürünü 80-100°C ye çıkartır. Bu ürün, asetondaki %30 luk çözeltisinden plhtılaştırıcı banyo olarak su kullanılmak suretiyle yaş-eğirme yöntemine göre elde edilir. Ürün, *PeCe elyafı* adı altında piyasaya sürülür. Yaş-eğirme sırasında %300 kadar bir germe verilerek uzatılır. Böylece moleküllerde bir yönlenme sağlanır. Gerilme direnci 2-2,2 g/denier, uzama yeteneği ise %40 dır.

b) Vinyon Elyafı *(Vinil klorür-vinil asetat kopolimeri)*

Genel olarak *Vinyon* adı ile bilinen vinil klorür-vinil asetat kopolimerleri değişik bileşim oranlarında ve değişik adlar altında piyasada bulunur. Her bileşim oranı polimere, kendine özgü özellikler kazandırır. %12 vinil asetat, %88 vinil klorürden yapılmış kopolimer, filament imali ve tekstil materyali olarak kullanılmak için en uygun olanıdır. Bu kopolimerler değişik yüzde oranlarında farklı firmalar tarafından piyasaya sürülür. *MP Faser*; %85 vinil klorür %15 vinil asetat; *vinyon HH, vinyon ST* ve *vinyon HST*: %80 vinil klorür %20 vinil asetat kopolimerleridir.



Formül V-11

Vinyon polimeri asetonda çözündürülerek kuru-eğirme yöntemi ile filament haline getirilir. Bundan sonra iplik gerilerek moleküllerin yönlenmesi sağlanır. İplikte gerilme miktarı büyüdükçe dayanıklılığı da artar, fakat bu germe, uzama ve esneklikte azalma ile ilişkilidir. % 200 oranında gerilen Vinyon ST nin direnci 2,0-2,8 g/denierdir. Halbuki % 400 germe verilen Vinyon HST'nin direnci 3,5-4,0 g/denierdir.

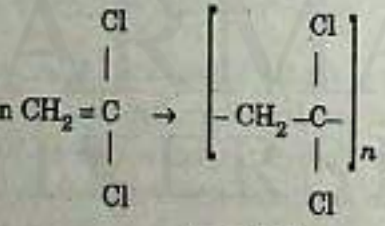
Vinyon ipliğinin yaş veya kuru haldeki dayanıklılığı iyidir. %95 relâtif nemde bile ancak %0,1 nem absorblar. Küf ve mantarlardan etkilenmez. Derişik anorganik asid ve alkaliler ile yükseltgen maddeler de bozmaz. Alevlenmeden erir ve kömürleşir. Hidrofobik yapıda olduğundan bilinen yöntemlerle boyanamaz. 75°C de çektiğinden 65°C nin üzerindeki sıcaklıklara ısıtılmamalıdır. Kaynar suda yıkanamaz ve ütülenmez.

c) Vinyon N ve Dynel (Vinil klorür-akrilonitril kopolimeri)

Bu lifler, aynı zamanda akrilonitril kopolimeri olduğundan modakrilik lifler konusunda incelenecektir.

V.2.2.2. POLİVİNİLİDENKLORÜR ELYAFI

Viniliden klorür (1,1-dikloroeten) serbest radikallerle veya ışığa maruz kaldığında kolayca polimerize olur. Katalizör olarak benzoil peroksid gibi peroksidler de kullanılabilir.



Formül V-12

Bu polimerin yumuşama noktası yüksektir (185-200°C) ve pekçok çözücü ile çözünmez. Bu yüzden viniliden klorür genellikle elyaf teşkili için daha uygun olan kopolimerler şeklinde kullanılır. Bunlardan en önemlisi, poliviniliden klorüre ilaveten % 13 vinil klorür ve % 2 akrilonitril içeren *Saran*'dır. *Velon* adı ile de piyasada bulunur.

$$-CH_2-CHCl-CH_2-CCl_2-CH_2-CCl_2-CH_2-CHCl-$$

Formül V-13

İZMİR EKONOMİ ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu kopolimer 180°C de eritilerek yumuşak eğirme ile filament haline getirilir. Katılaşan bu filamentler derhal 10°C lik su banyosunda soğutulur. Amorf filamentler soğuk halde %400 luk bir uzatma verilerek gerilir.

Saran'ın özgül ağırlığı 1,68-1,75 dir. Bu değerle pekçok elyaf türünden daha ağırdır. Dayanıklı ve esnekliği fazladır. Sürtünme direnci yüksek olduğundan tüylenme yapmaz. Bu özellikleri yanında kimyasal reaktiflere ve güneş ışığına karşı dayanıklılığı ve suya karşı emici olmaması endüstride ve tekstilde kullanımını sağlar. Organik çözücülere karşı duyarlı olmadığı gibi kuvvetli ve zayıf bazlar ile asidlerden de etkilenmez. Hava şartlarından da etkilenmez. Su içersine batırılıp 24 saat bekletildiğinde %0,1 den daha az su absorblar. Bu hidrofobik özelliğinden dolayı boyamak zordur. Üretimi sırasında kendisi ile birleşebilen pigmentler karıştırarak *kütle boyama yöntemi* ile boyanır. Saran'ın ısıya dayanıklılığı yoktur. 75°C nin üzerine ısıtılmamalıdır. Bunun üstündeki sıcaklıklarda kısalır ve dayanıklılığını kaybeder, 115°C de yumuşamaya başlar.

Bu elyaftan, otomobil döşeme ve kılıfları, sinek teli, açık havada kullanılan döşemelikler yapılır.

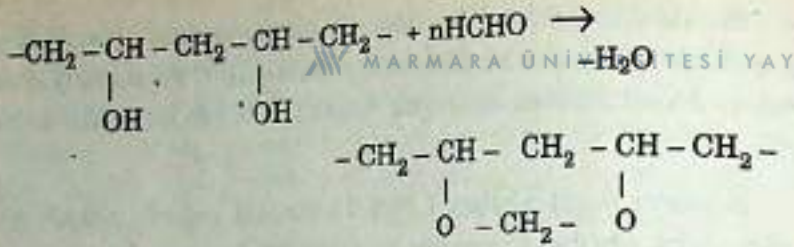
V.2.2.3. POLİVİNİLALKOL (PVA) ELYAFI

Genellikle polivinil asetatın sabunlaştırılması ile elde edilir.

$$\left[-CH_2-CH(O-COCH_3)-\right]_n + nNaOH \rightarrow \left[-CH_2-CH(OH)-\right]_n + nCH_3COONa$$

Formül V-14

Bu madde suda çözünür; bu yüzden tekstilde kullanılma alanı bulamaz. Formaldehidle muamele edildiğinde toplam –OH gruplarının % 30–40 kadarı komşu karbon atomlarına bağlı hidroksil grupları arasında eter köprüleri oluşturur.



Formül V-15

Molekül-içi asetal köprüleri yanında polimer zincirler arasında da moleküller arası köprüler oluşur. Bu şekilde polimerin yapısında meydana getirilen kimyasal değişme onu suda çözünmez hale getirir. Bu ürün *Vinylon* ve *Vinal* adı ile bilinir ve Japonya'da elyaf olarak başarı ile kullanılmıştır.

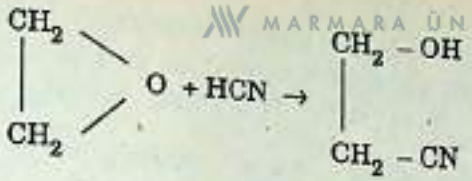
Vinilasetat metanolde çözündürülüp peroksid katalizörlüğünde polimerleştirilir. Polivinilasetat içeren bu metanollü çözeltiye NaOH eklenerek sabunlaştırılır. Çöken polivinilalkol sıcak suda çözündürülerek % 15 lik çözeltisi halinde Na_2SO_4 içeren su banyosuna verilir. Elyafın özellikleri koagülasyon banyosuna bağlıdır. Örneğin, 50°C doymuş amonyum sülfat banyosuna püskürtülen %15 lik polivinilalkol çözeltisinde çok kuvvetli filamentler elde edilir. Gerilen ve 210-220°C de kurutulan filamentlerin sudaki çözünürlüğünü kaybettirmek için 75°C de formaldehid ve sülfürik asidle muamele edilmesi gerekir. İşlem sonucu hidroksil gruplarının %30-40 formaldehidle reaksiyon verir.

Polivinil alkol filamentleri kaynar suya dayanıklıdır, % 65 relatif nemde % 5 nem absorplar. Asid ve bazlardan etkilenmez. 20°C de % 20 lik; 65°C lik H_2SO_4 çözeltileri ve kaynar NaOH çözeltilerine dayanıklıdır. 200°C de yumuşar. Kuru iken 3,2 g/denier, ıslak iken ise 2,3 g/denier dayanıklıktadır. Uzama direnci ise %28 dir. Balık ağları, filtre bezleri yapımında kullanılır.

V.2.2.4. POLİAKRİLONİTRİL (PAN) ELYAFI

Akrilik asidi nitrili veya diğer adıyla akrilonitril $CH_2 = CH - CN$, bir petrol krakingi ürünü olan etilen oksidin HCN ile reaksiyonundan elde edilir. Bu reaksiyon dietilamin, NaOH ve su ile 50°C de yapılır; etilen siyanhidrin meydana gelir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



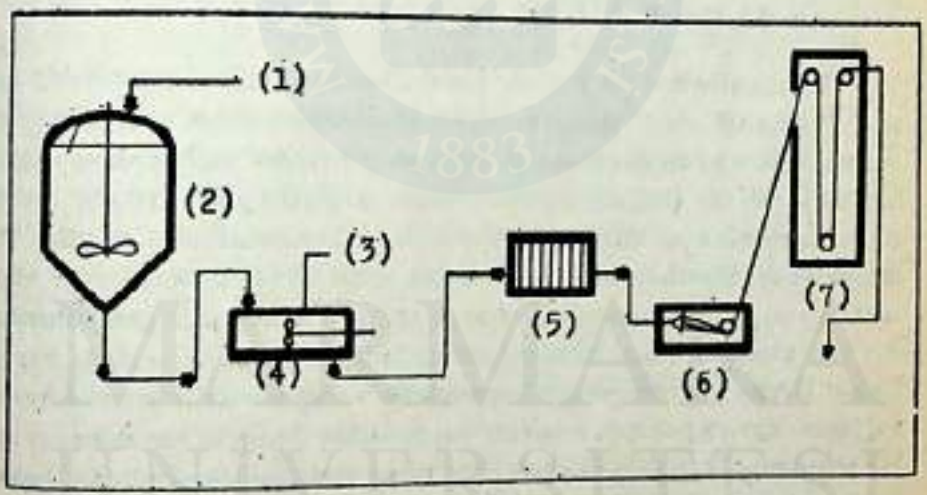
Formül V-16

Reaksiyon ürünü siyanhidrinden, 170-230°C arasında $MgCO_3$ yardımıyla bir molekül su ayrılır ve akrilonitril oluşur.

Akrilasidi nitril başka bir yöntemle asetilene HCN in doğrudan katılması ile de elde edilebilir. Bunun için asetilen ve HCN gazları 80°C de NH_4Cl ve CuCl in sudaki çözeltisi içinden geçirilir.

$$CH \equiv CH + HCN \rightarrow CH_2 = CH - CN$$

Formül V-17



(1) Akrilonitril, (2) Polimerleşme, (3) Dimetilformamid, (4) Çözündürme, (5) Filtre, (6) Eğirme, (7) Kurutucu.

Şekil. V-7. Akrilik Elyafın Üretim Şeması

Akrilasidi nitrili 77,3°C de kaynayan renksiz bir sıvıdır. Suda az çözünür. Sulu çözeltide uygun bir katalizör (benzoilperoksid, 2-2'-diizobutironitril, $FeSO_4 + H_2O_2$ gibi) beraberliğinde kolayca polimerleşir. Polimerleşme meydana gelirken polimerin ayrılması kontinü işlemle yapılır (Şekil V-7) Monomer, katalizör ve su, reaksiyon kabına ölçü ile konur ve karıştırıcı ile karıştırılır. İçeriye verilen karışım kadar polimer

suspansiyonu dışarı alınır. Poliakrilonitril döner filtre ile sıvı fazdan ayrılır. Bir kurutucudan pulverizatöre, orandan da depolama kaplarına alınır. Elde edilen poliakrilonitrilin P.D. si 40000 - 60000 arasındadır.

Poliakrilonitrilin elyaf haline getirilmesinde yumuşak-eğirme uygun bir yöntem değildir. Çünkü erime sıcaklığına erişmeden bozunmaya başlar, rengi koyulaşır. Yaş ve kuru-eğirme yöntemleri için ise uygun bir çözücü bulmak oldukça zordur. Bu maddede zincirler arasıdaki kuvvetler oldukça fazladır; nitril grupları ile karbon atomlarına bağlı hidrojen atomları karşılıklı polimer zincirleri arasında hidrojen köprüleri oluşturur. Böyle bir maddeyi çözmek için çözücü seçimi oldukça önemlidir; ancak birkaç uygun çözücü bulunabilir. En çok kullanılanlar dimetilformamid $HCON(CH_3)_2$ ve dimetil sülfondur$(CH_3)_2SO_2$. Bu çözücülerde çözünmüş poliakrilonitril yaş veya kuru eğirme ile elyaf haline getirilir.

Akrilik Elyaf

Poliakrilonitril , yapısında moleküllerarası çekim kuvvetinden dolayı herhangi bir çözücüde çözündürülememesinin yarısıra boyarmaddelere karşı da ilgisizdir. Boyamada kolaylık sağlamak ve uygun bazı çözücülerde çözündürebilmek üzere moleküle polar gruplar içeren bir monomerden az miktarda ilâve edilerek kopolimer elyaf yapılır. Bu monomerler arasında metil metakrilat, vinil piridin, vinilklorür, vinil asetat, vinil pirazin, metakril asidi ve stiren sulfonik asid gösterilebilir. Bu yan zincirler poliakrilonitril iskeletindeki düzeni ve sağlam yapıyı bozar. Böylece açılan yapıya boyarmadde ve çözücülerin girme imkanı sağlanır. Ayrıca polimer zincirine boyarmadde ile ilişki kurabilen gruplar sokulmuş olur. Genellikle bu tür monomerin poliakrilonitrile ilavesi % 15 i aşamaz. *Courtell*, *Orlon* ve *Acrilan*, *Creslan* ve *Zefran* adı ile anılan bu tür elyafa verilen genel ad «akrilik elyaf» tır. %85 den az % 35 den fazla poliakrilonitril içeren elyaf türlerine ise «modakrilik elyaf» denir. Ayrı bir sınıf olarak incelenecektir.



Şekil. V-9. Acrilan enine kesitinin mikroskop altında görünümü

Akrilik elyaf nylon ve poliestere nazaran daha ucuzdur. Ancak birkaç özel organik çözücüde çözünebilir. Örneğin, maloník asid dinitrili, glikolik asid nitrili, dimetil sülfoksid, etilenkarbonat, butirolaktam, dimetiloksamid, dinitrofenoller, dialkilsiyanamid, oksipiralidon. Bunun yanında kuarterner amonyum tuzları, lityum bromür, aluminyum klorat, sodyum, kalsiyum ve amonyum rodanür ile çinkoklorür tuzlarının çözeltilerinde de çözünür. Kuvvetli alkalilerle sıcakta bozunur. Seyreltik alkalilerde hidroliz sonucu polimerleşme derecesi düşerek sararır. Formül V-18. Kuvvetli ısıtıldığında sarı kahverengi olur, ısıtma devam ederse siyahlaşır.

$$\text{CH} - \text{C} \equiv \text{N} + 2\,\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH} - \text{COOH} + \text{NH}_3$$

$$\text{CH} - \text{C} \equiv \text{N} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{CH} - \underset{\displaystyle \text{NH}_2}{\underset{|}{\text{C}}} = \text{NH}$$

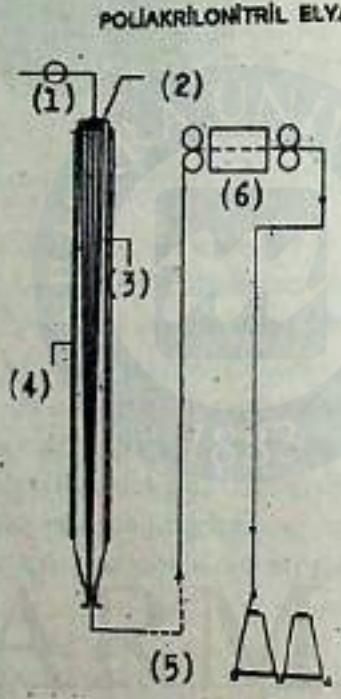
Formül V-18

Yaş-eğirme stapel veya kıtık yapmak için uygundur. Koagülasyon banyosu gliserin, $CaCl_2$ ve başka maddeler içerir. Filamentler koagülan maddelerden iyice ayrılıncaya kadar yıkanır. Molekül zincirlerini yönlendirmek üzere 100°C lik buharda 3-10 katı gerilerek çekilir. 10 misli gerilme, dayanıklılığında (gerilme direnci) 7 misli bir artışa sebep olur.

Bu şekilde elde edilen filamentler kesilerek kesikli elyaf haline getirilir. Günümüzde bu tür elyaf *Orlon 42* adı altında piyasada bulunmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

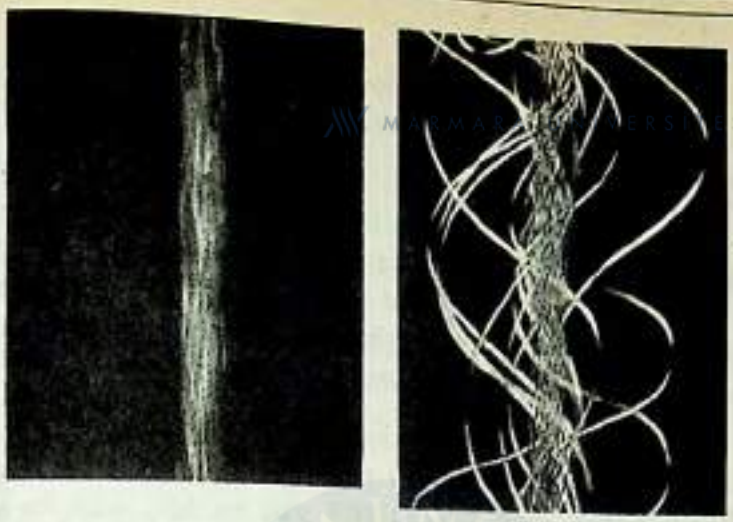
Kuru - eğirme ile elde edilen poliakrilonitril lifleri genellikle filament olarak tüketilir ve Orlon 81 adı altında piyasada bulunur. Bu yöntemde, ısıtılarak çözücüde çözündürülmüş polimer madde sıcak azot, hava veya buhar akımı bulunan odalara püskürtülür. Filament üzerinde kalan çözücü yıkanır; 155-170°C ye ısıtılmış bir hücre içerisnden geçirilerek gerilir.



(1) Pompa, (2) Spinneret, (3) Buharlaşma odası, (4) Isıtıcı, (5) Yıkama, (6) Germe

Şekil V-8. Kuru-eğirme yöntemi ile akrilik lif üretimi

Akrilik elyafın en önemli özelliği sıcakta % 15-30 gerilme verildiğinde uzamanın dayanıklı olmaması ve buharlama yapıldığında tekrar gevşeyerek eski boyutunu almasıdır. Bu şekilde gerilme verilmiş ve gerilmemiş elyaf birlikte eğrilir ve sonra buharlanırsa, gerilme verilmiş elyafta kısalma gözlenirken diğeri kısalmaz. Gerilme verilmemiş elyafta, diğerinin kısalmasından dolayı bükülmeler meydana gelir ve iplik hacımlı bir görünüm alır. Bu işleme «*bulking*» denir. Bu tür iplikler de «*highbulk*» adını alır.



Şekil V-9. Bulking işlemi görmüş ve görmemiş akrilik iplikleri

Akrilik materyaldeki sararmalar, seyreltik sülfurik asid ile veya asidik ortamda $NaClO_2$ ile giderilebilir. % 65 relatif (bağıl) nemde % 1 kadar nem absorplar.

Akrilik elyafta ikinci mertebeden geçiş temperatürü (elyafın ısı etkisi ile yumuşayıp yarı plastik hale gelme sıcaklığı) 60-120°C arasındadır, 60°C nin altındaki sıcaklıklarda mekanik ve fiziksel özellikleri su ile etkilenmez. Bu yüzden bu sıcaklıklar yıkama esnasında bir deformasyona sebep olmaz. Kumaşa kat veya şekil verme işlemleri ikinci mertebeden geçiş temperatürünün üstündeki temperatürlerde yapılabilir. Bu şekiller 60°C altında sıcaklıklarda bozulmaz. Bu yüzden yıkama ve boyama sırasında 60°C nin üzerindeki banyolarda dikkatli davranılmalıdır.

Hava ve güneş ışığına karşı dayanıklıdır. Çok çabuk kurur. Uzama ve elastiklik özellikleri iyidir. Ağartıcı maddelerden etkilenmez ancak dayanıklılığını biraz kaybeder. Hafif ve yumuşaktır. Kesikli elyaf halinde yüne çok benzer, güve yemez. Elektriklenme özelliği fazla olduğundan çabuk kirlenir.

Modakrilik Elyaf

Bileşimde %15 den fazla yabancı madde içeren poliakrilonitril kopolimerleri de tekstilde kullanılır. Bunlardan %35-85 oranında akrilonitril içeren sentetik kopolimerlerden yapılmış lifler «modakrilik elyaf» adını alır. Bunlardan %40 akrilonitril ve %60 vinilklorür içeren

Dynel modakriliğinden başka bileşiminde %50 den fazla poliakrilonitril içeren ancak ikinci bileşeni ve imalat işlemleri açıklanmamış *Verel* ve *SEF* modakrilikleri vardır.

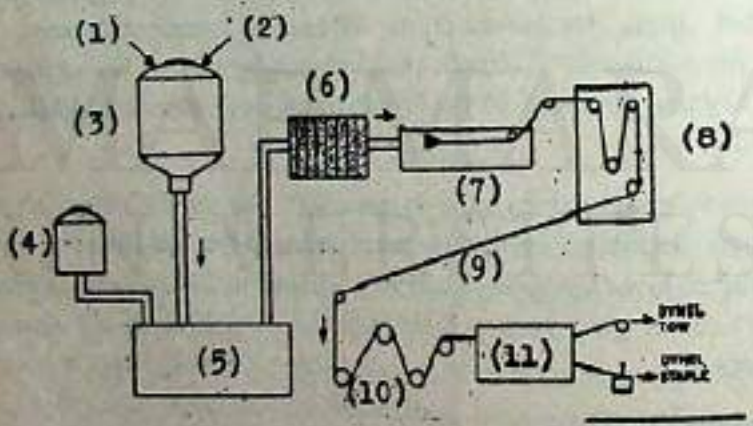
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Verel, termoplastik elyafın bu çoğundan daha fazla nem çekme özelliğine sahiptir. (%3,5-4). Kuruma hızı nylona benzer. Rengi beyazdır. Gerekirse oksalik veya formik asid eklenmiş $NaClO_2$ ile ağartılır. Kopma dayancı 2,5-2,8 g/denierdir. Asidlere dayanıklıdır, alkalilere de dayanıklıdır. Ancak fazla maruz kalırsa renk solmasına sebep olur.

Modakrilik elyafın bir başka türü olan SEF ise yarı parlak ve kesikli olarak imal edilir. Asid ve alkalilere dayanıklıdır. Ağartıcılarla ağartılabilir. Gerek Verel gerekse SEF, yün, pamuk, rayon ve asetat elyafı ile karıştırılarak değişik amaçlarda kullanılabilir.

Dynel (Vinyon)

Vinilklorür polimeri asetonda çok az çözünür. Akrilonitrilin polimeri olan poliakrilonitril ise asetonda hiç çözünmez. Buna karşılık bu iki vinil bileşiğinden oluşturulan kopolimer -içerisinde vinilklorür %40-80 oranında ise-, asetonda tamamiyle çözünür. Bu olay monomerlerin birbirleri üzerine plastikleştirici olarak etki ettiklerini gösterir. Böylece tekstil materyali olarak kullanılmaya elverişli bir polimer ortaya çıkar.



(1) Vinil klorür, (2) Akrilonitril, (3) Polimerleşme, (4) Aseton, (5) Karıştırma, (6) Filtre, (7) Eğirme, (8) Kurutma, (9) Çekilmemiş filament, (10) Germe-Çekme, (11) Tavlama.

Şekil V-10. Dynel Üretimi Akış Şeması

%60 vinil klorür %40 akrilonitril içeren polimerden çekilen filamentler piyasada *Vinyon N* adı ile tanınır. Aynı polimerin kesikli (stapel) elyaf şeklide ise *Dynel* denir. Bu iki vinil bileşeğinin aynı hızla kopolimerize olmadığı; bunlardan akrilonitrilin kopolimerleşme hızının vinil klorürden daha fazla olduğu bulunmuştur. Bu hız farkından dolayı polimerdeki akrilonitril yüzdesi başlangıçtaki monomerler karışımındakinden fazladır. %56-60 oranında vinil klorür içeren kopolimerize tekstil filamentleri yapabilmek için, monomer karışımı %92 vinil klorür içerecek şekilde hazırlanmalıdır.

Bu iki vinil bileşiğinin kopolimerleşmesi bir katılma polimeridir.

$$CH_2=\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} + CH_2=\underset{\displaystyle CN}{\underset{|}{CH}} + CH_2=\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} \longrightarrow$$

$$\ldots - CH - \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} - CH_2 - \underset{\displaystyle CN}{\underset{|}{CH}} - CH_2 - \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} - \ldots$$

Formül V-19

Kopolimerleşme için gerekli uygun katalizörler potasyum persülfat, hidrojen peroksid veya benzoil peroksiddir. Açık kremden sarıya kadar giden renklerde olan bu kopolimer, sıcak asetonda çözündürülerek kuru-eğirme ile filament haline getirilir. Dayanıklılığını arttırmak üzere 110-170°C lik sıcak hava veya buharda %900-1300 kadar gerilerek çekilir.

Gerilmiş Vinyon N ipliğin kuru halde iken 80°C ye ısıtıldığında %8,5 kadar, 100°C de ise %15 kısalır. Islak iplikte aynı sıcaklıklarda kısalma oranı %13 ve %21 e çıkar. Bu özelliğinden krep dokuma kumaşların yapımında yararlanılırsa da, bu kısalma tekstilde istenmeyen bir özeliktir. Vinyon N veya Dynel, 110°C de 6 saat tutularak stabilize edilir. Bu şekilde stabilize edilmiş elyaf 100°C ye ısıtıldığında çekmez, 120°C de ise ancak %2 lik bir kısalma gösterir. Daha yüksek sıcaklıklarda daha uzun sürelerde (150°C de 3 saat) tutularak stabilize edilmiş ipliklerde bu kısalma oranı daha da azalır.

Vinyon N ve Dynel derişik anorganik asidler ve alkalilere karşı fevkalade dayanıklıdır. Kuvvetli yükseltgenlerden 50°C nin altında et-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE ve DÖKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

kilenmez. Özellikle ısı ile modifiye edildiğinde, bilinen organik çözücülerin hiçbirinde çözünmez.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

V.2.3. POLİAMİD ELYAF (PA)

Dünyadaki ilk gerçek sentetik elyaf, A.B.D. de Dupont firması tarafından 1938 de küçük ölçüde imal edilen ve «*nylon*» özel adı ile bilinen poliamid elyaftır. Bu elyaf, W.H. Carother tarafından başlatılıp yönlendirilen ve 1928 denberi süregelen polimer maddelerin sentezi üzerindeki araştırmaların bir ürünü olarak piyasaya sürülmüştür.

Nylon, poliamid maddesinden yapılmış elyaf türüne verilen genel bir isimdir. Poliamidler ya bir diamin ile diasidden veya bir amino asidden kondensasyon yolu ile elde edilir. Bilinen ticari nylon elyafını oluşturan poliamidler, lineer yapıda diamin, diasid veya aminoasidlerden oluşmuştur. Bu sınıftaki elyaf türlerindeki poliamid yapısı, diamindeki karbon atomu sayısı ve bunu takiben diasid bileşimindeki karbon sayısı kaydedilerek belirtilir. Örneğin heksametilen diamin (diamino heksan) ile adipik asid (heksandioik asid) den türetilen ve

$$[-NH-(CH_2)_6-NH-CO-(CH_2)_4-CO-]_n$$

Formül V-20

formülündeki poliamide, nylon 6,6; heksametilen diamin ile sebazik asid (dekandioik asid) den oluşan

$$[-NH-(CH_2)_6-NH-CO-(CH_2)_8-CO-]_n$$

Formül V-21

yapısındaki poliamide ise nylon 6,10 şeklinde isim verilir. Lineer aminoasidden türeyen polimer ise aminoasidin karbon sayısını gösteren tek numara ile belirtilir;

$$[-NH-(CH_2)_5-CO-]_n$$

Formül V-22

Heksanolaktam (aminoheksanoik asid amidi)'ın polimerleşmesi ile oluşmu Formül V-22'de gösterilen yapıdaki polimere ise nylon 6 adı verilir. Bunlardan başka yapıda olan ve sayılarla birbirinden farklandırılan poliamidler de vardır.

Yukarıdaki örneklerden metilen grupları ile (–CH_2–) amid grupların (–CO–NH–) belli bir düzen içinde zincirde bulunduğu görülmektedir. Adını yapısında bulunan amid grubundan alan poliamidlerin genel formülleri aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$.... NH-(CH)_x-CO-NH-(CH)_x-CO-NH-...$$

veya

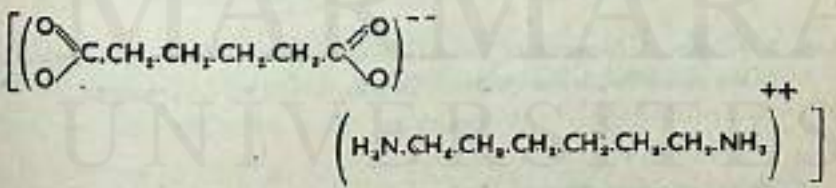
$$... NH-(CH_2)_x-CO-NH-(CH_2)_y-CO-...$$

Formül V-23

Polimer zincirin ucunda bulunan –NH_2 ve –COOH grupları aktif fonksiyonel gruplar olarak hareket ederler.

V.2.3.1. Nylon 6,6

Nylon 6,6'nın başlangıç maddeleri olan heksandioik asid (adipik asid) ve 1,6 diamino heksan'ın basit kimyasal maddelerden elde edilmesi için değişik yöntemler kullanılmaktadır. Bu iki başlangıç maddesi eşdeğer miktarlarda birleştirildiğinde nylon 6,6 tuzu meydana gelir. Bu reaksiyon 1250 mol %85'lik etilalkol içinde 1 mol adipik asid ile 1 mol diaminin ısıtılması ile oluşur.

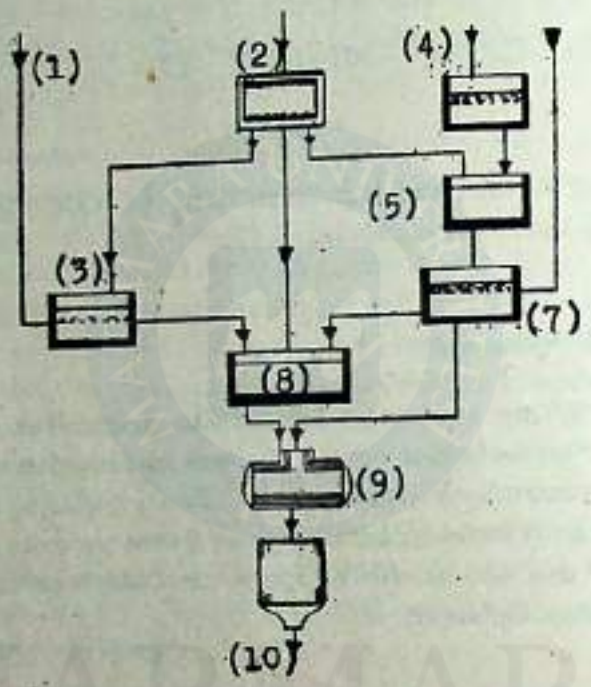


Nylon 6,6 tuzu

Formül V-24

Heksametilen diamonyum adipat adı verilen bu tuz, çözelti soğutulduğu taktirde beyaz kristaller halinde ayrılır. Bu tuzun çözeltisi bir buharlaştırıcıda %85'e kadar derişikleştirilerek, sıcak halde otoklava yüklenir.

Otoklav içindeki hava, yükseltgenmeye sebep olduğundan buhar veya azot akımı ile uzaklaştırılır. Amino gruplarının bir kısmını bağlayarak polimerleşme derecesini kontrol altına almak için belirli ve az miktarda asid eklenir. Sıcaklık arttırılarak polimerleşme reaksiyonu başlatılır. Sıcaklık 215-220°C de tutulur. Otoklavdaki buhar basıncı 170 atmosfere ayarlanır. 2-3 saat sistem buharla beslenerek ısıtılır.

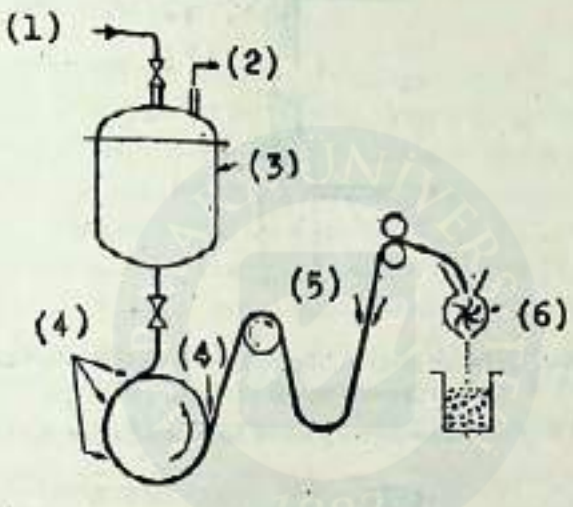


(1) Azot, (2) Hidrojen, (3) Amonyak, (4) Fenol, (5) Sikloheksanol, (6) Oksijen, (7) Adipik asid (8) Heksametilendiamin, (9) Nylon 6,6 tuzu, (10) Nylon 6,6 polimeri.

Şekil V-11

Otoklav içindeki basınç, buharın otoklavdan çıkarılmasını temin ederek yukarıdaki değerde tutulur. Sonra buhar basıncı yavaşça indirilerek 1-2 saat içersinde otoklavın basıncı 1 atmosfere düşürülür. Sıcaklık arttırılmaya devam edilerek 270-280°C ye ulaşır, böylece 264°C de eriyen polimer bu sıcaklıkta katılaşmaz. Azot gazı geçirilmeye devam edilerek kondanse edilen su sürüklenir. Erimiş haldeki nylon 66, kabın dibine çöker. Bu kütle otoklavın dibindeki bir yarıktan basınçlı azotla püskürtülür. Sıcak-yarı katı haldeki polimer, şerit halinde çıkar ve üze-

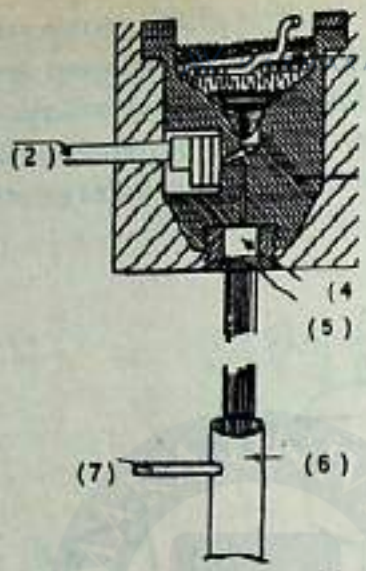
rine soğuk su püskürtülen bir döner silindir üzerine verilir. Burada tamamiyle katılaşan polimer şeridi, opak ve süt beyazı rengindedir. Döner silindir üzerinden şeritler kesme makinelerine verilerek küçük parçalara bölünür. Şekil V-12. Nylon bu küçük parçacıkların (chips) yumuşak çekim yöntemine göre çekilmesi ile filament haline geçer (Şekil V-16).



(1) Nylon 6,6 tuzu, (2) Buhar, (3) Otoklav (4) Su, (5) Hava, (6) Kesici

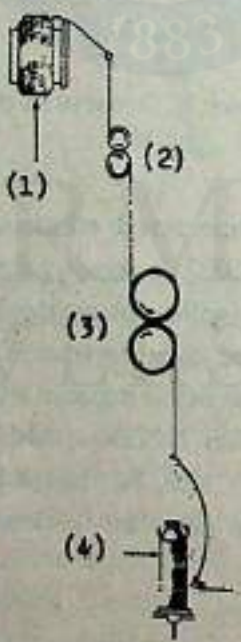
Şekil V-12.

Eritme sırasında oksijenin zararlı etkisinden korumak için eritme bölmesi azotla doldurulur. 300°C de erimiş polimerin basınçla ince deliklerden fışkırtılması ile elde edilen filamentler kapalı bir soğutma odasından geçirilir. Burada neme karşı korunur. Yeni katılaşmış nylonda nem bulunmaz. Atmosfer nemi ile bir dengeye erişirken hafifçe uzamaya meyleder. Bu olay filamentleri bobinlere sardıktan sonra olursa paketleme gevşek ve yetersiz olur. Bu bakımdan soğutma odasından çıkan filamentler sarılmadan önce bir tavlama odasında buharlanır Şekil V-13.



(1) Eritici ızgara, (2) Pompa sürgüsü, (3) Pompa bloku, (4) Erimiş kütle, (5)Spinneret, (6) Tavlama borusu, (7) Buhar giriş,

Şekil V-13. Yumuşak eğirme yöntemi ile poliamid elyaf elde edilmesi

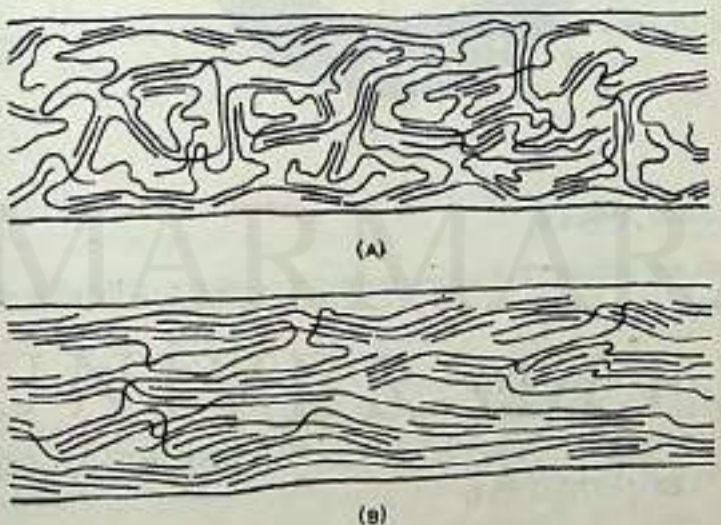


(1) Nylon iplik, (2) Beslenme silindirleri, (3) Hızları birbirinden farklı çekme silindirleri

Şekil V-14. Nylon iplikte soğuk germe-çekme

Tekstil iplikleri ve dokumalarda beyazlığı arttırmak ve istenmeyen parlaklığı gidermek için TiO_2 ilâvesi gerekir. Genellikle ilave miktarı%0,1-2,0 arasındadır. Bu miktar elyafın kullanılacağı yere ve isteğe göre değiştirilebilir. TiO_2 partiküllerinin büyüklüğü 0,1-0,5 mm dir. Bu partiküllerin biraraya toplanması (agregasyonu) yumuşak-eğirme sırasında zorluklara sebep olur. İyonik yapıdaki nylon tuzu çözeltisi, agregasyon için uygun bir ortamdır. Bu yüzden TiO_2 ilavesi nylon imalatında önemli bir kademedir.

Diğer sentetik elyafın çoğunda olduğu gibi nylon imalinde de çok önemli olan işlem *çekme, germe (=drawing, stretching)* dir. Yeni elde edilmiş filamentlerde polimer molekülleri yönlenmemiş durumdadır. Bunlar orijinal boyunun 4-5 misli uzayacak şekilde gerilirse buna bağlı olarak çapında bir küçülme görülür. Uzama, moleküllerin yönlenmesi ile elele gider. Bu işlem için bobinlere sarılı filamentler sıkıştırıcı silindirlere verilir. Sıkıştırıcı silindirlerden çıkan filamentler hızı 4-5 misli fazla olan bir başka silindire (çekici silindir) sarılır. Şekil V-14. Hız farkı dolayısıyla bu iki silindir arasındaki filamentte bir gerilme ve uzama görülür. Moleküller elyaf içinde eksene paralel bir hal alırlar. Şekil V-15.



Çekme yapılmamış (A) ve çekme yapılmış (B) filamentle kristalin alanların durumu.
Şekil V-15

Yönlenmiş elyafta karbonil grubu oksijen atomları komşu moleküldeki –NH– grupları ile karşı karşıya geldiğinde hidrojen bağı oluş-

turucu bir düzen kurulur. N ve O atomları arasındaki mesafe kısalarak (2.8 Å) van der Walls kuvvetlerinden daha büyük bir çekme kuvveti oluşur. Şekil V-14. Yönlenme sonucu elyaf daha elastik, yatkın olur ve sağlamlaşır. Soğuk çekme işlemindeki bu uzama devamlıdır. Bu işlemden sonra filamentler sürtünmeyi önlemek üzere yağlanır, bükülür ve fikse edilir. (termofix = heat setting) Piyasada nylon 66, *brinylon* adı ile de anılır. Ayrıca değişik firmalar *Du Pont Nylon, Nevanylon, Poliafil, Furon* adı ile piyasaya sürmektedir.



Nylon 6,6 polimerinde karşılıklı H bağları

Nylon 6 polimerinde çapraz H bağları

Şekil V-16.

V.2.3.2. Nylon 6

Heksanolaktam (kaprolaktam) ın polimerleşmesi ile elde edilen bir elyaf türüdür.



Formül V-25

Kuru laktam polimerize olmaz, az miktarda su ile, özellikle amino heksanoik asid veya 6,6 tuzu varsa polimerleşme 220-260°C sıcaklıkta meydana gelir.

Heksanolaktam'ın polimerleşmesi ya otoklavda yapılır veya kolon reaktöründe sürekli olarak gerçekleştirilir. Her iki yöntem de nylon 6,6 prosesinden daha yavaştır.

Otoklav prosesinde heksanolaktam ve su, basınç altında ısıtılır. Süre sonunda buhar basıncı yavaş yavaş atmosfer basıncına indirilir. Bunu takiben azot ortamında otoklavdan alınır. Nylon 6, 220°C de eridiğinden polimerleşme düşük temperatürlerde yapılabilir, 260°C den yukarıya çıkılmamalıdır.

Nylon 6 büyük ölçüde daha çok kontinü (=sürekli) polimerleşme prosesi ile elde edilir. Kaprolaktamın sudaki çözeltisi, reaksiyona başlatıcı olarak az miktarda 6,6 tuzu veya aminoheksanoik asid ile birlikte 10 m yükseklikte boru şeklinde dikey bir reaktörün tepesinden pompa ile verilir. Sıcaklık, 260°C ye kadar yükseltilir. Suyun fazlası reaktörün üstünden buhar şeklinde, erimiş polimer ise dipten alınır. Polimerleşme derecesini sınırlamak için asetik asid, parlaklığı gidermek için ise TiO_2 sulu süspansiyonu ilave edilebilir; TiO_2 ilavesi, nylon 6,6 teknolojisindekinden daha kolaydır.

Bu polimerleşme şartları altında nylon 6 polimeri kütlesel olarak %10 oranında serbest laktam içerir. Bu madde yumuşak-eğirme işleminden önce uzaklaştırılır. Aksi takdirde çekim sırasında filamentler üzerinde buharlaşarak yapışkan iplikler meydana getirir.

Nylon 6, Almanyada *Perlon L* adı ile bilinir. Değişik firmalar nylon 6'yı *Amilan, Caprolan, Grilon, Nevaprelon, Enkalon, Kapron, Enkanylon* gibi adlar altında piyasaya sürerler.

V.2.3.3. Nylon 11

w-amino-undekanoik asidin kendi kendine kondanse olması ile elde edilir. Başlangıç maddesi olan hint yağı düşük basınç altında 300°C ye ısıtıldığında doymamış undesenoik asid destillenerek ele geçer. Bu madde, HBr ile 11-bromo-undekanoik asid, bunun da amonyakla reaksiyonundan *w*-amino-undekanoik asid oluşur. *w*-amino undekanoik asid 200-220°C ye ısıtıldığında kondanse olarak *nylon 11* polimerine dönüşür.

$$n[NH_2(CH_2)_{10}.COOH] \rightarrow [-NH-(CH_2)_{10}.CO-]_n$$

Formül V-26

Rilsan adıyla da bilinen nylon 11, 175°C de erir, diğer nylonlara göre boya absorpsiyonu zayıftır ve elde mumumsu bir his bırakır. Hidrokarbon zinciri uzun olduğundan nem çekici özelliği de daha düşüktür. Nylon 9, Nylon 8 ve Nylon 7, Rilsan gibi bu sayılara tekabül eden amino asidlerin kondensasyon polimerleridir. Nylon 7 ye *Enant* adı da verilmektedir.

V.2.3.4. Nylon 66+6

Helenca veya Trelon adı ile anılan ve nylon 6,6 tuzu ile kaprolaktamdan elde edilen bir kopolimerdir. 238°C de erir. Özellikleri nylon 6,6 ile nylon 6 arasındadır.

V.2.3.5. Poliamid Elyafın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Molekül ağırlıkları, nylon 6,6 da 12.000-20.000; nylon 6 da 15.000-20.000dir. P.D. si ise nylon 66 da 80-100; nylon 6 da ise 150-200 dür.

1,14 gibi düşük bir yoğunluğa sahip olan poliamid elyafının gerilme direnci ve dayanıklılığı yüksektir. Suda çekmez. Nem çekme özelliği azdır. % 65 relatif (bağıl) nemde % 3,5-4 kadar su absorplar. Alevlenmez. Isı ile şekil alabilir. Çabuk ve has boyanması, istenen bir özelliğidir. Kimyasal reaktif ve organik çözücülerin hemen hepsine karşı dayanıklıdır. Seyreltik asidler poliamide bağlanır:

$$\text{Poliamid} - CO - NH_2 + HX \longrightarrow \text{poliamid} - CO - NH - (CH_2)_x - NH_3^+X^-$$

Formül V-27

Ancak derişik anorganik asidlerle bozunur.

$$\text{Poliamid} - CO - NH - \text{poliamid} + HX \xrightarrow{(H_2O)} \text{poliamid} - COOH + H_2N - \text{poliamid}.$$

Formül V-28

Hipoklorit gibi ağartıcılardan da etkilenir. Organik çözücülere, dolayısıyla kuru temizlemeye dayanıklıdır. Önceden de bahsedildiği gibi gerek iplik gerek kumaş halinde ısı ile şekil verilebilir. Kesikli elyaf istenirse filamentlerin kesme işlemi soğuk çekme işleminden sonra yapılır. Sonra fikse edilerek kullanılmaya hazırlanır. Fiksaj işlemi sıcak su,

sıcak buhar veya kuru sıcak hava ile yapılabilir. Nylonda yapılan fiksaj işlemi yündekinden daha dayanıklıdır. Nylon 6: 215°C de; nylon 66: 225°C de, nylon 7: 225°C de, nylon 11 ise 187°C de bozunmaksızın erir.

Poliamid elyaf ince çekildiğinde özellikleri ipeğe çok benzer. Kadın çorapları, çamaşırlar, eldiven, erkek gömleği, yağmurluk, şemsiye ve paraşüt kumaşları yapımında kullanılır. Nem çekme ve su tutma miktarı çok düşük olduğundan özellikle nylon 66+6 karışımları (helenca) mayo yapımında kullanılır. Ayrıca yün ve viskona sağlamlık vermek üzere karıştırılır. Sürtünmeye karşı dayanıklı olması %5-35 oranında halı yünlerine de karıştırılmasını sağlar. Örgü yünlerine de % 1-5 oranında karıştırılmaktadır.

Tekstil terbiye işlemlerinde ağartıcı olarak geniş ölçüde kullanılan, sodyum hipoklorit ve hidrojen peroksit gibi yükseltgenlerden poliamidler kolay etkilenir. Bu nedenle, bu maddeler poliamid lifleri için kullanılmaz.

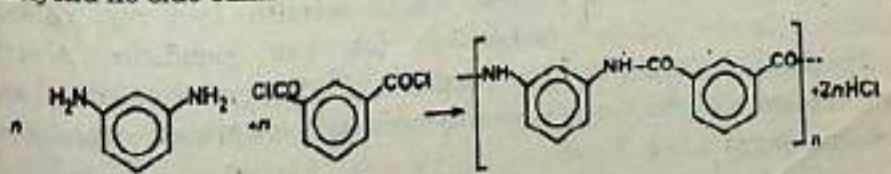
V.2.3.6. Aramid Elyafı

Aramid, yapısında lineer hidrokarbon zinciri yerine aromatik halka içeren poliamiddir. Du Pond firması tarafından 1967 lerde ticari ölçüde üretilmeye başlamıştır. Aramidlerde amid grubunun aromatik halkanın meta-veya orto- yerlerine bağlı olması farklı ürünlere yol açar. Özellikleri de az çok farklı olan bu maddeler farklı isimlerle üretilir.

Nomex

Nomex, meta-yerlerinde bağlanmış bir aromatik poliamiddir.

Nomex, çözelti halinde elde edilir ve yaş-eğirme ile filament haline getirilir. Polimerin erime noktası (475°C), yumuşak-eğirme için çok yüksektir. Polimer, 1,3-diaminobenzen ile benzen-1,3-dikarboksiklorürün reaksiyonu ile elde edilir.



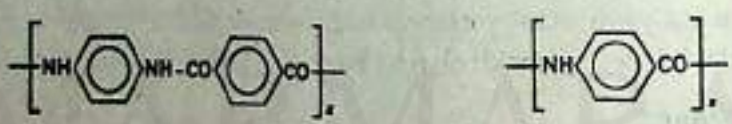
Formül V-29

Halkalı yapı çok katı bir molekül oluşturur. Sertliği, uzama yeteneğinin düşüklüğü ve fiyatı genel olarak tekstilde kullanımını engeller. Açık sarımsı kahve olan rengi de bir dezavantajdır. Ancak sahip olduğu bazı özellikler nedeni ile özel amaçlar için kullanılır.

Nomex oda sıcaklığında alkalilerden etkilenmez. Ancak yüksek sıcaklıklarda uzun süre kuvvetli alkali ile muamele edilirse bozunur. Kuvvetli organik ve anorganik asidler içinde, uzun süre tutulmadığı takdirde etkilenmez. H_2O_2 ve $NaClO_2$ gibi ağartıcılarla ağartılabilir. Islak veya kuru halde ısıya karşı çok dayanıklıdır. Aleve tutulduğunda diğer sentetik elyafta görülenin aksine, erimez. Doğrudan doğruya alev ile temasa bırakıldığında güçlükle yanar. 400°C civarında kömürleşmeye başladığı halde erime görülmez. Alevle dayanıklılık ve erimezlik özellikleri koruyucu kumaş yapımında kullanılmasını sağlar.

Kevlar

Aramidler, yukarıdaki prosesten başka daha geliştirilmiş yöntemlerle de elde edilir. Örneğin, başlangıç maddesi olarak, 1,4-diaminobenzen ve benzen-dikarboksilik asid veya 4-amino benzoik asid kullanılabilir.



Formül V-30

Bu polimerler, % 100 lük H_2SO_4 de veya H_2SO_4/SO_3 de ya da alifatik amidlerde çözündürülerek yaş-eğirme ile filament haline dönüştürülür. Koagülasyon banyosu olarak seyreltik asid veya su kullanılır. Kevlar polimer molekülleri çok katı yapıdadır. Alifatik poliamidler gibi kendi kendine bükülmez. Kevlar, mukavemeti yüksek, güç tutuşan bir liftir. Özel dokunmuş kumaşların ve kurşun geçirmez yeleklerin yapımında kullanılır.

V.2.4. POLİESTER ELYAFI

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Poliester kelimesi, genel olarak bir dialkol ile bir dikarboksilik asidin kondensasyon ürünü olan uzun zincirli polimerlere verilen addır.

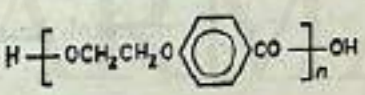
$$n\,HO-(CH_2)_x-OH + n\,HOOC-(CH_2)_y-COOH$$

$$[-O-(CH_2)_x-O-CO-(CH_2)_y-CO-]_n$$

Bu yapıya sahip pekçok polimer madde (poliester), alifatik bir dikarboksilik asidden türemişse erime noktası çok düşüktür, bu yüzden tekstil elyafı yapımında kullanılmaz.

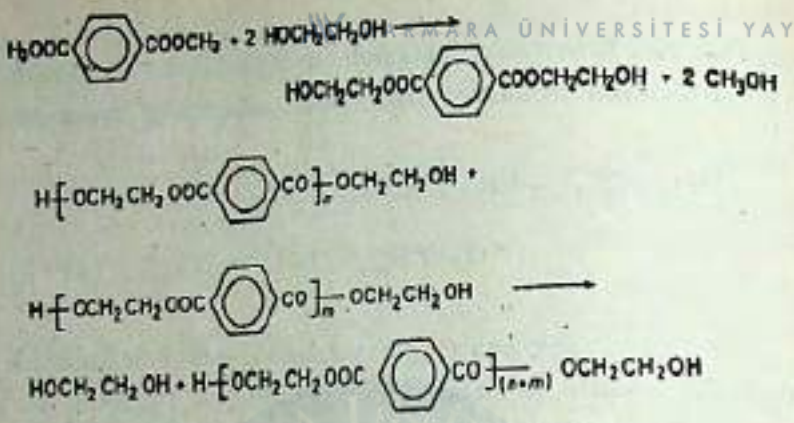
V.2.4.2.1. PET Poliester Lifleri

Polimer imalinde alifatik dikarboksilik asid monomeri yerine, bir aromatik diasid olan benzen-1,4-dikarboksilik asid (tereftalik asid) kullanılacak olursa moleküllerarası kohezyon kuvveti dolayısıyla, erime noktası elyaf çekimi için yeterli derecede yüksek olan bir polimer elde edilir. Bunlardan etandiol-1,2 ile benzen-1,4-dikarboksilik asidin meydana getirdiği polimer madde tekstilde «*poliester*» ***(PET)*** veya «*polietilen teraftalat*» ***(PETF)*** adı altında kullanılır.



Formül V-31

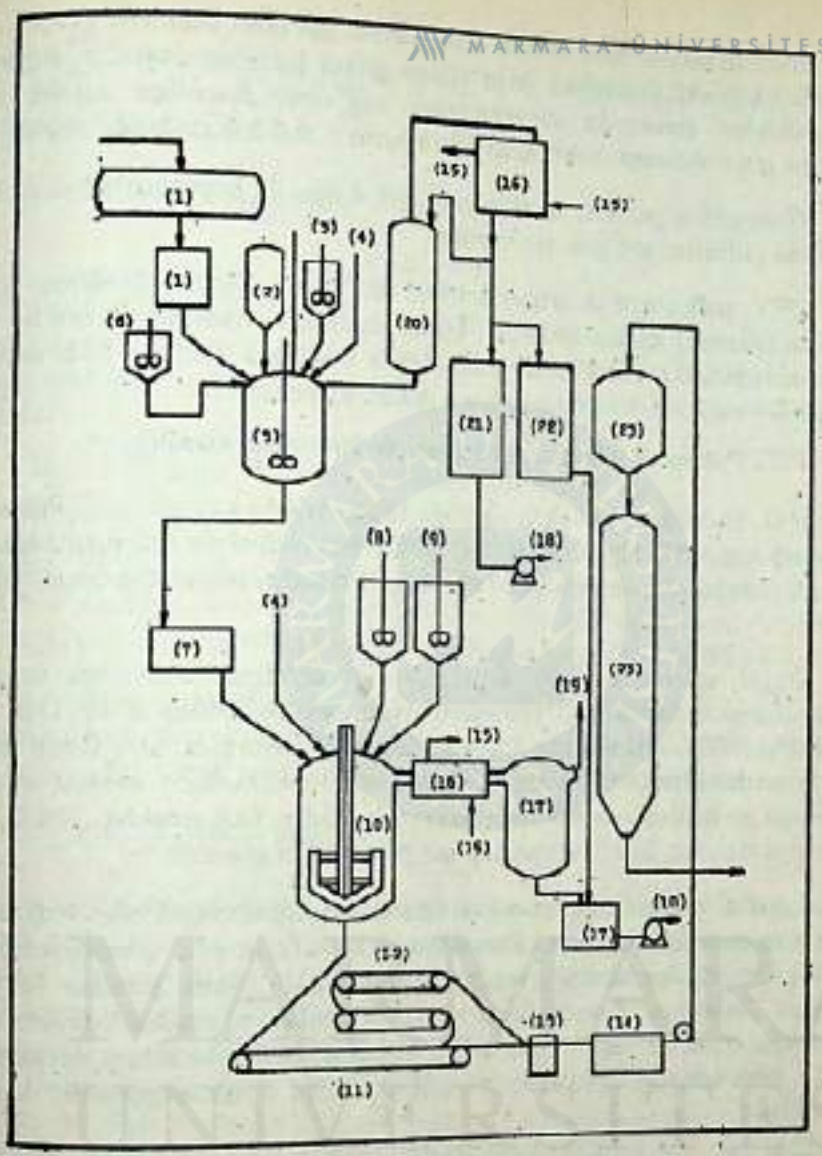
Tereftalik asidin etilenglikol ile kondensasyonu sonucunda reaksiyon artığı olarak su çıkarsa, A.B.D. de «dacron» adı altında piyasaya sürülen PET poliesteri elde edilir.



Formül V-32

Etilenglikol ile tereftalik asid yerine bu asidin esteri olan dimetiltereftalat alındığı takdirde reaksiyon artığı olarak metil alkol elde edilir. İngiltere'de imal edilen ve «*terylen*» adı ile anılan PET poliesteri ise bu yöntemle elde edilmektedir. Reaksiyon artığı olan metil alkol ve suyun teşekkül eden poliesteri hidroliz ederek bozundurmamaları için ortamdan alınması gerekir. Polimerleşme sırasında, reaksiyon karışımı yüksek sıcaklıklara ısıtıldığından; (önce 210°C, sonra 270°C) ayrılan su veya metanol destile edilerek uzaklaştırılabilir. Polimerleşmeyi sağlamak üzere reaksiyon ortamına uygun katalizörler eklenir. (Şekil V-17).

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



(1) Glikol, (2) Dimetiltereftalat, (3) Katalizör (GeO_2, Sb_2O_3), (4) Azot
(5) Esterleşme reaktörü, (6) Katalizör (Mn-asetat), (7) Filtre, (8) Trifenilfosfat,
(9) TiO_2 (matlaştırıcı), (10) Polimerleşme, (11) Su ile soğutma, (12) Hava ile soğutma,
(13) Kesme, (14) Chips, (15)Soğuk su, (16) Yoğunlaştırma, (17) Glikol toplama kabı
(18) Damıtma, (19) Vakum, (20) Metil alkol ve glikol destilasyon kolonu,
(21) Metil alkol toplama kabı, (22) Glikol toplama kabı, (23) Poliester chips deposu

Şekil V-17. Poliester Chips Üretimi

Mat filament elde etmek için ilavesi gereken pigment (TiO_2) genellikle polimerizasyondan önce etilen glikol içersine dağıtılır. Böylece polimerleşme sırasında dispersiyonu sağlanır. İstenilen matlık derecesine göre pigment miktarı lif ağırlığının % 0,3-3,0 arasında değişir.

Elde edilen polimer madde yaklaşık 4 mm lik boyutlarda kesilir Bu şekildeki polimere «*chips*» adı verilir.

PET poliesterinin erime noktası 260°C dir. Yumuşak-eğirme yöntemi ile filament haline getirilir. İşlem sırasında maddenin hava ile teması önlenmelidir. Aksi halde poliesterde bozunma görülür. Elde edilen filamentlere ayrıca bir çekme-germe işlemi uygulanır.

PET Poliester Elyafının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

P.D. 85-200 ve molekül ağırlığı 15000-20000 arasındadır. Polimer zincirleri karşılıklı olarak van der Waals kuvvetleri ve hidrojen bağları ile bağlı olduğundan kristalinite derecesi (kristalin bölgelerin oranı) yüksektir.

Özgül ağırlıkları 1,38 olan poliester elyafının aşınmaya ve gerilmeye karşı dayanıklılığı yüksektir. Nem çekme özelliği azdır. Oda sıcaklığında %65 bağıl nemde, %0,4 kadar nem absorplar. 100°C nin üzerindeki sıcaklıklarda bir büzülme gösterir. Bu bakımdan kaynar su ile yıkamada ve ütülemede dikkatli davranılmalıdır. Ütü sıcaklığı 135°C civarında olmalıdır. 200°C civarında ise yumuşama gösterir.

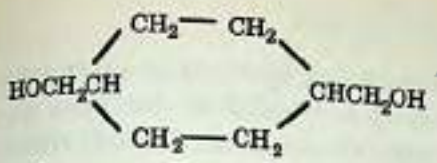
Zayıf asid çözeltilerine soğuk ve sıcak halde dayanıklıdır. Kuvvetli asidlerden sıcakta etkilenir. Buna karşılık sülfürik asid çözeltilerinden sıcakta bile etkilenmediği görülür. Zayıf alkali çözeltilerinden de etkilenmez. Sabun ve deterjanlara karşı dayanıklıdır. Ancak kuvvetli alkali çözeltileri ester yapısı üzerinde etkili olur; hidrolize sebep olarak polimeri bozundurur. NaOCl ve H_2O_2 gibi yükseltgenlere karşı dayanıklıdır.

Poliester elyafı güve yemez. Güneş ışığından kısa süre içinde etkilenmez. Ancak uzun süre kaldığında ultraviyole ışıktan zarar görür.

V.2.4.2. PCDT Poliester Lifleri

Ticari adı «*Kodel*» olan PCDT poliesterinin yapısı polisikloheksilen (1,4) -dimetilen tereftalattır. Bu poliester 1,4-hidroksimetilsikloheksan'ın (sikloheksan 1,4 - dimetanol) tereftalik asid ile kondensasyonu ile elde edilir. Reaksiyon sırasında meydana gelen su, polimerleşmeyi sağlamak üzere sıcaklığın arttırılması sırasında destillenerek uzaklaştırılır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



1,4-hidroksimetil sikloheksan



Tereftalik asid

Formül V-33

Kodel filamentleri yumuşak-eğirme yöntemi ile elde edilir. Filamentler diğer sentetik elyaf ve poliester elyafta olduğu gibi sonradan germe-uzatma işlemine tabi tutulur. 120°C sıcaklıkta %450-500 kadar uzatılır.

Kodel Elyafın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından diğer poliester elyaf çeşitlerine (PET poliesteri) benzer. Ancak bazı özellikler bakımından ayrıcalıklar gösterir. Özgül ağırlığı 1,22 dir. Nem çekme miktarı %0,4 dür. Esnekliği poliamid elyaftan bile daha fazladır. Gerildiğinde %24-34 uzar.

Kimyasal reaktiflere karşı dayanıklılığı PET poliesterinden daha üstündür. Isıya dayanıklılığı da daha fazladır. Ütüleme sıcakhğı 200°C ye çıkabilir. Bu tür elyafa termofiks işlemi 160°C de uygulanır.

V.2.4.3. Modifiye Poliesterler

Son yıllarda poliester tüketiminin ve buna bağlı olarak üretimin artmış olması bu elyaf üzerindeki araştırmaları yoğunlaştırmıştır. Bu şekilde poliester elyafının sahip olduğu özellikleri geliştirmek için bazı yeni poliester türleri üretilmiştir. Elyaf üzerinde yapılan modifikasyonlar fiziksel ve kimyasal yöntemlerle gerçekleştirilir. Bu işlemlerden başlıcaları poliester elyafına kolayca boyanabilme yeteneği sağlamak için yapılmaktadır. Ayrıca elyafın kullanılacağı yere göre tuşesi ve görünümü de değiştirilmektedir. Örneğin yün ve pamuk ile karıştırılarak poliester lifleri genellikle bu tür elyafa benzer özelliklere sahip olacak şekilde üretilmeye çalışmaktadır. Bu şekilde elde edilen poliester elyafı piyasada *Dacron* 62, *Vycron*, *Grilen*, *Fortrel* 7, *Kodel* 400, *Spectran* adı altında bulunmaktadır.

Rayon, asetat ipeği, doğal ipek v.b. ile karışım halinde tüketilecek olan poliester elyafı filament halinde elde edilir ve özellikleri bu tür elyafa benzetilmeye çalışılır. *Qiana*, *A-Tell* bu tür poliesterlerdendir.

Genellikle stapel olarak veya saçaklı lifler şeklinde (*tow*), yani keten liflerine benzer şekilde imal edilmiş poliester elyafa «*pamuk tipi poliester*» denir. Filament şeklinde yapılmış poliester elyafa ise «*ipek tipi poliester*» adı verilir. İpeğe benzer görünüşlerinden dolayı piyasada yan-

lış olarak yapay ipek olarak da adlandırılmaktadır.

Poliester elyafı elbiselik, palto ve mantoluk kumaşların yapımında kullanılır. Kesikli ve saçaklı (*tow*) olarak imal edildiğinde yün veya pamuklu kumaşlara karıştırılır. Sıcak ve rahat tutan kumaşlar elde edilir. Ayrıca halı, kilim ve yer döşemeleri, mobilya ve perde kumaşları, araba örtüleri yapımında da kullanılmaktadır. Kesikli elyaf halinde yün veya pamuk gibi yastık ve yorgan yapılmaktadır.

Poliester filament halinde çekilerek ipeğe benzer kumaşların dokunmasında da kullanılmaktadır.

V.2.5. POLİURETAN ELYAFI

Poliuretan, glikol ile diizosiyanat bileşiklerinin katılma reaksiyonları sonucunda oluşur. Bu bakımdan poliuretan bir adisyon polimeridir.

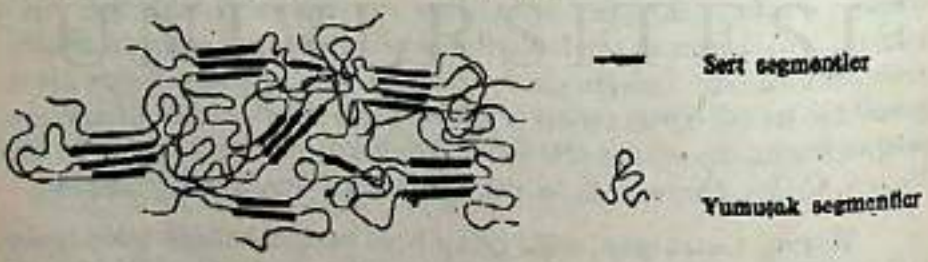
$$n\,O=C=N-(CH_2)_x-N=C=O + n\,HO-(CH_2)_y-OH \rightarrow$$

diizosiyanat — diol

$$[-CO-NH-(CH_2)_x-NH-CO-O-(CH_2)_y-O-]_n$$

Formül V-34

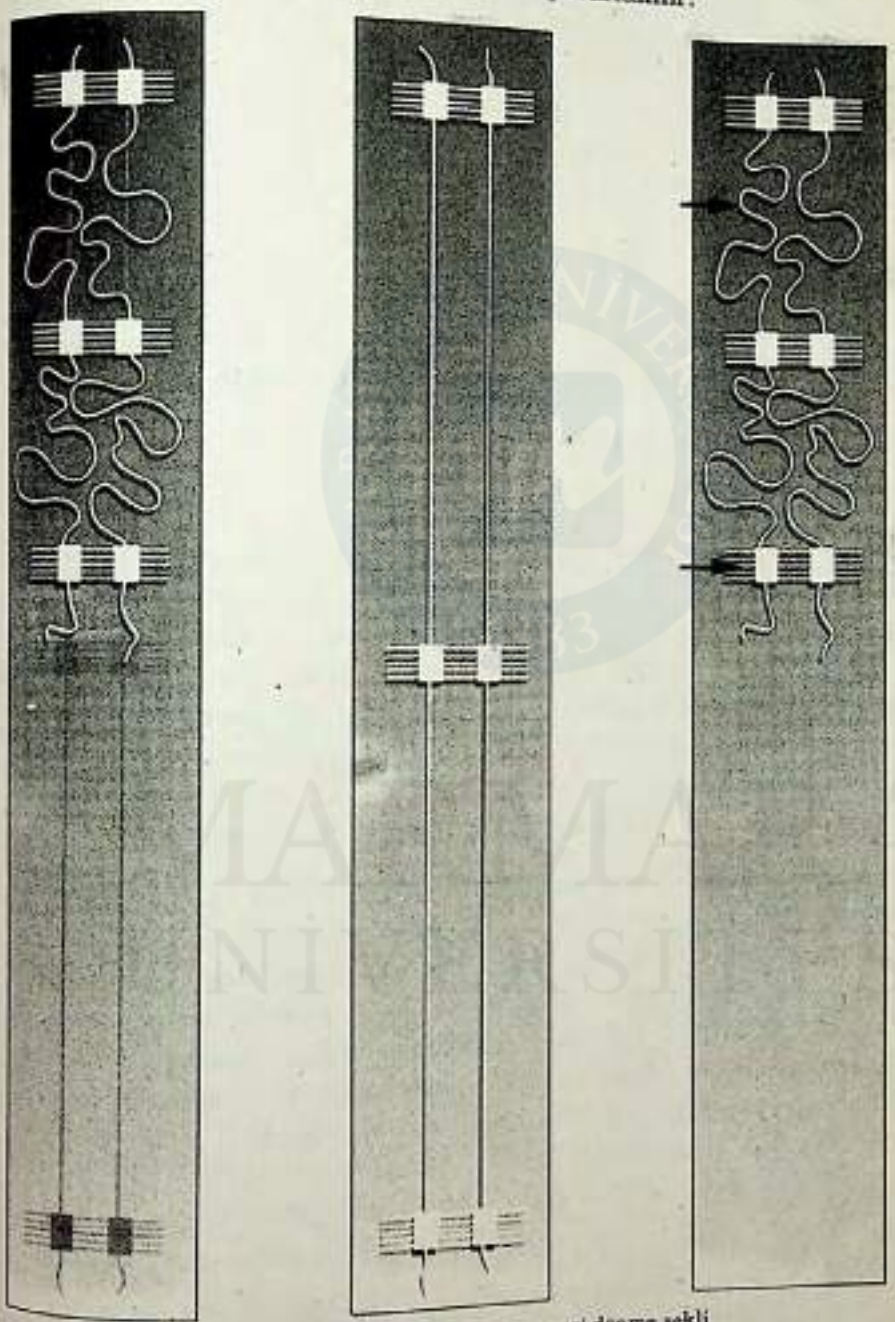
Esneklik özelliğinin olması nedeniyle «elastomer elyaf» sınıfına girer. Lineer yapıda olan polimerde bulunan sert ve yumuşak segmentler moleküle esneklik sağlar. Molekülde diizosiyanatın karbon zincirleri yumuşak segmenti oluşturur. Polimer zincirindeki küçük moleküllerden oluşmuş bölgeler (diol) ise sert segmenti meydana getirir. Bu bölgeler yapıları gereği hidrojen köprüleri ve çapraz bağlar oluşturduğundan elyafın ince yapısında kristalin alan şeklinde bulunur.



Şekil V-18. Poliuretan polimerinde sert ve yumuşak segmentlerin dağılımı

Lycra özel adı ile piyasaya sürülen poliuretan elyafı dimetil formamid veya dimetil asetamid gibi uygun bir çözücüde çözündürülerek kuru veya yaş-eğirme ile çekilerek elyaf haline getirilir. Beyaz, yarı parlak bir elyaftır. % 500-610 kadar uzama verilebilir. Nem çekme özelliği

çok düşüktür. Isı ve ışıktan etkilenerek sararır. Genellikle diğer elyaf türleri ile örneğin nylon, rayon, asetat ipeği ve pamuk elyafı ile kaplanarak kullanılır. Bu tür kaplanmış ipliklerden döşemelik kumaşlar, kadın iç çamaşırları, varis çorapları, spor giysileri, elastik örgü ve dokuma ve diğer spor malzemeleri yapımında yararlanılır.



Şekil V-19 Elastomer lifin uzama ve geri dönme şekli

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

BÖLÜM VI

VI. YÜZEY AKTİF MADDELER (Tensidler)

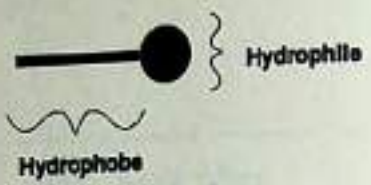
Tekstil endüstrisinde terbiye, boyama (veya baskı) ve apre işlemlerinde birtakım kimyasal maddeler kullanılır. Bu kimyasal maddeler, tekstil materyaline çeşitli şekillerde etki ederek, tüketicinin istediği özeliklerde bir ürün olmasını sağlarlar. Bu kimyasal maddelerin tekstil materyaline etki mekanizmalarını düzenleyen birçok yardımcı madde de bu işlemler sırasında kullanılır. Bu yardımcı maddeler içinde asidler, bazlar, tuzlar, bazı organik çözücü ve bileşikler yanında *tensid* adı da verilen *yüzey aktif maddeler* önemli yer tutar.

Yüzey-aktif maddeler, çok az miktarda olsa bile çözündüğü sıvının yüzey özelliğini değiştiren bileşikler olarak tanımlanabilir. Bunların çoğu, çok seyreltik halde bile çözündüğü sıvının yüzey enerjisini düşürürler. Sıvının yüzey enerjisi, *yüzey gerilimi* olarak ifade edilir ve yüzeydeki moleküllerin diğer moleküller tarafından içeriye ve yanlara çekilmesi ile oluşur. Bu çekim sonucunda sıvı yüzeyi bir gerilim altında kalır. Bu nedenle bir sıvı damlası veya sıvısı içindeki hava kabarcıkları, mümkün olan en küçük alan olan küresel biçimdedir. Yüzey-aktif maddeler, yüzeydeki moleküllerin etkisi ile meydana gelen bu yüzey gerilimini azaltıcı olarak hareket ederler.

Yüzey aktif maddelerin; ıslatıcı, yıkayıcı, temizleyici, emülsiyonlaştırıcı ve boyamaya yardımcı olarak etki edenleri, tekstil en-

düstrisinde kullanılırlar. Bunların bu kimyasal özellikleri, moleküllerinin özel yapısından ileri gelir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil VI-1 Tensid molekülünde hidrofil ve hidrofob gruplar

Yüzey aktif maddeler, moleküllerinde apolar yapıda uzun bir zincir ile bu zincire bağlı polar küçük bir gruba sahiptir. Molekülün apolar yapıdaki parçası hidrofobik (su-sevmez) yapıdadır, su ile ilişkiye girmez ve suda çözünmez. Polar grup ise hidrofob grubun aksine suda çözünür, hidrofil (su sever) karakterdedir. Molekülün hidrofob kısmı, yağ ve organik yapıdaki bileşiklerle ilişkiye girerken, hidrofil ucu suda çözündüğünden, yağların ve kirlerin yıkanmaları, materyallerin ıslanmaları ve temizlenmeleri mümkün olur.

Temizleyici ve ıslatıcı maddeler olarak kullanılan sabun, deterjan ve diğer ıslatıcılar molekül yapılarında suda çözünen (*hidrofil*), ve yağlar ve apolar maddelerde çözünen (*hidrofob*) grub içerirler. Bu tür yapılarından dolayı bunlar karıştıkları sıvının yüzey gerilimini düşürücü olarak rol oynarlar. Bu nedenle bu tür maddelere yüzeyaktif maddeler de denilir.

Taşıdığı hidrofil grubun yapısına göre tensidler iki ana sınıfa ayırlır:

1- İyonik yüzey-aktif maddeler

2- Noniyonik yüzey-aktif maddeler

VI.1. İyonik Yüzey-aktif Maddeler

İyonik grubun taşıdığı elektrik yüküne göre anyon-aktif ve katyon-aktif olmak üzere iki alt sınıfa ayrılırlar.

VI.1. ANYON-AKTİF (ANYONİK) MADDELER

Molekülün hidrofil ucu bir anyon şeklinde bulunur. Bunlar iki sı-

nıfa ayrılırlar:

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

a) Sabunlar: Sabun bilinen ve kullanılagelen en eski yüzey aktif maddedir. Uzun zincirli yağ asidlerinin sodyum veya potasyum tuzları *sabun* adını alır.

$CH_3-(CH_2)_x-COO^-]Na^+$ $\qquad$ $CH_3-(CH_2)_x-COO^-]K^+$

hidrofob uç hidrofil uç $\qquad$ hidrofob uç hidrofil uç

beyaz sabun $\qquad$ yumuşak sabun (arap sabunu)

Formül VI-1

Sabunlar, sert sularda bulunan Ca^{++} ve Mg^{++} iyonları ile suda çözünmeyen bileşikler oluşturur. Bu nedenle sabunların sert sularda kullanılmaları halinde temizleyicilik özellikleri azalır.

Sentetik deterjanların üretimi ile sabunlar önemini kaybetmiştir.

b) Sentetik deterjanlar:

Deterjanlar günümüzde sabun yerine kullanılan temizleme maddeleridir. Bunların polar uçları, sülfonik asid ($-SO_3^-$) ve sülfat ($-OSO_3^-$) anyonlardır. Bunlar, sodyum ve potasyum tuzları şeklinde üretilirler. Deterjanların kalsiyum ve mağnezyum bileşikleri suda çözündüğünden; sert sularda da temizleme özelliğini yitirmez.

a) Sülfonik asid türevleri:

Alkil sülfonik asidler ve alkil benzen sülfonik asidlerin (ABS) sodyum tuzlarıdır.

$R-SO_3^-Na^+$ $\qquad$ $R-C_6H_4-SO_3^-Na^+$

R: 10–20 karbonlu alkil gruplarıdır.

Formül VI-2

Ticari deterjanların çoğu, R grubu olarak genellikle dallanmış ve dallanmamış dodesil grubu taşırlar. Lineer yapıda olanları, LAS (Lineer alkil benzen sülfat) şeklinde sembolize edilir.

Bunlardan alkil-aril sülfonik asid sodyum tuzları ilk sentez edilen deterjanlardandır.

b) Alkil sülfat asidi (FAS) türevleri:

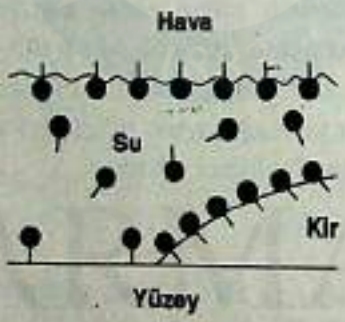
Sülfat asidinin alkollerle yapmış olduğu esterlerdir. 10–20 karbonlu R grupları lineer veya dallanmış olabilir.

$$R\text{–}CH_2\text{–}O\text{–}SO_3^-Na^+ \qquad R: C_{11\text{-}17}$$

Formül VI-3

Alkan sülfonatlar (SAS: sodyum alkan sülfonat), α-olefin sülfanatlar (AOS), alkil eter sülfatlar (FES) başlıca sentetik deterjan sınıfı olarak bilinmektedir.

Anyonik maddelerin ıslatma ve emülsiyon oluşturma etkileri yanında temizleme etkileri de vardır. Aktif madde molekülleri su-hava ara yüzeyinde polar ucu suda, apolar ucu havada olmak üzere yerleşir. Aynı olay yağ-su (kir-su) kveya lif-su arayüzeylerinde de gerçekleşir. Yüzey aktif madde molekülünün polar ucu su tarafından çekilerek kir veya yağ partekülleri su içine çekilir ve yüzeyden uzaklaşır. Böylece kir veya yağ su ile yıkanarak giderilebilir.



Şekil VI-2 Yüzey madde moleküllerinin ara yüzeylerde yerleşimi

VI.2. KATYON-AKTİF (KATYONİK) MADDELER

Ters sabun olarak da isimlendirilen katyon–aktif maddelerin moleküllerindeki hidrofil uç katyon halindedir. Bunların genel yapısı, uzun lineer veya dallanmış alkil zinciri içeren kuarter amonyum tuzları halindedir.

$$R\text{–}N(CH_3)_3^+]\ OH^-$$

hidrofob uç *hidrofil uç*

Formül VI-4

Azota bağlı dört ayrı alkil zincirinin yapıları değiştirilerek çeşitli katyonik yüzey aktif maddeler üretilmektedir. Bunlar temizleyici olarak değil, daha çok emülsiyon oluşturucu olarak kullanılmaktadır. Bazı üyeleri mikrop öldürücü (dezenfektan) olarak etki eder.

Katyon-aktif maddelerde iyonik grup (+) yüklü, kirler ise genellikle (-) yüklü olduğundan, temizleme amacı ile kullanılamaz. Bu maddeler zıt elektrik yükleri ile birbirini çeker ve kirli materyal üzerinde çöker. Aktif maddenin iyonik grubu bloke edildiğinden kirli maddelerin suya geçme olasılığı azalır.

Katyon aktif maddeler genellikle yumuşatıcı olarak kullanılırlar. Bunlar çamaşır yumuşatıcılarından; saç kremlerine kadar çeşitli ürünlerin içinde bulunur.

VI.3. NONİYONİK MADDELER

Bu tür maddelerin yapısında uzun zincirdeki hidrofob gruplar arasında iyonik olmayan polar (hidrofil) gruplar bulunur. Bu gruplar eter, ester köprüleri veya hidroksil grupları gibi zayıf hidrofil gruplardır. Polar grupların türüne göre sınıflandırılırlar.

a) Eter grubu içerenler:

$$R-(CH_2)_x-O-(CH_2)_x-O-(CH_2)_x-OH$$

Formül VI-5

Alkil fenol poliglikol eter (APEO), Alkil poliglikol eter (AEO) çok kullanılan eterik noniyonik maddelerdir.

b) Ester grubu içerenler:

$$R-COO-(C_2H_4O)_n-H$$

Formül VI-6

c) Amid grubu içerenler:

$$R-CO-NH-(C_2H_4O)_n-H$$

Formül VI-7

Bunun yanında uç – gurubu uzun zincirli bir karboksilik asidle ester halinde bulunabilir. Bu yüzden noniyonik maddeler eterler ve esterler olmak üzere iki genel sınıfa ayrılabilir.

Noniyonik maddeler, günümüzde ticari deterjanlara anyonik maddeler yanında ikinci bir aktif madde olarak katılırlar. Bunun yanında asidik ve bazik özellik göstermediklerinden; saç yıkama için kullanılan şampuanlar ve yün yıkama maddelerinde aktif madde olarak bulunurlar

Bu üç ayrı yapıdaki temizleyici ve ıslatıcı maddeler tekstil alanında, elyafı temizlemek, reaktiflerin elyafa karşı etkisini arttırmak gibi amaçlarda kullanılır. Hangi tür maddenin kullanılacağı, ilgili işlemin reçetelerinde miktarları ile birlikte gösterilir. «Tekstil yardımcı maddeleri» adını verdiğimiz bu temizleyici ve ıslatıcı maddeler çeşitli firmalar tarafından çeşitli adlar altında üretilir. Bu ürünlerin özel adlarının yanında bazı semboller kullanılır. Bu sembollerin ne anlama geldiği aşağıda gösterilmiştir:

W (Wetting) : ıslatıcı

F (fixing) : tespit edici, fiksatör

C (carrier) : kariyer (taşıyıcı)

P (printing) : baskı yardımcı maddesi

D (dispersing) : dispergatör

S (stripping) : boya sökücü

L (leveling) : egalize maddesi

Bu harflerden sonra kullanılan ikinci harfler:

A Anyonik

C Katyonik

N Noniyonik

madde olduğunu gösterir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

BÖLÜM VII

VII. TEKSTİL MATERYALLERİNDE RENKLENDİRME

Tekstilde boyama işlemi, bir renkli maddenin (boyarmadde) materyal ile muamele edilmesidir. Bu işlemde materyal yalnız renk değiştirmekle kalmaz; aynı zamanda bu renk, materyal üzerinde devamlı kalıcı olur. Materyal tek bir renge boyanacaksa, bu işleme *düz boyama* veya kısaca *boyama* denir. Materyal üzerindeki farklı yerlerde bir veya daha fazla renkle desen oluşturma işlemine de *baskı* denir.

Tekstil boyacılığı çok eskiden beri bilinmektedir ve gelişimi sırasında pekçok değişikliğe uğramıştır. Boyama prosesinin açıklanması için ilk hipotez, 1740–41 yıllarında ortaya atılmıştır. Bu hipotez, lifler üzerinde gözenekler bulunduğu ve boyarmadde parçacıklarının, yüksek sıcaklıklarda bu gözenekler içine nüfuz etmekte olduğu şeklinde idi. Boyama banyosu soğuduğunda gözenekler sıkışıp, boyarmaddenin geri verilmesini önlemekte olduğu düşünülmüştü. Ancak bu düşünce, farklı boyarmaddelerin, farklı liflere karşı, farklı davranışlarının nedenini çözümleyememiştir.

Daha sonraki yıllarda, boyarmaddelerle tekstil materyallerinin yapıları hakkında edinilen bilgilerin ışığında, çeşitli teoriler ortaya atılmıştır. Bilindiği gibi, tüm tekstil lifleri, elyaf ekseni boyunca az veya çok yönlenmiş ve lineer yapıda olan polimerlerden yapılmıştır. Bu polimer moleküllerde atomlar birbirlerine kovalent bağlarla bağlıdır ve hidroksil, karboksil, nitril v.b. gibi fonksiyonel grupları taşırlar.

Lif içindeki polimer zincirler, bazı kısımlarda çok muntazam düzenlenmiş ve maksimum yoğunluktadır. Bu bölgelere *kristalin* bölge denildiği daha önce belirtilmişti. Daha az düzenli ve gevşek bölgeler de *amorf bölge* adını alır. Elyafın amorf bölgeleri, boyarmadde moleküllerinin nüfuzunu sağlayan bölgelerdir. Boyama işleminde önemli olan, boyarmadde moleküllerinin amorf bölgelerde bulunan boşluklara nüfuz etmesi ve buralarda polimer zincir ile bağlanmasıdır. Bu bağlanmalar çeşitli şekillerde olabilir. Ancak değişik etkenlere maruz kalsa bile, boyarmadde molekülleri buradan koparılmaya karşı direnç göstermelidir.

Tekstil materyalleri, boyarmadde molekülleri lifin amorf bölgelerine yerleştiği zaman renklenir. Boyarmadde moleküllerinin kristalin bölgeler içine nüfuz etmesi imkansızdır. Çünkü kristalin bölgelerdeki polimer moleküller arası boşluklar, boyarmadde moleküllerinin boyutlarına göre çok küçüktür.

Boyama işleminde boyarmaddenin elyafın amorf bölgelerine difüzlenmesi ve bu bölgelerde polimer moleküller ile bağlanması, boyarmadde molekülü ile polimerin yapısal özelliklerine sıkı sıkıya bağlıdır. Bu nedenle boyarmaddeler boyama yöntemine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılırlar. Bu boyarmadde sınıflarının hangi lifleri boyayabildiği, Tablo VII.1 de verilmiştir.

Tablo VII.1. Boyarmadde Sınıfları

Boyarmadde Sınıfı	Boyayabildiği Lif Sınıfı
Asid Boyarmaddeler	Protein ve poliamid
Direkt Boyarmaddeler	Selülozik
Krom Boyarmaddeler	Protein
Metal-Kompleks Boyarmaddeler	Protein ve poliamid
Azoik Boyarmaddeler	Selülozik
Reaktif Boyarmaddeler	Selülozik ve protein
Dispers Boyarmaddeler	Poliester, poliamid ve akrilik
Küp Boyarmaddeler	Selülozik
Bazik Boyarmaddeler	Akrilik
Kükürt Boyarmaddeler	Selülozik

VII.1. BOYARMADDELER

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tekstil materyallerini boyama ve baskı yoluyla renklendirme işleminde kullanılan organik moleküllere *boyarmadde* denir. Bir maddenin tekstil endüstrisinde renklendirici olarak kullanılabilmesi için aşağıda belirtilen dört özelliğe sahip olması gerekir:

1– Boyama işlemi sonrasında elyaf üzerinde renkli bir madde olarak kalabilmeli

2– Boyanma işleminin gerçekleştirilebilmesi için suda çözünürlüğü olmalı

3– Elyaf ile boyarmadde arasında *Affinite* (= Substantivite) olmalıdır. Boyanma işlemi sonunda elyaf ile boyarmadde molekülleri birbirlerine bağlanmalıdır.

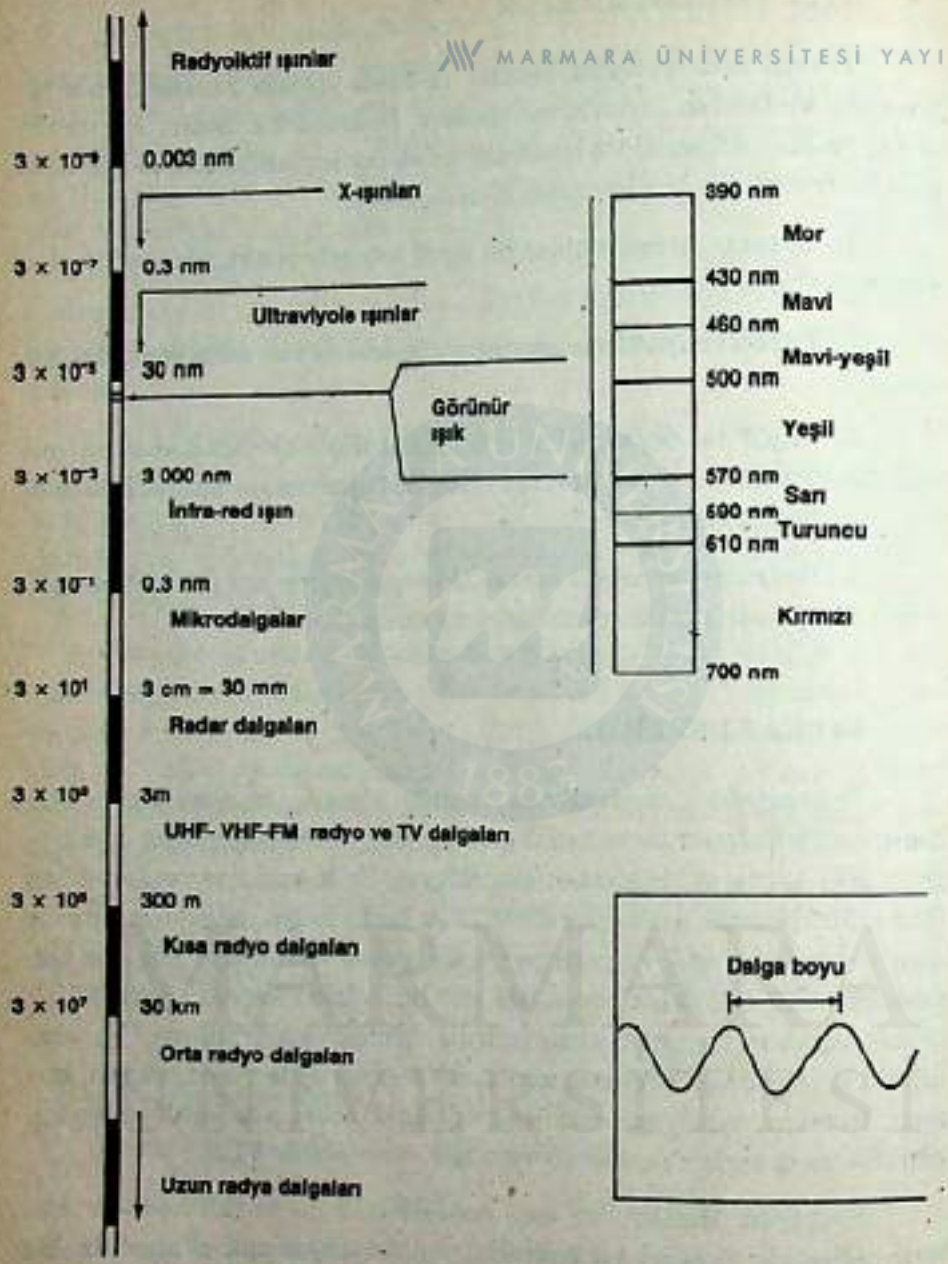
4– Boyanmış materyal üzerindeki boyarmadde her etkiye karşı dirençli olabilmeli, yani bir renk haslığına sahip olmalıdır.

VII.1.1. RENKLİLİK

Boyarmadde molekülünün renkli olması, molekülün, elektromanyetik dalgalar serisi içinde görünür bölge de denilen *beyaz ışık* bölgesindeki ışınların bir kısmını absorblayıp; bir kısmını yansıtmasından ileri gelir. Kozmik ışınlardan uzun dalga boylu radyo dalgalarına kadar olan elektromanyetik dalgalar serisinde, güneş ışıklarının görünür bölgesi 390–700 nm dalga boyundaki dar bir bölgeyi kapsar. Şekil VII.1. Güneş ışınları bir prizmadan geçirilip kırılmaya uğratılırsa, bu aralıktaki ışınlar dalga boylarına göre farklı kırılma açıları olduğundan, kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor olmak üzere altı farklı renge ayrılır. Bu renk serisine *spektrum* veya *tayf* denir. Tablo VII.2.

Spektrum denilen bu ışık serisindeki tüm renkli ışınları birleştirdiğimizde (örneğin bir mercekle) yeniden beyaz ışık elde edilir. Bu renkler içinde öyle renk çiftleri vardır ki, bu renkteki ışınlar birleştiğinde de yine beyaz ışık elde edilir. Örneğin mavi ışık ile sarı ışık karıştırıldığında beyaz ışık elde edilir. Birleştirildiklerinde beyaz ışık elde edilen renk çiftlerine *tamamlayıcı* veya *komplementer* renkler denir. Mavi ışıkla sarı ışığı karıştırdığımızda, bunlar komplementer renkler olduğundan beyaz ışık elde edilir. Bir renkli cisim üzerine beyaz ışık

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil VII.1. Elektromanyetik dalga serisi içinde gün ışığının yeri

Tablo VII.2. Güneş ışığındaki renklerin dalga boyları

Mor	390–430 nm
Mavi	430–460 nm
Mavi-yeşil	460–500 nm
Yeşil	500–570 nm
Sarı	570–590 nm
Turuncu	590–610 nm
Kırmızı	610–700 nm

düştüğünde hangi dalga boyundaki ışınları absorbe ediyorsa bu rengin komplementeri olan renkte görülür. Tablo VII.3'de cismin absorpladığı renkler ile cismin renginin birbirinin komplementeri renkler olduğu kolayca anlaşılmaktadır. Örneğin beyaz ışıktaki 500–570 nm dalga boyundaki yeşil ışınları absorplayan bir cisim, diğer ışınları yansıttığından göze magenta veya purpur denilen morumsu kırmızı renkte görülür.

Renkli bir bileşik, üzerine güneş ışığı düştüğünde, molekül yapısına göre bazı dalga boylarına ait ışınları absorplar; diğerlerini yansıtır. Yansıyan ışınların dalga boyları, o bileşiğin rengini belirler.

Tablo VII.3. Absorplanan ışın ve renk ilişkisi

Cismin absorpladığı dalga boyu	Cismin rengi
ultraviyole UV	renksiz
mor	sarımsı-yeşil
mavi	sarı
yeşilimsi-mavi	turuncu
mavimsi-yeşil	kırmızı
yeşil	magenta
sarımsı yeşil	mor
sarı	mavi
turuncu	yeşilimsi-mavi
kırmızı	mavimsi-yeşil
kızılardı IR	renksiz

Bir organik molekülün renkliliği ile kimyasal yapısı arasındaki ilişki hakkında, ilk sentetik boyarmaddenin elde edildiği 1856 yılından beri çalışılmaktadır. Günümüze kadar birçok teori ortaya atılmış olup; bunlardan kromofor-oksokrom gruplar teorisi, atom ve moleküller orbital teorileri ile de uyum sağlamaktadır. Bu iki teori kromofor ve oksokrom denilen grupların varlığının, renklilik için halen de geçerli sayılmasına sebep olmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo VII.4. Kromofor ve Oksokrom gruplar

Kromofor Gruplar	Formülü	Bulunduğu boyarmadde sınıfı
Azo grubu	$-N=N-$	Azo boyarmaddeler
Karbonil grubu	$-C(=O)-$	Antrakinon boyarmaddeleri
Çift bağlar ve aromatik halkalar	$=C(-C_6H_5)-$	Aril metan boyarmaddeleri
Nitro ve nitroso grupları	$-NO_2$ $-NO$	Nitro ve nitroso boyarmaddeleri
Oksokrom gruplar	**Formülleri**	
Asidik oksokrom gruplar:		
Karboksil grubu	$-COOH$	sodyum karboksilat: $-COONa$
Sülfon grubu	$-SO_3H$	sodyum sülfonat: $-SO_3Na$
Bazik oksokrom gruplar:		
Amino grubu	$-NH_2$	$-NH_2$ veya $-NH_3^+$
Sübstitüe amino gruplar:		
metil amino	$-NH(CH_3)$	
dimetil amino	$-N(CH_3)_2$	
hidroksil	$-OH$	

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Kromofor gruplar, Eski Yunancada chroma=renk ve phore=taşımak sözcüklerinden türetilmiştir.

Kromofor gruplar doymamış karakterde (çift ve üç bağlı) organik radikallerdir. Bunların doymamışlık özellikleri, görünür ışığın dar bandındaki elektromanyetik ışınları absorblanma ve yansıtmasını sebep olur. Kromoforların doymamış bağlarındaki gevşek bağlanmış elektronlar belli ışık dalgalarının absorplanmasını sağlar.

Oksokrom gruplar ise, auxein=arttırmak ve chroma=renk sözcüklerinden türetilmiştir. Oksokrom gruplar, yapısında bağ oluşturmayan ortaklanmamış elektron çiftleri bulundururlar. Bunlar, kromofor gruplardaki zayıf bağlanmış elektronlara etki eder. Bu etki elektronların yalnızca belli dalga boylarında absorpsiyon yapmasına sebep olur. Böylece molekülün rengi şiddet ve derinlik kazanır. Oksokrom grubu taşımayan bir boyarmadde molekülünün renk şiddeti azdır. Oksokrom gruplar, ayrıca moleküle polarlık kazandırır. Bu da molekülün suda çözünme yeteneğini arttırır. Böylece boyarmadde, banyoda daha kolay çözünebilir ve elyafa daha kolay nüfuz edebilir. Ayrıca molekülün oksokrom grup tarafından sağlanan polaritesi, boyarmadde molekülünün elyafı oluşturan polimer ile kimyasal ilişkisini sağlar.

VII.1.2. BOYARMADDELERDE ÇÖZÜNÜRLÜK

Boyarmaddelerin tekstil materyaline bağlanabilmeleri için suda çözünür olmaları şarttır. Suda çözünebilen bir boyarmadde ancak bu şekilde boyama banyosu ve tekstil materyali içinde hareket ederek lifin polimer sisteminde uygun olan yerlere yerleşip, bağlanabilir. Suda çözünürlüğü olmayan bazı boyarmaddeler de geçici olarak çözündürülerek veya çözünen maddelerden elyaf içinde oluşturularak boyama işlemi gerçekleştirilebilir.

Çözünürlükleri bakımından boyarmaddeler aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

1- Suda çözünebilen boyarmaddeler:

a) Anyonik yapıda boyarmaddeler: Asid, reaktif, direkt ve 1:1 metal kompleks boyarmaddeleridir. Boyarmadde molekülünün yapısında anyonik ($-SO_3^-$, $-COO^-$) grupları bulunur.

b) Katyonik yapıda boyarmaddeler: Bazik boyarmaddelerdir. Boyarmadde molekülüne katyonik özellik kazandıran grup, genellikle kuarterner amonyum ($-NR_3^+$) grubudur.

2– Suda çözünmeyen boyarmaddeler:

a) Elyaf içinde oluşturulan boyarmaddeler: Azoik boyarmaddeler, suda çözünen iki ayrı bileşenden elyaf içinde sentez edilerek oluşturulur.

b) Suda çözünen şekline çevrilip boyama işlemi yapıldıktan sonra yeniden eski molekül yapısına döndürülen boyarmaddeler: Küp ve kükürt boyarmaddeleri, indirgenerek suda çözünürleştirilir; bu şekilde boyama işlemi yapıldıktan sonra yeniden yükseltgenerek suda çözünmez duruma getirilir.

c) Elyaf içinde çözündürülen boyarmaddeler: Dispers boyarmaddeler, kolloidal çözeltilerinde çok az miktarda çözünürler. Bu boyarmaddeler, hidrofob yapıdaki sentetik liflerin içinde çözünürler.

VII.1.3. SUBSTANTİFLİK

Substantiflik, boyarmaddenin elyaf tarafından absorplanma yeteneği ve absorplanan bu boyarmaddenin elyaftan ayrılmamak için gösterdiği direnç olarak tanımlanabilir. Ayrıca boyarmadde ile elyaf arasında belli koşullardaki çekim kuvveti olarak da ifade edilebilir. Bu tanım için *affinite* terimi de kullanılırsa da; aslında affinite substantifliğin kantitatif değeridir ve termodinamik prensiplerine göre ölçülür. Affinite, boyarmaddenin elyaf içindeki kimyasal potansiyeli ile boya banyosu içindeki potansiyeli arasındaki farktır ve birimi cal/g-mol dür.

Çeşitli lif türleri ile çeşitli boyarmaddelerin kimyasal yapılarındaki farklılıklar nedeni ile, boyarmadde ile lifler arasında affinite farklılıkları vardır. Bu yüzden bir boyarmadde sınıfının bir tür elyafa affinitesi fazla iken bir başka tür life karşı affinitesi olmayabilir. Örneğin yapısında anyonik grup taşıyan bir boyarmaddenin poliester liflerine karşı affinitesi hemen hemen yok denecek kadar azdır. Buna karşılık protein liflerine karşı yüksek bir substantifliğe sahiptir.

Boyarmaddelerin yapısında çeşitli liflere karşı substantiflik özelliğini arttıran gruplar mevcuttur.

Örneğin,

anyonik gruplar:	protein ve poliamid liflere karşı;
katyonik gruplar:	anyonik modifiye akrilik liflerine,
polar gruplar:	sentetik liflere,
düzlemsel molekül yapısı:	selülozik elyafa karşı
substantivite kazandırır.	

VII.1.4. RENK HASLIĞI

Boyanmış veya baskı yapılmış tekstil materyali üzerindeki boyarmaddenin, dış etkenlere karşı gösterdiği dirence *renk haslığı* denir. Materyalde dış etkiler sonucunda renk kaybı olabilir. Bu durumda renk solmasından bahsedilir. Renk solması, ya boyarmaddenin elyaf üzerinden uzaklaşması veya boyarmadde molekülünde meydana gelen yapı değişikliği sonucu renk şiddetinin azalmasıdır. Renk haslıkları genellikle etki eden faktörün adı ile anılır: Işık haslığı, yıkama haslığı, lekeleme haslığı, ter haslığı, süblimleşme haslığı, salya haslığı, deniz suyu haslığı v.b. gibi.

Boyanmış materyalin en önemli özelliği, renk haslığıdır. Herhangi bir boyarmaddenin bütün özelliklerini kavramak için bir seri denemelere gerek vardır. Yukarıda bahsedildiği gibi, çeşitli haslık değerleri de bu denemeler sonucunda bulunur. Testlerde uluslararası birliktelik sağlamak amacı ile 1947 de International Organization for Standards (ISO) kurulmuştur. Günümüzde renk haslığı testleri bu standartlara göre yapılmaktadır.

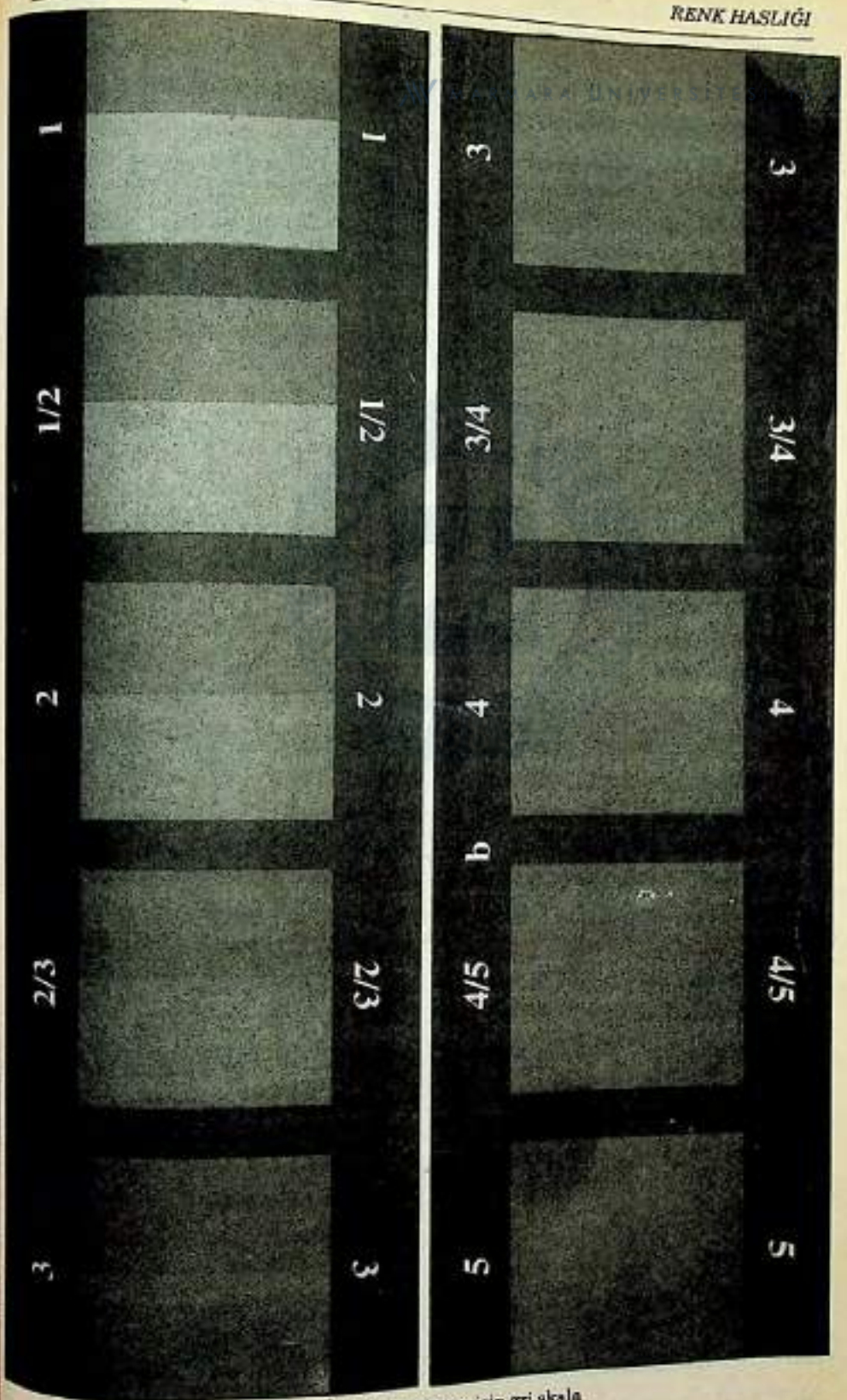
Bir boyarmaddenin haslığı, onun renk derinliğine bağlıdır. Bir boyarmadde, ışığa maruz kaldığında, aynı perioddaki bir zaman dilimi içinde bozunan moleküllerin sayısı, elyaf üzerindeki boyarmaddenin yüzde miktarlarını değiştirecektir. Bozunan boyarmaddenin oranı açık tonlarda daha büyük olacaktır. Bunun sonucu olarak aynı etkiye maruz kalmış farklı renk şiddetlerindeki iki boyanmış materyalde görülen solma etkileri farklı olacak, açık renklerde solma daha fazla görülecektir. Bu

nedenle denemelerin standartlaştırılması gerekmektedir. Denemelerde, yüzde temeline göre boyama işlemlerini standardize etmek mümkün değildir. Çünkü, boyanmış materyalde, boyarmaddelerin % renk şiddetleri değişiktir. Bunun yüzden, bir standard derinlikler serisi hazırlanmıştır. Buna göre testlerde, 1/1 serisinin (renk derinliği serisi) kullanımı öngörülmekte ise de; 2/1 standart derinlik iki misli şiddetli renkler için ve 1/3, 1/6, 1/12, ve 1/25 gibi seriler de, daha zayıf şiddette renkler için kullanılabilir. Her boyarmaddenin 1/1 renk derinliğinin % kaçlık renk şiddetine eşdeğer olduğu boyarmadde kataloglarında verilmektedir.

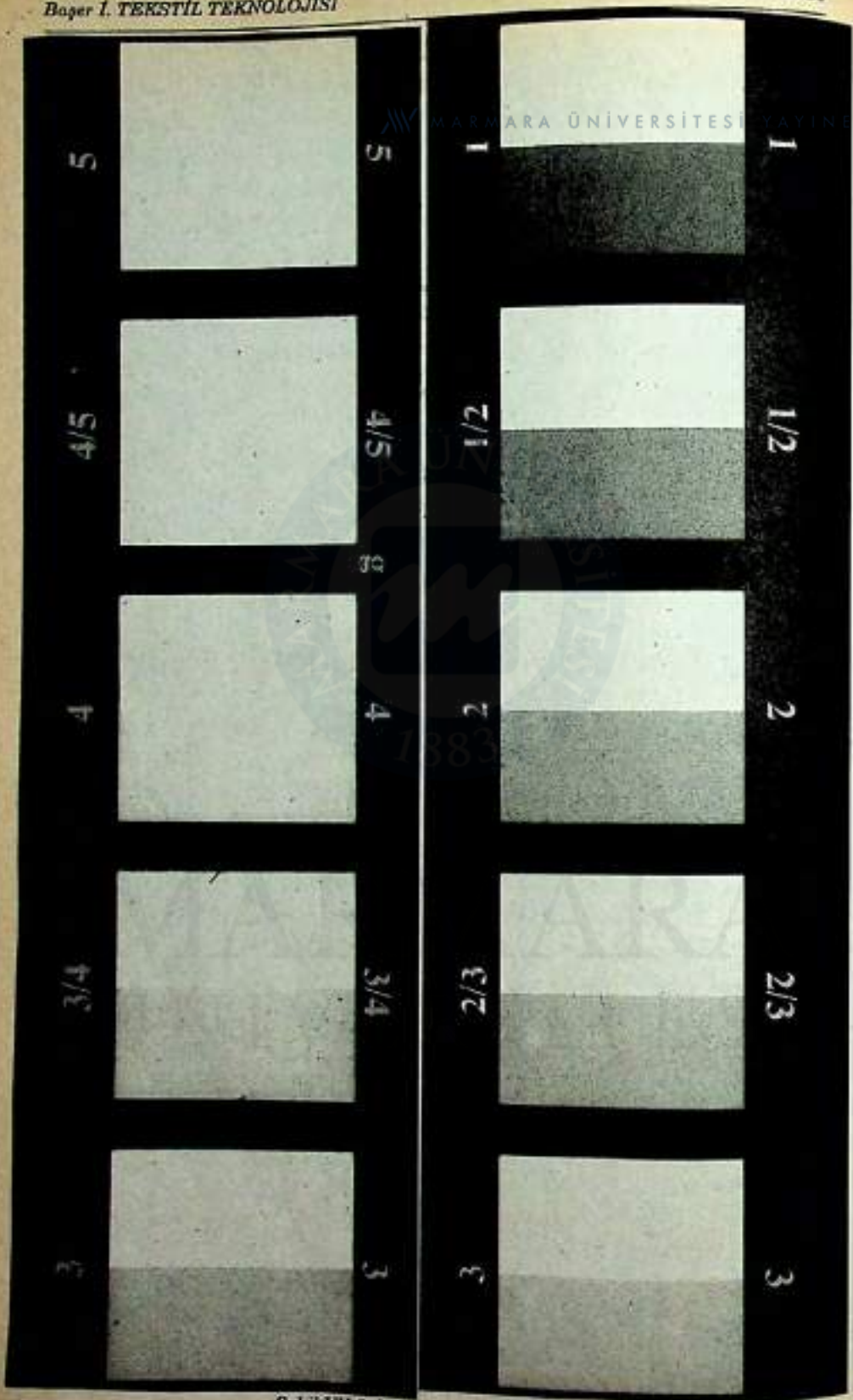
Tekstil materyalinin renk tonundaki bozulma veya değişiklik ile bu materyalin yanındaki diğer malzemeyi lekeleme dereceleri çok çabuk ve kolay olarak *Gri Skala* ile ölçülebilir. Renk değişiminin değerlendirilmesi için kullanılan gri skala, beyazdan griye kadar giden renklerde derecelenmiş 5 çift gri renk tonlarından ibarettir. Bu gri renklerdeki beş çift farklı kontrast ile beş ayrı dereceleme yapılır. Haslık ölçümünden önce ve sonra materyalde meydana gelen renk farklılıkları, 5 ile gösterilen ve her iki bölümün de aynı gri tonunda olduğu kısım gibi gözleniyorsa renk haslığı için "5" değeri kabul edilir. Gözlenen renk farklılıkları, gri skaladaki gri renkler arasındaki ton farklarından hangisine uygun gelirse; renk haslığı için o değer saptanır. Şekil VII.2.

Lekeleme için kullanılan bir başka skala da vardır. Bu skalada çiftlerin bir tarafı daima beyaz, diğer tarafı ise, giderek koyulan gri renktedir. Burada da 5 ayrı dereceleme yapılabilir. Beyaz renk, lekelemenin olmadığı en iyi haslık değeri olan 5'i gösterirken; en fazla lekeleme olan renk farkı, 1 olarak değerlendirilir. Şekil VII.3.Lekeleme için kullanılan bir başka skala da vardır. Bu skalada çiftlerin bir tarafı daima beyaz, diğer tarafı ise, giderek koyulan gri renktedir. Burada da 5 ayrı dereceleme yapılabilir. Beyaz renk, lekelemenin olmadığı en iyi haslık değeri olan 5'i gösterirken; en fazla lekeleme olan renk farkı, 1 olarak değerlendirilir. Şekil VII.3.

ANKARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil VII.2. Renk solması için gri skala



Şekil VII.3. Lekeleme için gri skala

Her iki skala için daha duyarlı sonuçlar verilebilir. Böylece daha çok derecelemeye yapmak mümkün olur: 4–5, 3-4, 2–3 gibi. Ölçüm yapmak için orijinal boyalı materyal ile denenecek materyal yanyana ve gri skala ile bitişik olacak şekilde aynı yönde yerleştirilir. İnce kumaşlar için iki veya daha çok katlama yaparak, alttaki renkten etkilenmenin önüne geçilir. Yüzeyler 45° kuzey ışığı ile aydınlatılır. Materyaller ve skalaya dik olarak bakılıp, haslık değerleri belirlenir. Renk şiddeti yanında renk tonunda da bir değişiklik varsa, derecelenmeden sonra bu da belirtilir. Son yıllarda gri skala değerleri renk ölçüm cihazları ile ölçülebilmektedir.

Işık Haslığı

Boyarmadde moleküllerine güneş ışığının enerji şeklindeki etkisi, kromofor gruplar üzerindeki elektronların absorpsiyon enerjisine eşdeğer olmasından kaynaklanır. Bu gruplar üzerinde bulunan oynak elektronlar, güneş ışığını absorpladıklarında, daha yüksek enerji seviyelerine yükselirler. Böylece molekül daha aktif, yani reaksiyon vermeye daha yatkın hale geçer. Hava etkisi ile boyarmaddenin yapısında bozulma meydana gelir. Güneş ışığı ile birlikte bulunan ultraviyole ışınlar da daha yüksek enerjiye sahip olduklarından aynı şekilde fakat daha etkin bir şekilde elyafı aktive ederler. Gerek gün ışığı, gerekse birlikte bulunduğu ultraviyole ışınlar, boyarmaddede yapıyı bozundurucu olarak etki eder. Bunun sonucunda moleküldeki kromofor grupların sayısı azalarak renkte solma gözlenir.

Boyarmaddelerin ışık haslıklarının değerleri, birbirlerinden farklıdır. Bazı boyarmaddeler uzun süre gün ışığı altında kalmakla bile solma göstermezken; bazıları kısa sürelerde bile kolayca solabilirler. Bu nedenle boyarmaddelerin ışık haslıklarının değerlendirilmesi gereklidir. Bu değerlendirme 1–8 arasında yapılır. En kolay solma gösteren boyarmaddenin ışık haslığı 1 dir. Işık haslığı arttıkça bu değer 8'e kadar ulaşır.

Işık haslığı, standard olarak seçilen sekiz boyarmaddenin solma dereceleri ile tayin edilir. Bu denemede gri skala kullanılmaz. Çünkü materyal üzerine gönderilen ışığın şiddeti ve miktarı her zaman farklı olacaktır. Bu nedenle örnek ve standardlar aynı zaman dilimi içinde birlikte ışığa maruz bırakılır. Standard materyaller, Tablo VII.5. de belirtilen boyarmaddelerle boyanmıştır.

Tablo VII.5. Işık haslığı ölçümünde kullanılan boyarmaddeler

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Haslık Değeri	Boyarmadde*
1	Asid Blue 104
2	Asid Blue 83
3	Asid Blue 121
5	Asid Blue 47
6	Asid Blue 23
7	Sol. Vat Blue 5
8	Sol. Vat Blue 8

* Color Index adı ve numarası verilmiştir.

Işık haslığı ölçülecek olan materyal, bu sekiz standard boyarmadde ile boyanmış malzeme ile birlikte bir karton üzerine yapıştırılarak yarısı alüminyum varak ile örtülür. Yeterli solma meydana gelinceye kadar gün ışığında bırakılır.

Ancak bu yöntem fazla zaman aldığından günümüzde soldurma lambaları kullanılarak ışık haslığı tayin edilir. Bu amaçla karbon ve ksenon ark lambaları kullanılmaktadır.

Yıkama ve Lekeleme Haslıkları

Yıkama haslığı tüketici açısından çok önemlidir. Yıkama haslığının saptanması sırasında lekeleme haslığı da tayin edilebilir. Bunun için test edilecek materyal, 4x10 cm lik parçalar halinde kesilir. Bunun altına ve üstüne konan beyaz kumaşlar dikilerek tutturulur. Bu boyanmamış beyaz kumaşlardan biri örnek ile aynı türde olmalıdır. Diğeri için gerekli olan materyal standart testde verilmiştir. Yıkama işlemi ISO 1, ISO 2, ISO 3, ISO 4 ve ISO 5 standardlarında belirtilen beş ayrı koşulda yapılır. Bütün yıkamalarda, yıkama banyosundaki sabun miktarı, 5g/L konsantrasyonundadır. Flotte oranı ise 1/50 dir. ISO 1 testinde 40°C de 30 dakika yıkama yapılır. ISO 2 testinde 50° C de 45 dakika ve ISO 3 testinde de 60°C de ve ayrıca 2g/L susuz sodyum karbonat ilave edilerek 30 dakika yıkama işlemi gerçekleştirilir. ISO 4 testinde ISO 3 deki banyo hazırlandıktan sonra içinde 10 adet küçük bilya ilave edilerek 95°C de 30 dakika yıkama yapılır. ISO 5 testi ise aynı şekilde hazırlanmış banyoda

aynı sıcaklıkta 4 saat yıkama işlemini öngörmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Yıkamalar sonrasında materyaller üç kez su ile çalkalanır. Sıkılır. Kumaşın bir kısa kenarından dikiş kalacak şekilde sökülür ve kurutulur. Renkli örnek ile buna dikilmiş beyaz kumaşlardaki renk değişiklikleri ilgili gri skalalar kullanılarak belirlenir.

Ter Haslığı

Örnek, yıkama testinde yapıldığı şekilde hazırlanır. Bu testde kumaş, ter sıvısının özelliklerinin ve yapısının bir örneği olabilecek şekilde hazırlanmış bir çözelti ile ıslatılır. Çözelti, histidin, disodyum hidrojen fosfat içerir. Ter çözeltisi asidik ve bazik olmak üzere iki ayrı türde hazırlanır. Bu iki çözeltiye daldırılarak ıslatılmış örnekler, ayrı ayrı iki levha arasına yerleştirilerek 37°C lik etüvde 4 saat bekletilir. Renk değişikliği ve beyaz kumaşı lekeleme derecesi ilgili gri skalalar yardımıyla asidik ter haslığı ve bazik ter haslığı olmak üzere iki şekilde tesbit edilir.

Sürtünme Haslığı

Boyanmış materyalin boyanmamış materyal üzerine sürtünmesi, bazen renksiz kumaş üzerinde renklenmeye sebep olur. Sürtünme haslığı *crockmetre* adı verilen cihaz ile yapılır. Cihazın başlığı üzerine beyaz pamuklu kumaş sarılır. Yöntemde belirtildiği üzere başlık, belirli bir basınç altında ve belirli sayıda boyalı kumaşın yüzeyine sürtülür. Beyaz pamuklu kumaşın yaş ve kuru olmasına göre iki tip sürtünme haslığı vardır. Lekeleme için gri skala ölçeği kullanılarak değerlendirilir.

VII.2. TEKSTİL MATERYALLERİNİN BOYANMASI

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tekstil materyallerinin boyanması, boyarmaddelerin elyaf içindeki amorf bölgelere difüzlenmesi ve burada polimer moleküllerle kimyasal ve fizikokimyasal kuvvetlerle bağlanması şeklinde gerçekleşir. Bu olay, boyarmadde ve polimer moleküllerinin yapısına bağlıdır. Amorf bölgelere yerleşen boyarmadde molekülleri ile elyafı oluşturan polimer, aşağıda açıklandığı şekilde çeşitli bağlarla bağlanırlar:

1. Kimyasal bağlar: Elyaf boyarmadde molekülleri arasında oluşan en kuvvetli bağlardır. Kovalent, koordinasyon kovalent ve iyonik bağlar olmak üzere üç tip bağlanma söz konusudur. Reaktif boyarmaddeler, selülozik ve protein elyaf ile kovalent bağlarla bağlanırlar. Asid ve bazik boyarmaddeler protein ve akrilik elyafa iyonik bağlarla bağlanır. Metal kompleks boyarmaddelerin bir kısmının protein liflerine bağlanmasında koordinasyon kovalent bağlar söz konusudur.

2. Hidrojen bağları: Molekülün yapısında oksijen, fluor, klor veya azot gibi bir elektronegatif atoma kovalent bağla bağlı bir hidrojen atomu bulunursa, elektronegativiteden dolayı bu kovalent bağ polarlaşır, hidrojen atomunda pozitifleşme görülür. Bu hidrojen atomu ile aynı veya başka moleküldeki bir başka elektronegatif atom arasında polariteden dolayı bir çekim kuvveti meydana gelir. Bu şekilde oluşan çekim kuvvetlerine H- bağı denir. Boyarmaddeler ve elyaf polimerlerinin yapısında bu tür gruplar bulunduğundan elyaf boyarmadde arasında H-bağlarının oluşması da söz konusudur. Direkt, küp, kükürt boyarmaddelerin selülozik elyaf ile, dispers boyarmaddelerin poliester elyaf ile yapmış oldukları bağlar hidrojen bağlarıdır.

3. *van der Waals kuvvetleri*: Bu bağlar moleküler polaritenin sonucu olarak meydana gelerek molekülleri birarada tutar. Direkt boyarmaddeler, küp, kükürt boyarmaddeler gibi boyarmaddelerin elyafa bağlanmasında etkilidir.

Boyarmaddeler, daha önce de belirtildiği gibi boyama yöntemine göre sınıflandırılabilirler. Bu sınıflandırmada bir boyarmadde sınıfının boyayabildiği lif türleri Tablo VII.6. da görülmektedir.

Tablo VII.6. Boyarmaddeler ve Boyadıkları Lif Sınıfları

Boyarmadde Sınıfı	Boyadığı Lif Sınıfı
Asid boyarmaddeler	Protein lifleri, poliamid lifleri
Bazik (katyonik) boyarmaddeler	Selülozik lifler, protein lifler, akrilik elyaf
Direkt boyarmaddeler	Selülozik elyaf
Dispers boyarmaddeler	Poliester, poliamid, akrilik lifleri ve asetat ipeği
Azoik boyarmaddeler	Selülozik, protein, poliester lifleri
Metal kompleks boyarmaddeler	Protein lifleri
Reaktif boyarmaddeler	Selülozik lifler, protein lifleri
Küp boyarmaddeler	Selülozik lifler, poliester lifleri
Kükürt boyarmaddeler	Selülozik lifler
Pigmentler	Tüm liflere baskı işlemi ile

Çeşitli boyarmaddeler, farklı lif türleri üzerine farklı şekilde çekilirler. Boyarmaddenin çekimi, elyafın yapısına, türüne ve işlenme durumuna göre değişir. Örneğin, aynı liften yapılmış iplik ve kumaşın boyanabilme yetenekleri farklıdır. Hatta iplik numarası ve büküm sayısı bile boyanma özelliklerini etkiler. Özel işlem görmüş merserize pamuk ile normal pamuk, aynı banyoda boyanmakla bile farklı sonuçlar verir. Aynı olay her ikisi de selülozdan yapılmış olmasına rağmen pamuk ve viskoz ipeği için de geçerlidir. Aynı şekilde aynı boyarmadde sınıfları ile boyanabilen yün, ipek ve poliamid elyaf aynı banyoda farklı renk şiddetlerinde boyanır.

VII.2.1. BOYAMA İŞLEMİ

1. Boyarmadde Seçimi

Boyama işlemi için ilk adım boyarmaddenin seçimidir. Boyarmadde yukarıda da belirtildiği gibi, elyafı boyayabilecek boyarmadde sınıflarından seçilmelidir. Seçimde ikinci olarak gözönüne alınacak husus, materyalin kullanım alanıdır. Sık yıkanacak kumaşlar için yıkama haslığı, ışık altında kullanılacak perdelik veya tende v.b. kumaşlar için de ışık haslığı yüksek boyarmaddenin seçilmesi gerekir. Üçüncü ola-

rak tekstil materyalinin, seçilen boyarmaddenin boyanmasında kullanılacak boyama yöntemine de uygun olması aranır. Örneğin elyaf halinde boyamada, düzgün boyama yapan boyarmaddelerin seçimi gerekmez iken; kumaş boyamada düzgün boyayan boyarmaddeler seçilir. Ayrıca narin kumaşlar, şiddetli koşulların uygulandığı boyama yöntemleri ile boyanmaz. Ucuz kumaşlar için pahalı boyarmadde sınıfları seçilmez.

2. Boyarmaddelerin Ticarette Bulunuşu

Kök boyaları olarak da isimlendirilen doğal boyarmaddeler dışında tekstilde kullanılan tüm boyarmaddeler, sentetik olarak elde edilirler. Bunlar üretici firmalar tarafından kendilerine özgü isim ve markalar altında piyasaya sürülürler.

Günümüzde tüm boyarmaddelerin özellikleri, adları, kimyasal yapıları ve üretici firmaları, COLOR INDEX ismi ile bilinen bir ansiklopedide verilmiştir. Boyarmaddelere ait tüm bilgiler Color Index'in toplam 9 cildi içinde bulunabilir.

Üretici firmalar, her ne kadar kendilerine özgü isimlendirmeler yapmışlarsa da bu isimler belli bir sisteme uygun olarak verilir. Buna göre her boyarmaddenin adı aşağıdaki bölümlerden oluşur:

1- *Firmanın verdiği ad veya marka:*

Bu markalar, bazen firmanın adını, bazen boyarmadde sınıfını belirleyecek şekilde seçilir. Örneğin, Basacryl, Synacryl gibi markalar akrilik elyaf boyarmaddesi olduğunu, Reactone gibi markalar da reaktif boyarmadde olduğunu gösterir. Basilen, Basacryl gibi markalar üretici firmanın adı olan BASF firmasının adını da içerir.

2- *Boyarmaddenin rengini belirten sözcük:*

Boyarmaddenin rengini belirleyen sözcük genellikle firmanın ait olduğu memleketin dilinde verilir. Almanya'da üretilen Basacryl Blau, Amerika'da üretilen Procion Blue, ve Türkiye'de üretilen Tarasid Sarı gibi.

Türkçe	İngilizce	Fransızca	Almanca
Sarı	Yellow	Jaune	Gelb
Turuncu	Orange	Orange	Orange
Kırmızı	Red	Rouge	Rot
Mavi	Blue	Bleu	Blau
Yeşil	Green	Vert	Grün
Kahverengi	Brown	Marron	Braun
Siyah	Black	Noir	Schwarz

3- *Tamamlayıcı harf ve işaretler:*

a) Rengin nüansini belirleyen harfler:

Bilindiği gibi renklerin çeşitli nüansları vardır. Absorblanan ışığın dalga boyuna bağlı olarak; örneğin sarı renk, bazen yeşile bazen de kırmızıya kaçabilir. Rengin bu nüansları boyarmaddenin rengini belirleyen sözcüğün ardına konan bazı harflerle belirlenir.

Mavi R: mavi rengin kırmızı nüanslı olduğunu,

Mavi G: mavi rengin yeşil nüanslı olduğunu,

Kırmızı B: kırmızının mavi nüanslı olduğunu,

Kırmızı G: kırmızının sarı nüanslı olduğunu,

Yeşil B: yeşilin mavi nüanslı olduğunu,

Yeşil G: yeşilin sarı nüanslı olduğunu,

Sarı G: sarının yeşil nüanslı olduğunu

Sarı R: sarının kırmızı nüanslı olduğunu gösterir.

Örnek: Remazol Red B (mavi nüanslı kırmızı)

b) Nüans şiddetini gösteren sayılar:

Aynı türdeki boyarmaddelerin aynı nüanstaki farklı boyarmaddelerini ayırdetmek için nüans şiddetlerinin farklarından yarlanılır. Nüansın şiddeti arttıkça nüansı belirleyen harfin önündeki sayı da artar. Örneğin, Kırmızı renkli boyarmaddelerin nüans şiddetleri farkları şöyle gösterilebilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Procion Red B
Procion Red 3B
Procion Red 5B
Procion Red 8B

c) Özel nitelikleri gösteren işaretler:

Bu sınıftaki işaretlerin her firma için değişik anlam ve işaretleri varsa da bazılarının genel anlamları vardır. Örneğin L: ışık haslığının yüksek olduğunu, LL: ışık haslığının çok yüksek olduğunu, F: ince öğütülmüş olduğunu, P: baskıda kullanılabilen boyarmadde olduğunu, E: çektirme yöntemi ile boyamaya uygun olduğunu gösterebilir.

d) Konsantrasyon:

Boyarmaddeler, üretici firmalar tarafından içine dolgu maddeleri katılarak piyasaya verilir. Bu işlem belli bir standardı tutturmak için yapılır. Boyarmaddeye ilave edilecek dolgu maddeleri boyamaya etki etmeyecek yapıda olmalıdır. Bunlar sodyum klorür, sodyum sülfat veya dekstrin gibi maddelerdir. Üretici firma bu dolgu maddelerini belli miktarlarda ilave ederek bir standard tutturur. Boyama reçetelerini de bu standarda göre verir. Standard boyarmaddelerin konsantrasyonu, % 100 olarak kabul edilir. Bu değer bazı boyarmaddelerin etiketi üzerinde bulunur, bazılarında bulunmaz. Etiketinde konsantrasyon işareti bulunmayan boyarmaddenin standard olduğu kabul edilir. Üretici firma bazı durumlarda dolgu maddesini standarda göre azaltıp çoğaltabilir. Bu durumda boyarmaddenin konsantrasyonunu etiketi üzerinde belirtmelidir. Örneğin, %150, %200 gibi.

2. Boyama Reçetesi

Boyama işlemi boyarmadde firmasının önerdiği reçeteye göre yapılır. Bir reçetenin anlaşılabilmesi için bazı teknik terimlerin bilinmesi gereklidir.

% Renk şiddeti: Rengin koyuluk yüzdesinin gösterir. 100 g veya kg tekstil materyali için boyama banyosuna eklenen g veya kg olarak boyarmadde miktarıdır.

Flotte: Boyarmadde ile birlikte tüm ilave maddelerini içeren boyama çözeltisidir.

Flotte oranı: 1 g veya 1 kg materyalin boyanması için alınan ml veya litre cinsinden flotte hacmidir. 1:10, 1:50 veya 1:100 gibi.

Kısa flotte: 1:1, 1:3, 1:5 ve 1:10 değerlerindeki flotte oranlarına kısa flotte denir.

Uzun flotte: 1:50, 1:100 veya 1:200 değerlerindeki flotte oranları uzun flotte olarak isimlendirilir.

Boyarmadde çekimi: Flottedeki boyarmaddenin materyal üzerine çekilme miktarıdır. Yüzde olarak ifade edilir. %60 lık çekim demek, boyarmaddenin % 60 ı materyal üzerine çekilmiş, % 40 ı ise flotte içinde kalmış anlamındadır.

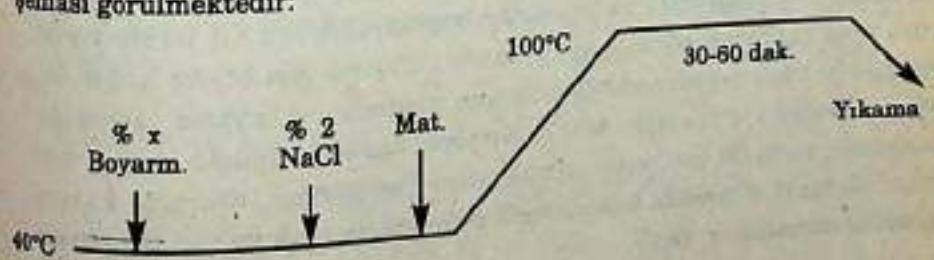
Egal (düzgün) boyama: Materyalin her tarafında boyarmadde konsantrasyonunun aynı olması demektir. Egal boyanmış bir materyalde renk şiddeti her yerde aynı olur.

Abraş (dalgalı) boyama: Boyarmadde materyalin farklı bölgelerinde farklı konsantrasyonlarda ise abraş boyama yapılmış demektir.

Migrasyon: Boyama sırasında boyarmaddenin, materyal üzerinde yüksek konsantrasyonlu yerlerden düşük konsantrasyonlu yerlere göç etmesidir. Migrasyon özelliği düzgün boyama için gerekli bir özelliktir.

Boyama reçetesi: Boyamanın süresini, sıcaklığını, ilave maddelerini, ilave sürelerini belirten bilgilere boyama reçetesi denir. Verilen örneğe uygun olan rengi tutturabilmek için boyama reçetesine kesinlikle uymak gereklidir.

Boyama şeması: Flotte sıcaklığı ile boyama süresi arasında çizilen eğri boyama şeması olarak bilinir. Ordinata sıcaklık derecesi, absise ise zaman işlendiğinde boyama şeması ortaya çıkar. Genellikle ordinat ve absis konulmaksızın boyama şeması çizilebilir. Aşağıda böyle bir boyama şeması görülmektedir:



Bir boyama reçetesinde tekstil materyalinin cinsi, miktarı, boyamada renk şiddeti, banyo oranı, boyama yardımcı maddeleri ve bunların miktarları yazılıdır. Ayrıca boyarmaddenin, materyalin ve yardımcı maddelerin boyamanın hangi aşamasında banyoya verileceği, hangi sıcaklık derecelerinde ne kadar kalacağı da belirtilir.

3. Boyama Banyosunun Hazırlanması

Boyama için üçüncü aşama boyama banyosu (flotte)'nin hazırlanmasıdır. Boyama banyosu, boyarmadde ile birlikte tüm diğer ilave maddelerini de içeren boyama çözeltisidir. Flotte hazırlamak için yumuşak ve tortusuz, temiz su kullanılmalıdır. Suya sertlik verici iyonlar, boyarmaddelerle suda çözünmeyen bileşikler oluşturabilir. Bulanıklık veren partiküller de boyamada güçlükler çıkarır.

Boyarmadde yumuşak ve sıcak suda çözündürülür. İyice çözünmesi için karıştırılır. Çözünmeyen partiküllerin uzaklaştırılması için bir elek bezi kullanılarak süzülür; miktarı önceden hesaplanan banyo içine eklenir.

Banyo hazırlanmasında kullanılacak su miktarı, banyo oranı (flotte oranı) ile belirlenir. Bu oran materyalin ağırlığının, banyo hacmine oranıdır: kg/L veya g/mL gibi. Banyo oranı 1/1, 1/2, 1/3, 1/5, 1/10, 1/100 veya 1/200 olabilir.

4. Boyama

Boyama işlemi verilen reçeteye uyularak gerçekleştirilir. Boyamada ilave maddelerinin miktarları ve ortamın pH'ı konusunda titiz davranılmalıdır. Aksi halde boyamada istenmeyen sonuçlar alınabilir. Endüstride büyük partilerle boyama yapıldığı düşünülürse, iyi sonuçların alınmaması, ekonomik zararlara yol açar.

Boyacı genellikle verilen bir renk örneğine göre boyama yapmak zorundadır. Bunun için, ya kendisine uygulayabileceği bir reçete verilir veya *renk tutturma* işlemi yapılır. Renk tutturma için boyacı uygun boyarmadde veya boyarmaddeleri; bunun yanında da boyama metodunu seçer. Boyama sırasında örnek parçaya bakarak rengin tutup tutmadığını; tutmadı ise rengi açmak veya değiştirmek üzerinde karara varır. Boyama sırasında boyarmadde ilaveleri ile renk ve ton değiştirme işlemine *nüanslama* denir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

VII.2.2. Asid Boyarmaddelerle Boyama

Asidik ortamda boyama yapan boyarmaddeler *asid boyarmaddeleri* olarak isimlendirilir. Bunlar yün, ipek ve moher (tiftik) gibi protein lifler ile poliamid (nylon) elyafı boyarlar. Suda çözündüklerinde molekülde bulunan sülfon grubu anyon şeklinde bulunur.

$$Bm - SO_3Na \rightarrow Bm - SO_3^- + Na^+$$

Asid boyarmaddeler protein liflerine, lifin polimer molekülleri ile boyarmadde molekülleri arasında meydana gelen iyonik bağlarla bağlanırlar. Yünde boyarmaddenin bağlandığı uç, lif polimeri üzerinde çok sayıda bulunan amino $-NH_2$ gruplarıdır. Boyama banyosu asidik olarak hazırlandığından bu ortamda amino grupları pozitif yükle yüklenir. Böylece negatif yüklü boyarmadde anyonlarını iyonik bağla kendine bağlar.

$$Yün{-}NH_2 + H^+ \rightarrow Yün{-}NH_3^+$$

$$Yün{-}NH_3^+ + Bm{-}SO_3^- \rightarrow Yün{-}NH_3^+ \cdot SO_3\,Bm$$

Yün lifinde çok sayıda amino grubu vardır. Bu grupların sayısı nylonla kıyaslandığında 20 misli; ipekle kıyaslandığında ise, beş misli fazladır. Yün boyamada, lif yapısındaki boyarmadde moleküllerinin kolayca difüzlenmesini sağlayan amorf bölge oranının yüksekliği ve bu bölgelerdeki amino grubu sayısının fazlalığı nedeniyle koyu renklere boyama kolayca gerçekleştirilebilir.

Nylonun boyanması da elyaf ve boyarmadde molekülü arasında iyonik bağ oluşumu ile meydana gelir. Amino grupları nylon moleküllerinde uç gruplar şeklindedir. Nylon liflerinde kristalin bölge oranının yünden fazla oluşu ve amino gruplarının sayısının azlığı, asid boyarmaddelerle koyu renklerin elde edilmesini engeller.

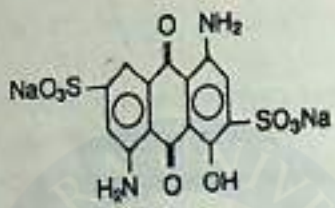
Nylonun asid boyarmaddelerle boyanması, aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$nylon{-}NH_2 + H^+ \rightarrow nylon{-}NH_3^+$$

$$nylon{-}NH_3^+ + Bm{-}SO_3^- \rightarrow nylon{-}NH_3^+ \cdot SO_3{-}Bm$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Protein ve poliamid lifleri, asid boyarmaddelerle boyandıklarında; lifin polimer sistemi ile boyarmadde molekülü arasında iyonik bağlar yanında hidrojen köprüleri ve van der Waals kuvvetleri de oluşur. Ancak, elyaf tarafından tutulan boyarmadde üzerinde başlıca rolü iyonik bağlar oynamaktadır.



Formül VII.1. Bir asid boyarmadde: C.I. Asid Blue 45.

Bazı asid boyarmaddelerinin protein liflerine karşı oldukça yüksek substantiviteleri vardır. Bu sebeple düzgün bir boyama yapılmaz ve bu şekilde boyanmış materyalde yeniden düzgün boyamanın elde edilmesi imkansızdır. Bunun önüne geçmek için, boyama banyosuna boyamayı geciktirici (retarder) bir egalize maddesi eklemek gerekir. Sodyum sülfat gibi bir elektrolitin ilavesi, asid boyarmaddelerle protein elyafın boyanma hızını yavaşlatacaktır. Banyoya eklenen sodyum sülfatın iyonlaşması ile meydana gelen negatif yüklü sülfat iyonları, boyarmadde anyonlarından daha küçük olduğundan; banyo içinde çok daha hızla hareket eder. Protein üzerindeki boyarmadde bağlayacak bölgeler bu nedenle sülfat iyonları tarafından işgal edilir ve asid boyarmadde anyonlarının etkisini engeller. Sıcaklığı arttırmakla, verilen ısı enerjisi boyarmadde moleküllerinin kinetik enerjisini arttırır. Bu şekilde yavaş yavaş sülfat iyonlarının geciktirme etkisi ortadan kaldırılmış olur. Bunun sonucunda, boyarmadde molekülleri giderek sülfat iyonlarının yerini alır ve elyafa bağlanır.

Asid boyarmadde banyosunun sıcaklığı 40°C nin altında ise, boyarmadde moleküllerinin elyafın polimer sistemine doğru geçişi yoktur. Temperatür yavaş yavaş arttırıldıkça, boyarmadde molekülleri, boyama banyosunu terkederek elyafın polimer sistemi içine girerler.

Asid boyarmaddeler, boyama yöntemi bakımında üç gruba ayrılır:

1. *Egalize asid boyarmaddeler:* (Kuvvetli asidik banyoda çekilen ideler.)

Bu grup boyarmaddelerin, banyo pH'ının 2-3 olduğu ortamda çekim hızları çok fazladır. Bu boyarmaddelerle boyama için bir örnek reçete aşağıda verilmiştir.

% x Boyarmadde

% 2-4 Sülfürik asid

% 10-20 Glauber tuzu (Sodyum sülfat+10 mol kristal suyu)

Banyo çözeltisi boyarmadde içermeksizin hazırlanır. 30-40°C ye ısıtılmış banyoya materyal verilir. 10-20 dakika bu sıcaklıkta tutularak materyal ıslatılır ve asidlendirilir. Böylece protein elyaf materyalin yüzeyinde pH değerinin düzgün ve eşit olması sağlanır. Materyal banyodan alınarak önceden çözündürülmüş boyarmadde eklenir. Materyal ilavesi ile sıcaklık yavaş yavaş arttırılır. 45 dakikada kaynama sıcaklığına çıkılır. Bu sıcaklıkta 45 dakika bekletilir. Boyama sırasında, tüm boyarmadde elyaf tarafından çekilmişse, banyo renksizleşir. Bu andan sonra boyamaya son verilir. Renk tutturma işlemi yapılacak ise, kaynama sırasında uygun boyarmaddeler eklenir.

2. *Asid dink boyarmaddeler:* (Zayıf asidik banyoda çekilen boyarmaddeler).

pH'ın 3,5-5,5 arahğında olduğu banyolarda uygulanabilen boyarmaddelerdir. Dinklemeye karşı haslık özellikleri gösterdiğinden asid dink boyarmaddeler adı verilmiştir. Asid dink boyarmaddelerle boyama reçetesi aşağıda verilmiştir.

% x Boyarmadde

% 3-5 Asetik asid (%30 luk)

% 10-15 Glauber tuzu

Banyo çözeltisi boyarmadde içermeksizin hazırlanır. 30-40°C ye ısıtılmış banyoya materyal verilir. 10-20 dakika bu sıcaklıkta tutularak materyal ıslatılır ve asidlendirilir. Böylece materyal yüzeyinde pH değerinin düzgün ve eşit olması sağlanır. Materyal banyodan alınarak önceden çözündürülmüş boyarmadde eklenir. Materyalin tekrar ilavesi ile sıcaklık yavaş yavaş arttırılır. 45 dakikada kaynama sıcaklığına çıkılır. Bu sıcaklıkta bir süre boyandıktan sonra %1-3 asetik asid (%30luk) eklenerek toplam 45 dakika bekletilir. Boyama sırasında, tüm boyarmadde elyaf tarafından çekilmişse, banyo renksizleşir. Bu andan sonra bo-

yamaya son verilir. Renk tutturma işlemi yapılacak ise, kaynama sırasında uygun boyarmaddeler eklenir.

3. *Asid süper dink boyarmaddeler:* (Nötral veya çok zayıf asidik ortamda boyayan boyarmaddeler):

Bu grup boyarmaddeler, dinklemeye karşı yüksek haslıkta olduklarından bu adı alırlar. pH'ın 5,5-7,0 olduğu ortamlarda boyama yapılır. Bu pH değeri için amonyum sülfat veya amonyum asetat tuzları kullanılır. Bu boyarmaddelerle uygulama reçetesi aşağıda verilmiştir.

% *x* Boyarmadde

% *2-5* Amonyum sülfat veya amonyum asetat

Banyo çözeltisi boyarmadde konmadan hazırlanır. 40-45°C ye ısıtılmış banyoya materyal verilir. 10-20 dakika bu sıcaklıkta tutularak materal ıslatılır ve asidlendirilir. Böylece materyal yüzeyinde pH değerinin düzgün ve eşit olması sağlanır. Materyal banyodan alınarak önceden çözündürülmüş boyarmadde eklenir. Materyalin tekrar ilavesi ile sıcaklık yavaş yavaş arttırılır. 45 dakikada kaynama sıcaklığına çıkılır. Bu sıcaklıkta 45 dakika bekletilir. Boyamanın sonuna doğru % 1-2 asetik asid eklenerek çekimin tamamlanması sağlanır. Boyama sırasında, tüm boyarmadde elyaf tarafından çekilmişse, banyo renksizleşir. Bu andan sonra boyamaya son verilir. Renk tutturma işlemi yapılacak ise, kaynama sırasında uygun boyarmaddeler eklenir.

Asid Boyarmaddelerin Özellikleri

Işık Haslığı

Asid boyarmaddelerle boyama ve baskıda ışık haslıkları iyidir. Bu boyarmaddelerin kromojen grubundaki elektron düzenlemeleri, gün ışığına ve UV ışığının bozundurma etkisine karşı dayanıklıdır.

Yıkama Haslığı

Asid boyarmaddelerinin iyi egalize olanlarında yıkama haslıkları 2-3; orta egalize olanlarında 3-4 ve güç egalize olanlarda 4-5 değerindedir. Boyanmış veya basılmış materyal üzerindeki asid boyarmaddeleri iki faktörden etkilenebilir: 1- Asid boyarmaddeleri elyafa iyonik ve hidrojen bağları ile bağlıdır. Bu bağlar su ile hidroliz olabilir. Yıkama sırasında elyafa zayıfça bağlanmış bulunan asid boyarmadde

molekülleri kolayca polimer sistemden uzaklaşabilir. 2- Doğal olarak asid yapısında olan bu boyarmaddeler asidlere karşı dayanıklıdır. Ancak yıkama sırasında bazik deterjanlarla birleşerek yıkama suları ile tekstil materyalinden uzaklaşabilir.

VII.2.3. Azoik Boyarmaddelerle Boyama

Yapılarında azo grubu olduğu için azoik boyarmaddeler adı verilen bu sınıfa, *naftol* boyarmaddeleri veya *inkişaf* (geliştirme) boyarmaddeleri de denilmektedir. Bu boyarmaddeler, selülozik yapıdaki tüm lifleri boyamada kullanılır.

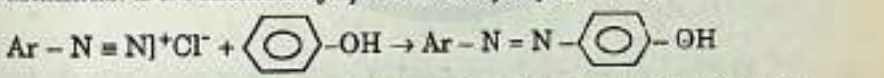
Ayrıca, ipek, poliamid, asetat ipeği ve poliester boyanmasında kullanılır.

$$Ar{-}NH_2 + NaNO_2 + HCl \rightarrow Ar - N \equiv N]^+Cl^- + NaCl + H_2O$$

Ar: aromatik

Formül VII.2. Diazolandırma Reaksiyonu

Bu sınıfın uygulanmasında en önemli özellik boyarmaddenin, suda çözünen iki ayrı bileşenden elyafın amorf bölgeleri içinde sentez edilmesidir. Meydana gelen boyarmadde molekülünde, suda çözündürücü grup bulunmaz. Bu bakımdan yaş haslıkları çok yüksektir.



Formül VII.3. Diazonyum tuzunu naftol bileşeni ile reaksiyonu (kenetleme=inkişaf)

Boyarmaddeyi oluşturan iki bileşenden biri, naftol yapısında bir bileşiktir, kenetleme bileşeni de denilir. Bu nedenle, azoik boyarmaddelere *naftol boyarmaddeleri* de denilir. Boyama işleminde suda çözünmeyen naftol bileşeni, uygun miktarda sodyum hidroksit kullanılarak naftolat şeklinde çözündürülür. Tekstil materyali bu çözelti ile ıslatılır. Bu işlem, azoik boyarmaddelerle boyamada *zeminleme* basamağıdır. Zeminlenmiş tekstil materyali üzerindeki aşırı miktardaki naftolat çözeltisinin uzaklaştırılması gerekir. Çözeltinin fazlası, çalkalama, sıkma, emme ve santrifüjleme ile uzaklaştırılır. Naftolat ile zeminlenen materyal, uygun bir diazonyum bileşiği ile muamele edilir. Elyafın polimer zincirleri arasında boyarmaddenin oluşturulması aşamasına, *inkişaf* veya *geliştirme* denir. Diazonyum bileşiği ya bir aromatik amin şeklindedir, ki buna kısaca *baz* adı verilir; veya aromatik aminin stabilize edilmiş diazonyum tuzu şek-

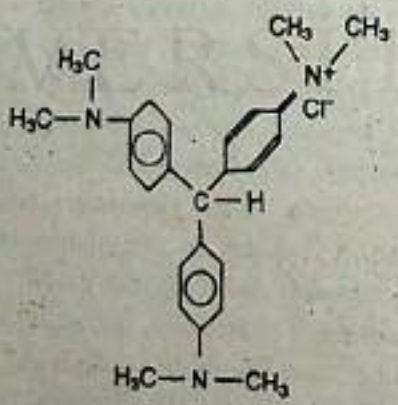
lindedir. Bu şekilde ise, buna kısaca *tuz* denir. Diazonyum tuzu çözeltisi, ya baz çözeltisinin nitrit ve asid ile diazolandırılması (Formül VII.2) ile, veya doğrudan stabilize tuzun suda çözündürülmesi ile elde edilir. Bu çözeltiye 20-50 g/L sodyum klorür eklenir. Zeminlenmiş tekstil materyali soğukta diazonyum tuzu çözeltisi ile muamele edildiğinde boyarmaddenin sentezi gerçekleşir. Boyarmadde pigmenti, elyaf içinde olduğu kadar, elyaf yüzeyinde ve banyo içinde de oluşur. Elyafa yalnızca mekanik olarak bağlanan bu moleküllerin uzaklaştırılması için son aşama olarak iyi bir yıkama işlemi yapılmalıdır. Bunun için sabun ve soda ile hazırlanmış bir yıkama banyosunda materyal kaynatılır.

Azoik boyarmaddeler, ışık ve yıkama haslıkları yüksek boyarmaddelerdir. Bunların yanında sürtünme haslığı da yüksektir. Bu nedenle özellikle pamuklu dikiş ve nakış ipliklerinin boyanmasında kullanılır.

VII.2.4. Bazik Boyarmaddelerle Boyama

Çözelti içinde molekülünün renkli kısmı pozitif yüklü iyon haline geçtiği için bu boyarmaddelere *katyonik boyarmaddeler* de denilir. İlk sentez edildiklerinde yün ve ipeği boyamak için kullanılmış; fakat düşük haslıkları nedeni ile terkedilmiştir.

Akrilik liflerin ortaya çıkması ile bazik boyarmaddeler de önem kazanmıştır. Bu lifler için boyama ve baskıda bugün yalnız bazik boyarmaddeler kullanılmaktadır. Bu boyarmaddeler diğer tekstil boyarmaddelerinden parlak renkleri ile farklandırılırlar.



Formül VII.4. C.I. Basic Violet 3

Bazik boyarmaddeler, renkli kısmı pozitif yüklü olan tek boyarmadde sınıfıdır. Bu boyarmaddelerde anyon olarak klorür Cl^- bulunur. Bu anyon boyarmaddenin suda çözünebilmesine yardım eder. Formül VII.4 de bir bazik boyarmadde formülü görülmektedir.

Bazik boyarmaddeler akrilik liflerine zayıf asidik ortamda uygulanırlar. Bunların akrilik liflere karşı substantiviteleri yüksektir ve dar bir temperatür sınırı içinde boya çekimi iyidir. Düzgün (egal) boyama özelliğinin zayıf oluşundan dolayı, abraş boyamayı önlemek için boyama sırasında dikkatli olunmalıdır. Bu da retarder (geciktirici) kullanımı ve boyama sırasında sıcaklık ayarı ile yapılabilir.

Bazik boyarmaddenin renkli kısmı katyon şeklindedir. Boyarmadde katyonu lifin negatif yüklü olan yüzeyine absorblanır. Böylece lifin negatif yükü nötralleştirilir. Boyama banyosunun sıcaklığının yükselmesi, boyarmaddenin elyafın polimer sistemi içine girmesi için gerekli enerjiye sahip olmasını sağlar. Boyarmadde polar bağlar oluşturarak elyaf içinde yerleşir. Lif içindeki serbest asidik grupların sayısı, bazik boyarmaddenin akrilik elyafla ancak kantitatif miktarlarda bağlanabileceğini belirler.

$$PAN - SO_3^- + Bm^+ \rightarrow PAN\text{–}SO_3^- Bm^+$$

Akrilik elyafın boyanmasında dalgalı boyanmayı önlemek üzere boyama banyosuna katyonik yapıda bir geciktirici (yüzey-aktif madde) eklenir. Bu madde boyarmadde ile yarışarak lifin negatif merkezlerine boyarmadde yerine kendisi bağlanmaya çalışır. Böylece elyaf üzerinde boyarmadde moleküllerinin birikmesi önlenir. Lifin negatif merkezlerinde katyonik retarderin bulunması, akrilik life karşı büyük substantiviteye sahip bazik boyarmaddenin yavaş yavaş, düzgün bir boyama vermek üzere katyonik madde ile yer değiştireceği anlamına gelir.

Bazik Boyarmaddelerin Özellikleri

Işık Haslığı

Bazik boyarmadde ile boyanmış veya baskı yapılmış akrilik materyalde ışık haslığı mükemmeldir. Bunların renk haslıkları 6-7 arasındadır. Bu yüksek haslık değerleri akrilik liflerinin suyu az miktarda absorblayabilen hidrofob yapılarından ve güneş ışığına karşı dayanıklı olmasından ileri gelir. Bu iki faktör, boyarmadde molekülü üzerine

güneş ışınlarının etkisini minimuma indirir.

Yıkama Haslığı

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bazik boyarmaddelerin yıkama haslıkları 4-5 değerindedir. Bu yüksek değerler, akrilik liflerinin bazik boyarmaddelere karşı substantivitesinin yüksek oluşu ve polimer sistemin hidrofobik yapısından ileri gelir.

Bazik boyarmaddeler parlak ve şiddetli renk tonları ile karakterize edilirler.

VII.2.5. Direkt Boyarmaddelerle Boyama

Direkt boyarmaddeler, selülozik elyafa karşı mükemmel olan substantivitelerinden ötürü, *substantif boyarmaddeler* olarak da bilinir. Doğal veya rejenere, bütün selülozik liflerin boyanmasında kullanılırlar.

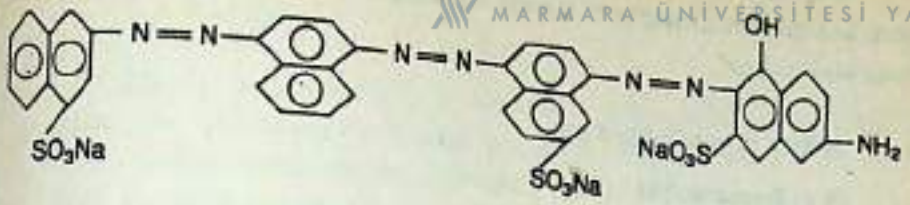
Direkt boyarmaddeler, selülozik elyafa içinde sodyum klorür gibi bir elektrolit bulunan sulu çözelti içinde uygulanırlar. Elektrolit ilavesi, boyarmaddenin lifin polimer sistemi içine çekilebilmesi için elzemdir.

Banyo içine sodyum klorür eklendiğinde, çözeltide tamamen Na^+ sodyum iyonu ile Cl^- klorür iyonuna ayrılır. Boyama banyosu içinde selülozik lifler negatif elektrik yükü ile yüklü olduğundan sodyum katyonlarını çeker. Böylece elyafın zeta potansiyeli olarak da ifade edilen yüzey yükü nötralize edilir; direkt boyarmadde anyonlarının lif içine girmesi kolaylaşır. Banyo içindeki klorür iyonlarının varlığı da boyarmadde anyonlarının banyoyu terketmesine ve elyaf içine nüfuz etmesine yardımcı olur.

Boyamanın sıcak ortamda yapılması, banyo içindeki bileşenlerin enerjilerini arttırır, lifi şişirir ve boyama hızını yükseltir.

Direkt boyarmaddelerde oksokrom grupların varlığı, ona su içinde iyi bir çözünürlük sağlar. Direkt boyarmaddelerin çoğu, sülfonik asidin sodyum tuzlarıdır. Bu bakımdan molekül yapıları asid boyarmaddelere benzer. Gerçekte bazı boyarmaddeler, hem asid hem de direkt boyarmadde olarak kullanılabilir. Formül VII.5.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Formül VII.5. C.I. Direct Blue 71

Boyarmaddenin elyafa bağlanması H-bağları veya van der Waals kuvvetleri ile olur. Boyama işlemi asidik, nötr veya bazik ortamda yapılabilir. Boyama işlemine hazırlanan materyal önceden iyice ıslatılmış ve sıkılmış olmalıdır. Aşağıda direkt boyarmaddeler için bir uygulama reçetesi verilmiştir. Bazik, asidik ve nötr ortamda yapılan boyama sırasında eklenecek maddelerin materyal flotteden alındıktan sonra eklenmesi düzgün bir boyama için zorunludur.

Reçete:

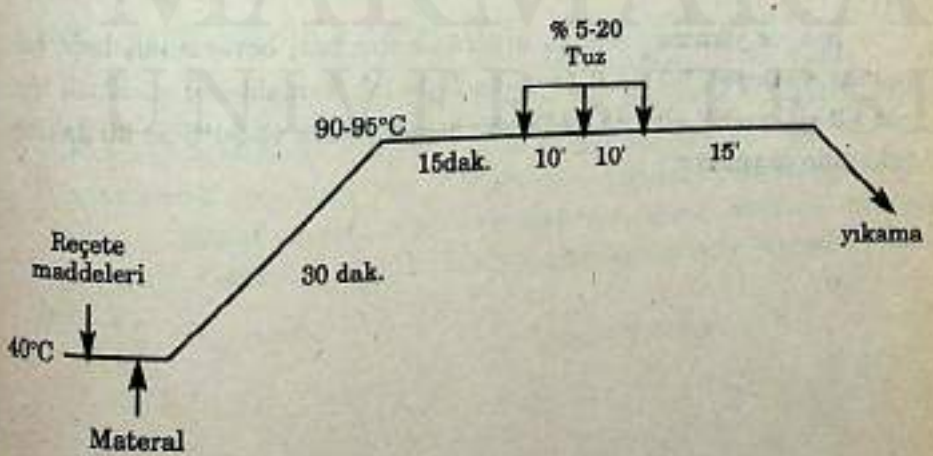
Bazik ortamda boyama:

% *x* Boyarmadde

% *5-20* Tuz veya Glauber tuzu

% *0,5* Egalize maddesi

% *0,5-2* soda



Boyama reçetelerinde % olarak verilen ifadeler materyal ağırlığına göre hesaplanır. Örneğin % 2 soda denildiğinde 100 g materyal için 2 g soda alınacaktır.

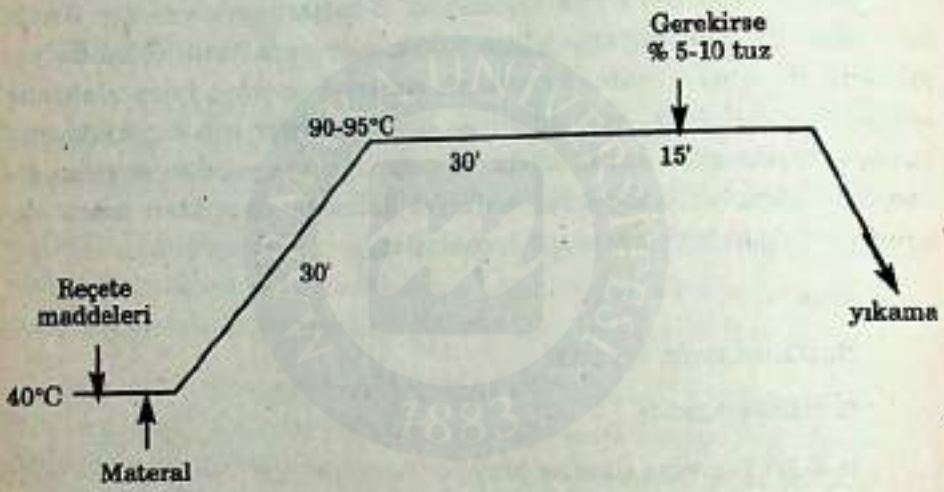
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Nötral ortamda boyama:

% x Boyarmadde

% 5-30 tuz veya glauber tuzu

% 0,5 Egalize maddesi



Viskoz ipeği veya viskon gibi rejenere selülozik elyafın boyanmasında sıcaklık 90-95°C yerine 80-85°C ye ayarlanmalıdır.

Işık ve yıkama haslığını arttırmak için bazı boyarmaddelerle boyanmış materyal, 1-3 mL/l formalin (%30 luk formaldehid çözeltisi) içeren 1-3 mL asetik asid ile asidlendirilmiş banyoda 40-60°C de 30 dakika bekletilir ve yıkanır.

Direkt Boyarmaddelerin Özellikleri

Işık Haslığı

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Direkt boyarmaddelerle boyanmış veya basılmış tekstil materyalinde ışık haslığı ortalama 3 gibi bir değerdedir. Bu, direkt boyarmaddelerin kromofor gruplarında stabil olmayan bir elektron düzeni olduğunu göstermektedir. Güneş ışığına doğrudan ve kısa süre maruz kalma, boyarmadde molekülünde bozunmayı başlatması için yeterlidir. Bu bozunma direkt boyarmadde ile boyanmış veya basılmış tekstil materyalinde solma şeklinde gözlemlenir.

Yıkama Haslığı

Direkt boyarmaddelerin yıkama haslıkları da 2-8 gibi düşük değerlerdedir. Bu olumsuz değerler, direkt boyarmadde anyonunda bulunan çok sayıdaki oksokrom gruplardan ileri gelir. Direkt boyarmadde anyonu, selülozik liflere hidrojen köprüleri ve van der Waals kuvvetleri ile bağlanır. Yıkama sırasında bu zayıf bağlar su ile hidroliz olur; lifin polimer sistemi içinden uzaklaşır. Bu da materyalin solmasına sebep olur.

Direkt boyarmaddelerle boyama işlemleri oldukça basit ve kolaydır. Bu kolaylık, boyarmaddenin lif üzerinden de kolayca ayrılmasına sebep olur. Haslık düşmesi şeklinde sonuçlanan bu olay direkt boyarmaddeler için bir dezavantajdır. Ancak uygulama kolaylığı ve ucuzluğu nedeniyle günümüzde hala selülozik tekstil materyalleri için kullanılmaktadır. Bu avantajları yanında sahip olduğu kötü haslık değerleri gibi dezavantajlarını gidermek üzere çeşitli işlemler yapılmaktadır. Boyamadan sonra haslık yükseltilmesi için yapılan bu işlemlere *son işlemler* denir. Direkt boyarmadde molekülü ne kadar büyükse, polimer sistemden ayrılması o kadar zor olur. Bu nedenle son işlemlerde boyarmaddenin moleküler hacmi büyütülmeye çalışılır. Böylece yıkama ile polimer sistemden uzaklaşması zorlaşır. Aşağıda haslık yükseltmek amacıyla direkt boyarmaddelere yapılan çeşitli son işlemler verilmiştir:

1. Diazolandırma:

Bazı direkt boyarmaddeler, azoik yapıdaki boyarmaddelere benzer. Bunlar azoik boyarmaddelerde olduğu gibi naftollerle birleştirilerek moleküler hacmi büyütülmüş olur. Böylece yıkama haslığı yükselir.

2. Bakırla son işlem:

Bazı direkt boyarmaddeler bakır sülfat çözeltisi ile muamele edildiğinde bir metal kompleksi oluşturur. Bu metal kompleksi, orijinal boyarmadde molekülünden çok daha büyüktür. Direkt boyarmadde ile boyanmış materyal, bakır sülfat çözeltisi ile muamele edilerek yıkama haslığı yükseltilebilir.

Işık haslığını arttırmak için materyal, 1-3 g/L $CuSO_4$, 2-4 g/L asetik asid içeren 50-60°C lik bir banyoda 30 dakika tutulur, daha sonra yıkanır.

3. Katyon-aktif maddeler:

Direkt boyarmadde ile boyanmış bir tekstil materyali, özel bir katyon-aktif madde ile muamele edilebilir. Sulu çözeltide lifin polimer sistemi içine yerleşmiş boyarmadde molekülleri zayıf bir şekilde iyonize olur. Yapısındaki sülfon veya karboksil grupları nedeniyle bu iyon negatif yüklüdür. Sulu çözeltiye katyon aktif madde eklenir eklenmez o da pozitif yüklü bir iyon verir. Bu katyonlar boyarmadde anyonları tarafından çekilir ve sonunda büyük bir molekül meydana gelir. Bu büyük molekülün yıkama sırasında uzaklaşabilmesi zor olduğundan; yıkama haslığı yükselir. Bunun yanında, katyon-aktif madde ile son muamele edilmiş direkt boyarmadde ile boyanmış tekstil materyalinde ışık haslığı azalır.

4. Formaldehidle Son İşlem:

Bazı direkt boyarmaddeler zayıf asidik ortamda, yaklaşık 70-80°C de formaldehid (HCOOH) ile reaksiyon verir. Boyarmadde molekülleri birbirleri ile metilen $-CH_2-$ çapraz bağları ile bağlanır. Böylece lif içinden yıkamakla çıkarılmayan büyük boyarmadde molekülleri meydana gelir.

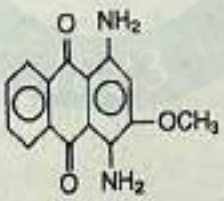
Işık ve yıkama haslığını arttırmak için bazı boyarmaddelerde boyanmış materyal, 1-3 ml/L formalin (%30 luk formaldehid çözeltisi) içeren 1-3 mL asetik asid ile asidlendirilmiş banyoda 40-60°C de 30 dakika bekletilir ve yıkanır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

VII.2.6. Dispers Boyarmaddeler

Bu sınıf boyarmaddelerin isimleri, suda çözünmemeleri ve uygulamanın sudaki dispersiyonlarında yapılmasından kaynaklanmaktadır. Dispers boyarmaddelerle boyanabilen lifler selüloz esterleri ve sentetik liflerdir. Özellikle selüloz asetat ve poliester lifleri için kullanılır.

Dispers boyarmaddeler, sudaki dispersiyonlarını oluşturmak üzere bir yüzey aktif madde katılmış su içine konur. Dispers boyarmaddenin suda çözünmeme özelliği, onun boya banyosunu terkederek, çok daha substantif olan lif içine girmesini sağlar. Boyama banyosunun ısıtılması, boyarmadde moleküllerinin enerjisini arttırır ve tekstil lifinin boyanmasını hızlandırır. Isıtma lifi bir dereceye kadar şişirir ve boyarmadde moleküllerinin lifin amorf bölgeleri içine nüfuz etmesine ve orada yerleşmesine yardımcı olur. Boyarmadde molekülleri lifin polimer sistemine hidrojen bağları ve van der Waals kuvvetleri yardımıyla tutulurlar.



Formül VII.6. C.I. Disperse Red 11

Poliester lifleri, fazla kristalin ve hidrofobtur. Bunları kaynatarak orta ve koyu renklere boyamak bu yüzden çok zordur. Bu renkleri elde etmek için poliester lifleri, ya *carrier = taşıyıcı* ekleyerek veya yüksek sıcaklıklara ısıtarak boyanır.

Carrier ile Boyama:

Poliester liflerinin aşırı kristalin yapısı, geleneksel boyama yöntemi ile boyamalarda koyu renklerin elde edilmesinde problemler yaratır. Bu nedenle, dispers boyarmadde moleküllerinin poliesterin polimer sistemine koyu renkler meydana getirecek şekilde girmesine yardım eden bazı organik bileşikler boyama banyosuna eklenir. Bu bileşiklere carrier=taşıyıcı denir. Taşıyıcının bu boyama işlemine nasıl yardımcı olduğunun bir açıklaması halen tam olarak yapılmamıştır. Çok bilinen bir

açıklama; taşıyıcının lifi şişirdiği ve böylece boyarmadde moleküllerinin lifin polimer sistemine daha kolay girebildiği şeklindedir. Taşıyıcı, oldukça kötü kokulu olduğundan boyama sonrasında iyi bir yıkama ve çalkalama ile giderilmelidir. Ayrıca kullanılan taşıyıcıların zehirli olması çevre koruma açısından da bir dezavantajdır. Bu nedenle günümüzde, poliesteri bu metodla boyama, hemen hemen terkedilmiştir. Yalnız yün/poliester karışımlarının kombine boyanmasında kullanılmaktadır.

Yüksek Sıcaklıkta Boyama (HT yöntemi)

Bu boyama işlemi kaynama sıcaklığının üzerindeki sıcaklıklarda ve basınç altında yapılır. Bu şekilde poliester lifleri 100°C dekinden daha fazla şişer; boyarmadde de lifin polimer sisteminde daha derinlere nüfuz eder. Bu yöntemde taşıyıcı ilavesi ve bunun getirdiği ek masraflar ortadan kaldırılır.

Dispers Boyarmaddelerin Özellikleri

Işık Haslığı

Dispers boyarmaddelerde ışık haslıkları 4-5 değerindedir. Uzun süre UV ve günışığı altında kalan dispers boyarmaddelerle boyanmış tekstil materyalinde büyük ölçüde solma gözlenir.

Yıkama haslığı

Dispers boyarmaddelerinin yıkama haslıkları 3-4 gibi yüksek değerlerdedir. Bunun sebebi, kısmen dispers boyarmaddelerin çözünmemesinden; kısmen de uygulandığı elyafın hidrofobik yapısındandır.

Gaz Haslığı

Azot oksitlerinin varlığı halinde, özellikle antrakinon yapısındaki mavi ve mor dispers boyarmaddelerle boyanmış tekstil materyallerinde solma görülür.

Azot oksitleri, hava kirliliğinin mevcut olduğu atmosferde bulunur. Bunlar, açık gaz alevlerinden, hava ile temastaki elektrik ısıtıcılarından, benzin ve dizel motorlu araçların ekzost gazlarından meydana gelir.

Süblimleşme Haslığı

Süblimleşme, katı haldeki maddenin, sıvı hale geçmeden doğrudan gaz haline geçmesi, yani buharlaşmasıdır. Dispers boyarmaddelerde süb-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

limleşme özelliği görülür. Bu nedenle, süblimleşme sonunda renkli madde buharlaşacağından, renkte solma görülür. Bu tür boyarmaddelerle boyanmış materyalde, sıcak ütülemede boyarmaddenin buharlaşıp elyafı terketmesi sonucunda renk kaybı olur.

VII.2.7. Metal-kompleks Boyarmaddelerle Boyama

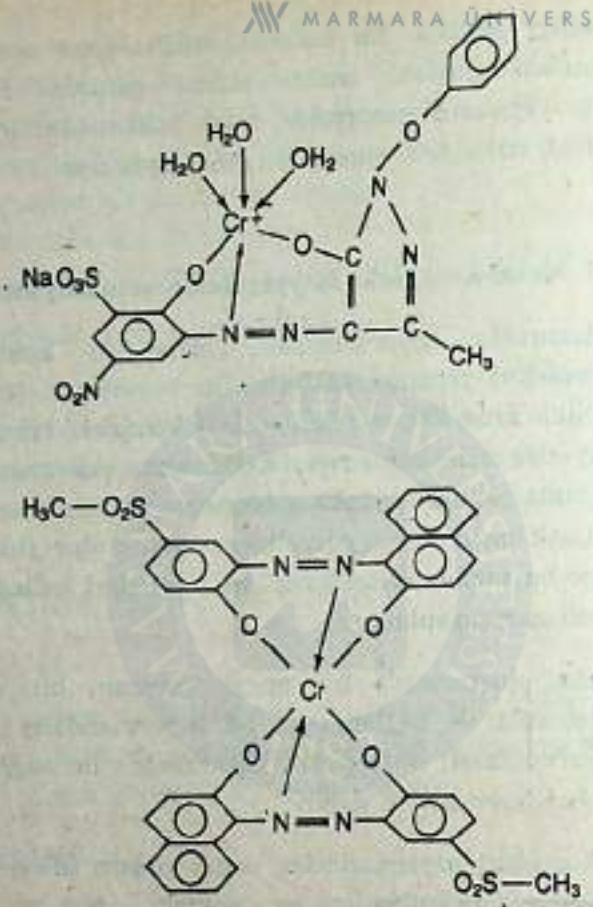
Metal-kompleks boyarmaddeler, metallerle kompleks oluşturabilecek molekül yapısına sahiptir. Bu boyarmaddeler üretim sırasında genellikle krom katyonu kullanılarak kompleks bileşik haline getirilir. Boyarmadde molekülüne metal katyonunun eklenmesi, molekülün büyümesine, suda çözünürlüğünün azalmasına ve bunun sonucu olarak da yıkama ve ışık haslıklarının yükselmesine sebep olur. Bu sebeple bazı boyarmaddeler bu şekilde metal-kompleks bileşikleri halinde üretilerek boyacıların kullanımına sulunur.

Kompleks oluşturmada bir metal katyonu, bir molekül boyarmadde molekülü ile bağlanmışsa bu boyarmaddelere, *1:1 metal-kompleks boyarmaddesi*, iki molekül boyarmadde ile bağlanmışsa *1:2 metal kompleks boyarmaddesi* denir.

Metal kompleks boyarmaddeler, doğal protein lifleri ile poliamid liflerinin boyanmasında kullanılır.

Formül VII.7. de görüldüğü gibi, 1:1 metal-kompleks boyarmaddelerde suda çözündürücü grup olarak sülfon grupları vardır. 1:2 metal kompleks boyarmaddelerde ise suda çözündürücü grup olarak noniyonik bir grup olan metil sülfon grupları vardır. Bu boyarmaddeler, molekül yapısında kompleks bağlardan dolayı negatif yük taşır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Formül VII.7. a: 1:1 metal-kompleks boyarmaddesi
b: 1:2 metal kompleks boyarmaddesi

1:1 metal-kompleks boyarmaddelerle boyamada, kuvvetli asidik ortamda çalışılır. Bu nedenle giderek yerini 1:2 metal-kompleks boyarmaddelere bırakmaktadır. Çünkü 1:2 metal-kompleks boyarmaddelerle, nötral ve zayıf asidik ortamda çalışılması gerekmektedir. Boyarmaddelerle elyafın boyanması protein veya poliamiddeki + yüklü amin gruplarına negatif yüklü boyarmadde moleküllerinin iyonik bağlarla bağlanması şeklinde olur. Bu iyonik bağlara ilaveten boyarmadde molekülünün büyüklüğü nedeniyle van der Waals kuvvetleri de rol oynar.

Metal-kompleks Boyarmaddelerin Özellikleri

Işık Haslığı

Metal kompleks boyarmaddelerin ışık haslıkları 5 değerlerindedir. Bu değer ışık haslığı için yüksek sayılan bir değerdir.

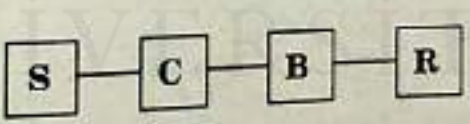
Yıkama Haslığı

Yıkama haslık değerleri 4-5 civarında olan metal-kompleks boyarmaddeleri, bu değerle materyale iyi bir kullanım kolaylığı sağlar. Bu sonuç için en büyük etken metal-kompleks boyarmaddelerin moleküllerinin çok büyük olmasıdır. Bu nedenle suya geçmek için hareket yeteneğinin azlığı, yıkama haslığını yükseltir.

Haslık değerlerinin çok iyi olmasına karşılık, metal kompleks boyarmaddelerinde renk serisi sınırlı ve renkler donuktur. Renk karışımları ile boyama yapmak da renklerin donuklaşmasını arttırır. Bu özellik, metal-kompleks boyarmaddeler için bir dezavantajdır.

VII.2.8. Reaktif Boyarmaddelerle Boyama

Reaktif boyarmaddeler, elyafı oluşturan polimer molekül ile tam bir kimyasal reaksiyon vererek kovalent bağ ile bağlanan boyarmaddelerdir. Bu sebeple, reaktif boyarmaddeler olarak isimlendirilmiştir. Bu boyarmaddeler, doğal ve yapay selülozik lifler ile, doğal protein ve poliamid liflerini boyamakta kullanılır.



Şekil VII.4.

Reaktif boyarmaddelerin molekül yapılarında dört ayrı grup vardır.

- *Moleküle renk veren grup (C)*; genellikle azo ve antrakinon yapısındadır. Asid, direkt ve dispers boyarmaddelerdeki yapıya benzer.

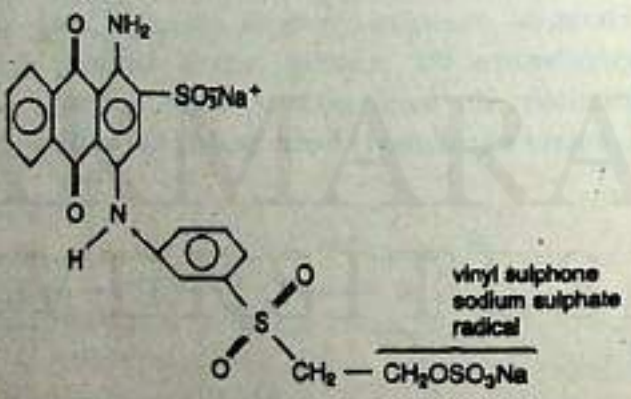
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

- *Moleküle çözünürlük veren grup (S)*: Bu grup çoğunlukla bir veya birkaç sülfon grubudur. Diğer boyarmadde sınıflarında olduğu gibi, reaktif boyarmaddelere de suda çözünebilme özelliği kazandırır.
- *Bağ grubu (B)*: Boyarmaddenin kimyasal reaksiyonu sağlayan reaktif grup ile boyarmaddenin renkli kısmı arasında bir köprü görevi gören gruplardır. Sülfonamid, amid v.b. yapıda olan bu gruplar, aynı zamanda reaktif grubun reaktivitesini arttırıcı bir rol de oynar.
- *Reaktif Grup (R)*: Elyaf polimeri ile boyarmadde molekülünün kimyasal olarak bağlanmasını sağlayan gruptur. Yapı bakımından birçok reaktif grup kullanılmasına rağmen bugün için önemli olan üç sınıf sayılabilir.

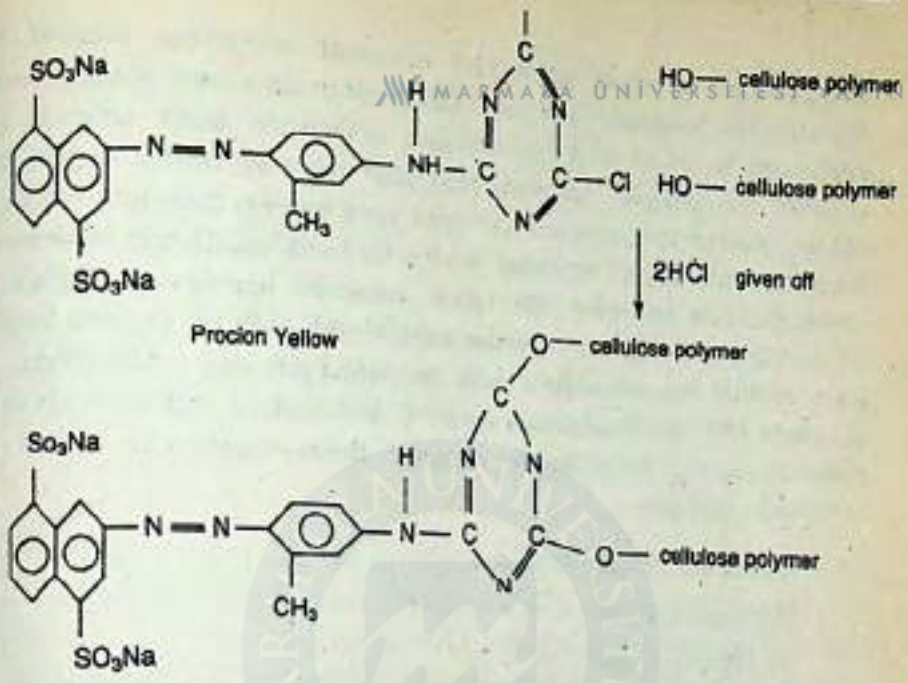
1. Triazinil grubu içeren boyarmaddeler

2. Vinil-sülfon grubu içeren boyarmaddeler

3. Bu iki grubu aynı boyarmadde molekülünde taşıyarak bifonksiyonel grup içeren boyarmaddeler.



Formül VII.8. Vinil sülfon grubu içeren reaktif boyarmadde: Reactive Blue 19 ve elyafa bağlanması



Formül VII.9. Triazinil grubu içeren reaktif boyarmadde: Reactive Yellow 3 ve elyafa bağlanması

Bu boyarmaddelere ait formüller Formül VII.8 ve 9'da gösterilmiştir. Reaktif grubun bir life bağlanması için lifin yapısında -OH, $-NH_2$ gibi gruplar olmalıdır. Bu gruplar ile reaktif grup arasında bazik ortamda bir reaksiyon meydana gelerek iki molekül birbirine kovalent bağ ile bağlanır.

Reaktif boyarmaddeler, yukarıda belirtilen polar grupları içeren farklı yapıdaki lifleri boyadığından, boyama yöntemleri de farklılıklar gösterir. Bu nedenle her lif türü için boyama yöntemi ayrı olarak anlatılacaktır.

Doğal ve yapay selülozik elyafın reaktif boyarmaddelerle boyanması:

Reaktif boyarmaddenin elyafa emdirilmesi direkt boyarmaddelerde yapılan işleme benzer. Bir elektrolit (sodyum klorür veya sodyum sülfat) beraberliğinde reaktif boyarmadde içeren banyoda, materyal reçetede verilen sıcaklık derecesinde bekletilir. Bu işlemle boyarmadde substantif olarak elyaf içlerindeki amorf bölgelere yerleşir. Bundan sonraki işlem

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

boyarmadde ile elyaf polimerini kimyasal reaksiyona sokarak birleştirmektir. Selülozdaki serbest -OH grupları ile boyarmaddenin reaktif grubunun kovalent bağ ile birleşme reaksiyonu bazik ortamda gerçekleşir. Bu sebeple, banyonu pH'ı yine reçetede verilen değere yükseltilir. Bunun için sodyum karbonat veya sodyum hidroksit kullanılır. Banyonun pH değeri ve hangi madde ile bazikleştirileceği boyarmadde kataloglarında belirtilir. Bu işlem sırasında banyonun sıcaklığı boyarmadde molekülünün yapısına bağlı olarak belli bir değerde tutulur. Bazı reaktif boyarmaddeler için bu reaksiyon oda sıcaklığında, bazılarında 40°C de; bazılarında ise 60°C de olabilir. Banyo sıcaklığı ve reaksiyon süresi, boyarmadde üreticisi firma tarafından verilen kataloglarda belirtilir.

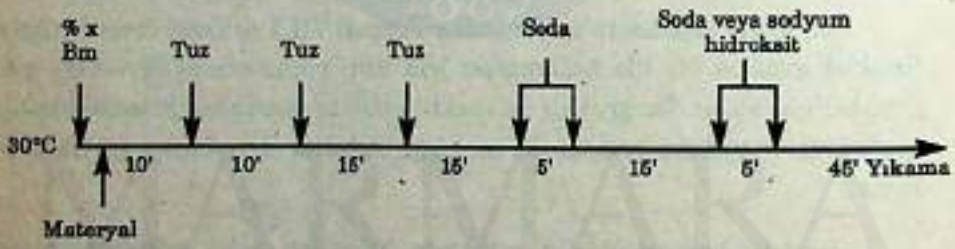
Soğukta boyama yöntemi:

Boyama reçetesi:

% x Boyarmadde

25-55g/L tuz

2-10 g/L soda veya sodyum hidroksit



Sıcakta boyama yöntemi:

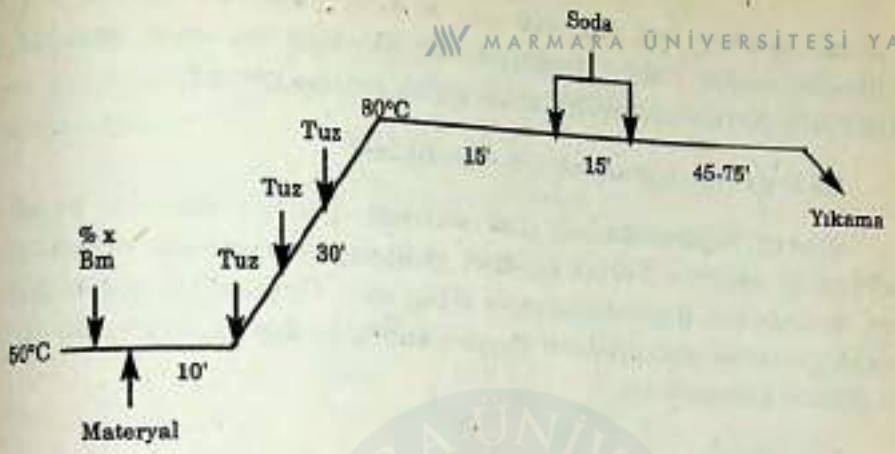
Boyama reçetesi:

% x Boyarmadde

30-90 g/L tuz

10-20 g/L soda

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Reaktif boyarmaddeler, bazik ortamda, lifin polar grupları yanında, su molekülündeki polar -OH grubu ile de reaksiyon verebilir. Bu yüzden, boyama sırasında reaktif boyarmadde moleküllerinin bir kısmı lif polimeri yerine su molekülü ile reaksiyona girer. Su ile meydana gelen bu reaksiyona hidroliz; boyarmadde molekülüne de hidroliz olmuş boyarmadde denir. Hidroliz olmuş boyarmadde molekülü lif ile reaksiyon yeteneğini kaybeder; bir kovalent bağ oluşturamaz. Ancak, elyaf üzerinde direkt boyarmaddeler gibi, substantivite ile bulunur. Bu olay reaktif boyarmaddelerde yıkama haslığını düşürür. Bu nedenle boyama sonrasında, bağlanmamış ve hidroliz olmuş boyarmadde moleküllerini uzaklaştırmak için çok iyi bir yıkama yapılmalıdır.

Protein Liflerinin Reaktif Boyarmaddelerle Boyanması:

Reaktif boyarmaddelerle, protein liflerinin boyanmasında banyo önce asidik ortamda hazırlanır. Elyaf banyo içinde bekletilir. Yavaş bir şekilde sıcaklık yükseltilir. Burada reaktif grup protein liflerindeki $-NH_2$, -OH veya -SH grupları ile kovalent bağ ile birleşir. Formül VII.8. ve 9. Banyonun sıcaklığı boyarmadde molekülünün ve reaktif grubun yapısına bağlıdır. Bu nedenle boyarmadde kataloglarında boyama koşulları verilir. Kovalent bağın oluşumunu arttırmak için genellikle pH, amonyak ilavesi ile 8-8,5 değerine getirilir.

Poliamid Liflerinin Reaktif Boyarmaddelerle Boyanması:

Yün ve ipekte olduğu gibi banyo zayıf asidik koşullarda hazırlanır. Bu banyoda nylondan yapılmış materyal bekletilir. Elyaf-boyarmadde

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

arasında kovalent bağ oluşumu için sıcaklık yavaş bir şekilde yükseltilirken; ortam hafifçe bazikleştirilir. Boyama sonunda gerek poliamidlerde gerekse protein liflerinde iyi bir yıkama gereklidir.

Reaktif Boyarmaddelerin Özellikleri

Reaktif boyarmaddeler, renk serisinin çokluğu yanında, parlak renklere de sahiptir. Parlak renkleri yanında, haslıklarının yüksek olması da bunların tercih edilmesine sebep olur. Günümüzde çoğunlukla kaliteli pamuklu materyallerin boyanmasında kullanılmakta ve bu eğilim giderek artmaktadır.

Işık Haslığı

Reaktif boyarmaddelerin ışık haslıkları ortalama 6 değeri ile çok iyidir.

Yıkama Haslığı

Reaktif boyarmaddelerle boyanmış tekstil materyallerinde yıkama haslığı 4-5 değerindedir. Bu özellik boyarmaddenin elyafa kovalent bağ ile bağlı olmasından ve yıkama koşullarından bu nedenle etkilenmemesinden kaynaklanır.

Sürtünme Haslığı

Reaktif boyarmaddelerin sürtünme haslıkları da yüksektir. Yalnız, boyama sonrasında iyi bir yıkama ve çalkalama yapılmamış materyallerde, elyaf üzerinde kovalent bağ ile bağlanmamış, yalnız fiziksel olarak tutunmuş boyarmadde molekülleri kalmış olacağından sürtünme haslıklarında düşme görülür.

Yükseltgenlere karşı Haslık

Klor içeren yükseltgenler (çamaşır suyu v.b.) ile hidrojen peroksit gibi ağartıcılara karşı reaktif boyarmaddelerin dayanıklı olduğu görülmüştür.

VII.2.9. Küp Boyarmaddelerle Boyama

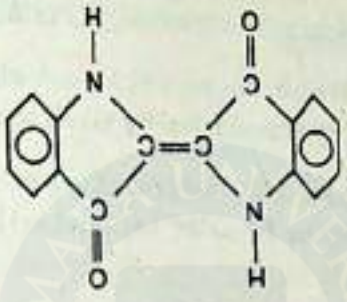
Küp kelimesi, Almanca dilinde Küppen sözcüğünden gelmektedir. İngilizce'de bu boyarmaddeler vat kelimesi ile isimlendirilir. Vat sözcüğü, büyük kap anlamındadır ve boyama işleminin, boyarmaddenin kap içinde bekletme ve fermentasyon ile boyamanın yapıldığı çok eski yöntemleri çağrıştırdığını göstermektedir. Tarihsel bilgi olarak bu bo-

yamanın büyük tahta kaplar içinde yapıldığı söylenebilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

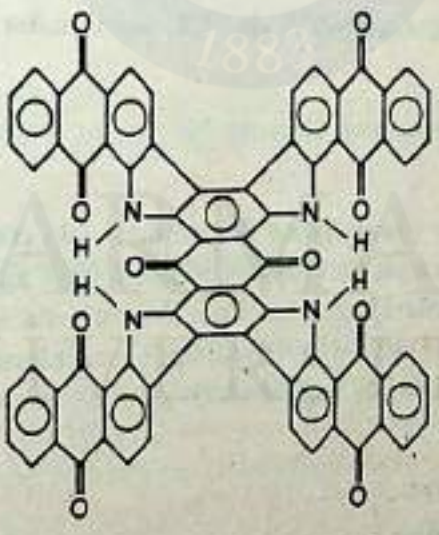
Küp boyarmaddeleri doğal ve yapay selülozik liflerin boyanmasında kullanılır. Bu boyarmaddeler, molekül yapısı bakımından iki ayrı sınıfa ayrılır:

- İndigo yapısındaki küp boyarmaddeler



Formül VII.10. İndigo, Vat Blue 1

- Antrakinon yapısında küp boyarmaddeler



Formül VII.11. C.I.Vat Green 8

Formüllerden görüldüğü üzere yapısında suda çözündürücü grup içermeyen küp boyarmaddeler, suda çözünmezler. Boyama işlemi için bunların çözündürülmesi gerekmektedir. Bu bakımdan küp boyarmaddelerle boyama işlemi uzun ve zahmetlidir. İşlem 5 aşamada gerçekleştirilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

1. Çözünmeyen boyarmadde su ile karıştırılarak dağıtılır.

2. Küplemę işlemi: Su içinde dağılmış küp boyarmaddesi, bir indirgen yardımıyla indirgenerek suda çözünür hale getirilir. İndirgeme işleminde sodyum ditiyonit (ticari adları: sodyum hidrosülfit, sodyum metabisülfit) ile bazikleştirici olarak sodyum hidroksit kullanılır.

Küpeleme işlemi için ortamın sıcaklığı yaklaşık 50°C olmalıdır.

Küp boyarmaddelerinin boyama fiksaj sıcaklığı farklı değerler gösterir. Bu nedenle küpe boyarmaddeleri üç sınıfa ayrılır.

i) Soğukta boyayan küp boyarmaddeleri: Bunların boyama sıcaklığı 25-30°C dir. Üretici firmalar tarafından IK, Metot I gibi sembollerle ayırdedilirler.

ii) Ilıkta boyayan küpe boyarmaddeleri: Boyama sıcaklıkları 40-50°C dir. IW veya metot II şeklinde belirtilirler.

iii) Sıcakta boyayan küpe boyarmaddeleri:

Boyama sıcaklıkları 60°C dir. IN, veya metot III şeklinde gösterilirler.

3. Çözünürleştirilmiş boyarmadde uygun sıcaklıkta elyafa fikse edilir.

4. Daha sonra yükseltgeme ile yeniden suda çözünmeyen duruma getirilir. Yükseltgeme ya havada bekletilerek veya akar suda çözünmüş oksijenden yararlanılarak yapılır. Bazı durumlarda içinde hidrojen peroksit bulunan asetik asidle asidlendirilmiş çözeltilerde yükseltgeme yapılır. Bu yönteme daha çok soğukta boyayan boyarmaddelerle boyamada başvurulur.

Boyama reçetesi:

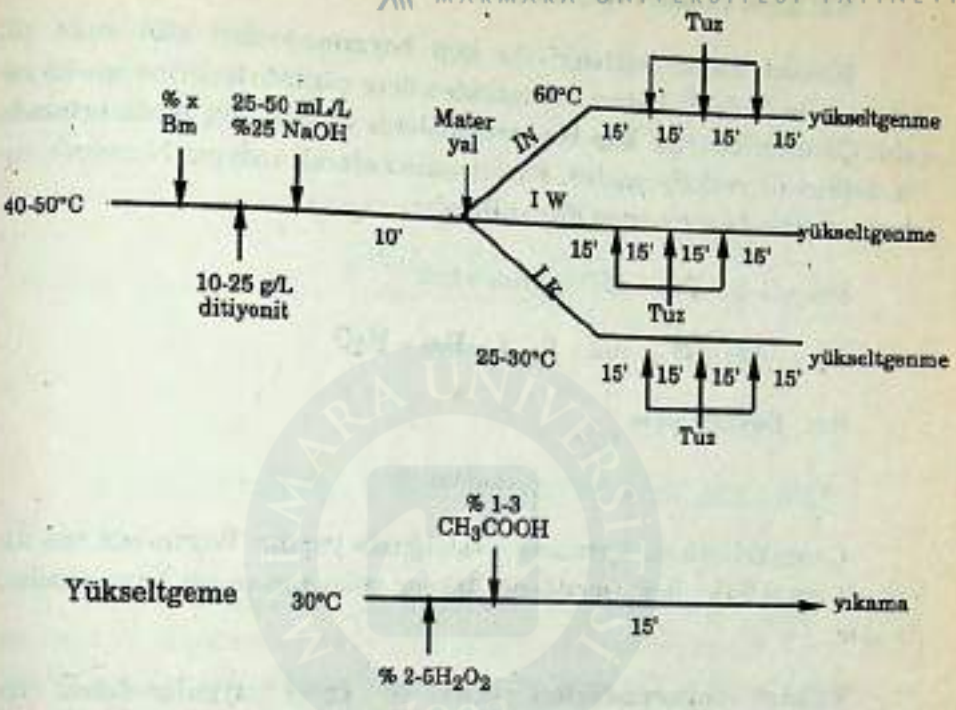
% x Boyarmadde

10-25 g/L sodyum ditiyonit

25-50 mL/L sodyum hidroksid (%25lik)

10-20 g/L tuz

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



İşlemler tamamlandıktan sonra haslığı yükseltmek üzere materyal kaynar sıcaklıkta sabunlanır ve çalkalanır.

Küp Boyarmaddelerin Özellikleri

Işık Haslığı

Küp boyarmaddelerin ışık haslığı 7 dir. Tüm boyarmadde sınıfları içinde ışık haslığında en yüksek değere sahip olmalarının nedeni çok sayıda benzen halkası taşımaları ve moleküllerindeki elektron düzeninin stabil olmasıdır.

Yıkama Haslığı

Küp boyarmaddeler suda çözünmediklerinden 4-5 gibi yüksek değerlerde yıkama haslığı gösterirler

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

VII.2.10. Kükürt Boyarmaddelerle Boyama

Kükürt boyarmaddeleri de küp boyarmaddeleri gibi suda çözünmez. Bu nedenle boyama işleminden önce çözünürleştirme işlemi yapılır. Çözünürleştirme küp boyarmaddelerde olduğu gibi bazik ortamda bir indirgeme reaksiyonudur. Bazikleştirici olarak sodyum hidroksit, indirgen olarak da sodyum sülfür kullanılır.

$$Bm - S{-}S - Bm + 2H \rightarrow 2Bm - SH$$

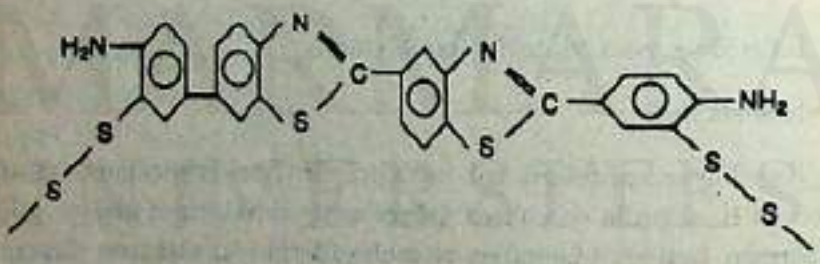
$$2Bm - SH + O \rightarrow Bm - S - S - Bm + H_2O$$

Bm : Boyarmadde

Formül VII-12

Çözünürleştirme kaynama sıcaklığında yapılır. Boyamada tuz ilavesi de gereklidir. Boyarmaddenin tekrar yükseltgenmesi hava oksijeni ile olur.

Kükürt boyarmaddeleri ucuz ve kolay uygulanabilen boyarmaddelerdir. Ancak kimyasal yapıları gereği renkleri koyu ve donuktur. Parlak renkler istenmeyen selülozik materyalden yapılmış ürünler için çokça kullanılır.



Formül VI-13. Kükürt boyarmaddelerin kimyasal yapısı

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

BÖLÜM VIII

VIII. APRE İŞLEMLERİ (BİTİM İŞLEMLER)

Tekstil ürünlerinin kullanma özellikleri ile tutum (tuşe) ve görünümünü düzeltmek için yapılan işlemlere «apre işlemleri» denir. Bu işlemler uygulama bakımından ikiye ayrılır: *Mekanik işlemler ve kimyasal yaş işlemler*.

Ütü, kesim, tüylendirme, kalenderleme gibi işlemler mekanik işlemler olarak bilinir. Bunlar tamamiyle fiziksel olarak gerçekleştirilir. Tekstil ürününün özelliklerini değiştirilmesi birtakım kimyasal maddelerin elyaf ile kimyasal bağlar oluşturması ile yapılıyorsa kimyasal apre işlemleri adını alır.

Günümüzde tekstil ürünlerine yapılan apre ile kazandırılan bu özelliklerin yıkama ve kullanma ile kaybolmaması istenmektedir. Bu bakımdan özellikle kimyasal apre işlemlerinde apre maddesinin elyaf ile kimyasal bir bağ oluşturabilmesi için gerekli şartların yerine getirilmesinde özen gösterilmelidir.

Kimyasal apre maddesi elyafa, hidrojen köprüleri, van der Waals kuvvetleri veya moleküllerin dipol çekim kuvvetleri ile bağlanabilir. Bazı hallerde ise apre maddesi senetetik olarak üretilen elyafa bir kopolimer olarak katılabilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

VIII.1. TUTUM APRELERİ

Tekstil materyalleri, elyaftan kumaşa, oradan da giysi, aksesuar ve diğer tekstil ürünlerine dönünceye kadar pekçok işlemden geçerler. Bu işlemler sırasında hasar görebilir, üzerinde bulunan doğal yumuşatıcılar (yağ ve vakslar) uzaklaşır; böylece sert ve istenmeyen bir tutuma (tuşe) sahip olur.

Tutum yumuşatılması için kullanılan maddelerin başında katyon aktif maddeler gelir. Heksadesil- veya setil trimetil amonyum klorür ve bromürler bu amaçla kullanılırlar.

Kumaşa dolgun ve ağır bir görünüm ve tutum vermek için ise, nişasta veya silikon reçineleri kullanılır. Bu amaç için daha dayanıklı bir apre maddesi alkalietil selülozdur.

VIII. 2. SU-GEÇİRMEZLİK APRELERİ

Bir tekstil ürününün bazı amaçları için kullanıldığında su geçirmemesi veya su ile ıslanmaması gerekebilir. Kumaşı su geçirmez hale getirmek için iki ayrı yöntem uygulanır.

a) Kumaş yüzeyini tamamen su geçirmez bir film ile kaplamak:

Bu işlem için eskiden doğal kauçuk kullanılırdı. Bunun için benzin veya uygun bir çözücüde çözünmüş olan doğal kauçuk sürme veya püskürtme ile ince bir film halinde kumaş üzerine verilir. Çözücünün buharlaşması ile kauçuk kumaş üzerinde kaplanmış olarak kalır. Kauçuk tabakasının kalınlığı, istendiği takdirde işlem birkaç kez tekrarlanarak arttırılabilir. Günümüzde kauçuk yerine bu tür muşamba tipi kumaşlarda sentetik maddeler (poliakril asidi esterleri, polimetakril asidi esterleri, polivinilklorür, polivinilasetat, poliuretan, poliizobutilen) de su geçirmezlik apre maddesi olarak kullanılmaktadır.

Bu şekilde bir film tabakası ile kumaş yüzeyini kaplayarak su geçirmezlik vermekle iyi bir sonuç alınmasına karşın, kumaştaki bütün gözenekler kapandığından hava akımını keser. Deri solunumunu ve terin buharlaşmasını önler.

b) Kumaşı oluşturan elyaf üzerine hidrofob bir madde yerleştirmek:

Bu işlemde elyaf ile kimyasal bir bağ oluşturabilecek uzun bir alkil zinciri içeren organometalik bileşiklerden yararlanılır. Örneğin sabunla kaplanmış kumaş üzerinden Al-formiyat veya Al-asetat çözeltisi geçirilecek olursa elyaf yüzeyinde suda çözünmeyen ve hidrofob yapıda bir Al-sabunu oluşur.

Bu işlemle elde edilen su geçimezlik apresi, kumaş yüzeyi örtülü olmadığından hava akımını kesmez, ancak şiddetli yağmur ve ıslanmalarda kumaş deliklerinden su geçebilir.

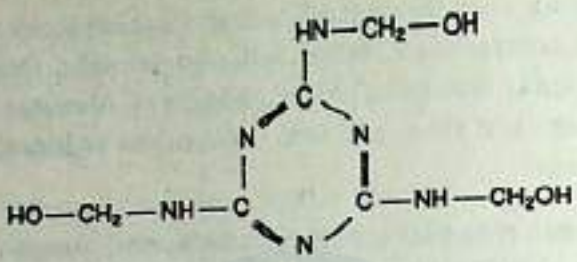
Alkil metal tuzları yanında sentetik reçineler de su geçirmezlik apresinde kullanılmaktadır. Örneğin üre-formaldehid veya melamin-formaldehid reçineleri ısıtılınca katılaşan ve yeniden yumuşamayan termosetting maddelerdir ve bu amaçla kullanılır. Kumaş üzerine verildikten sonra termosetting işlemi uygulanarak üre-veya melamin formaldehid reçinesi elyafın üzerine yapışır. Bu tür apreler yıkamakla giderilmez.

Üst giyimde kullanılan materyallerin suya geçirmezlik yanında hava geçirme konforunun da bulunması istenir. Bu tür materyallerde su geçirmezlik özelliğinden çok, giysinin suya karşı direnç göstermesi istenir. Bu amaçla kullanılan ilk ticari apre maddesi Velan PF dir. Velan PF stearamido metil piridinyum klorürdür. Materyale sulu çözeltisi halinde uygulanır. 125-150°C de ısıtılır, yıkanır ve kurutulur. Bu madde selüloz ile metilol stearilamide dönüşür; lifler üzerinde yumuşak bir film tabakası oluşturarak suya karşı direnç gösterir.

Kumaşlar, ısı ile fikse olabilen silikon reçineleri ile de su iticilik özelliği kazanırlar. Kısmen polimerize olmuş monometil ve dimetil silicoksanların sulu dispersiyonları kumaşa emdirilir. Isıtıldığında, selüloz polimerlerindeki -OH grupları ile silikon reçineleri reaksiyon verir. Silikon reçineleri pamuk yanında yün ile de aynı şekilde reaksiyon verir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

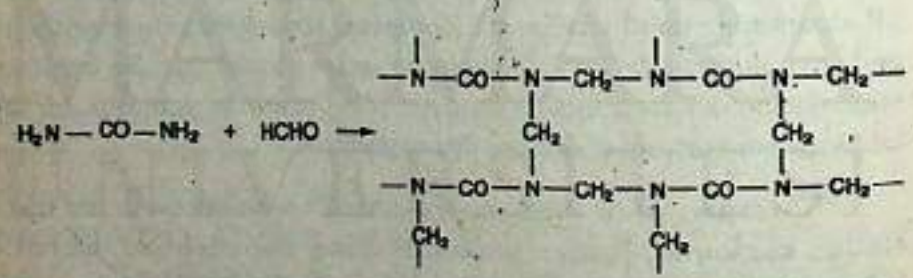
Bu amaçla üre-ve melamin-formaldehid reçineleri, heterosiklik yapıda N-metilol türevleri kullanılmaktadır.



Formül VIII.1. Melamin-formaldehid

VIII.3. BURUŞMAZLIK VE ÇEKMEZLİK APRELERİ

Kumaşlarda buruşma, bir kuvvetin etkisi ile kristalin ve amorf alanların yeni bir şekil almaları ve bu kuvvet kalktığında eski şekline dönememeleri sonucu meydana gelir. Çekme ise, elyaftaki amorf alanlarda polimer zincirlerinin su ile hidrojen köprüleri şeklinde birleşerek şişmesi sonucunda meydana gelen boyca ve ence kısalmalardır. Elyafta kristalin alanların hareketini önlenir, amorf alanlardaki köprü bağları oluşturacak gruplar başka maddelerle kaplanırsa kumaş hem buruşmazlık hem de çekmezlik özelliği kazanır.



Formül VIII.2. Üre ve formaldehidin yapmış olduğu mono- ve di- metilol üre asid katalizörlüğünde selülozun içinde üç boyutlu yapıda çapraz bağlarla polimerize olur.

VIII. 4. GÜÇ TUTUŞMA VE YANMAZLIK APRELERİ

Askeri kumaşlar, taşıt döşemelikleri, çocuk giyim eşyaları, halı, perde ve döşemelik kumaşların toplum binalarında kullanılanları genellikle yangın tehlikesi içinde bulunduklarından yanmazlık veya güç tutuşma özelliği taşıması istenir. Bu tür aprenin verilebilmesi kumaşı sı-

cakta yanmayan gazlarla kaplayıp yanmanın devamını durdurmak veya yanıcı gaz ürünlerin çıkmasını azaltmak şeklinde olabilir. Yıkanma ile etkisi kaybolan sekonder amonum fosfat, boraks/borik asid (7/3 oranında), amonyum sülfat, amonyum bromür, amonyum amidosülfonat, alkil fosfat asidi esteri amonyum tuzları gibi maddeler bu amaçla kullanılırlar. Bunlar yanma sırasında genellikle havadan ağır olan amonyak gazı verdiğinden ve kumaşın hava ile temasını kestiğinden yanmayı güçleştirici rol oynar. Yıkamaya daha dayanıklı olan güç tutuşma apreleri ise şunlardır: alkil klorürler, polivilklorür ve poliviniliden klorür, üre , siyanamid ve guanidin fosfat asidi esterleri, fosfonyum tuzlarının üre ve melamin ile verdiği bileşikler.

Son yıllarda özellikle pamuklu materyallerin güç tutuşurluk apresinde iki organik madde ticari olarak kullanılır olmuştur.

a) tetrakis-hidroksimetil-fosfonyum klorür: THPC, ticari adı, Proban;

b) fosfonoalkilamid: ticari adı, Pyrovatex CP.

Bu maddeler selülozik materyalin yanması için gereken oksijen miktarını arttırarak, yanma ve tutuşmayı engellerler.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

EKLER

KALİTATİF ELYAF ANALİZİ

Başlıca iki yöntem vardır: Renklendirme ve çözücü etkisi. Renklendirmede çift renk tekniği uygulanır. Örneğin asetatın asetik asidde açık yeşil, fakat seyreltik soda çözeltisinde turuncu rengi vermesi kendine hastır. Nylon aynı şartlarda bej ve parlak kırmızı renkler gösterir. Çözücü etkisiyle tayinde güçlüklerle karşılaşılır. Karışık elyafta bugün kimyasal bakımdan çok benzerlikler olduğundan tek bir çözücü ile teşhis imkansızdır. Gene de eleme yönünden çözücülere her zaman başvurulur. Daha iyi netice almak için analiz edilecek elyafın çok iyi temizlenmiş olması ve apre maddelerinin tamamen atılmış olması gerekir. Ayrıca testi yapılacak elyafın gevşek yapıda olması, bükümsüz veya tel tel olması istenir.

Hayvansal ve bitkisel elyafın alkali ile ayırdedilmesi:

% 5 NaOH (veya KOH) çözeltisiyle kaynatma sonunda yün ve ipek elyaf diğerlerinden ayrılır. Tamamen bozunarak çözünürler.

Hayvansal ve bitkisel elyafın asid ile ayırdedilmesi:

% 2 H_2SO_4 çözeltisi bitkisel elyafı ayırır. Örnek üzerine bu çözeltiden bir damla konur ve iki bez parçası arasında sıcak ütülenir. Eğer örnek pamuk, keten veya rayon ise damlanın olduğu yer kömürleşecektir.

Keten ile pamuğun ayırdedilmesi:

Materyalin %0,5 NaOH ile temizlenmiş olması gerekir. Fuksinin alkoldeki %1 lik çözeltisine daldırıldığında hem keten, hem de pamuk gül kırmızısı rengini verir. Örnek yıkandıktan sonra NH_3 çözeltisine batırılınca keten aynı renkte kalırken pamuk renksizleşir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ İLAHİYAT FAKÜLTESİ VAKFI YAYINEVİ

Eğer örnek $I_2/ZnCl_2$ çözeltisine daldırılırsa pamuk kırmızı-mor renk, keten ise mor renkte gözükür.

Sadece NaOH çözeltisi içinde pamuk beyaz olarak kalırken keten sararır.

İpek ile yünün ayırdedilmesi:

Derişik HCl ile soğukta muamele edilen örnekte ipek çözünürken yün sadece şişme gösterir.

Rayonların asetat ipeğinden ayırdedilmesi:

Eşit miktarda derişik H_2SO_4 ile I_2 karışımı çözeltisine daldırılan örnek, koyu mavi renk veriyorsa viskozu; açık mavi ise bakır ipeğini; sarı ise asetat ipeğini gösterir.

Eğer %50 asetik asid çözeltisi kullanılırsa asetat ipeği çözünürken rayonlar etkilenmez. Halbuki %60 H_2SO_4 veya derişik HCl kullanıldığında bütün rayonlar çözülür.

Asetat ipeğinin diğer elyaftan ayırdedilmesi:

%80 aseton çözeltisinde asetat ipeği çözünürken triasetat ve akrilik elyaf çözünmez.

Nylon'un diğer elyaftan ayırdedilmesi:

Nylon, asetat ipeğinden, asetonda çözünmemesiyle ayırdedilir. Yünden farklandırmak için kaynar NaOH'te tutulur, yün çözünür, nylon kalır. Nylon derişik formik asid, fenol ve krezolde çözülür.

Poliesterin diğer elyaftan ayırdedilmesi:

Asetat ve nylona benzer şekilde de sıcak m-kresolde çözünürse de bunlardan farklı olarak ne asetonda, ne de formik asidde çözünmez.

Akriliklerin ayırdedilmesi:

Genellikle pamuk, yün, ipek, rayon, asetat ipeği, nylon ve poliester elyafa karıştırılan akrilik elyafın teşhisi güçtür. %70 amonyum tiyosiyanat çözeltisiyle kaynatmakla akrilikler kolayca çözünürler.

Elyaf analizi için bir başka yöntem de aşağıda verilmiştir:

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bilinmeyen materyal %5'lik KOH çözeltisi içerisinde 5-10 dakika yavaşça kaynatılır. Materyal kumaş halinde ise atkı ve çözgüyü ayırarak KOH içine atılır. Kaynama esnasında hepsi veya bir kısmı çözünürse veya fazla miktarda şişerse bu durumu kaydedilir. Çözünmeyen iplikler, çözeltiden alınır, önce su ile sonra % 1'lik CH_3COOH ile çalkalanır ve saklanır. KOH'de çözünen elyaf yün, kıl, ipek, kazein elyaf olabilir. Bunlardan kükürt ihtiva eden yün ve diğer kıl kökenli elyaf % 5'lik $Pb(CH_3COO)_2$ çözeltisi ile 80°C'lik su banyosunda ısıtıldığında siyahlaşır, diğer türlerde renk değişikliği olmaz. Bundan faydalanarak bu elyafı iki kısma ayırabiliriz. Bir saat camı üzerinde tek tek elyaf derişik HCl ile muamele ederek çözünüp çözünmediğine bakılır. İpeğin kolayca çözünmesine rağmen diğerleri çözünmez. Yün ve kıl kökenli elyaf mikroskop yardımıyla ayrılır. İpek ve kazein elyafı farklandırmak ise derişik HNO_3 ile mümkün olur. Kazein elyafın değişmemesine karşılık ipek şişer ve çeker. Ayrıca elyaf % 10'luk NaOH ile oda temperatüründe 5 dakika bırakıldıktan sonra alınıp çalkalanır. % 0,1'lik metilen mavisi içerisine 10 dakika oda temperatüründe karıştırılır, alınıp su ile iyice çalkalandığında kazein elyafın boyandığı, fakat yünün çok zayıf veya hemen hemen hiç boyanmadığı görülür.

KOH'de çözünmeyen elyaf ise üç ana bölümde analiz edilebilir:

a) Asetat rayonu ve vinyon

b) Nylon

c) Tabii sellülozik elyaf, merserize pamuk ve diğer rayonlar

a) Bölümündekiler ılık asetonda çözünür. Bir tüp içindeki elyaf, aseton ilavesinden sonra ağzı kapatılır ve su banyosunda 30-35°C'de 10-15 dakika bırakılır. Asetat rayonu ve vinyon çözünür. Diğerleri çözünmez. Vinyon ve asetat rayonunu farklandırmak içinse, elyafı tüp içine koyduktan sonra %100'lük CH_3COOH ile muamele edilir, ağzı kapatılır. 5-10 dakika yavaşça çalkalanır. Asetat rayonu çözünür, vinyon çözünmez.

b) Nylon, fenolde çözünmesiyle ayrılır ve farklandırılır. Küçük bir behere %90'lık fenol konur. Elyaf içine batırılır ve bir cam bagetle 10 dakika karıştırılır. Nylon elyaf çözünür.

c) Geri kalan elyaf (selülozik elyaf) iki farklı metodla verdikleri renk reaksiyonlarından tanınır.

1– Fluoroglusin testi: Bu test linyin içeren elyaf için karakteristiktir. Keten, kenevir, jüt bu reaktifle farklandırılır.

Elyaf, altında beyaz kağıt olan bir saat camı üzerine konur. Birkaç damla fluoroglusin çözeltisi ile nemlendirilir. Kenevir veya jüt bulunması halinde kırmızı renk meydana gelir.

2– $ZnCl_2$–I_2 testi: Bu test yardımıyla merserize pamuk ve rayonlarla merserize olmamış pamuk, keten v.s. ayrılır.

Kumaş ve elyaf önce su ile ısıtılır, sonra süzgeç kağıdı arasında yalnız nemli kalacak şekilde sıkılır. Madde nişastalı apre maddelerinden arınmış olmalıdır. Örnek yine altına beyaz kağıt konulmuş bir saat camı üzerine konur. Birkaç damla $ZnCl_2$–I_2 konur ve 3 dakika bekletilir. Merserize pamuk ve rayonlar kırmızı-mor bir renk alırlar. Pamuklu kumaş ise çok zayıf boyanır. Renk hususunda karar vermek zor olursa elyaf bir behere aktarılır ve destile su ilave edilir. Pamuklu kumaşın derhal rengini kaybetmesine mukabil merserize pamuk ve rayonda bir müddet için mavi renk kalır. Rayon ve merserize pamuk, parlaklığı yönünden farklandırılabilir.

Testler için gerekli çözeltilerin hazırlanması:

Fluoroglusin çözeltisi: 2 gram fluoroglusin 100 ml alkolde çözündürüldükten sonra 100 ml derişik HCl ile karıştırılarak hazırlanır.

$ZnCl_2$–I_2 reaktifi: 12,5 gram KI 30 ml suda çözündürülür. Üzerine 0,5 g iyod eklenerek çözününceye kadar karıştırılır. Bir başka yerde 60 ml suda 120 g $ZnCl_2$ çözündürülür. İyod çözeltisi $ZnCl_2$ çözeltisinin üzerine eklenerek karıştırılır. Cam kapaklı koyu renk şişe içersinde saklanır.

KANTİTATİF ELYAF ANALİZİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Protein liflerinin kantitatif analizi:

Bu yöntemde tüm kıl ve salgı kökenli liflerin diğer lifler yanında miktarları bulunur.

Taze hazırlanmış ve içinde 5 g/l NaOH bulunan M NaOCl çözeltisinin 100 mL si içine 1 gram örnek atılır ve 30 dakika bekletilir. Çözünmeden kalan madde yıkanır, kurutulur ve tartılır. Çözünen miktar protein lifleridir.

İpeğin diğer protein liflerin yanında kantitatif analizi:

1 gram örnek üzerine 100 mL % 75 lik sülfürik asid eklenir. Oda sıcaklığında 1 saat beklenir, süzülür. %75 lik süfürik asid ile yıkanır. Kalıntı, su ve seyreltik amonyak çözeltileri ile yıkanarak kurutulur ve tartılır. Çözünen kısım doğal ipektir.

Asetat ipeğinin kantitatif analizi:

1 g materyal, 100 mL aseton içinde 30 dakika oda sıcaklığında bekletilir. Süzülür. Kalan kısma yeniden 100 er mL lik asetonla 15 er dakikalık iki işlem uygulanır. Kalan kısım yıkanır, kurutulur ve tartılır. Çözünen kısım asetat ipeğidir.

Rejenere selülozik elyafın doğal selülozik elyaf yanında kantitatif analizi:

180-200 ml suda çözündürülmüş 180 g NaOH üzerine 80 g ZnO eklenir. Çözününceye kadar kaynıtılır. Soğutularak 500 mL ye tamamlanır. Bu sodyum zinkat çözeltisinin 1:2 oranında su ile seyreltilmesi ile elde edilen çözeltinin 150 mL si içine 1 g materyal konur. 20 dakika çalkalanır. Süzülür. Çözünmeden kalan kısım, 200 mL derişik amonyak ve 800 mL su ile hazırlanmış seyreltik amonyak çözeltisinin 100 mL si içinde 5 dakika yeniden çalkalanır. Süzülür. Kalan kısım önce su, sonra seyreltik (%5) asetik asid çözeltisi ve tekrar su ile yıkanır. Kurutulur ve tartılır. Çözünen kısım rejenere selülozik elyaftır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Poliester yanında selülozik elyafın kantitatif analizi:

1 g örnek üzerine 200 mL % 75 lik sülfürik asid eklenerek 50 C de 1 saat bekletilir. Süzülür. Sırası ile % 75 lik sülfürik asid, birkaç kez soğuk su, seyreltik amonyak çözeltisi ve soğuk su ile yıkanır. Kurutulur ve tartılır. Çözünen kısım selülozik materyaldir.

Poliamid elyafın kantitatif analizi:

1 g örnek, % 80 lik formik asid çözeltisinin 100 mL si içine konur. Çalkalanarak 15 dakika bekletilir. Süzülür. Kalan lifler sırası ile formik asid, sıcak su, seyreltik amonyak ve soğuk su ile yıkanır. Kurutulur ve tartılır. Çözünen kısım nylon 6 ve nylon 6,6 cinsinden poliamiddir.

Akrilik ve modakrilik elyafın kantitatif analizi:

1 g örnek, 80 mL dimetilformamid (DMFA) içine atılır. Kapağı kapatılır. 1 saat 90-95°C de bekletilir. Sürenin sonunda 60 mL daha DMFA eklenerek aynı sıcaklıkda 30 dakika daha tutulur. Süzülür, su ile yıkanır. Kurutulup tartılır. Çözünen kısım akrilik veya modakrilik elyaftır.

Polipropilen elyafın kantitatif tayini:

1 g örnek üzerine 100 mL ksilol konur. Geri soğutucu altında 3 dakika kaynatılır. Süzülür. Kalıntı, 50 şer mL lik ksilol eklenmesiyle iki kez daha 3 er dakika kaynatılır. Süzüntüler ayrılır. Çözünmeden kalan kısım süzülür, kaynar ksilol ve petrol eteri ile yıkanır. Kurutulup tartılır. Çözünen kısım polipropilen dir.

Viskon, pamuk ve keten (CV, C, L,) in kantitalif tayini

Yaklaşık 1 g tartımdaki örnek hacmen %40 su + %60 H_2SO_4 içeren kafi miktardaki çözelti içersinde 50°C de 20 dakika bekletilir. Yukarıdaki yıkama ve süzme işlemleri aynen yapılır. Tartılır. Tartım farkından % viskon hesaplanır.

Pamuk ve keten tayini ise belli tartımındaki örnek ve viskon tayininde olduğu gibi yapılır. Viskon ile pamuk tayininin farkı asidde 20 dakika yerine 40-45 dakika, keten tayininde ise 45-60 dakika bekletilmesidir. Diğer işlemler aynıdır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

DOĞAL ELYAFTAN YAPILMIŞ KUMAŞLARDA LEKE GİDERİLMESİ

Leke türü	Kumaş türü	Leke Giderme İşlemi
Alkollü içkiler	Her tür kumaş	Derhal soğuk suya batırılır. Bunun takiben seyreltik asetik asid ve ardından soğuk su ile yıkanır.
Alkaliler	Her tür kumaş	Seyreltik asetikasid ile nötralize edilir.
Asid	Her tür kumaş	Amonyakla nötralize edilir.
Çiklet	Her tür kumaş	Buz tatbik edilir. Soğuk suda ıslatılır. Karbon-tetraklorür veya eter ile silinir.
Çay	Pamuk, keten	Sulandırılmış boraks'a batırılır, çalkalanır veya leke üzerine limon suyu sıkılır, bir iki gün güneş ışığında bırakılır.
Çikolata	Pamuk, keten	Soğuk suyla ıslatılır. Hipoklorit ağartıcı ile yıkanır.
	İpek, yün	Soğuk suyla ıslatılır. Hidrojen peroksid ile yıkanır.
Çimen	Her cins kumaş	Alkolle silinir, sabunlu suyla yıkanır.
Dondurma	Her cins kumaş	Benzinle veya karbontetraklorür ile silinir.
Dudak boyası	Pamuk, keten	Sıcak sabunlu su ile yıkanır.
Dudak boyası	İpek, yün	Alkol veya karbontetraklorür ile silinir.
Hardal	Yün, keten	Ilık gliserin tatbik edilir. Sabunlu suyla yıkanır ve hiposülfit ile ağartılır.

Kan	Pamuklu, keten	Soğuk suya batırılır. Bunu takiben, seyreltik amonyak tatbik edilir. Su ile çalkalanır.
	İpek, yün	Soğuk su ile silinir.
Kahve	Pamuk, keten İpek, yün	Soğuk suyla ıslatılır. Hidrojen peroksid ile yıkanır.
Katran	Pamuk, keten	Karbontetraklorür veya benzinle hafifçe ıslatılır, kazınır, kalan kısım aynı çözücüler ile silinir.
Küf lekesi	Pamuklu kumaş	Hipoklorit ile silinerek ağartılır.
Lastik	Her cins kumaş	Karbon tetraklorür ile silinir.
Meyve	Her cins kumaş	Yeni lekelendi ise; leke üzerine kaynar su dökülür. Eski leke ise; Pamuk ve keten hipoklorit, ipek ve yünlü kumaş hidrojen peroksid ile ağartılır.
Mum	Her cins kumaş	Kazıyarak uzaklaştırılır, benzin ile silinir.
Pas lekesi	Pamuk, keten	Oksalik asidle silinir, iyice çalkalanır veya kuru tuz serpilir, limon suyu ile nemlendirilir ve güneşe bırakılır.
Süt ve krema	Her cins kumaş	Benzin veya karbontetraklorür ile silinir.
Su lekeleri	Her cins kumaş	Nemlenene kadar buhara tutulur, sonra buharlı ütü ile ütülenir.
Şeker	Her cins kumaş	Sıcak suyla silinir.
Ter	Her cins kumaş	Peroksid veya amonyakla silinir.
Tereyağı	Her cins kumaş	Karbontetraklorür ile silinir.
Tentürdiyot	Her cins kumaş	Alkole batırılır veya sodyum tiyosülfat çözeltisinde kaynatılır.

Tükenmez	Her cins kumaş	10;15 dakika deterjanlı suda bekletilir. Çalkalanır, eğer leke kalırsa, sodyum hidrosulfit tatbik edilir. Sonra karbontetraklorür ile silinir. Bazı, mürekkepler gliserinde çözülür sonra şampuanla yıkanır.
Vernik	Her cins kumaş	%50 alkol %50 benzin karışımı ile silinir.
Vazelin	Her cins kumaş	Yeni leke ise karbon tetraklorür ile silinir veya talk pudrası yayılır beklemeye bırakılır, fırçalanır.
Yağ	Her cins kumaş	Sabunlu su ile yıkanır, karbon tetraklorür ile silinir.
Yağlı boya	Her cins kumaş	Sabunlu su ile yıkanır. karbontetraklorür ile silinir veya terebentin ile kumaşın ters yüzünden silinir. (lateks veya akrilik yapıdaki boyalar kurumamış ise su ile yıkanır.)
Yanık sararması	Her cins kumaş	Eğer hafifse nemlendirilir, güneş ışığında bırakılır veya hidojen peroksid ile silinir.
Yazı mürekkebi	Pamuk, keten	Yeni lekelendi ise sabunlu su ile yıkanır, Kurumuş ise ağartıcı ile silinir. (Hipoklorid ile silinir). Bunu takiben oksalik asidle silinir sonra yıkanır veya şekerli süt içine yatırılır. Sütün ekşimesi beklenir.
	İpek, yün	Hidrojen peroksid ile silinir. Bunu takiben oksalik asid veya kaymağı alınmış yağsız süt tatbik edilir.
Yumurta	Pamuk, keten	Soğuk suyla ıslatılır, yıkanır.
	İpek, yünlü	Soğuk suyla ıslatılır, karbon tetra klorür ile silinir.

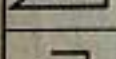
ERSİTESİ YAYINEVİ

TEKSTİL SPESİFİKASYONLARI

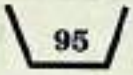
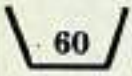
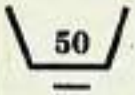
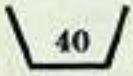
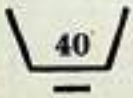
KURU TEMİZLEME SEMBOLLERİ

SEMBOL	UYGULANAN METOD
	Kuru temizleme de kullanılan leke çözücüler ile temizlenir.
	Perkloroetilen, RI, RII çözücüleri veya Metil alkol ile kuru temizleme.
	Bir üsteki ile aynı ancak su ve sıcaklığa hassas
	R113 ve Metil alkol ile kuru temizleme
	Bir üstteki ile aynı ancak su ve sıcaklığa hassas
	Kuru temizleme yapılamaz.
	Makinede kurutulabilir.
	Makinede kurutulamaz.

ÜTÜLEME SEMBOLLERİ

SEMBOL	ANLAMI	KUMAŞIN SICAKLIK LİMİTİ
	SICAK	200°C DE, PAMUK, KETEN, VİSKOZ VE MODAL
	ILIK	150°C DE-POLİESTERLER VE YÜN
	ILIK-SOĞUK	100°C DE - AKRİLİK, NYLON, ASETAT, TRİASETAT, POLİESTER
	ÜTÜLENMEZ	

YIKAMA SEMBOLLERİ ve UYGULAMA METODLARI

	95°C de yıkanabilen beyaz pamuk ve keten kumaşlar
	60°C' de solmayan renkliler ve beyaz pamuk keten kumaşlar
	50°C de yıkanabilen pamuk/sentetik (nylon, poliester, akrilik) beyaz ve solmayan renkli kumaşlar
	40°C'de yıkanabilen pamuk/sentetik (nylon, poliester, akrilik), viskoz beyaz ve renk verebilen renkli kumaşlar
	40°C' de yıkanabilen yün ile karışık sentetik (nylon, poliester, akrilik), viskoz beyaz ve renk verebilen renkli kumaşlar
	40°C de yıkanabilen yün ve ipek karışımları
	Elde yıkama (makinada yıkanmaz)
	Yıkanmaz

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

TEKSTİL LİFLERİNİN SEMBOLLERİ

ALG	Alginat elyaf	**LI**	Keten
AR	Aramid	**MAC**	Modakrilik
AS	Aspest	**MTF**	Metal lif
CA	Asetat ipeği	**PA**	Poliamid
CAN	Kenevir	**PAN**	Akrilik
CC	Bakır ipeği	**PE**	Polietilen
CF	Karbon lifi	**PES**	Poliester
CMD	Modal	**PP**	Polipropilen
CLF	Polivinil klorür lifi	**PTFE**	Fluor lifi (teflon)
CO	Pamuk	**PUR**	Poliüretan
CTA	Tri asetat ipeği	**PVAL**	Polivinil alkol
CV	Viskoz ipeği	**RA**	Rami
EL	Elastan	**SI**	Sisal
GF	Cam elyaf	**SE**	İpek
JU	Jüt	**WO**	Yün

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo II. Ülkelere göre pamuk üretim miktarları

ÜLKE ADI	Üretim Miktarı (ton)
Çin Halk Cumhuriyeti	4.500.000
Amerika Birleşik Devletleri	3.913.000
Hindistan	2.363.000
Pakistan	1.700.000
Özbekistan	1.230.000
Türkiye	834.000
Yunanistan	420.000
Arjantin	390.000
Brezilya	370.000

Tablo II. Yıllara göre Türkiye'de pamuk üretimi ile ithalat ve ihracatı

PAMUK	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Üretimi (ton)	654.600	561.227	573.706	602.238	628.286	836.655
Tüketimi (ton)	540.000	625.000	625.000	700.000	850.000	900.000
İhracatı (ton)	112.938	117.115	47.388	149.193	47.106	31.342
İthalatı (ton)	79.107	49.115	152.703	201.666	149.063	186.552
İplik İhracatı (ton)	68.101	56.983	32.866	31.637	86.801	39.733
İplik İthalatı (ton)	30.810	27.667	26.943	62.132	53.298	58.796
Dokuma İhracatı (ton)	28.572	29.737	34.172	38.121	62.707	50.876
Dokuma İthalatı (ton)	16.515	12.967	13.781	26.860	29.769	46.536

Tablo II. Yıllara göre Türkiye'de Tiftik üretimi

TİFTİK	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Dünyadaki Üretim (ton)	22.600	18.200	16.600	13.950	13.300	11.800
Türkiye'deki Üretim (ton)	1.800	1.500	1.200	1.000	800	600

Tablo II. Yıllara göre Türkiye'de Yün ihracat ve ithalatı

Yün ve diğer kıl lifleri	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Elyaf İhracatı (ton)	455	300	204	314	621	697
Elyaf İthalatı (ton)	34.594	34.037	36.197	46.447	29.133	46.188
İplik İhracatı (ton)	454	300	204	314	620	696
İplik İthalatı (ton)	823	1.078	1.735	3.342	2.031	3.631
Dokuma İhracatı (ton)	403	480	908	1.254	1.595	2.379
Dokuma İthalatı (ton)	668	647	1.067	2.050	1.271	1.584

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo II. Yıllara göre Türkiye'de yapay lif ihracat ve ithalatı

Yapay Lifler	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Elyaf İhracatı (ton)	67.323	80.594	86.505	81.898	118.143	102.945
Elyaf İthalatı (ton)	124.804	92.493	110.522	147.411	115.773	139.891
İplik İhracatı (ton)	67.323	80.594	86.504	81.898	118.143	102.945
İplik İthalatı (ton)	48.870	40.742	63.132	98.443	81.170	125.929
Dokuma İhracatı (ton)	12.391	11.677	15.869	20.736	31.232	36.269
Dokuma İthalatı (ton)	10.178	12.459	18.405	34.469	42.589	74.218

KAYNAKLAR

BAŞER İ., Elyaf Bilgisi - M.Ü. Yayınları (1991).

BAŞER İ., Tekstil Kimyası ve Teknolojisi - İst. Üniv. Yayınları (1983).

BAŞER İ., İNANICI Y., Boyarmadde Kimyası-İst. Üniv. Yayınları (1983).

BAYKUT S., BİRAN M., Yüzey Aktif Maddeler. İ.Ü. Yayınları (1986).

BAYSAL B. Polimer Kimyası. ODTÜ Yayınları (1981).

BREUSCH F.L., ULUSOY E., Genel Organik Kimya. İ.Ü. Yayınları (1981).

CHAPMAN, C.B., Fiber. Butterworths (1974).

CHORBMAN, B.P., Fiber to Fabric. Mc Graw-Hill Book Comp. (1975).

COOK GORDON, J., Handbook of Textile Fibres - Merrow Publishing (1964).

GOHL, E.P.G., VILENSKY L.D., Textile Science Longman Cheshire (1989).

GROVER, E.B., HAMBY, D.S.: Handbook of Textile Testing and Quality Control Interscience Publisher, INC. (1960)

HALL, A.J.: Textile Finishing. Elsevier. (1966)

HARMANCIOĞLU, M.: Lif Teknolojisi. Ege Üniv. Matbaası. (1973).

HARMANCIOĞLU, M.: Rejenere ve Sentetik Lifler. Ege Üniv. Matbaası (1981).

HARMANCIOĞLU, M., YAZICIOĞLU, G.: Bitkisel Lifler. Ege Üniv. Matb. (1979).

HARTSUCH, B.E.: Introduction to Textile Chemistry. John Wiley. (1950).

HONGU, T., PHILLIPS G.O., New Fibers. Ellis Horwood (1990).

İNCEKARA, F.: Endüstri Bitkileri ve Islahı. Ege Üniv. Matbaası. (1979).

İNCEKARA, F.: Keten Ekelim. Tarım Bakanlığı yayını. (1954).

JACOBI, G. LOHR, A. Detergents and Textile Washing - VCH (1987).

KOMİSYON, Tekstil Teknolojisi I-II Milli Eğitim Basımevi (1994).

LANGE, K.R., Detengents and Cleaners. Carl Hanser Verlag 1994.

MILES, L.W.C., Textile Printing-Dyers Company Publications Trust (1981).

MARK, H., WOODING. N.S., ATLAS, S.M.: Chemical Aftertreatment of Textiles. John Wiley. (1971).

MORTON, W.E.: An Introduction to the Study of Spinning. Longmans. (1973).

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MUKHOPADHYAY S.K., Advances in Fibre Science-Textile Institute (1992).

ÖZCAN, Y.: Tekstil Elyaf ve Boyama Tekniği. İst. Üniv. Yayını (1978)

ÖZERİŞ, S., Temel Organik Kimya. İ.Ü. Yayınları (1987).

ÖZGİRUN F., Tekstil Terbiye Yardımcı Maddeleri Sagem (1988).

PETERS, R.H.: Textile Chemistry Vol: 1-2. Elsevier Publ. Comp. (1967).

SMITH, J.B.: The Technology of Warp Sizing. Columbine Press. (1964).

SODER F., Korgachin M., Matetsky A., Chemical Technology of Fibrous Mateials. Mir Publishers (1978).

STOUT, E.E.: Introduction to Textiles John Wiley. (1970).

TAGER A., Physical Chemistry of Polimers. Mir Publishers. (1978).

TARAKÇIOĞLU, I.: Tekstil Terbiyesi ve Makinaları Cild: 1. Ege. Üniv. Matbaası (1979).

TAYLOR M.A., Textile Properties Forbes Publications (1993).

THE TEXTILE INSTITUTE: Textile Terms and Definitions (1975).

TROTMAN, E.R.: Dyeing and Chemical Technology of Textile Fibers. Charles Griffin Com. (1975).

USENKO V., Processing of Man-Made Fiber. Mir Publishers. (1979).

WAALS H.J., ATTRIDGE G.G., Basic Photo Science. Focal Press (1977).

WARNER S.W., Fiber Science. Prentice Hall (1995).

WERNER Von BERGEN: Wool Handbook VOL: 1-2. Interscience Publishers (1969).

İNDEKS

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

A

abaca 113
abraş 84
abraş boyam 245
ABS 223
acrilan 196
affinite 229, 234
agave bitkisi 115
ağartma 76,91
ağırlaştırma 158
ağırlık numaralandırma sistemi 40
air-jet tekstüre iplik 39
akala 67
akışkanlık 94
akrilik elyaf 4, 196
alanin 118
alazlama 76, 77
alginat elyafı 3, 183
alkali selüloz 165
alkil sülfat asidi 224
alpaka 2, 146
amerikan bezi 47
amilan 209
amilaz 79, 82
amiloz 80
amorf alan 7
angora 2, 148
anorganik elyaf 4
anyon aktif madde 222
anyonik madde 222
apre 76
apre işlemleri 273
aralac 3
aramid elyafı 211
arginin 118, 127
arnel 181
asbest 3
asetal 63
asetat ipeği 177
asid boyarmaddeler 247
asid dink boyarmaddeler 249
asid süper dink boyarmaddeler 250
asidik okalselüloz 64
aspartik sid 118, 127
atkı ipliği 45
atkı örmeciliği 51
atlas dokuma 46, 48
azlon 181
azoik boyarmaddeler 251

B

bağıl nem 14,17
bakır ipeği 3, 164, 172
bakır sayısı 78, 94
balık sırtı 47
basit iplikler 43
bast elyafı 2, 61, 103
bazik boyarmaddeler 252
bentris 47
beyaz ışık 229
beyaz rami 112
bezayağı dokuma 46
bezir yağı 103
biçimlenme 129
birleşik iplikler 43
bitim işlemleri 273
bitkisel elyaf 2, 61
blok kopolimer 6
bochmeria nieva 112
bochmeria utilis 112
bombyx mori 149
botany 130
boyama banyosu 246

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

boyama reçetesi 244, 245
boyama şeması 245
boyama ve baskı 76
boyarmadde 228, 229
boyarmadde sınıfları 22
boyma 242
brokar 49
buklet iplik 44
bulking 198
buruşmazlık 276
bükme 26
büküm 42
büküm açısı 43
büküm faktörü 43
bükümlü iplik 43

C

camel hair 148
cannalbis sativa 111
carolina queen 67
carrier 260
cer makinesi 29
chardonnet ipeği 164
chips 205, 216
coker 67
color index 238, 242
corcorus 112
courtell 196
creslan 196
crockmetre 139
crossbred yün 121
cuit ipeği 157

Ç

çamaşır suyu 95
çaylama 106
çekim işlemi 37
çekme 20, 26
çekme işlemi 29
çekmezlik 276
çiğit 68
çin ramisi 112
çok hücreli elyaf 2, 108
çözgü ipliği 45
çözgü örmeciliği 51
çözünürlük 233
çubuk 51
çürütme 105

D

dacron 213
dalga boyu 229
dallanmış polimer 6
damask 49
dekstrin 80
deltapine 67
denier 13, 40
denim 47
deve tüyü 148
dezenfektan 225
diazonyum reaksiyonu 251
diazonyum tuzu 251
dimi 47
dimi dokuma 46
dinkleme 137
direkt boyarmaddeler 254
disakkarit 62
dispers boyarmaddeler 259
diyagonal 47
doğal anorganik elyaf 3
doğal boyarmaddeler 242
doğal elyaf 2, 4
doğal iplik 149
dokuma deseni 46
dokuma makinesi 46
dokuma yüzeyleri 45
dokusuz yüzey 52
dope 177

dövme 105
dra 47
dralon 4
dtex 13
du pont nylon 208
düz dokuma 45
düze 169
dynel 4, 192, 200

E

ecru ipeği 157
eğirme 31
eğirme yeteneği 20
EDTA 142
egal boyama 245
egalize asid boyarmaddeler 248
elastiklik 16
elastomer elyaf 3, 186
elektromanyetik dalga 230
elyaf 1
elyaf analizi 279, 281
enkalon 209
enzimle haşıl sökme 79
epiderm 121
esnek ipek 157
esneklik 16, 128
etamin 47

F

fantazi iplik 44
FAS 224
fehling çözeltisi 94
fibril 8
fibroin 119, 151
fiksaj 129
filament 9
filament iplikçiliği 33
filatür 153
fitil 26
fitil makinesi 31
flanel 47
fleyer 31
floş 153
flotte 244
flotte oranı 245
fluorofibre 4
fular 47

G

gabardin 47
gazlı yıkama makinesi 77
geliştirme 251
germe 170
germe işlemi 37
glauber tuzu 249
glikoz 63, 80
glikozit bağları 64
glisin 118
glutamik asid 118, 127
goblen 49
gossypium 65
gri skala 236
güç tutuşma 276
gücü 46

H

halı yünü 130
ham kumaş 76
harman-hallaç makinesi 26
harmanlama 26
haspel 59, 60
haşıl banyosu 55
haşıl sökme 59, 76, 78
haşıllama 54
havuzlama 106, 112
hayvansal elyaf 117
heminelüloz 109
hidrasyon suyu 129
hidrofil 22

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

hidrofob 222
hidrojen bağları 126, 240
hidrojen peroksit 91, 142
hidrojen peroksit ile ağartma 111
hidroselüloz 73, 78
high bulk 198
higroskopik su 128
hind keneviri 111
hipoklorit ağartması 92
homopolimer 5
HT yöntemi 260

İ

İbrişim 154
incelik 11, 129
indirgen oksiselüloz 64, 94
ingiliz numarası 40
inkişaf 251
ipek kozası 150
ipek krep 47
ipek tipi poliester 218
ipekböceği 150
iplik 26
iplik numarası 40
iplikçilik 25
iyonik yüzey aktif madde 222
izoelektrik noktası 131

J

jean 47
jelataz enzimi 59
jelatin 59, 117
jigger 59, 60
jüt 2, 61, 112

K

kalsiyum hipoklorit 91
kamıngarn 29, 135
kanaviçe 47
kantitatif elyaf analizi 283
kapok 2, 61, 102
kapron 209
karbonhidratlar 62
karbonizasyon 136
kard makinesi 28
karde ipliği 29
kasar 76, 91
kaşmir 2, 146
katlı iplik 43
katyon aktif madde 224
katyonik boyarmaddeler 252
katyonik madde 224
kauçuk elyafı 185
kazan pişirilmesi 84
kazein elyafı 183
keçeleşme 128
keçeleşmezlik 139
kemp 123
kendir 111
kenevir 2, 61, 111
keratin 119, 123, 124
kesikli elyaf 9
kesiksiz elyaf 9
keten 2, 61, 103
keten patiska 47
kevlar 212
kıl kökenli elyaf 2
kırkım yünü 120
kısa flotte 245
kimyasal bağ 240
kimyasal elyaf 3
kimyasal testler 279
kireç kaymağı 91
kırkım yünü 120
kısa flotte 245
kloria ağırtma 110
koagülasyon banyosu 169
kodel 216

koko elyaf 2, 61, 116
komplementer renk 229
kontinü pişirme 89
kontinü elyaf 9
kopolimer 5
korteks 121, 145
kotonize elm 19, 107
koza 150
köpek kılı 123
krep 154
krep saten 48
krepdöşin 47
kreton 47
kristalin alan 7
krizalit 151
kromofor gruplar 232
kuru eğirme yöntemi 35
kuru karbonizasyon 1365
kuru temizleme sembolleri 288
küflenme 24
kükürt boyarmaddeler 272
küp boyarmaddeler 266
kütikül 145
kütle boyama 193

L

lama 147
lanital 3
LAS 223
lastikotin 47
lateks 185
leke giderilmesi 285
lekeleme haslığı 238
levent 27
lif 1
liflerde çişme 21
liflerin esneklikleri 17
liflerin incelikleri 11
liflerin mukavemetler 15
liflerin nem çekme miktarları 19
liflerin uzama miktarı 15
liflerin uzunlukları 11
limanlama 106
lineer alkibenzen sülfat 223
lineer polimer 6
linter 76
linum usitatissimum 103
linyin 108
lizin 118, 127
lösin 118
lümen 68
lycra 4, 219
lyocell 175

M

maltoz 80
manila keneviri 113
manila keteni 61
maydos yerlisi 67
medüla 121, 122, 145
mekanik işlemler 273
mekik 46
mengenez 107
merinos yünü 121, 130
mermerşahi 47
merserizasyon 76, 98
merserize pamuk 70
metal-kompleks boyarmaddeler
metilen mavisi 94
migrasyon 245
mikrolif 53
misel 8
mısır pamuğu 71
migrasyon 245
mikrolif 53
misel 8
modakrilik elyaf 4, 196, 199
modal 175, 176

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE ve DÖKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

modifiye poliester 217
modifiye polivinilklorürü 191
modifiye yalancı bükům 39
mohair (moher) 2, 144
monofil 33
monofilament 33
monomer 5
monosakkaritler 62
mukavemet 14
multifil 33
multifilament 33
mungo 137
musa textilis 113
muslin 47
mutlak nem 18

N

naftol boyarmaddeleri 251
Ne 40
nem çekme 17, 129
nevanylon 208
nişasta 59
nişasta haşıl 78
Nm 40
nomex 211
noniyonik madde 225
nontermoplastik elyaf 186
nonwoven 52
numara-metrik 40
numaralandırma sistemi 113
nüanslama 246
nylon 4, 185, 202, 209
nylon 6,6 203
nylon 6,6 tuzu 203
nylon 66+6 210

O

oksiselüloz 64, 73
oksokrom gruplar 232
oligomer 5
open-end iplikçiliği 25
open-end makinesi 32
optik aktivite 62
organze 47, 154
orlon 4, 196
orta yün 130
ortokorteks 122

Ö

ölü pamuk 70, 71
örme 50

P

PA 202
pamuk 2, 61, 65
pamuk kozası 67
pamuk linteri 68
pamuk tipi poliester 218
pamuk üretimi 66, 290
pamuk vaksı 84
pamuklaşma 107
pamuklu gabardin 47
PAN 191
panama 47
papain 140, 157
parakorteks 122
pari 161
parlaklık 13
patiska 47
PCDT 216
PCU elyafı 190
P.D. 5
PE 186
pece elyafı 191
pektin 72, 103, 108, 113
pepsin 156
peptid bağı 125, 127
perlon 209
peroksit ağartması 96
PES 292

PET 213
PETF 213
pikrokarmin 157
pişirme 76, 84, 109
plate yakma makinesi
poliakrilonitril 194
poliamid elyaf 4, 202
poliester elyaf 4, 213
polietilen elyaf 3, 186
polietr fluorcetilen elyaf 4, 186
polisopren elyaf 4
polimer bileşik 5
polimerleşme derecesi 5
polinozik elyaf 175
poliolefin elyaf 3, 186, 187
polipropilen elyaf 4, 186, 188
polisakkarit 62
politetra fluorcetilen elyaf 4, 186
polithen 186
poliuretan elyaf 4, 218
polivinil elyaf 4, 189
polivinilal elyaf 4
polivinilalkol 193
poliviniliden klorür, 4, 192
polivinilklorür elyaf 4, 190
poplin 47
post yapağısı 120
PP 188
primer asetat 178
primer duvar 68
protein 117
protein elyafı 2, 4, 117
PTFE 4
PTFE 188
PVA 4
PVA 193
PVC 190
PVC 4

R

rami 2, 61, 112
rayon 164
reaktif boyarmaddeler 263
rejenere elyaf 3, 164
rejenere protein elyafı 3, 181
rejenere selülozik elyaf 3
renk 229
renk haslığı 235
renk şiddeti 244
renk tutturma 246
renkli iplik 44
rhovyl 190
ring iplikçiliği 25
ring makinesi 31
roller-gin çırçır makinesi 76

S

S büküm 42
s' derecesi 129
sabun 223
saçaklı misel 8
salgı kökenli elyaf 2
saran 192
saten 48
saten dokuma 46
saten düşes 48
saw-gin çırçır makinesi 75
schweizer reaktifi (çözeltisi) 94, 164, 173
sea island 67
sekonder asetta 177
sekonder duvar 68
selüloz 62, 72
selüloz esterleri 3
selüloz ksantat 167
selülozik elyaf 2, 4, 61
sentetik deterjan 223
sentetik elyaf 3, 164, 185
sentetik kauçuk 4

ANKARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

serin 118
serisin 119, 151
serj 47
serj dokuma 46
sert bükümlü iplik 42
sert ipek 157
sertleştirme banyosu 169
shoddy 137
silikol 182
sıra 51
sire saten 48
sisal 115
sisal kendiri 2, 61, 115
sistin 118
sistin bağı 125, 127
soda selülozu
sodyum hipoklorit 92
sodyum klorit 91
sodyum klorit ile ağartma 97, 11
souple ipeği 157
soya elyafı 182
spandex 4
spektrum 229
spinneret 169
spinneret başlığı
stapel 9
stapel iplikçiliği 25
stayhgarn 29, 135
su ile çekme 20
su-geçirmezlik 274
substantif boyarmaddeler 254
substantiflik 234
substantivite 229
sülfit ağartması 142
sürtünme haslığı 239
sütün 51

Ş

şantung 47
şayak 47
şerit 26
şetland 47
şifon 47

T

tabak yünü 120
tafta 47
tahar 46
tamamlayıcı renk 229
tarak 46
taraklama 105
tarama 26, 28
tavşan tüyü 148
tayf 229
taşıyıcı 260
tek hücreli elyaf 2, 108
tek kat iplik 43
tekstil spesifikasyonları 288
tekstüre iplik 38
tencel 175, 176
tensid 221
ter haslığı 239
ter tuzları 123
termofix 208
termoplastik elyaf 4, 22, 185
termoplastik olmayan lifler 22
terylen 214
tex 40
thermovyl 190
tiftik 144
tiftik üretimi 290
tow 218
treonin 118
triasetat 181
tripsin 156
tuşe 10
tutum apreleri 274
tuz bağı 125, 127
tül 28

tülbent 28, 47
tüvit 47

U

uzun flotte 245
uzun yün 130
uzunluk 9
uzunluk numaralandırma sistemi 40

Ü

ütüleme sembolleri 288

V

vaks 72, 108
van der Walls kuvvetleri 240
vaporlock odası 90
vatka 26
velon 192
vicara 3, 147, 181?
vicuna 147
vinal 194
vinilid elyaf 4
viniliden elyaf 4
vinylon 194
vinyon 191, 200
vinyon HH 191
vinyon N 4, 192
viskoz çözeltisi 167
viskoz ipeği 3, 171, 176
viskoz rayonu 171

Y

yağ 72
yakma 76, 77
yalancı büküm 39
yanmazlık 276
yapak yıkma 132
yapay elyaf 4
yapay ipek 164
yapay kesikli elyaf 9
yapay lif ihracatı 291
yapay stapel 9
yaş eğirme yöntemi 35
yaş işlemler 273
yeni zelanda keteni 2, 61
yer fıstığı elyafı 183
yeşil rami 112
yıkma haslığı 238

Z

Z büküm 42
zamk çıkarma 155
zefran 196
zein elyafı 181
zeminleme 251

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ 1883

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Yazarın diğer kitapları:

1- *Sistematik Analitik Kimya* – Prof.Dr. Emin Ulusoy ile –
İstanbul Üniversitesi Yayını 1982

2- *Tekstil Kimyası ve Teknolojisi*
İstanbul Üniversitesi Yayını 1983

3- *Boyarmadde Kimyası* – Doç.Dr. Yusuf İnanıcı ile –
Marmara Üniversitesi Yayını 1990

4- *Elyaf Bilgisi*
Marmara Üniversitesi Yayını 1991

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE ve DOKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

GETİRİLECEĞİ TARİH

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Marmara Üniversitesi Kütüphane ve
Dokümantasyon Daire Başkanlığı
M0006593
255.07.02.01.06./07/0006593