



DOKUMA TEKNOLOJİLERİ VE UYGULAMALARI

Doç. Dr. Banu ÖZGEN KELEŞ

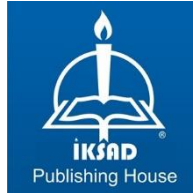
Dr. Elif YILMAZ



DOKUMA TEKNOLOJİLERİ VE UYGULAMALARI

Yazarlar:

Doç. Dr. Banu ÖZGEN KELEŞ
Dr. Elif YILMAZ



Copyright © 2022 by iksad publishing house

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TURKEY TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2022©

ISBN: 978-625-6955-46-2

Cover Design: Banu ÖZGEN KELEŞ, Elif YILMAZ

December / 2022

Ankara / Turkey

Size = 16x24 cm

ÖNSÖZ

Dokuma kumaşlar, karmaşık özelliklerine ve benzersiz davranışlarına rağmen basit bir yapıya sahiptir. Çözü ve atkı ipliği olarak adlandırılan iki set ipliğin birbiriyle farklı şekillerde kesişmesi, değerli tekstil liflerinden çeşitli desenlerde bir yüzey üretilmesi ile sonuçlanır. Dokuma kumaşlar, kolay şekillendirilebilen malzemelerdir. Bununla birlikte vücut korumasının gereksinimlerini karşılarken aynı anda yüksek düzeyde konfor sağlarlar.

Dokuma kumaşların ilk kullanımları giyim ve ev tekstili uygulamalarında olmuştur. Son zamanlarda, dokuma kumaşların yeni uygulama alanlarındaki kullanımı ciddi şekilde artış göstermiştir. Özellikle teknik tekstiller alanındaki uygulamalar gittikçe artmıştır. Bu doğrultuda, geleneksel giyim ve ev tekstili kullanımlarının yanı sıra yüksek öneme ve değere sahip teknik ürünler tasarlanmakta ve üretilmektedir.

Dokuma kumaşların nihai kullanım alanları, medikal, askeri, inşaat, telekomünikasyon, elektronik, havacılık gibi birçok sektörü kapsamaktadır. Teknik uygulamaların özel ve kritik özellikleri, tasarım, mühendislik, üretim ve test etme alanına göre ciddi değişiklikler göstermektedir. Bu kitapta dokuma kumaşın temel oluşum prensiplerinden başlayarak farklı geleneksel ve teknik kullanım alanları, dokuma kumaşların CAD/CAM uygulamaları ve modelleme yöntemlerine kadar birçok önemli konu bölümler halinde açıklanmıştır.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	<i>i</i>
İÇİNDEKİLER	<i>iii</i>
BÖLÜM 1.	<i>1</i>
GİRİŞ	<i>1</i>
BÖLÜM 2.	<i>3</i>
DOKUMA İÇİN İPLİK HAZIRLIK İŞLEMLERİ	<i>3</i>
2.1. Bobinleme İşlemi	<i>5</i>
2.2. Çözümlü Çözme	<i>7</i>
2.3. Haşılama	<i>9</i>
2.4. Taharlama	<i>10</i>
BÖLÜM 3.	<i>14</i>
DOKUMA İŞLEMİNİN TEMEL PRENSİPLERİ	<i>14</i>
3.1. Ağızlık Açma	<i>15</i>
3.2. Atkı Atma	<i>18</i>
3.3. Tefeleme	<i>22</i>
3.4. Kumaş Sarma	<i>22</i>
3.5. Çözümlü Salma	<i>23</i>
3.6. Yardımcı Hareketler	<i>24</i>
BÖLÜM 4.	<i>27</i>
DOKUMADA CAD/CAM	<i>27</i>
4.1. Üç Boyutlu Dokuma Yapılar ve Teknik Tekstiller	<i>27</i>
4.2. Dokuma Endüstrisinde CAD/CAM'in Temel Prensipleri.....	<i>29</i>
4.3. Dokuma Endüstrisindeki CAD/CAM Sistemleri	<i>30</i>
4.3.1. CAD Özellikleri.....	<i>30</i>
4.3.2. CAM Özellikleri	<i>33</i>
4.4. Dokuma Endüstrisinde CAD/CAM'in Rolü.....	<i>35</i>
4.4.1. Ürün Geliştirme	<i>36</i>
4.4.2. Üretim ve Tedarik Zinciri	<i>36</i>
4.5. CAD/CAM ile Yeni Ürünler/Pazarlar ve Gelecekteki Trendler ...	<i>37</i>

BÖLÜM 5.	39
DOKUMA KUMAŞ YAPISININ MODELLENMESİ	39
5.1. Modellemeye Giriş	39
5.2. Tasarım Mühendisliğinin Temelleri	43
5.2.1. Geleneksel Tasarım	44
5.2.2. Yapısal Mekanik Yaklaşım ile Geleneksel Tasarım	45
5.3. Modelleme Yöntemleri: Deterministik Modeller	46
5.3.1. Geometrik Modelleme	46
5.3.2. Matematiksel Modelleme	48
5.3.3. Ampirik Modelleme	48
5.3.4. Sonlu Eleman (Finite Element) Modellemesi	49
5.4. Modelleme Yöntemleri: Deterministik Olmayan Modeller	50
5.4.1. Bulanık Mantık	50
5.4.2. Sınır Ağları	52
5.4.3. Genetik Algoritmalar	54
5.4.4. Hibrit Modeller	56
5.5. Bilgiye Tabanlı Sistemler	57
BÖLÜM 6.	60
3D DOKUMA KUMAŞ YAPILARI VE ÜRETİM YÖNTEMLERİ	60
6.1. Atkı veya Çözümlü ile Katman Bağlantılı Yapılar	61
6.2. Bağlantı İplikleri ile Katman Bağlantılı Yapılar	63
6.3. Ortogonal Yapılar	64
6.4. Açılı İnterlok Dokuma Yapılar	65
6.5. Farklı Katman Sayısı İçeren Kompleks Yapılar	65
6.6. Üç Boyutlu Delikli (İçi Boş) Dokuma Yapılar	66
6.6.1. Düz Yüzeyle Delikli Kumaşlar	66
6.6.2. Düzgün Olmayan Yüzeyle Delikli Kumaşlar	68
6.7. Üç Boyutlu Shell (Kabuk) Dokuma Yapılar	69
6.7.1. Ayrı Kumaş Sarmalı Dokuma Yöntemi	69
6.7.2. Dokuma Yapısı Kombinasyonu Yöntemi	70
6.7.3. Kalıplama Yöntemi	71
6.7.4. Origami Yöntemi	72
BÖLÜM 7.	74
DOKUMA KUMAŞ UYGULAMALARI	74
7.1. Dokuma Tekstillerin Otomotiv Sektöründe Kullanımı	74
7.1.1. Kullanılan İplik Türleri	76

7.1.2. Dokuma Kumaş Yapıları	77
7.2 Dokuma Kumaşların Medikal Uygulamalarda Kullanımları.....	78
7.2.1 Dokuma Yara Bantları	78
7.2.2. Dokuma Vasküler Protezler ve Ağlar	79
7.2.3. Hastanelerde Kullanılan Dokuma Kumaşlar.....	81
7.2.4. Dokuma Kumaşların Diğer Medikal Uygulamaları	82
7.3. Dokuma Kumaşların Filtrasyonda Kullanımı	82
7.3.1. Santrifüj torbaları.....	84
7.3.2. Akışkan Yataklı Kurutucu Torbası.....	85
7.3.3. Vakum Filtre Torbaları	85
7.3.4. Panel Filtreler	86
7.3.5. Torba Filtreler.....	87
7.4. Dokuma Kumaşların Hazır Giyimde Kullanımı.....	87
7.4.1. Hafif Kumaşlar	89
7.4.2. Orta Hafif Kumaşlar	90
7.4.3. Orta Ağırlıkta Kumaşlar	91
7.4.4. İş kıyafetleri ve gündelik kıyafetler.....	92
7.4.5. Ağır Kumaşlar	93
KAYNAKÇA	95

BÖLÜM 1.

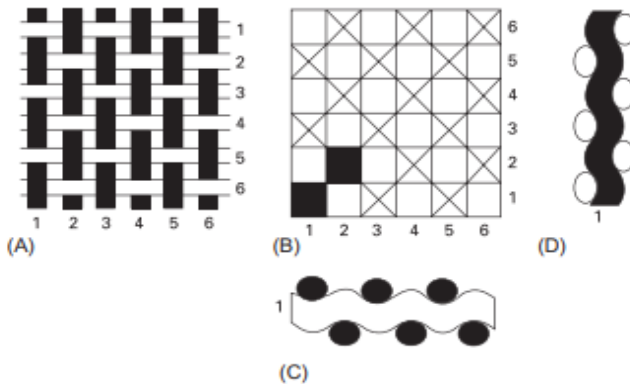
GİRİŞ

Tekstil liflerini kumaş haline getirmenin birçok yolu vardır ve en yaygın ve karmaşık olanı ipliklerin kesiştirilmesi ile kumaş üretim yöntemidir. Dokuma kumaş, çözgü ve atkı adı verilen iki takım ipliğin kumaş düzleminde dik açıyla birbirine geçmesiyle üretilir. Çözgü ipliği kumaş boyunca uzanırken, atkı ipliği kumaş eninde yer alır. Çözgülerin ve atkıların birbiriyle iç içe geçmesi tutarlı ve stabil bir yapı oluşturur.

Kumaş oluşturma işlemi, belirli özelliklere sahip liflerin seçilmesi, liflerin iplik içinde çeşitli şekillerde düzenlenmesi ve kumaş içinde ipliklerin birçok farklı şekilde düzenlenmesi gibi çok sayıda konuyu kapsamaktadır. Bu da tekstil tasarımcısına kumaş yapısını kontrol etme ve değiştirme konusunda büyük bir özgürlük ve çeşitlilik sağlar. Kumaştan beklenen stabilite, mukavemet, esneklik, dökümlülük ve geçirgenlik özellikleri ile üretilen nihai tekstil ürününe göre kullanılan dokuma tipine karar verilmektedir.

Bezayağı, dimi ve saten üç temel dokuma çeşididir. Bunların dışındaki diğer tüm örgü yapıları temel dokumaların modifiye edilmiş hali ve kombinasyonlarıdır.

Bezayağı örgünün karşıdan görünümü ile çözgü ve atkı boyunca enine kesiti şematik olarak Şekil 1.1'de verilmiştir.



Şekil 1.1. Bezayağı kumaş görünümü (A) Üstten görünüm, (B) Örgü raporu, (C) Atkı ipliği boyunca enine kesit, (D) Çözgü ipliği boyunca enine kesit

Örgü raporu, dikey çizgilerin çözgüyü ve yatay çizgilerin atkırı temsil ettiği bir çizim ile gösterilmektedir. Her kare bir çözgü ve bir atkı kesişimini temsil eder. Dolu kare, çözgünün atkının üzerinde olduğunu gösterirken, boş kare ise atkının çözgünün üzerinde yer aldığını gösterir.

Bezayağı örgü, en sık iplik kesişmelerinin olduğu en basit örgü raporuna sahip yapıdır. Bezayağı dokuma kumaş, yapısında yüksek miktarda bağlantı noktaları olması dolayısıyla sağlamdır ve iplik kaymasına karşı dayanıklıdır. Ancak dokuma sırasında sürtünme ve aşınma nedeniyle daha fazla lif hasarına uğrama potansiyeli de bulunmaktadır.

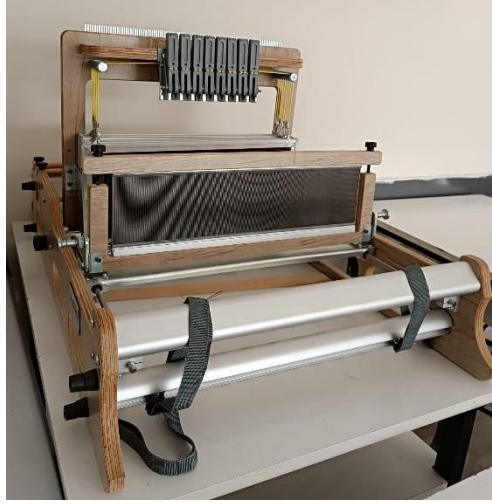
Dimi dokuma, bezayağı dokumaya göre daha az sayıda iplik kesişim noktasına sahiptir. İpliklerin genellikle bezayağı dokumaya göre daha gevşek bir şekilde bağlandığı dimi dokumalar, özellikle eğimli kesildiğinde (kenar yönüne 45° açıyla) daha esnek ve bir dereceye kadar da doğal esneme gösteren kumaşlardır.

Saten dokumalarda ise bir tekrarda bir yönde sadece tek bir çözgü ile atkı bağlantı noktası bulunmaktadır. Bu nedenle, üç temel dokuma yapısı içerisinde en az kesişim noktasına sahip yapı saten dokumalardır. Saten dokuma, dokuma sırasında minimum lif hasarına uğrar, ancak stabilliği en az olandır. En az bağlantı noktasına sahip olduğu için, maksimum sayıda çözgü ve atkı ipliğinden oluşturulabilmektedir. Saten dokuma kumaşların pürüzsüz yüzü, baskı, kabartma veya nakış uygulamaları için de ideal bir yüzey oluşturmaktadır.

BÖLÜM 2.

DOKUMA İÇİN İPLİK HAZIRLIK İŞLEMLERİ

Bir kumaş ister el tezgahında ister elektrikli bir tezgahta dokunacak olsun, mutlaka iki takım ipliğe ihtiyaç vardır. Şekil 2.1’de sırasıyla masa tipi el tezgahı ve elektrikli numune dokuma tezgahı görselleri verilmektedir.



(a)



(b)

Şekil 2.1 Dokuma tezgahları (a) Masa tipi el tezgahı (b) Otomatik numune dokuma tezgahı (CCI, 2022a)

Dokuma kumaş üretiminde çözümlü ipliği adı verilen bir takım iplik uzunlamasına yönde, atkı ipliği olarak adlandırılan diğer iplik takımı ise yatay yönde kullanılmaktadır. Çözümlü iplikleri, dokuma tezgahının arkasına konulan çözümlü levendi adı verilen bir parçaya sarılmaktadır. Çözümlü levendine konulacak çözümlü ipliğinin sayısı ve uzunluğu kumaşın kalitesine, yani cm'deki çözümlü ipliği sayısına, kumaşın enine ve üretilecek kumaşın uzunluğuna bağlıdır.

Birkaç yüz ila birkaç bin adet çözümlü ipliği olan bir dokuma leventi oluşturabilmek için, eğirme işlemleri sırasında üretilen küçük bobinlerdeki eğrilmiş iplikler, dokuma için aşağıdaki iplik hazırlama işlemlerinden geçerler:

- Bobinleme
- Çözümlü çözme
- Haşılama
- Taharlama

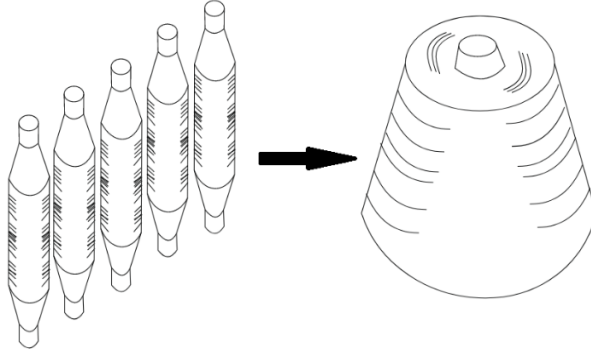
Eğirme işlemleri sırasında, iplik üretilirken genellikle masura ya da kops adı verilen bir pakete sarılır. Bu masuraya sarılan ipliğin uzunluğu, eğirme bobininin uzunluğuna, çapına ve ayrıca numaraya, yani ipliğin lineer yoğunluğuna bağlı olarak birkaç yüz ila birkaç bin metre arasında olabilmektedir. Ring iplik makinasında üretilen bu küçük masuralar, sonraki işlemlerin, yani çözümlü çözme, büküm ve atkı sarımının verimli bir şekilde yapılabilmesi için çoğunlukla uygun değildir ve bir sarım işlemleri gerekli kılar.

Haşıl işlemleri isteğe bağlıdır ve çoğunlukla tek kat eğrilmiş pamuk iplikleri için gerçekleştirilir. Yünlü ve kangarn çözümlü iplikleri normalde iki katlı iplikler (birlikte bükülmüş iki iplik) olarak üretilir. Bu nedenle, haşıl işlemleri gerektirmezler, bu durumda sadece sarım ve çözümlü hazırlık işlemleri yapılır.

Dokuma işlemleri öncesinde bir takım hazırlık işlemleri yapılması gerekmektedir. Bu işlemlere dokuma hazırlık işlemleri adı verilir.

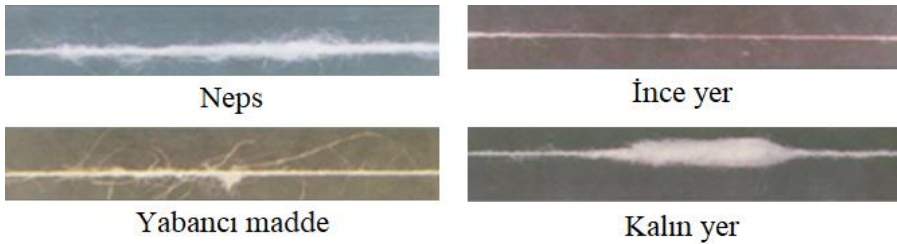
2.1. Bobinleme İşlemi

Bobinleme, çözgü çekme ve örme ya da dokuma tezgahlarındaki sonraki işlemler için ipliğin bir bobinden diğerine veya daha küçük boyutlu kops veya masuralardan bobinlere aktarılmasıdır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Kopslardan bobine aktarılan iplikler

Bobinleme iplik hatalarının giderilmesi için de ayrıca önemlidir. Geleneksel yöntemlerle eğrilmiş kesikli ipliklerde, iplikler üzerinde ince-kalın yer, şantuk ve neps gibi iplik hataları bulunabilir (Şekil 2.3). Bu iplik hataları iplikten uzaklaştırılmaz ise üretilen örme veya dokuma kumaşta kumaş hatası olarak ortaya çıkar. İplik hataları bobinleme ile giderilir ve bu işlem iplik temizleme olarak da adlandırılır. Bobinleme sırasında iplik hatalarının tümü giderilmez. Hangi hataların ne oranda giderileceği ipliğin son kullanım alanına bağlıdır. Şekil 2.4'te bir iplik bobinleme makinesi ve ipliğin bobinleme için geçtiği makinenin bir hattı görülmektedir.



Şekil 2.3. Bobinleme ile giderilen bazı iplik hataları (Nateri et al., 2014)



(a)



(b)

Şekil 2.4. İplik bobinleme (a) Kullanılan makine (b) İpliğin geçtiği makine kısımları

2.2. Çözgü Çözme

İplikler bir sonraki işlemde haşıl olarak bilinen nişasta uygulamasına tabi tutulacak ve sonrasında dokuma tezgahında dokunacaksa çözgü çözme, diğer adıyla çözgü hazırlama denilen işleme tabi tutulur. İpliklerin dokunacak kumaşın özelliklere göre (çözgü tel sayısı, çözgü renk raporu, çözgü uzunluğu) birbirine paralel ve aynı gerginlikte uygun şekilde çözgü levendi üzerinde sarılmasına çözgü hazırlama denir. Bu işlem hem kesikli liflerden üretilen hem de filament iplikler için yapılır.

Çözgü ipliklerinin leventlere aktarılması için çözgü makinesi adı verilen dokuma hazırlık makineleri kullanılır. Çözgü makineleri konik çözgü ve seri (düz) çözgü makineleri olmak üzere ikiye ayrılır. Seri çözgü makinesinde bobinden sağılan iplikler direkt olarak çözgü levendine sarılır. Konik çözgü makinesinde ise bobinden sağılan iplikler önce çözgü renk raporuna, tel sayısına ve çözgü sıklığına göre konik bir tambur üzerine sarılır. Tambura sarılı bu iplikler daha sonra çözgü levendine aktarılır.

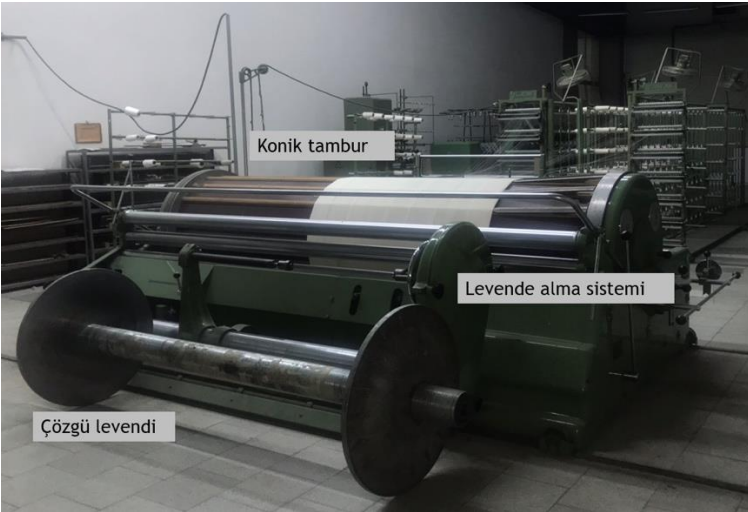
Konik çözgü makinesi (Şekil 2.5) çözgü cağılığı ve çözgü sarım bölümünden oluşur. Bobinlerin dizildiği kısım cağılık olarak adlandırılır. Cağılığa yerleştirilen bobinlerden çözgü çekilir. Cağılık ipliklerin paralel ve düzgün şekilde sağılmasını sağlar. Cağılık üzerinde iplik frenleme sistemleri ve iplik yoklayıcıları bulunur. Frenleme sistemi sayesinde cağılığın en arkasındaki bobinle en öndeki bobinden sağılan ipliklerin gerginlikleri eşit olacak şekilde ayarlanır. İplik yoklayıcı ise iplik koptuğu anda makinenin durdurulmasını sağlar. Çapraz tarak yan yana olan ipliklerin karışmasını önler. Support ise çözgü ipliklerinin bantlar halinde tambur üzerine sarılırken bant konik kısma doğru kaydırır. Support üzerinde V tarak bulunur. V tarak çapraz taraktan gelen çözgü ipliklerinin bant enini ve santimetredeki sıklığını belirler. Konik çözgü tamburu çözgü ipliklerinin bantlar halinde üzerine sarıldığı, üzerinde konik plaka veya konik kısım bulunan, 4-5metre uzunluğunda içi boş silindirdir. Bant uçları tambur üzerindeki çivilere sarılır.

Bir çözgü levendi hazırlamak için cağılığa yerleştirilecek bobin sayısı üretilmek istenen kumaşın çözgü sıklığı ve kumaş eninin çarpılması ile hesaplanır. Örneğin çözgü sıklığı 30 tel/cm ve kumaş eni 100 cm ise kumaş enindeki toplam çözgü sayısı 3000 olacak ve dolayısıyla 3000 uçlu bir çözgü levendi gerekli olacaktır. Üretilecek kumaşın uzunluğu da belli ise çözgü levendi üzerine bu uzunlukta iplik aktarılacaktır. Bu hesaplama dokuma

işlemi sırasında çözgü ipliğinde gerçekleşecek yüzde çekme oranı da eklenmelidir. Levent sarma mekanizması da tambur üzerinde istenen toplam çözgü tel sayısı tamamlandıktan sonra bütün çözümlerin aynı gerginlikte tamburun arkasına takılan çözgü levendine aktarılması sağlanır.



(a)



(b)

Şekil 2.5. Konik çözgü çözme makinesi (a) Cağlık (b) Çözgü sarım ünitesi

2.3. Haşılama

Pamuk, viskon, polyester karışımları ile akrilik/yün karışımlarından eğrilmiş çözgü ipliklerini haşılamadan dokumak neredeyse imkansızdır. Çözgü ipliklerinin dokuma sırasında maruz kaldıkları mekanik etkilerden zarar görmemeleri, tüylenmemeleri ve ipliklerin sorunsuzca dokunmasını için ipliklere yapışkan bir malzeme olan nişasta uygulanır. Bu işleme haşılama denir. Haşılama sadece çözgü ipliklerine uygulanan bir işlemdir, atkı iplikleri asla haşıllanamaz. Şekil 2.6'da bir numune haşıl makinesi görülmektedir.



Şekil 2.6. Numune haşıl makinesi (CCI, 2022b)

Haşılamanın genelde çözgü ipliklerinin mukavemetini arttırmak için yapıldığı düşünülse de çekme mukavemeti ile dokuma işlemi sırasında meydana gelen kopuşlar arasında tek başına bir ilişki yoktur. Örneğin keten ipliklerin mukavemeti pamuk ve yünden daha yüksektir, ancak zor dokunur. İpliğin mukavemeti, dokuma işlemi sırasında tezgah tarafından uygulanan normal gerilimden çok daha fazladır ve iplik genellikle çekme mukavemetinin

yetersiz olması nedeniyle kopmaz. Başka bir deyişle, dokuma tezgahında çözümlü iplikleri bükülme, yorulma, salınım gerilimi ve sürtünme direnci gibi birçok mekanik gerilimlere maruz kalır.

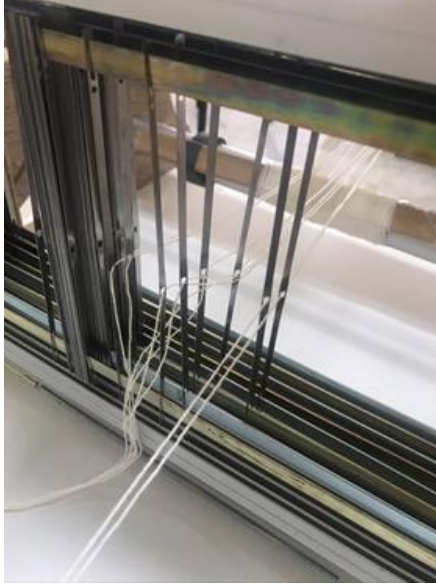
Çözüm iplikleri haşlandıktan sonra dokunur, dokuma sonrasında ise haşıl kumaştan uzaklaştırılır. Haşılama her ne kadar dokuma işleminin başarıyla gerçekleşmesi için gerekli olsa da katma değer yaratmayan ve hatta maliyeti arttıran bir işlemdir.

Bununla birlikte haşılama üretilen kumaşın kalitesi üzerinde belirleyici rol oynar. Doğru yapılmış haşılama, eski makinelerde düşük kaliteli pamuktan kumaş üretimini mümkün kılarken, haşılama uygun yapılmadığı zaman yeni makinelerde dahi malzeme, kalite ve üretim kayıpları ortaya çıkabilmektedir.

2.4. Taharlama

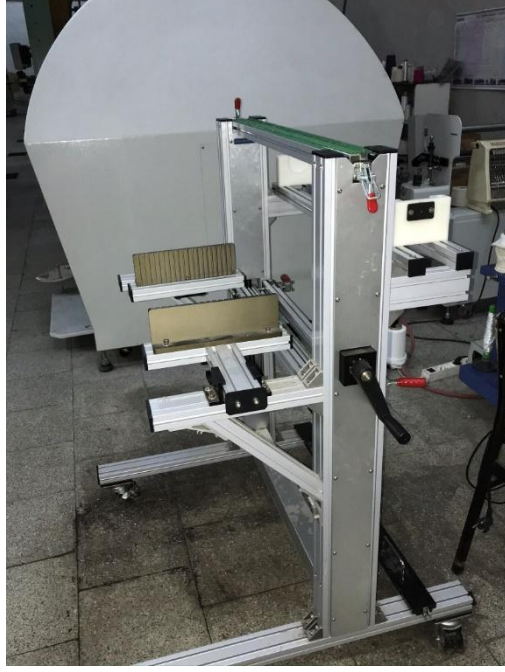
Tahar, kumaşın dokunabilmesi için çözümlü ipliklerinin belirli bir düzende çerçevelere sıralanması ve tarak dişleri arasından geçirilmesidir. Başka bir ifadeyle, çözümlü levendi dokuma tezgâhının arkasına yerleştirilmeden önce, her bir çözümlü ipliğinin çerçevelerin üzerinde bulunan gücü gözlerinden ve dokuma tarağının dişleri arasından geçirilmesi işlemi tahar veya taharlama olarak bilinir. Tahar işlemi dokumanın düzgün bir şekilde gerçekleşmesini sağladığından titizlikle ve uygun bir şekilde yapılmalıdır.

Taharın ilk aşaması gücü taharıdır. Leventten gelen tüm çözümlü uçları, tek bir birim olarak kaldırılan veya indirilen çerçevelerinin gücü gözlerinden geçirilir (Şekil 2.7). Örgü raporunda aynı hareketi yapan iplikleri aynı çerçeveye ait gücü gözlerinden geçirme işlemine gücü taharı denir. Farklı hareket yapan çözümlüler ise bir sonraki çerçeveye taharlanır. Gücü taharı sayesinde çözümlü ipliklerinin belirli bir sisteme göre hareketi sağlanır. Bir kumaşı dokumak için en az iki çerçeve gereklidir. İki'den fazla çerçeve ihtiyacı, dokuma kumaşın yapısına bağlıdır.



Şekil 2.7. Çözümlerin gücü gözlerinden geçirilmesi

Taharlama işlemi tezgah üzerinde yapılabileceği gibi tahar sehpaı kullanılarak da yapılabilir. Tahar sehpaında çözümlü levendi, çözümlü iplikleri, çerçeveller istenilen konumda ayarlanır ve çalışan kişinin rahatça tahar yapabildiğini mümkün kılarak dokuma hazırlık için kolaylık sağlar. Tahar sehpaı üzerinde gücü taharı tamamlandıktan sonra taharlanmış çerçeveller ve çözümlü levendi tezgaha yerleştirilir. Şekil 2.8’de otomatik numune dokuma tezgahına ait tahar sehpaı görseli verilmektedir.



Şekil 2.8. Tahar sehпасı

Taharın ikinci aşaması tarak taharıdır. Tarak taharında çerçevelere taharlanan tüm çözgü uçları dokunacak kumaşın çözgü sıklığına ve tarak planına göre tarak tığı yardımı ile dokuma tarağının dişleri arasından geçirilir (Şekil 2.9). Bu işleme tarak taharı denir. Tarak, çözgü ipliklerini eşit olarak ayırır ve girintilerden geçerken paralel tutar. Otomatik numune tezgahı üzerinde gücü ve tarak taharı tamamlanmış çözgü iplikleri Şekil 2.10'da görülmektedir.



Şekil 2.9. Çözümlerin tarak tığı kullanılarak tarak dişleri arasından geçirilmesi

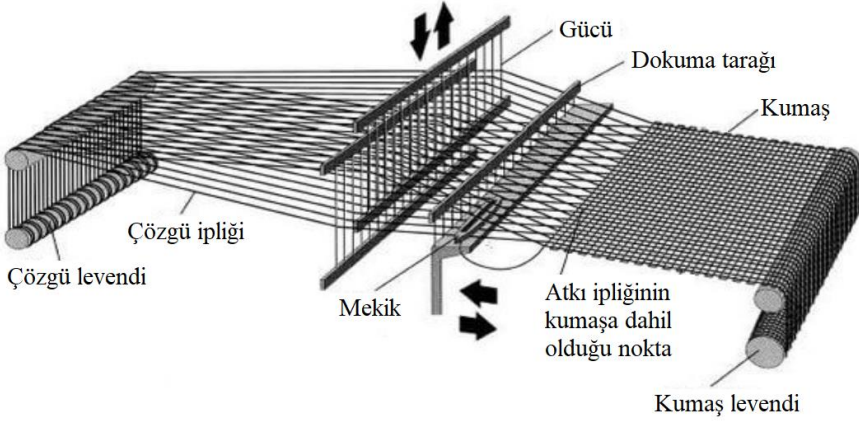


Şekil 2.10. Gücü ve tarak taharı tamamlanmış çözgü iplikleri

BÖLÜM 3.

DOKUMA İŞLEMİNİN TEMEL PRENSİPLERİ

Dokuma, ister bir el dokuma tezgahında, ister otomatik bir tezgahta yapılsın, iki iplik setinin belirli bir düzende birbiri ile dik açıda kesişmesi sonucu bir yüzey oluşturma tekniğidir (Şekil 3.1). Dokuma kumaş boyunca yer alan ipliklere çözgü, kumaş enince yer alan ipliklere atkı iplikleri adı verilir.



Şekil 3.1. Dokuma tezgahı şematik görünümü
(Textile Tutorials, 2022)

Çözgü iplikleri dokuma işlemi sırasında gerçekleşen tezgah hareketleri nedeniyle çok fazla stres ve gerilime maruz kalmaktadır. Bu nedenle çözgü ipliklerinin atkı ipliklerinden daha mukavemetli olması beklenir.

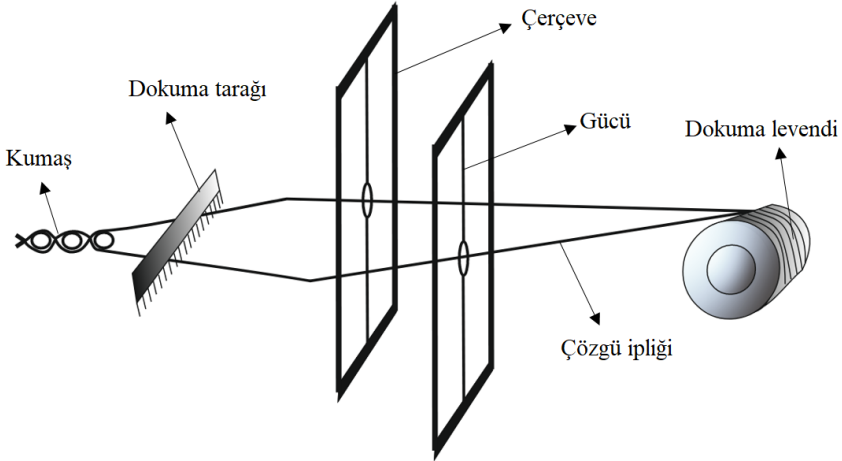
Dokuma kumaşlar temel olarak üç grupta incelenir:

1. Çözgü iplikleri ile atkı ipliklerinin birbirini dik açılarla kestiği kumaşlar.
2. Bazı çözgü ipliklerinin sol ve sağındaki komşu çözgülerle birlikte dokunduğu kumaşlar. Bu kumaşlar gaze ve leno olarak da adlandırılır.
3. Çözgü veya atkı ipliklerinin kumaş zemininden dışarı doğru çıktığı ve kumaş yüzeyinde bir ilmek veya hav oluşturduğu kumaşlar. Bu kumaşlara havlı kumaşlar denir ve halı, havlu, kadife ve fitilli kumaşlar bu kumaşlara örnek verilebilir.

Dokuma kumaşın oluşumu için üç temel hareket (birincil hareketler) vardır. Bunlar ağızlık açma, atkı atma ve tefeledir (atkı sıkıştırma). Bu üç ana hareket olmadan dokumanın gerçekleşmesi mümkün değildir. Dokumayı tamamlayıcı hareketler ise çözgü salma ve kumaş sarma olarak sıralanır. Bu ikincil hareketler bir kumaşın dokunması, başka bir deyişle çözgü ve atkı ipliklerinin birbiri ile kesişmesi için gerekli olmasa da bir kumaşın elektrikli dokuma tezgahında sürekli olarak dokunmasına yardımcı olmaktadır. Bu bölümde önce dokuma kumaşın oluşumu için gerekli temel ve tamamlayıcı hareketler açıklanmakta, sonrasında ise yardımcı hareketlere değinilmektedir.

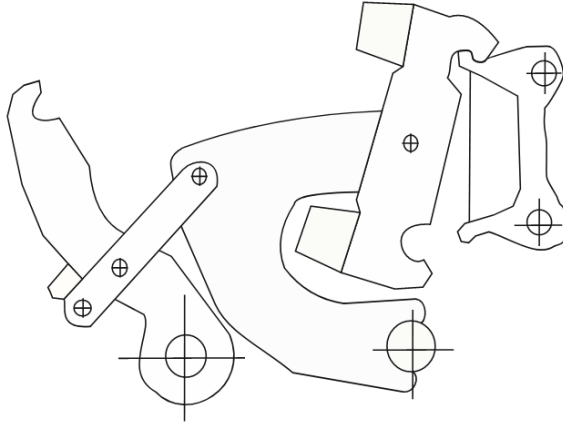
3.1. Ağızlık Açma

Atkı iplikleri ile çözgü ipliklerinin birbiri ile dik açılarla kesişerek bir yüzey oluşturabilmesi için çözgü ipliklerinin ikiye ayrılması ile bir boşluk yaratılması gerekir (Başer, 2020). Ağızlık adı verilen bu boşluk, istenen dokuma kumaş yapısına göre atkı geçişini sağlamak üzere çerçevelerin bir kısmının yukarı kaldırılırken bir kısmının aşağı indirilmesi ile meydana gelir. Çözgü levendinden gelen her bir çözgü ipliği gücü gözlerinden geçirilmiş olduğu için, çerçeve üzerindeki gücü millerinin aşağı yukarı hareketi ile çözgü iplikleri ikiye ayrılır ve her yeni atkı için yeni bir açıklık oluşur (Şekil 3.2).

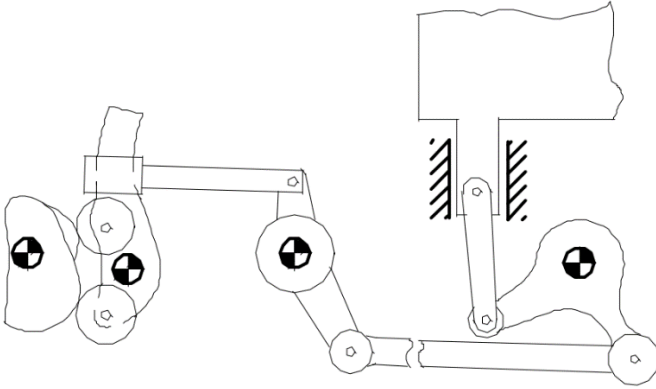


Şekil 3.2. Dokuma tezgahında ağızlık oluşumu şematik görünüm

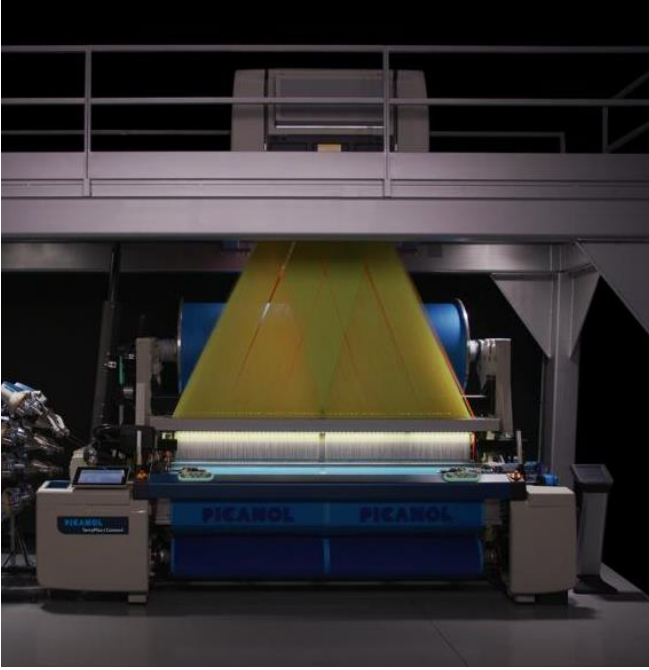
Ağızlık açma mekanizmaları, kamlı (eksantrikli), armürlü ve jakarlı üç farklı sistem ile oluşturulabilir (Şekil 3.3). Kamlı ve armürlü ağızlık açma mekanizmalarında aynı harekete sahip gücüler bir çerçeveye, jakarlı ağızlık açma mekanizmasında ise her gücü birbirinden bağımsız olarak jakar makinasına bağlıdır (Abdullayev vd., 2003).



(a)



(b)



(c)

Şekil 3.3. Ağızlık açma mekanizmaları (a) Armürlü (Abdullayev vd., 2003); (b) Eksantrikli (Kapucu vd., 2010); (c) Jakarlı ağızlık açma (Picanol, 2022)

Bir ağızlık oluşturmak için gereken minimum gücü mili sayısı ikidir. Kullanılan gücü millerinin sayısı ikiden fazla olduğunda, hangi milin kaldırılıp indirileceği ilgili tezgahta dokunan kumaşın konstrüksiyonuna göre belirlenir. Bir masa tezgahında, ağızlık gücü millerinin manuel olarak elle kaldırılmasıyla oluşturulurken, basit bir el tezgahında genellikle pedal kollarına basılarak yapılır. 6 çerçeveli bir masa tezgahında çerçevelerin aşağı yukarı hareketinin manuel olarak gerçekleşmesini sağlayan mandallar Şekil 3.4'te görülmektedir. Şekil 3.4'te birinci ve üçüncü çerçeve üst konumdadır.

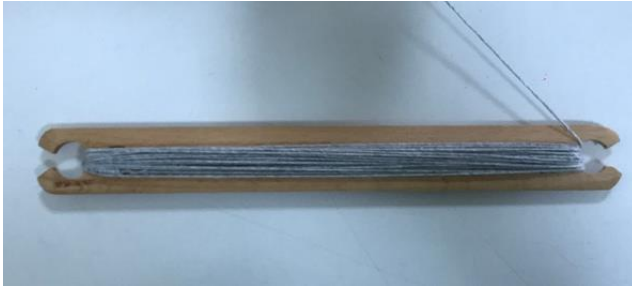


Şekil 3.4. Masa tezgahında çerçevelerin manuel olarak indirilip kaldırılmasını sağlayan mandallar

3.2. Atkı Atma

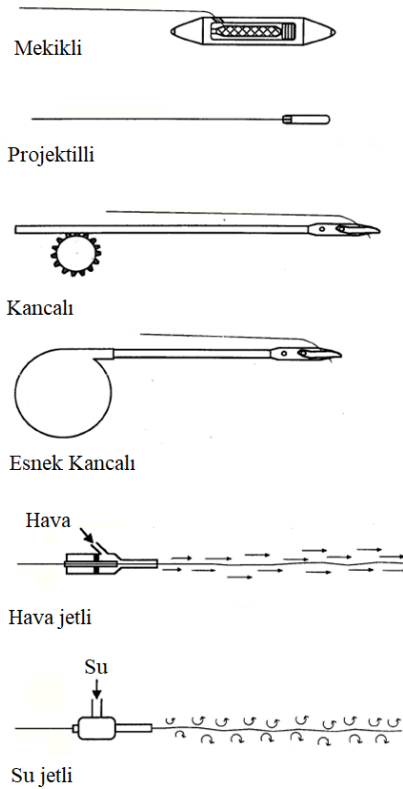
Mekikli ve mekiksiz tezgahlarda dokumanın temel prensipleri aynıdır. Temel fark atkı atım yönteminden kaynaklanır. Atkı ipliğinin tezgahın bir tarafından diğer tarafına taşınarak ağızlığa yatırılmasına atkı atma denir. Mekikli tezgahta atkı atım ünitesi her iki tarafta bulunurken, mekiksiz tezgahlarda atkı atımı her zaman tezgahın sol tarafından yapılır.

Bir mekikli dokuma tezgahı üzerinde bulunan çözümlü iplikleri iki parçaya ayrılıp bir ağızlık oluşturulduğunda atkı ipliğini taşıyan bir mekik ağızlığın içine atılır (Şekil 3.5). Mekik tezgahın diğer tarafına ulaştığında, gücü millerinin aşağı yukarı hareketi ile ağızlık kapanıp açılmaya devam eder.



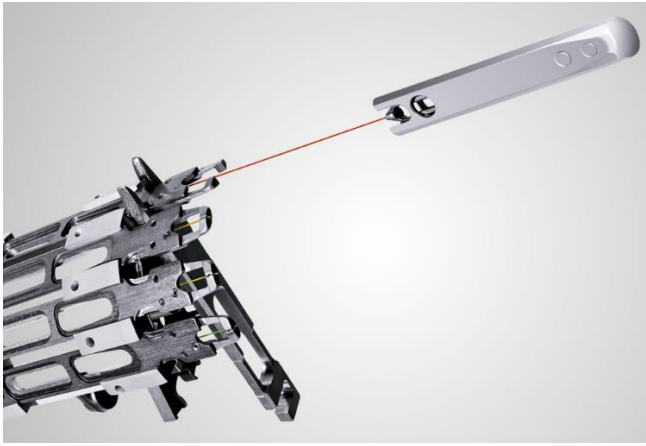
Şekil 3.5. Masa tezgahında kullanılan bir mekik

Mekiksiz bir dokuma tezgahında ise, mekikcikli (projektili), kancalı, hava jetli ve su jetli atkı atım sistemleri kullanılabilir. Dokuma kumaş üretiminde kullanılan farklı atkı atım sistemleri Şekil 3.6’da verilmektedir.



Şekil 3.6. Atkı atım sistemleri (Adanur, 2001)

Mekikcikli dokuma tezgahlarında, atkı ipliği 40-60 gr ağırlığındaki bir mermi ile ağızlığa atılır. Atkıyı taşıyan mermi, makine boyunca atkı atım tarafından alım tarafına atılır. Atkı ipliğini tutan mermiyi fırlatmak için kullanılan enerji, itme sağlamak üzere belirlenmiş bir miktarda bükülen bir burulma çubuğunda depolanan kayma gerinimi enerjisinden elde edilir. Mermi kılavuz içine yaklaşık 30 m/sn hızla fırlatılır ve ağızlık boyunca kayarak atkı ipliğini çeker. Atkı bobini, makinenin dışında, atkı atım tarafında yer alır ve tüm atkılar aynı taraftan gönderilir.



Şekil 3.7. Projektilli atkı atım sistemi (Itema, 2022a)

Kancalı dokuma tezgahları, çeşitli kumaş çeşitlerinin üretilebildiği en esnek dokuma makineleridir. Tek ve çift kancalı olmak üzere iki tip kancalı dokuma tezgahı bulunur. Tek kancalı dokuma tezgahlarında, dokuma tarağı genişliğine eşit boyda, dairesel kesitli ucu kancalı bir çubuk ağızlığa bir taraftan girer, diğer taraftan atkı ipliğinin ucunu alır ve sonra geri çekilirken atkı ipliğini kumaş eninde geçirir. Sonuç olarak, kanca atkı ipliğini yalnızca bir yönde taşır ve kanca boş gidip dolu döndüğünden hareketinin yarısı boşa harcanmış olur. Bu da tezgah hızını büyük ölçüde sınırlar.

Çift kancalı dokuma tezgahında, biri alıcı diğeri verici olarak tanımlanan iki kanca kullanılır. Verici, ipliği makinenin solundaki bobinden alır ve atkı ipliğini ağızlığın ortasına kadar götürür. Atkı ipliğini burada alıcı alır ve çözgünün diğer tarafına kadar çeker. Şekil 3.8’de çift kancalı atkı atım sistemine sahip bir tezgah görseli görülmektedir.



Şekil 3.8. Çift kancalı atkı atım sistemi (Itama, 2022b)

Jetli bir dokuma tezgahında, atkı bir hortum içine sokulur ve sıvı bir çalışma maddesi yardımıyla ağızlık boyunca taşınır. Bu tezgahlarda atkı atım sistemi makinenin yalnızca bir tarafında bulunur. Hava jetli dokuma makineleri, merkezi bir kaynaktan basınçlı hava ile beslenir veya yerleşik bireysel basınç üniteleri ile donatılır (Şekil 3.9). Su jetli dokuma tezgahlarında ise ana şebekeden su beslenen bireysel enjeksiyon pompaları bulunur. Atık su ise bir gidere boşaltılır.



Şekil 3.9. Hava jetli atkı atım sistemine sahip dokuma tezgahı

3.3. Tefeleme

Atkı ipliği ağızlık içerisine atılır atılmaz, dokumanın ana hareketlerinden sonuncusu olan tefeleme hareketi gerçekleşir. Atkı sıkıştırma olarak da bilinen tefeleme ile ağızlık içerisine atılan atkı ipliği tarağın ileri geri hareketi ile çözgü ipliklerinin arasına sıkıştırılarak dokuma kumaş yapısına dahil edilir. Dokuma kumaş oluşumu sırasında dokumanın üç temel hareketi sürekli olarak tekrarlanır.

3.4. Kumaş Sarma

Kumaş sarma veya kumaş çekme, dokuma prosesi devam ederken üretilen kumaşın sabit bir hızda çekilerek kumaş silindiri üzerine otomatik olarak sarılmasıdır (Şekil 3.10). Çözgü levendinden gelerek gücülere taharlanan iplikler çerçevelerin aşağı yukarı hareketi ile ağızlık oluşumunu sağlar, atkı atımı sonrası dokuma tarağı tarafından tefelenen atkı ipliği çözgü ipliklerinin arasına sıkıştırılarak kumaş yapısına dahil edilir.

Kumaş sarma mekanizması negatif ve pozitif sistemlerle sağlanır. Negatif sistemde kumaş silindiri bir dişli yardımı ile döndürülürken, pozitif sistemlerde kumaş bir çift sürtünme silindiri ile pozitif olarak çekilir (Başer, 2020).



Şekil 3.10. Kumaş sarma mekanizması (CCI, 2022c)

3.5. Çözgü Salma

Elektrikli bir dokuma tezgahında çözgü salma, dokuma işlemi sırasında çözgü levendi üzerindeki ipliklerin sabit bir oranda ve belirli bir gerilimde leventten otomatik olarak sağılması anlamına gelmektedir (Şekil 3.11).

Çözgü salma da tıpkı kumaş sarma gibi pozitif ve negatif besleme sistemleri ile gerçekleşir. Gerek kumaş sarma gerek çözgü salma sırasında negatif sistemler salınan çözgü ipliği ile sarılan kumaş miktarını otomatik olarak ayarlar. Bununla birlikte negatif sistemlerde çözgü levendi ve kumaş silindirin çaplarının dikkate alınması gerekmektedir. Pozitif sistemde ise negatif sistemden farklı olarak, dokunan kumaşın özelliklerine göre istenen miktarda çözgü salımı ve kumaş sarımı için tezgah önceden ayarlanmalıdır (Başer, 2020).

Elektrikli tezgahlarda kumaş pozisyonu her zaman aynı kalırken, geleneksel el tezgahlarında dokuma kumaş oluşumu için gerekli olan temel hareketlerin her tamamlanması sonrasında değişir.



Şekil 3.11 Dijital gerilim kontrollü elektronik çözgü salma sistemi (CCI, 2022d)

3.6. Yardımcı Hareketler

Dokuma kumaşın oluşumu ve dokuma işleminin sürdürülmesi için yukarıda bahsedilen birincil ve ikincil tezgah hareketlerine ek olarak gerçekleşen yardımcı hareketler de bulunmaktadır.

Bu yardımcı hareketler, çözü durdurma ve atkı durdurma hareketidir. Bu hareketler dokuma işleminin sürdürülmesi için zorunlu olmasa da elektrikli bir dokuma tezgahında kumaş kalitesini ve üretimi kontrol etmek için kritik öneme sahiptir.

Yardımcı hareketlerin başlıca işlevi, dokuma işlemi sırasında atkı ipliği veya çözü ipliği koptuğunda tezgâhı durdurma. Atkı ve çözü durdurma mekanizmalarının yokluğu veya hatalı çalışması birçok soruna yol açarak kumaşta ciddi hatalara neden olabilir.

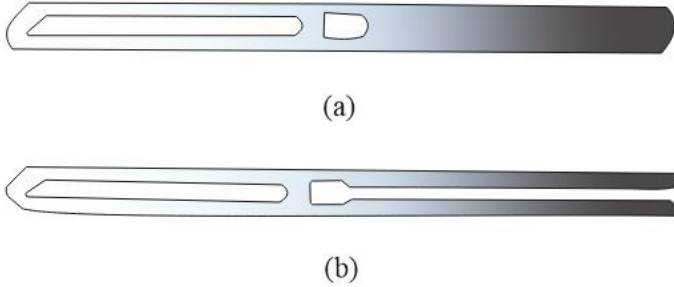
Çözü durdurma hareketi, mekanik veya elektrikli olabilir. Her iki sistemde de çözü levendinden gelen her bir iplik özel bir lamel gözünden çekilir. Lamellerin boyutları ve ağırlıkları, ipliğin kalitesine göre değişebilir. Örneğin iplik ne kadar inceyse lamel o kadar hafif, iplik ne kadar kalınsa lamel o kadar ağır olmalıdır. Çözü iplikleri üzerinde bulunan lameller Şekil 3.12’de görülmektedir.



Şekil 3.12. Otomatik bir dokuma tezgahında çözü ipliklerinin üzerinde bulunan lameller

Çözü iplikleri, tezgahtan uzakta bir noktadan lamel gözünden çekilecekse, alt kısmı kapalı lamel kullanılır. Ancak lameller tezgahta bir çözü

üzerine yerleştirilecekse, alt kısmı açık lamel kullanılır. Açık ve kapalı lameller Şekil 3.13'te gösterilmektedir.



Şekil 3.13. Kapalı (a) ve açık (b) lameller

Mekanik çözgü durdurmada, lameller orta çubuk aralarında hareket ederken dış çifti sabit olan üç oluklu veya tırtıklı çubuk üzerinde durdurulur. Çözgü ipliği koptuğunda, iğne düşer ve tırtıklı çubuğun hareketini engeller. Bu durum, başlangıç kolunun konumunu değiştirerek tezgahın durmasını sağlar.

Elektrikli tezgahlardaki çözgü durdurma mekanizması da aynı prensiple çalışır. Mekanik sistemden farkı, burada tırtıklı çubuklar yoktur ve çözgü iplikleri bir çift elektrot arasında temas kuran özel lamellerden geçirilir. İplik koptuğu zaman iğne düşer, böylece çubukla temas eder ve bir röle ortamı aracılığıyla tezgahı durduran bir devreyi tamamlar.

Atkı durdurma mekanizmasının ana görevi, atkı ipliği koptuğunda veya biten bobinin yenisiyle değiştirilmesi gerektiğinde tezgahı durdurmaktır. Çünkü atkı atımı yapılmadığı halde dokuma işlemine devam edilmesi durumunda, atkı kırığı veya atkı kaçığı olarak adlandırılan ciddi bir kumaş hatası oluşur. Hatanın dokumacı tarafından fark edilmesi ile zaman harcanarak bu hata düzeltilebilse de bu durum iş yükünü artırır ve üretim verimliliğini düşürür.

Mekikli tezgahlarda ise atkı çatalı olarak adlandırılan mekanizma her bir atkı atımı sonrasında atkının ağızlığa atılıp atılmadığını kontrol eder. Mekanik işleyen bu sistemde ağızlığa atkı atılmaması durumunda, atkı çatalının üst kısmı hareket kolu ile temas ederek tutucu kolun durdurma kolunu etkinleştirmesini ve tezgahı durdurmasını sağlar. Atkı çatalı mekanizması tezgahın yan tarafında kumaş kenarı ile mekik kutusu arasında bulunur (Başer, 2020).

Yukarıda bahsedilenler dışında dokuma kumaşın üretimi sırasında gerçekleşen yardımcı tezgah hareketlerinden biri de kumaş kenar kontrolüdür. Elektrikli dokuma tezgahlarında tezgahın sağ ve sol kısmında, dokuma tarağının ön tarafında kumaşın olduğu kısımda bulunan cımbazlar kumaş kenar kontrolünü sağlar. Tezgah üzerinde her iki kumaş kenarı cımbazlar tarafından tutulur. Cımbazlar sayesinde çözgü ve atkı ipliklerinin kesişmesi nedeniyle oluşacak kumaş çekmesinin ve çözgünün enine yönde büzülmesiyle oluşacak çözgü kopmalarının önüne geçilir. Dokumada kullanılan bazı cımbaz görselleri Şekil 3.14’te verilmektedir.



(a)



(b)

Şekil 3.14. Halka cımbaz (a) ve (b) Tam boy cımbaz

BÖLÜM 4.

DOKUMADA CAD/CAM

Tekstil endüstrisi geleneksel olarak üç ana üretim alanından oluşmaktadır. Bunlar lifler (doğal veya sentetik), kumaşlar ve bitmiş ürünler (tüketim malları, örneğin giyim, ev içleri) olarak sıralanır. Kumaş üretimi (tekstil endüstrisinin ilk iki ana üretim alanı) sermaye yoğundur ve gereken kumaş hacimlerini üretmek teknoloji ve otomasyon gerektirir. Daha emek yoğun olmasına rağmen, zincirin tüketiciyle bulunduğu (ithalat, dağıtım ve perakende) üçüncü üretim alanı, endüstrinin değer zincirinde giderek daha rekabetçi ve önemli hale gelmiştir. Bununla beraber, tekstildeki yeni uygulamalar, tekstil ürünleri için pazar potansiyellerinin genişlemesine yol açmıştır. Ürün değerinin geliştirilebileceği esneklik, kalite, çevresel performans ve yenilikçilik olmak üzere dört özel alan bulunmaktadır (Criete, 2015).

Yeni teknoloji, araştırma ve geliştirme faaliyetleri, rakip şirketlerden farklılaşan ve doymuş pazarlarda alınıp satılabilen ürünlerin geliştirilmesine yardımcı olduğundan, sermaye yoğun ülkelerde rekabet etmek için temel faktörler olarak kabul edilmektedir. CAD/CAM uygulamaları, farklılaştırılmış ürünler geliştirmede ve tedarik zincirinin değişen doğasına tepki vermede önemli roller oynamaktadır. Dokuma tasarımını anlamak ve bilgi sahibi olmak, dokuma teknikleri ve matematiği konusunda uzmanlaşma ve tekstil endüstrisinin faaliyet gösterdiği rekabetçi ortam, yeni ürünler ve yeni tekstil uygulamaları geliştirmek için bilgisayar destekli tasarım ve üretim (CAD/CAM) becerileri gerektirmektedir. CAD/CAM'in gerekli olduğu tekstil alanları, karmaşık dokuma yapıları ve disiplinler arası çalışma gerektirmesi nedeniyle teknik tekstiller ve üç boyutlu (3D) dokumalardır.

4.1. Üç Boyutlu Dokuma Yapılar ve Teknik Tekstiller

Teknik tekstiller örme veya dokuma kumaş yapıları olabilir. Teknik tekstilleri tanımlaması ilk olarak 1980'lerde uygulama kapsamı çok dar kabul edilen 'endüstriyel' tekstiller (ABD'de hala kullanılmaktadır) terimi ile ortaya çıkmıştır. Başlangıçta bu terim, "estetik veya dekoratif özelliklerinden ziyade

öncelikle teknik ve performans özellikleri için üretilen tekstil malzemeleri ve ürünleri" olarak kabul edildiğinden, orijinal kullanımını azdır. Ancak teknik tekstillerin spor giyimde artan kullanımı ve satışları arttırmak için tasarımın yaygınlaşması, bu yaklaşımı ortadan kaldırmıştır (Horrocks, 2000). Teknik tekstiller, kısaca liflerin, kumaşların ve terbiye tekniklerinin kombinasyonları ve bunların farklı kombinasyonlarda ve ortamlarda nasıl performans gösterdiğini anlamının ve bu konudaki bilgi birikiminin sonuçlarıdır (Byrne, 2000).

Dokuma teknik tekstiller, üç boyutlu dokuma yapıları kullanılarak geliştirilme eğilimindedir. Dokuma kumaşlar, tek katlı veya çok katlı olabilir ve dokuma yapısı, nihai ürün gereksinimlerine bağlı olarak basit düz dokumalardan karmaşık dokuma yapılarına kadar farklı birçok şekilde olabilir. Çok katmanlı dokuma kumaşlar, neredeyse sonsuz sayıda olası yolla dokunan birkaç çözüme ve atkı ipliği katmanına sahip olduklarından ve ortogonal, kalınlık boyunca açılı interlok ve açılı interlok olarak kategorize edildiklerinden, 3D dokumalar olarak da bilinirler. Çapraz dokuma kumaşlar (çapraz olarak üst üste binen üç veya daha fazla ipliğin iç içe geçmesiyle oluşturulan) da yaygın olarak teknik tekstiller geliştirmek için kullanılırlar. İki tip çapraz dokuma kumaş yaygın olarak kullanılmaktadır; çift eksenli (iki takım hizalanmış iplik) ve üç eksenli (üç takım hizalanmış iplik). Dokuma kumaşlarda olduğu gibi çok katlı (3D) çapraz dokuma kumaşlar da üretilmektedir. Üç boyutlu dokuma, 3Tex ve Biteam gibi özel dokuma tezgahı teknolojileri veya üretilecek 3D yapı tiplerinde esneklik ve azaltılmış maliyetler avantajlarına sahip hali hazırda mevcut olan geleneksel bir dokuma tezgahı yoluyla elde edilebilir. Ancak, 3D kumaşları bu şekilde geleneksel dokuma makinesi ile tasarlamak ve üretmek karmaşık olabilir (Chen, 2010).

Teknik tekstilleri tasarlamak için, tasarımcının ipliği ve özelliklerini çok iyi anlaması gerekir, çünkü özellikle tekstil takviyeli kompozit malzemeler gibi uygulamalarda kullanılan 3D dokuma kumaşların çoğunda hem matris hem de takviye olan materyaller, bireysel özelliklerini mikroskobik düzeyde korumaktadırlar. Tekstil kompozitleri, polimerler, seramikler veya metaller içindeki tekstil yapıları olabilir (Ogin, 2000). Bu bilgiye dayanarak, tekstillerin mekanik veya geometrik modellemesini yapabilmek çok önemlidir. İpliğin geometrik modellemesi gerektiğinden, bu alanda CAD yazılımı vazgeçilmez hale gelmektedir. Kompozit tekstillerde uygulama yapabilmek

için "içlerinde bulunan liflerin yaklaşık sınırlarını temsil eden katı hacimler" tanımlamak önemlidir, çünkü bu tanımlamalar şunları sağlamaktadır:

- Kumaş oluşumunun mekanik özelliklerinin tanımlanması,
- Kompozit haline getirilecek kumaşın geçirgenliğinin tahminlenmesi,
- Kompozit parçaların mekanik özelliklerinin ve mühendislik uygulamalarında kullanımları için dayanımlarının modellenmesi.

4.2. Dokuma Endüstrisinde CAD/CAM'in Temel Prensipleri

CAD, 1980'lerden beri Amerika Birleşik Devletleri'ndeki büyük tekstil imalat firmalarında kullanılmaya başlanmıştır (Price and Cohen, 1999). CAD/CAM, genellikle bağlantılı bir bilgisayarlı sistem tarafından kontrol edilen, tasarım, analiz ve üretim faaliyet alanlarını kapsamak için kullanılan bir terimdir. CAD, tasarım ve ürün geliştirmeye yardımcı olurken; CAM, üretim ve ekipmanın işlem adımlarını kontrol etmeye yardımcı olmaktadır. Tasarımın analizi ve üretim sistemi için tanımlanması, bilgisayar destekli mühendisliğin (CAE) bir parçası olan ekipman tarafından gerçekleştirilmektedir. Bilgisayar entegre üretimi (CIM) oluşturan CAD, CAE ve CAM'in birleşimidir. Başka bir deyişle CAD/CAM olarak adlandırılmaktadır.

Tam entegre bir CAD/CAM sistemi, CAD sisteminde geliştirilen grafik tasarımların, bilgisayar tarafından oluşturulan talimatlar aracılığıyla bilgisayar kontrollü dokuma tezgahlarına üretim kontrollerini sağlayan bir sayısal kontrol elemanı tarafından analiz edilen sayısal bilgilere dönüştürülmesi anlamına gelmektedir (Collier, 1990). Elektronik dokuma tezgahları, kullanıcının farklı kumaşlar için önemli ayar parametrelerini, işlemin tekrarlanması veya değiştirilmesi gerektiğinde kolayca geri çağırarak için kaydetmesine ve böylece zamandan tasarruf etmesine olanak tanıyan özelliklere sahip bir kontrol paneli tarafından kontrol edilmektedir. Talimatlar yazdırılabilmekte ve manuel olarak girilebilmekte veya USB, disketler veya e-posta yoluyla üretim tezgahına dijital olarak gönderilebilmektedir.

Bir CAD/CAM sistemi, elektronik veri alışverişi sistemi (EDI) ile güvenli bir sunucu aracılığıyla üretim aşamalarını siparişler, satışlar, üretim planlama ve çizelgeleme ve satış analizi vb. ile de ilişkilendirebilir. EDI, belirli endüstri ihtiyaçlarını karşılamak için uyarlanmış, tipik olarak ANSI (Amerika Birleşik Devletleri için) veya EDIFACT (Avrupa ve Asya için) olan standart bir elektronik formatta satış faturaları veya satın alma siparişleri gibi ticari

belgeler için ticari ortaklar arasında bilgisayardan bilgisayara iletişimidir (Oracle, 2018). Bilgisayarlar arasında bilgi transferi yapıldığından, transfer edilecek gerekli belgelerin ilk tanımlanmasının ötesinde bilginin insan tarafından işlenmesi söz konusu değildir. Bu nedenle süreç kağıtsız ilerler, çok az zaman alır ve hatasızdır (örn. verileri yanlış girmek, vb.). Böylece zaman, maliyet ve iş döngüsünün uzunluğu (yani, ticari işlemin iletilmesi için geçen süre) açısından iş sürecindeki verimlilik artırılmış olur (OpenText, 2017). CAD/CAM sistemleri ayrıca ürün ve üretim aşaması hakkında zamanında karar vermek, kaynak ve malzeme verimliliklerini optimize etmek için EDI aracılığıyla iletilen iş bilgilerini üretimin çeşitli aşamaları boyunca bir kurumsal kaynak planlama (ERP) sistemine bağlayabilir. Aşağıdaki bölüm, şu anda tekstil endüstrisinde kullanımda olan CAD/CAM sistemlerinin örneklerini sunmaktadır.

4.3. Dokuma Endüstrisindeki CAD/CAM Sistemleri

CAD sisteminde dokuma bir tasarımın oluşturulmasını sağlayan profesyonel olmayan bazı yazılım uygulamaları vardır. LECTRA, giyim endüstrisi için olduğu gibi, CAD fonksiyonu dahilinde örgü ve dokuma tasarımları da geliştirebilen CAD/CAM sistemleri geliştirmiştir. Bununla birlikte, bu sistemlerin bir imalat elemanına bağlantısı olmadığından, tasarımı üretilebilir kılmak için gerekli prosedürlerden geçmek üzere tasarım kaydedilir veya (teknik bilgilerle birlikte) yazdırılır. Bu nedenle, bu tür bir yaklaşımda amaç, hazır giyim tasarımcılarının yaratıcı vizyonlarını ifade etmelerini veya uzman bir tekstil tasarımcısının daha sonra geliştirebileceği mevcut bir tasarımı değiştirmesini/yeniden yorumlamasını sağlamaktır. Aşağıdaki bölümler, profesyonel tekstil CAD/CAM sistemlerinin bazı özelliklerini tanıtmakta ve açıklamaktadır. Genel olarak, dokuma yazılımı bir dizi modülden oluşur. Bunlar CAD, CAM ve sunucu sistemleridir.

4.3.1. CAD Özellikleri

4.3.1.1. Evsel ve Ticari Tekstiller

Yaygın olarak kullanılan dokuma CAD paketleri şunlardır: AVA, ScotWeave, Textronic, Arahne, NedGraphics ve EAT. Windows, yazılım için en yaygın işletim platformudur ancak Apple Mac ve Linux da kullanılmaktadır.

Genel olarak, dokuma yazılımı armür, jakar ve halı için tasarım yapabilir. CAD sistemleri aşağıdaki işlevleri sağlamalıdır:

- Yazıcılara bağlı olabilecek tüm üretim talimatlarını içeren dokuma makine kartlarının çıktısını almak veya talimatları üretim için doğrudan dokuma tezgahlarına göndermek (Bilgisayar destekli imalat (CAM) süreçlerine bağlantılar, çoğunlukla jakarlı dokuma için Bonas veya Staubli),
- Tasarım fonksiyonlarının bir parçası olarak iplik tüketimini ve maliyet etkilerini hesaplamak,
- Veri depolama, geri alma, paylaşım ve yönetim sistemleri için arşivleme sistemi ve sunum yöntemleri,
- Sunum, doku eşleme,
- Dökümlülük fonksiyonları (bir ürüne uygulanan dokuma kumaş tasarımını görselleştirmek için) (ScotWeave, 2022).

Çoğu yazılım paketi, armürlü veya jakarlı dokuma özellikleri sağlayacaktır. Farklılaşan özellikler, teknik tekstil dokuma, renk eşleştirme uzmanlıkları veya perakende ile bağlantılar gibi uzmanlıklar etrafında olma eğilimindedir. Aşağıdaki yazılımlar bunlara örnek verilebilir:

- ScotWeave yazılımı, kadife ve teknik tekstiller için bir pakete, ScotCad'e (örneğin, otomotiv endüstrileri, jeotekstiller, medikal tekstiller, antibalistik vb.) ve herhangi bir kusuru belirlemek için istenen herhangi bir açıdan dokuma yapısını görüntüleyebilen bir kesitsel ve 3D görselleştirme özelliğine sahiptir.
- AVA, baskılı tekstil endüstrisinde büyük saygı görmektedir ve tasarımların renk özelliklerinin üretim süreci boyunca korunmasını sağlamak için ipliklerin renk uyumuna ilişkin gelişmiş işlevlere sahiptir.
- Arahne, endüstri ve eğitim kurumları tarafından kullanılacak en uygun maliyetli, armür ve jakarları tek bir pakette bir arada sunan bir yazılımdır.
- Textronic, NedGraphics ve EAT yazılımları, armür ve jakarın yanı sıra Staubli gibi CAM işletim tezgahlarına da bağlanabilen bir halı dokuma yazılım paketine sahiptir.
- Textronic, son ürünlerin müşteriler ve perakende tüketiciler için nasıl görünebileceğini olabildiğince gerçekçi bir şekilde gösteren

mekanizmalar olan bir perakende çözümüne (Tailor-I, Try-on, Style me ve 3D showroom) sahiptir.

4.3.1.2. Ağır Endüstri/Teknik Tekstiller

CAD, endüstrinin teknik tekstiller sektörünü öne çıkarmıştır. CAD, ScotWeave's Technical Weaver veya The Designscope Company'nin EAT (3D Weave ve 3DWeave Composite) yazılımı gibi yazılım geliştirme şirketleri tarafından ticari olarak teknik tekstil sektörü için geliştirilmiştir. Bununla birlikte, araştırma devam edip geliştikçe, akademik enstitüler de tekstille ilgili bölümlerde veya malzeme bölümlerinde yazılım uygulamaları geliştirmektedir. Bu nedenle, aşağıdaki tartışma yalnızca temel özelliklere genel bir bakış niteliğindedir. Her uygulama belirli bir ürün gereksinimine yanıt olarak geliştirildiğinden ve bu bölümün kapsamı dışında olduğundan, mevcut yazılım uygulamalarının her birinin derinlemesine bir analizini sağlamak zordur.

CAD'in teknik tekstiller için kullanım şekli, evsel ticari tekstil alanındaki kullanım şekline farklıdır. ScotWeave paketindeki fonksiyonların birçoğu (iplik maliyet verileri, tarama özelliği, görüntü düzenleme araçları, 700'den fazla örgüden oluşan kitaplık, otomatik döküm, kumaş terbiye, örgü verilerini içe/dışa aktarma, doğrudan tezgahlara çıktı talimatları vb.) teknik tekstil araştırmacısı için sınırlı bir değere sahiptir. Bununla birlikte, ScotWeave'in Teknik Weaver modülü (ScotWeave Technical Weaver), teknik tekstilleri mezoskopik ölçekte modellemekte ve teknik tekstil tasarımcısının bazı gereksinimlerini karşılamaktadır. Tekstilleri incelemenin farklı ölçekleri şu şekilde tanımlanmıştır: "ipliğin mikroskopik ölçeği, dokuma yapının makroskopik ölçeği ve tüm yapıyı periyodik olarak yeniden üreten birim raporu tanımlayan iç içe geçmiş birkaç ipliğin orta (mezoskopik) ölçeği" (Boubaker, 2010). Bir birim hücre, "her yöne doğru yerleştirildiğinde tam ölçekli tekstili yeniden yaratacak olan en küçük tekstil birimi" olarak tanımlanmıştır. İpliklerin nasıl yerleştiklerini, üzerlerindeki gerilimlerin ne olduğunu belirlemek ve dolayısıyla davranışlarına (şekil oluşturma, gözeneklilik, kopma, darbe hasarı vb.) ilişkin tahminler geliştirmek için birim hücrenin geometrik olarak modellenmesi gerekir. ScotWeave'in Teknik Weaver'ında, bir 3B geometrik model oluşturmak için iplik kesit şekli ve örgü deseni belirtilebilmektedir.

Tekstil kompozit endüstrilerindeki tasarımcılar için çeşitli ticari yazılım paketleri üretilmiştir. Bununla birlikte, iplikleri mekanik veya geometrik olarak

hesaplayabilme ve modelleyebilme gerekliliği, şirketleri ve üniversiteleri TexGen, WiseTex ve TexEng Software Ltd. gibi kendi yazılım sistemlerini geliştirmeye yöneltmiştir. TexGen (Robitaille, 1998, Robitaille, 2004) ve WiseTex (Lomov, 2000), kumaş geçirgenliği ve kompozit mekanik özellikler için tahminleme işlevleri sağlayan CAD modelleme sistemleridir. TexGen ücretsiz ve açık kaynaklı lisanslı bir yazılımdır, Windows ve Linux üzerinde çalışmaktadır. WiseTex, kumaşların fiziksel özelliklerini temel alarak modelleme yaparak kumaşı tasarlarken oluşan boşlukların modellenmesine olanak sağlaması açısından TexGen'den farklılık göstermektedir. TexEng Software Ltd., Manchester Üniversitesi'nde teknik tekstiller üzerine yapılan araştırmalar sonucunda geliştirilmiştir. Bu yazılım geliştirilmiş ve günümüzde Weave Engineer, Hollow CAD, GeoModeller, UniverWeave ve Structra programları da pazarlanmaktadır. Programlar, ticari uygulamalar düşünülerek kullanıcı dostu olarak geliştirilmiştir. Weave Engineer, tek katmanlı olduğu kadar çok katmanlı 3B katı kumaşın hızlı ve doğru tasarımını ve üretimini desteklemektedir. Hollow CAD ise, açıldığında pürüzlü veya düz yüzeylere sahip 3D içi boş dokuma mimarilerinin tasarımını destekler ve hafif tekstil kompozitlerinin araştırılmasında kullanılabilir.

4.3.2. CAM Özellikleri

4.3.2.1. Tasarımların CAD'den Dokuma Tezgahına Aktarımı

Tasarımın imalat için CAD sisteminden dokuma tezgahına aktarılmasının önemi açıktır ve bu birkaç şekilde gerçekleşebilmektedir. Esasen, dokuma tekstilleri için kullanılan CAM'da üç olayın gerçekleşmesi gerekir:

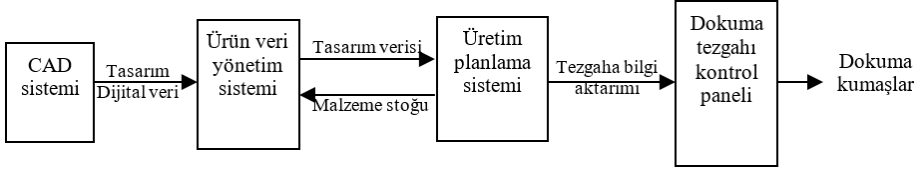
- (i) CAD tasarımının geliştirilmesi,
- (ii) tezgahın talimatları anlayabilmesi için tasarımın çevirisi ve
- (iii) talimatların dokuma tezgahına girilmesi için gerekli tekstil tasarımının oluşturması.

En basit haliyle, bir tasarım standart bir görüntü dosyası (TIFF, BMP, vb. gibi) olarak dışa aktarılabilir (veya içe aktarılabilir) ve tüm üretim ayrıntılarını içeren bir üretim kartı (tezgah kartı) mekanik tezgaha girilmek üzere yazdırılabilir. Elektronik dokuma tezgahlarının kullanıldığı durumlarda, tezgah kartı, tezgah üzerindeki kontrol paneli aracılığıyla dokuma tezgahına doğrudan giriş için HTML olarak çıktı alınabilir. Jakarlı dokuma tasarımları,

tasarımı tezgah için ilgili talimatlara çevirecek programları gerektirir. Örneğin, ScotWeave'in Jacquard Designer programı, jakar tasarımları oluşturmak için bir CAD sistemidir, tasarımlar daha sonra Jacquard Looms'a (ScotWeave'deki CAM özelliği) gönderilir ve bu da tasarımı, jakar tezgahı için doğru tezgah ayarları ve parametreleri için uygun talimatlara dönüştürür (Scotweave, 2022).

4.3.2.2. Tasarım Arşivi ve Ürün Veri Yönetimi

Tüm CAD/CAM sistemleri, kullanılan CAD sisteminde oluşturulan tasarımları kaydedebilir, depolayabilir, geri alabilir, değiştirebilir ve düzeltebilir. Bazı yazılım sistemleri, tasarımların saklanması ve üretim planlaması için şirket içi (intranet) sunucu sistemleri geliştirmiştir. Sistem Şekil 2'deki gibi çalışmaktadır.



Şekil 4.1. Tasarım arşivi ve üretim planlaması için genelleştirilmiş bir sunucu sistemi

Sunucu tabanlı bir tasarım arşivi, dökümlülük ve ürün simülasyonu için üç boyutlu doku eşlemeyi içermekte ve teknik rapor kartları üretmektedir. Arşiv bir sunucu içinde saklandığı için uzaktan çalışmaya olanak sağlar. Bir tasarımcı, müşterisiyle bir müşterinin tesislerinde veya belki bir ticaret fuarında bir dizüstü bilgisayar veya tablet üzerinde çalışıyor olabilir. Bu durumda bile arşivlerde saklanan tasarımları yeniden yaratabilir veya değiştirebilir, son ürünün simülasyonlarını oluşturabilir, ısmarlama kataloglar geliştirebilir, hem de daha fazla teknik bilgi üretebilir. Ek olarak, müşterilere herhangi bir yazılım indirmeye gerek kalmadan daha fazla esneklik ve ürün tasarımı konusunda seçim yapabilmeleri için arşive erişim verilebilir. Bu nedenle sunucu tabanlı tasarım arşivi, bir şirkete ürün özellikleri üzerinde daha fazla şeffaflık ve kontrol sağlayan bir ürün veri yönetim sistemidir.

Tasarım arşivi, tasarım verilerini ve talimatlarını, bağlanabileceği bir üretim planlama sunucu sistemine aktarır. Üretim planlama sistemi bir sunucuya dayalı olduğundan, birden fazla dokuma tezgahına bağlanabilir ve bu nedenle görevi, verileri doğru zamanda doğru tezgaha aktarmaktır. Tezgah

bağlantısı, elektronik jakar tezgahlarını yönetir, kontrol eder ve onu tasarım arşiviyle ilişkilendirir (NedGraphics, 2018). Tezgah bağlantısının ayrıca aşağıdaki işlevleri vardır:

- İşlerin durumunu izler,
- Sürüm yönetimi,
- Tezgah verimliliğini izler,
- Dokuma tezgahı parametrelerini yakalar, depolar, aktarır,
- Dokuma işlerine bilgi ekler ve
- Gücü düzenini otomatik olarak yeniden düzenler.

Sistem aynı zamanda dokuma tezgahı operatörlerinin işleri sunucudan almasına ve üretim bilgilerini değiştirmesine olanak tanır. Tasarım yönetimi, ayarlanan modeli orijinal ile doğrudan birleştirilebilse bile bildirimde bulunulmadan üzerine yazılmasını engeller. Tezgah kontrolöründe yapılan değişiklikler, doğrudan orijinal veri tabanında saklanabilir ve herhangi bir düzeltme, ağ üzerinden bir sonraki gönderildiğinde otomatik olarak üretim verilerine dahil edilir.

PDM'nin (ürün veri yönetim sistemi) üretim planlama sistemiyle birleşimi, şirkete ürünleri ve süreçleri yönetme, yani şirket içinde ürün yaşam döngüsü yönetimi (PLM) yeteneği kazandırır. Üretim planlama sistemleri mevcut herhangi bir planlama sistemine bağlanabilir. Bir verimlilik kaynak planlama sistemi (ERP) ile entegre edildiğinde, şirket tedarik zincirine bağlantılı hale gelmiş olur. Kaynakların veya malzemelerin verimli ve zamanında dağıtımını hakkında hızlı karar vermeyi sağlamak için, süreçteki ürünün görselleriyle birlikte tüm işletme genelinde gerçek zamanlı bilgiler mevcuttur.

İnternet web tabanlı sunucu teknolojisi, EAT (DesignScope, 2022) tarafından kullanılmıştır. Tasarım arşivleme sistemi "Designbase Victor", "LoomNet Victor" ile bağlantılıdır ve uzaktan erişim ve uzaktan çalışma özellikleri sunar. Tezgahlar uzaktan kontrol edilebilir ve birkaç üretim tesisi aynı anda kontrol edilebilir.

4.4. Dokuma Endüstrisinde CAD/CAM'in Rolü

CAD/CAM kullanmanın en bariz faydası, ürün geliştirme sürecini hızlandırmasıdır ve dokumanın bazı alanlarında CAD/CAM önem taşımaktadır (Örneğin, karmaşık tasarım sürecindeki hataları önlemek için jakarlı dokumada

kullanım vb.). Ürün geliştirme, üretim ve tedarik zinciri başlıkları altında CAD ve CAM kullanımı bu bölümde incelenecektir.

4.4.1. Ürün Geliştirme

Daha önceki yıllarda, örgü tasarımı ilk olarak kumaş tasarımcısı tarafından tasarlanıp grafik veya noktalı kağıda çizildiğinden ve ardından bir ressam tarafından tasarımın tam ve kesin renklerine göre panoya kopyalandığından, örgü tasarım sürecinin tamamlanması genellikle haftalar veya aylar alırdı. Bu pano, müşteri tarafından onaylanmak üzere dokunacak bir numune için fabrikaya gönderilirdi. Herhangi bir değişiklik not edilerek firma tarafından tasarım departmanına geri gönderilirdi.

CAD/CAM'in gelişiyle, tasarımcı hangi ipliklerin kullanılacağını tasarlayabilmekte veya karar verebilmekte, bilgisayarda örgü tasarımını çizip, yazdırabilmekte veya müşteriye e-posta (JPEG veya başka bir dosya olarak) gönderebilmekte ve gereken nihai değişiklikleri yapabilmektedir. Bilgisayar ekranı ve yazıcı kalibrasyon teknolojisi, "gerçek hayattan/sanal" bir örnekleme tekniğini mümkün kılmıştır, ancak nihai üretim başlamadan önce daha fazla onay gerekebilmektedir.

CAD/CAM daha hızlı ve daha kısa üretim döngüleri, hataların azaltılması, katma değerli ürünler ve alıcı ile tasarımcı arasında doğrudan iletişimi sağlamaktadır. CAD/CAM sistemleri artık yaygın olarak drape ve doku eşleme işlevlerine sahip olduğundan, son ürünleri tüketicinin görebileceği şekilde görselleştirmek de mümkündür (iç mekanlar, giysiler vb.). Böylece tasarımlarda ve tedarik zincirinde baştan sona karar vermede daha hızlı değişiklikler yapılmasına olanak tanır.

4.4.2. Üretim ve Tedarik Zinciri

CAD/CAM kullanımı tedarik zincirinde artan stratejik öneme sahiptir. Tekstil tedarik zincirinin doğası, lineer sıralı veya seri sistemden ağ sistemine dönüşmüştür. Küreselleşme ve etkileri, tedarik ve üretimi olduğu kadar ticareti ve pazar yerini de derinden değiştirmiştir. Rekabet edebilmek için bir şirketin daha fazla esnekliğe ve daha hızlı aksiyon alma yeteneğinin sahip olması gerekir. Tedarik zincirleri coğrafi olarak dağıldıkça, doğası gereği giderek daha dinamik hale gelmiş ve her zamankinden daha fazla iletişim ve ağ oluşturma gerektirmiştir. Bir şirket içindeki iletişim, ilerleme için hayati önem

taşıdığından, kurum içi ağ oluşturma yaygın hale gelmiştir. Bilgi teknolojisi, farklı şirketler rekabet baskılarıyla başa çıkmak için neredeyse entegre operasyonlar oluşturmaya başladıkça, kurumlar arası ağ oluşturma giderek daha yaygınlaşmıştır.

Sanal entegrasyon, dikey entegrasyondan farklıdır. Dikey entegrasyonun tek bir organizasyon yelpazesine dayandığı durumlarda, sanal entegrasyon, esneklik ve yanıt verebilirlik sağladığından, bir ağda birlikte çalışan birkaç organizasyonun en rekabetçi yeteneklerine dayanmaktadır (Wang, 2010). CAD/CAM, kurumsal kaynak ve planlama ve/veya sistem uygulamaları ve ürün (veri işleme) sistemleriyle birleştiğinde, tedarik zinciri boyunca ürün geliştirmede ortak şirketlerin daha büyük ve daha etkili işbirliği, iletişim ve daha düşük maliyetle daha yüksek üretkenlik elde etmelerine yardımcı olmuştur.

4.5. CAD/CAM ile Yeni Ürünler/Pazarlar ve Gelecekteki Trendler

Tekstil endüstrisi giderek daha fazla mekanize hale ve üretim tesislerinde CAD/CAM mimarisinin kullanımına bağımlı hale gelirken, teknik tekstil alanı büyümekte ve artık doymuş tekstil üreticisi ekonomiler için bir rekabet avantajı aracı haline gelmektedir. Bu sektör bir büyüme alanı olarak tanımlanmış ve aslında 2005 yılında yayınlanan bir raporda teknik tekstil sektörünün yıllık %5 büyüme ile dinamik ve canlı bir sektör olduğu belirtilmiştir (Miozzo, 2005). Ancak sektörün tanımlanmasındaki sorunlar nedeniyle pazarın büyüklüğünü ölçmek zordur. Bu sektörün büyüklüğünü tahmin etmeye yönelik çabalardan bazıları, pazarı (i) geleneksel, (ii) teknik ve (iii) teknik ve karma tekstil ürün kategorilerine ayırmayı içermektedir.

- Geleneksel tekstiller: İpek, pamuk, yün ve diğer bitkisel tekstil lifleri.
- Teknik tekstiller: Naylon, poliamid, polyester, polipropilen, viskozdan yapılan veya bunları içeren insan yapımı filamentler; suni devamsız lifler ve kaplanmış veya lamine edilmiş kumaş (örneğin, çeşitli insan yapımı lastik kord bezi).
- Teknik ve karma tekstil ürünleri: Hem geleneksel hem de insan yapımı liflerden vatka, keçe, dokusuz yüzeyler, iplikler, sicim, kordon, halı, örme veya tığ işi kumaş gibi.

Tekstil pazarının gerçek boyutuna ve payına rağmen, CAD/CAM bilgisi ve uzmanlığının teknik tekstil sektörü üzerinde güçlü bir etkisi olmuştur. Artan ilgi, "bir veya daha fazla özelliği optimize etmek için faz dağılımının ve geometrisinin kasıtlı olarak uyarıldığı çok fazlı malzemeler" olarak tanımlanan kompozit tekstillere (tekstil takviyeli kompozit malzemeler) yöneliktir. Tekstiller, bir yüzyıldan fazla bir süredir endüstriyel kompozitlerde kullanılmaktadır ve bu nedenle bu yaygın bir uygulamadır. Tekstiller, yeterli veya iyileştirilmiş mekanik özellikler için diğer malzemelerle işlenmeye olan yakınlığıyla birlikte aynı zamanda geliştirilmiş maliyet avantajına da sahiptir. Dokuma tekstil kompozitleri, hafif olmaları, iyi dökümlülükleri, boşluklar olmadan karmaşık şekillerin oluşturulmasına izin vermeleri ve iki katmanlı dokusuz yüzeylerin yerini çift eksenli kumaşların almasıyla maliyetlerin düşmesi nedeniyle havacılıkta çok başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, tekstillerin işlenme kolaylığı, otomasyonu mümkün kılmıştır. Dokuma tekstiller ayrıca darbe ve sıkıştırma mukavemetinden kaynaklanan hasara karşı artan direnç avantajına sahiptir. Dokuma tekstil kullanmanın dezavantajı, dokusuz yüzeylere göre daha düşük sertlik ve mukavemetleridir.

Teknik tekstiller, yeni teknolojinin yanı sıra yüksek Ar-Ge çabaları gerektirir ve mekanik, akışkan ve termal özelliklerin analizi için gerçeğe yakın geometrik modeller oluşturmak amacıyla mekanik ve geometrik modellemeye dayalı dokuma yapıları tasarlamak için kullanıcı dostu yazılım sisteminin geliştirilmesiyle teknik tekstiller daha da gelişmiştir. Filtrasyon tekstilleri aracılığıyla sıvı filtrasyon performansının tahmin edilmesi, enerji emilimi için 3D içi boş kompozitler, şok emilimi veya anti balistik performans vb. gibi sistemlerde bu yazılım sistemlerinin kullanılabilmesi çok önemlidir.

Gerek ticari gerekse teknik alanda uygulamaları olabilen renk, dökümlülük, iplik modelleme alanlarında CAD/CAM uygulamaları ile dokuma tekstillerde çalışmalar devam etmektedir. Diğer dijital uygulamalarla bağlantılı olarak, üretime yönelik bir bakış açısıyla tekstil özelliklerini görselleştirme, karakterize etme, modelleme ve tahmin etme olasılıkları vardır. Dijital jakar teknolojisi, CAD ve dijital üretim teknolojisini (elektronik jakar makinesi ve yeni nesil dokuma tezgahları) bünyesinde barındırmaktadır. Bu, tasarım ve üretimin tam dijital kontrolünü sağlar ve tasarımdan dokumaya kadar tüm veriler bilgisayar aracılığıyla işlenir, kontrol edilir ve iletilir.

BÖLÜM 5.

DOKUMA KUMAŞ YAPISININ MODELLENMESİ

5.1. Modellemeye Giriş

Kumaşın özellikleri kumaş yapısına bağlıdır. Dokuma bir kumaşın biçimsel yapısı örgü, iplik yoğunluğu, kıvrım ve iplik numarası ile tanımlanır. Kumaş parametreleri arasındaki karşılıklı ilişki, kumaşın geometrik bir modeli dikkate alınarak elde edilebilir. Geometrik model, temel olarak kumaşın çözgü veya atkı kesitinde ipliğin aldığı şekil ile ilgilidir. İpliğin basit geometrik şekli ve fiziksel özelliklerinden elde edilen matematiksel çıkarımlar, kumaşlardaki çeşitli olguların anlaşılmasına yardımcı olur. Geometrik olarak dokuma kumaş yapısının modellenmesinde iplik kesitleri göz önüne alınırsa ön plana çıkan dört farklı kesit tanımlaması bulunmaktadır. Bunlar, dairesel, eliptik, koşu pisti ve mercek iplik kesitleridir.

Peirce'in (1937) analizinin temel modeli Şekil 5.1'de gösterilmektedir. Model, ipliklerin uzayamaz ve esnek kabul edildiği bir birim iplik kesişimini temsil eder. İplikler, dairesel kesitlidir ve düz ve kıvrımlı parçalardan oluşur. Bu basit geometrik modeli dikkate almanın ana avantajları şunlardır:

- Çeşitli geometrik parametreler arasındaki ilişkinin kurulmasına yardımcı olur.
- Kumaşın ilk uzama, eğilme ve kesme gibi mekanik deformasyona direncinin, tek tek liflerin deformasyona direnci açısından hesaplanmasını sağlar.
- Kumaşın hava, su veya ışık geçişine karşı direnci hakkında bilgi verir.
- Kumaşta mümkün olan maksimum iplik yoğunluğu (dokunabilirlik) hesaplamalarına yardımcı olur.

$$p_2 = (l_1 - D \theta_1) \cos \theta_1 + D \sin \theta_1 \quad (4)$$

$$h_1 = (l_1 - D \theta_1) \sin \theta_1 + D(1 - \cos \theta_1) \quad (5)$$

$$h_2 = (l_2 - D \theta_2) \sin \theta_2 + D(1 - \cos \theta_2) \quad (6)$$

$$h_1 + h_2 = D \quad (7)$$

Peirce, bu eşzamanlı denklemleri çözmenin getirdiği zorluklar nedeniyle, bu hesaplamalara yardımcı olmak için bir dizi eğri ve grafik üretmiştir. Peirce, bu modele ek olarak çözgü ve atkı iplikleri arasındaki iç reaksiyonlar nedeniyle sıkıştırılmış bir ipliğin enine kesitinin elips şeklini aldığı varsayıldığı “Eliptik enine kesit modeli” önermiştir. Bu modelde, özgül hacmi sabit bir değer olarak kabul ederek, eliptik kesit alanının ipliğin dairesel kesit alanına eşit olduğu varsayılmıştır.

$$\frac{ab\pi}{4} = \frac{\pi d^2}{4} \quad (8)$$

Burada a ve b sırasıyla büyük ve küçük çaplardır. Dairesel bir enine kesit alanını eliptik bir iplik enine kesitinin eşit alanına bağlayan formül, Peirce'in

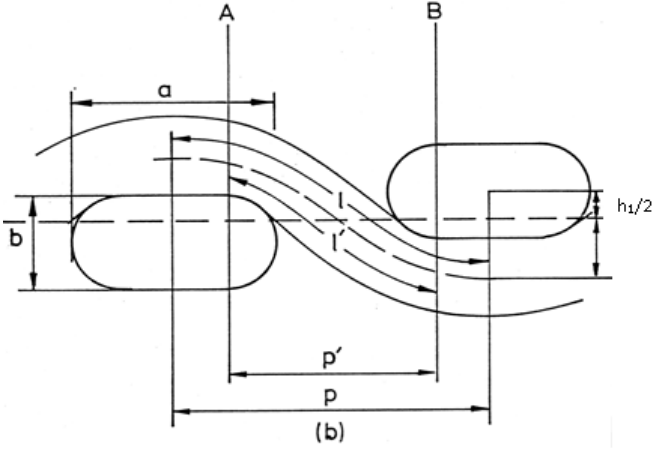
$$e = \sqrt{\frac{b}{a}}$$

bir iplik yassılma faktörü, elde etmesini sağlamıştır. Peirce (1937) aynı çalışmada “Elastik İplik Geometrisi” adı verilen başka bir model daha ortaya koymuştur. İpliklerin sertliği ve eğilmeye karşı direncinin bir kumaştaki ipliğin şeklini bir dereceye kadar etkilediğini ve büküm dengesi üzerinde büyük etkisi olduğunu gözlemlemiştir.

1958'de Kemp, iplik yassılmasını dikkate alarak Peirce'in dairesel enine kesit şeklinden iki yarı dairesel uçla çevrelenmiş bir dikdörtgenden oluşan koşu pisti (race-track) enine kesit şeklini düzenlemiştir. Yapısal parametreler arasındaki ilişkiler aşağıdaki gibidir:

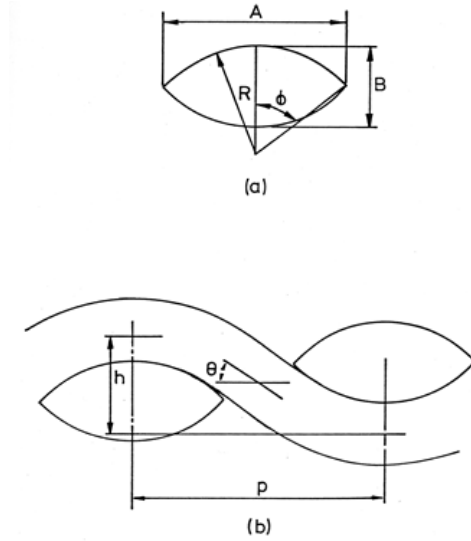
$$\begin{aligned}
 D &= b_1 + b_2 = h_1 + h_2 \\
 p_2' &= p_2 - (a_2 - b_2) \\
 l_1' &= l_1 - (a_2 - b_2) \\
 c_1' &= (l_1' - p_2') / p_2' = c_1 p_2 / [p_2 - (a_2 - b_2)]
 \end{aligned} \tag{9}$$

Kemp'in koşu pisti kesitine dayalı düz dokuma kumaş geometrisini Şekil 5.2'de gösterilmektedir.



Şekil 5.2. Kemp'in geometrik koşu pisti modeli

Kemp'in koşu pisti geometrisi, Peirce'in dairesel kesit teorisinden daha iyi sonuçlar vermesine rağmen, sonuçların doğruluğu, iplik numarasının ve özgül iplik hacminin doğru tahminine bağlıdır. Shanahan ve Hearle (1978), kumaş mekaniğindeki hesaplamalar için enerji yöntemini uygularken Kemp'in yarış pisti geometrisinde karşılaşılan zorluklardan kaçınmak için "Mercek geometri"yi tanıtmıştır. Bu geometri, Peirce geometrisinin bir modifikasyonudur. Mercek geometri Şekil 5.3'te verilmiştir.



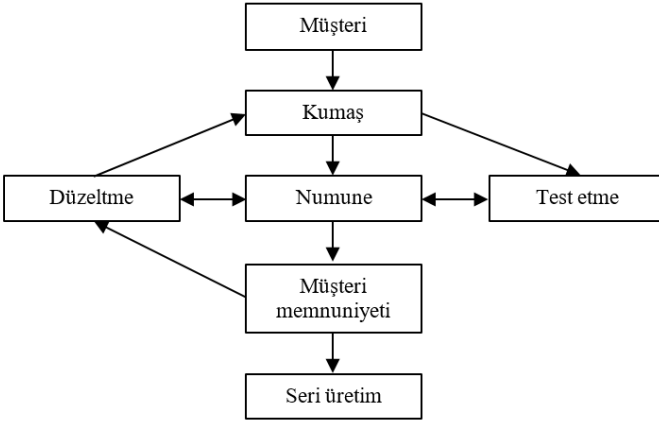
Şekil 5.3. Mercek Geometri (Shanahan ve Hearle, 1978)

5.2. Tasarım Mühendisliğinin Temelleri

Tasarım, kaynakların verimli kullanımı ile işlevsel ve estetik performans kriterlerini karşılayacak bir ürünün tanımlanması sürecidir. Mühendislik ise, hammadde, kumaş ve bitmiş ürün arasındaki ilişkileri ele alan uygulamalı bir bilimdir. Bu nedenle, tasarım mühendisi, belirli uygulamalara uyacak şekilde önceden belirlenmiş özellikler için kumaş yapısını tasarlamalıdır. Tekstille ilgili ürünlerin tasarımı, binlerce yıldır geleneksel ve sezgisel bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte, son yıllarda, endüstrinin ve tüketicinin artan karmaşık ve özel işlevsellik gereksinimleri nedeniyle tasarımın önemi artmıştır. Bu da, geleneksel deneyim odaklı üretim yerine tekstil ürününün üretimi için bir mühendislik sistemini gerektirmektedir. Tasarım sürecinin kendisi zaman, insan gücü, maliyet vb. gibi belirli kısıtlamalara tabi olabilir. Bununla birlikte, tekstil ürün tasarımı söz konusu olduğunda hiçbir standart prosedür veya mantık mevcut değildir veya izlenmemektedir. Tasarım genellikle deneyime ve deneme yanılmaya dayalı olarak manuel olarak gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, çok sayıda kaliteli ürün tasarlamak ve geliştirmek için simülasyon ve diğer teknolojiler devreye alınmaktadır.

5.2.1. Geleneksel Tasarım

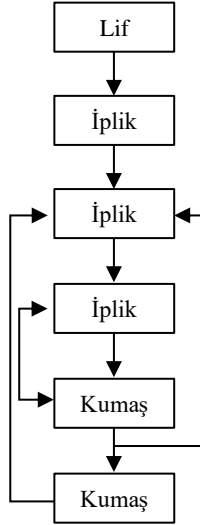
Geleneksel tasarım yönteminde, Şekil 5.4'te gösterildiği gibi pazar uzmanı kumaş gereksinimlerinin kabaca konseptini formüle eder. Daha sonra kumaş tasarımcısı, pazarlama, üretim, kalite güvence, maliyetlendirme ve diğer departmanlardan uzmanlarla istişare ederek kumaş tasarımının ayrıntılı bir tanımını hazırlar. Elde edilen bu tasarım ile numune bir kumaş dokunur, test edilir ve müşteri memnun kalana kadar tüm süreçten geçer ve sonrasında seri üretim için kumaş alınır.



Şekil 5.4. Geleneksel kumaş tasarım döngüsü

Bu kumaş tasarım döngüsü deneyim, buluşsal akıl yürütme ve sezginin sonucudur. Buradaki temel sorun, mevcut uzman bilgisinin miktarı ve tutarlılığı ve ayrıca bir konu alanı için genellikle tek bir uzmanın bulunmamasıdır. Kumaş tasarım sürecinde tanıtılan başka bir gelişme, manuel tasarım olarak bilinir. Endüstriyel kumaşlar için tipik bir manuel tasarım prosedürü (Dastoor, 1994), Şekil 5.5'te gösterilmektedir. Bu, birkaç alt işlem ile bir kumaş yapısının sentezlenmesi için kaba bir prosedürdür. İlk olarak, bir dizi özellik kısıtlaması için tasarımcı, iplik tipi ve mukavemetinin yanı sıra maliyeti, fiziksel özellikleri vb. açısından elyaf tipini seçer. Daha sonra iplik bileşenlerinin mukavemeti ile birlikte iplik lineer yoğunluğu belirlenir. Bu noktada, kumaş çekme mukavemeti belirlenir ve iplik özelliklerinin ayarı, iplik bükümü ve ardından iplik yoğunluğu dikkate alınarak yapılır. Kumaş yapısı daha sonra yırtılma mukavemeti, kalınlık, sıvı geçirgenliği gibi özelliklere bağlı olarak seçilir.

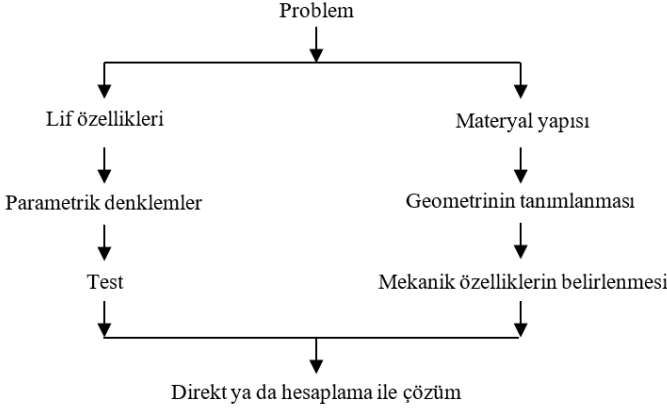
Teknik tekstiller gibi diğer tekstil malzemeleri türleri için manuel tasarım prosedürü, son kullanım uygulamalarına bağlı özelliklerinin değişmesi dışında hemen hemen aynıdır.



Şekil 5.5. Endüstriyel kumaşlar için manuel tasarım prosedürü

5.2.2. Yapısal Mekanik Yaklaşım ile Geleneksel Tasarım

Matematiksel ve fiziksel prensibe dayalı geleneksel yaklaşımın aşamaları Şekil 5.6'da gösterilmektedir (Hearle, 1994). Lif özellikleri, doğrusal veya doğrusal olmayan denklemlerin parametreleri tarafından belirlenir. Geometri, cebirsel ve trigonometrik denklemlerle tanımlanabilir ve mekanik özellikler, diferansiyel veya integral hesabıyla analiz edilebilir.



Şekil 5.6. Tekstil yapılarının mekaniği: geleneksel akış şeması

5.3. Modelleme Yöntemleri: Deterministik Modeller

Yıllar boyunca, farklı modelleme yöntemleri kullanılarak tekstil özelliklerini tahmine dayalı modeller geliştirmek için birçok girişimde bulunulmuştur. Bunlar temelde iki türdür: deterministik ve deterministik olmayan. Matematiksel modeller, ampirik modeller ve sonlu elemanlar analizi gibi bilgisayar simülasyon modelleri deterministik modellerken, genetik yöntemlere, sinir ağlarına (NN'ler), kaos teorisine ve esnek mantığa dayalı modeller deterministik değildir. Her yöntemin kendine göre artıları ve eksileri vardır. Günümüzde, giderek daha fazla süreç ve sistem, deterministik olmayan yaklaşımlar kullanılarak modellenmekte ve optimize edilmektedir. Bu, sistemlerin yüksek derecede karmaşıklığından ve sonuç olarak, bunların yalnızca geleneksel yöntemlerle verimli bir şekilde çalışılmamasından kaynaklanmaktadır. Deterministik olmayan yaklaşımlarda kesin, katı matematiksel kurallar yoktur. Modellerin biçimi, boyutu ve karmaşıklığı ile ilgili önceden hiçbir varsayımda bulunulmaz. Dolayısıyla bu yaklaşım, çok çeşitli tekstil sorunlarına makul tahmin doğruluğu ile çözümler sağlamak için esnek bir araç sunar (Dubrovski, 2002). Bu bölümde çeşitli bilgi işlem araçlarına kısa bir genel bakış verilmektedir.

5.3.1. Geometrik Modelleme

Kumaş özellikleri, kumaş parametrelerinin seçiminden büyük ölçüde etkilenir ve kumaş parametrelerinin seçimi de yapıyı etkiler. Kumaş

parametreleri arasındaki davranış ve ilişki, kumaş mühendisliği problemleri için en uygun çözümün öncüsüdür. Kumaşın birçok özelliği temelde geometrik ilişkilere bağlıdır. Kumaşın geometrik modeli, hesaplamaları kolaylaştırmak için bazı basitleştirilmiş formüllerin ve kumaş mühendisliği, yapı sorunları ve mekanik özellikler için önemli olan belirli katsayıların elde edilmesini sağlar (Dubrovski, 2004). Bu kumaş parametreleri, çeşitli uygulamalar için kumaşlar yaratırken yenilikçi bir kumaş tasarımcısı için bir araçtır. Kumaş parametreleri arasındaki teorik ilişki, kumaş tasarımcısının doku ve kumaş özelliklerini değiştirmek için farklı lifler, iplik numarası, iplik yoğunluğu ve dokuma yapısı gibi özellikleri farklılaştırma olanağı sağlar.

Kumaş parametrelerini ve bunların kumaş özellikleri üzerindeki etkilerini basit bir hesaplama ile tahmin etmek mümkündür. Bu bilgi, alıcıların ihtiyaçlarına ilişkin karar vermede yardımcı olur. Kumaş geometri denklemlerini çözmek için basitleştirilmiş bir algoritma kullanılır ve iplik sıklığı ve kıvrım, kumaş örtücülüğü ve kıvrım, çözümlü ve atkı örtücülüğü gibi kumaş parametreleri arasındaki ilişkiler elde edilir. Örneğin, çözümlü ve atkıda belirli bir kıvrım gerektiren bir kumaşın, sıkışmış durumda bile parametreleri hesaplanabilir. Belirli miktarda çözümlü ve atkı ile sıkı olmayan bir kumaş yapmak istenebilir. Çözümlü veya atkı yönünde maksimum kıvrıma sahip kumaşlar bile tahmin edilebilir.

Peirce'in geometrik model üzerindeki öncü çalışması, kumaş mühendisliği için temel bir platform sağlamıştır. Birçok temel boyutsal kumaş parametresi, modern hesaplama yöntemleri kullanılarak geometrik modelden hesaplanabilmektedir. Çözümlü ve atkı örtücülüğü arasındaki herhangi bir ilişki için kumaş parametreleri ve son olarak, kumaş kütlesi ile kumaş örtüsü arasındaki ilişki de değerlendirilebilmektedir.

Dokuma endüstrisinde, bilgisayar ve matematiksel kumaş modelleri, çok sayıda kumaş numunesi üretmeye gerek kalmadan gerekli ürünlerin hızlı bir şekilde geliştirilmesini kolaylaştırabilmektedir. Geometrik modelleme, endüstriyel kumaş üretimi için istenen işlevselliği elde etmek için bir araç olarak kullanılabilir. Bunun yanı sıra, model ve analiz sistemi, kumaş yapısını gerçekçi bir şekilde modellemeyi ve kullanılmadan ve hatta üretilmeden önce performansını tahmin etmeyi mümkün kılarak hem zaman hem de enerji tasarrufu sağlayacaktır. Örneğin model, kumaşın maksimum alan yoğunluğunu ve kumaşın su geçirmezlik ve hava geçirmezlik gibi uygulamalar için

uygunluğunu belirlemede yardımcı olur. Bu amaçla, akı ve çözgü sıklıklarının en uygun değeri deney sayısını azaltarak tespit edilebilir.

Kıvrım, kalınlık, kaplama faktörü vb. yapısal parametreler kullanılarak kumaş kalınlığının önemli bir rol oynadığı filtre kumaşlar gibi özel uygulamalar için kumaşlar tasarlanabilir.

5.3.2. Matematiksel Modelleme

Matematiksel modeller ilk ilkelere kadar türetilmiştir. Bu modeller, uygulamalı fiziğe ait temellere dayandığından oldukça önemlidir. Yapı-özellik ilişkilerini belirleyen nedenleri açıklamak için kullanılabilirler. Bu yapısal analizleri gerçekleştirmenin temel amacı, tasarımcının tekstil yapılarını çeşitli nihai kullanım özelliklerini karşılayacak şekilde tasarlamasını sağlayacak araçlar sağlamaktır.

Matematiksel modellemenin belirli sınırlamaları vardır. Teorinin geliştirilmesi külfetlidir ve sonuç elde etmek için uzun yıllar gerekir. Modeller normalde probleme özeldir ve sistemdeki herhangi bir değişiklik, denklemleri çözmek için yeni bir analiz ve yeni programlar gerektirir. Genellikle büyük tahmin hatası üretebilirler ve prosedürler kullanıcı dostu değildir.

5.3.3. Ampirik Modelleme

En yaygın yaklaşım, deneysel araştırma yoluyla kumaş özellikleri ve performansı için tahmine dayalı modeller geliştirmek olmuştur. Bu durumda, kontrollü koşullar altında çok sayıda deney yapılmakta ve ampirik modeller türetmek için istatistiksel teknikler kullanılmaktadır. Deneysel sonuçlardan üretilen veriler, istenen özellik parametrelerini tahmin etmek için regresyon modelleri geliştirmek amacıyla kullanılır. Ampirik denklemler doğrusal çoklu regresyona dayalıdır. İstatistiksel modelleme yönteminde, istatistiksel yöntemin öngörülebilirliğini bulmak için kumaş özelliği ile yapısal parametreler arasındaki çoklu doğrusal regresyon denklemleri aynı verilere uygulanmaktadır. Regresyon modeli ile açıklanan bağımlı değişkendeki varyasyon oranını tanımlayan çoklu belirleme katsayısı (R^2) yol gösterici parametre olarak alınmıştır. Modelin R^2 değerinin yüksek olması ampirik modelin verilere oldukça iyi uyduğunu göstermektedir.

Ampirik modellerin iki nedenden dolayı sınırlı uygulamaları olabilir. İlk olarak, maliyet ve zaman faktörleri nedeniyle deneylerin sayısı genellikle sınırlı

olduğundan, malzeme ve süreç seçimi yalnızca dar bir aralıkta değerlendirilebilir. İkincisi, mevcut araçlar ve teknikler, dokuma kumaş üretimi gibi karmaşık doğrusal olmayan süreçlerin doğru bir şekilde modellenmesi ve optimizasyonu için yetersizdir. Bu nedenle dokuma kumaşlar için proses ve ürün tasarımını doğru tahmin edebilen modellere ihtiyaç vardır.

5.3.4. Sonlu Eleman (Finite Element) Modellemesi

Sonlu elemanlar yöntemi, çok çeşitli mühendislik problemlerinin sayısal çözümü için güçlü bir araçtır. Sonlu elemanlar modellemesinin uygulaması, otomotiv, uçak, bina ve köprü yapılarının deformasyon ve gerilim analizinden ısı akısı, sıvı akışı, manyetik akı ve diğer akış problemlerinin alan analizine kadar uzanır. Son yıllarda, modelleme ve simülasyon için tekstil kumaşı gibi esnek malzemelere de sonlu elemanlar analizi uygulanmıştır. Bu analiz yönteminde, bir sürekliliği tanımlayan karmaşık bir bölge, sonlu elemanlar adı verilen basit geometrik şekillere ayrıştırılmaktadır. Yükleme ve kısıtlamaları usulüne uygun olarak dikkate alan bir birleştirme işlemi, bir dizi denklemle sonuçlanır.

Sonlu elemanlar yöntemi, diferansiyel denklemlerin yaklaşık çözümlerini hesaplamak için kullanılan matematiksel bir prosedürdür. Bu prosedürün amacı, diferansiyel denklemleri daha sonra bilgisayar tarafından rutin bir şekilde çözülebilen bir dizi doğrusal denkleme dönüştürmektir. Diferansiyel denklemler çok önemlidir ve fizik yasalarının ifade edildiği dili temsil ettikleri için birçok mühendislik probleminde bulunurlar. Bir nesnenin yer değiştirme, sıcaklık veya basınç gibi dahili değişkenlerindeki değişiklikleri ve bunların nesnenin geometrisi, fiziksel özellikleri ve ona etki eden dış etkilerle ilişkisini birbirine bağlarlar.

Yapının karmaşıklığı, ipliklerin ve kumaşların anizotropik özellikleri ve temas bölgelerinde iplikler arasındaki etkileşim analitik yöntemlerin kullanılmasını engellediği için sonlu eleman modellemesinin tekstiller için uygun olduğu düşünülmektedir. Sonlu elemanlar yöntemi tabanlı hesaplama modelleri ile fiziksel olgular hakkında derinlemesine bilgi edinilebilmekte ve tekstil tabanlı konstrüksiyonları iyileştirmek ve ayrıca yeni ürünler üretmek için önemli parametreleri kısa sürede değiştirmek mümkün olmaktadır (Somodi, 2003).

5.4. Modelleme Yöntemleri: Deterministik Olmayan Modeller

Genetik yöntemlere, yapay sinir ağlarına, kaos teorisine ve esnel mantığa dayalı modeller, deterministik olmayan modellerdir ve özellikleri ve performansı tahmin etme geleneğine göre esnek hesaplamam yöntemleri olarak bilinir. Esnek hesaplama, izlenebilirlik, sağlamlık ve düşük çözüm maliyeti elde etmek için belirsizliğe, kısmi gerçeğe ve yaklaşıklıkla karşı toleranstan yararlanmayı amaçlayan bir metodolojiler koleksiyonudur. Geleneksel (analitik) hesaplama farklıdır, çünkü zor bilgi işlemden farklı olarak, kesin olmayan, belirsizliğe, kısmi gerçeğe ve yaklaşıklıkla toleranslıdır.

Esnek hesaplamaların temeli, bilgisayarı insan beyni kadar esnek yapmaktır ve hem niceliksel hem de niteliksel hesaplamayı gerçekleştirme yeteneğine sahiptir. Bu doğrultuda, nitel bilgiyi işlemek için bulanık mantık geliştirilmiştir ve bu anlamda bulanık hesaplama olarak adlandırılmaktadır. Yapay sinir ağları, öğrenme yoluyla bir sistem hakkında bilgi edinmenin nispeten kolay bir yolunu sağladığı için bir tür esnek bilgi işlem teknolojisidir. Nöral hesaplama ve genetik hesaplamaların esnek hesaplamaya dahil edilmesi daha sonraki bir aşamada olmuştur. Bu bilgi işlem alanında, tekstil ürünleri de dahil olmak üzere çok çeşitli uygulama alanlarını kapsayan çok sayıda yayın bulunmaktadır.

5.4.1. Bulanık Mantık

Bilginin temsil edilmesi ve işlenmesi, herhangi bir akıllı sistemin anahtarıdır. Mantıkta, bilgi önermelerle temsil edilir ve uygun bir çıkarım kuralı da dahil olmak üzere çeşitli mantık yasalarının uygulanmasıyla akıl yürütme yoluyla işlenir. Bulanık mantık (BM), karar vermede kesinlik ve belirsizlikle başa çıkmak için bulanık küme teorisini ve yaklaşık muhakemeyi kullanmaktadır. Kesin bir küme, yalnızca iki değeri $\{0, 1\}$ alabilen karakteristik fonksiyon tarafından tanımlanırken, bulanık bir küme, sonsuz sayıda değer (kapalı aralıktaki herhangi bir gerçek sayı $[0, 1]$) alabilen, bir "üyelik fonksiyonu" ile tanımlanır. Bulanık mantık fikri, L. A. Zadeh tarafından 1965 yılında bulanık kümelerle ilgili makalesinde ortaya atılmıştır.

"Sıfır" üyelik değeri, karşılık gelen elemanın kesinlikle bulanık kümenin bir elemanı olmadığını ifade etmektedir. "Bir" üyelik değeri, karşılık gelen elemanın kesinlikle bulanık kümenin bir elemanı olduğu anlamına gelir. Sıfırdan büyük ve birden küçük bir üyelik derecesi, bulanık kümenin kesin

olmayan (veya bulanık) bir üyeliğine karşılık gelir. Üyelik fonksiyonları, bir bulanık kümedeki bulanıklığı karakterize eder.

Bulanık mantığa dayalı olarak tasarlanan modeller, genellikle girdiler ve istenen çıktı arasındaki ilişkiyi ifade eden bir dizi bulanık eğer-ise kuralından oluşmaktadır. Örneğin, iki girdi tek çıktılı sistemler söz konusu olduğunda, şu şekilde ifade edilir:

$$R_i: \text{EĞER } x \text{ } A_i \text{ ve } y \text{ } B_i \text{ İSE } z \text{ } C_i \text{ 'dir.} \quad (10)$$

Burada R_i , i 'inci bulanık kuralı temsil eden bir bulanık ilişkidir; x , y , z , sırasıyla iki girdiyi ve çıktıyı temsil eden sözel değişkenlerdir ve A_i , B_i , C_i sırasıyla x , y , z 'nin sözel değerleridir. Bu modellerde girdiler bulanıklaştırılır, üyelik fonksiyonları oluşturulur, girdiler ve çıktılar arasındaki ilişki bulanık bir kural tabanında tanımlanır ve bulanık çıktılar kesin değerler olarak yeniden ifade edilir.

Bulanık modelleme subjektif modelleme ve objektif modelleme olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Sübjektif modelleme yaklaşımında, sistem hakkında ön bilginin mevcut olduğu ve bu bilginin doğrudan uzmanlardan istenebileceği varsayılır. Buna karşılık, objektif modellemede, ya sistem hakkında ön bilgi olmadığı ya da uzmanın bilgisinin yeterince güvenilir olmadığı varsayılır. Bu nedenle, sistemin önceden yorumlanması yerine, ham girdi ve çıktı verileri, insan bilgisini artırmak ve hatta sistem hakkında yeni bilgiler üretmek için kullanılır. Bu yaklaşım ilk olarak Takagi-Sugeno-Kang (1985) tarafından önerilmiş ve TSK bulanık modelleme olarak adlandırılmıştır. Bulanık mantık, pamuğun farklı sınıflara ayrılması, çekme mukavemetinin ve eriyik eğirme liflerin iplik numarasının tahminlenmesi, kumaş denetimi için akıllı bir teşhis sistemi ve kumaş örgü deseninin otomatik olarak tanınması gibi tekstillerin çeşitli alanlarında kullanılmıştır.

Raheel ve Liu (1991), hafif elbise kumaşlarının kumaş tutumunu hesaplamak için bulanık mantık ile bir değerlendirme tekniği kullanmışlardır. Bu çalışmada, hafif kumaşların tuşesini tanımlamak için kalınlık, ağırlık, eğilme dayanımı, buruşmazlık giderme ve 45 derecelik atkı uzaması kullanılmıştır. Bulanık mantık dönüşümünü elde etmek için, beş özelliğe karşılık gelen beş üyelik fonksiyonu seçilmiştir. Ağırlıklı vektör ve bulanık dönüşüm matrisi kullanılarak kumaş tutumu hesaplanmıştır. Aynı yaklaşımı,

Park ve Hwang (1999) çift atkılı örme kumaşların seçilen mekanik özelliklerinden toplam el değerini tahmin etmek için ve Chen ve diğerleri (2000) %100 pamuk ve pamuk/polyester karışımı kumaşların yumuşaklığını derecelendirmek için izlemiştir. Başka bir çalışmada, kumaş geçirgenliğini deneme yanılma ya gerek duymadan gereksinimlere göre hızlı bir şekilde tasarlamak için bulanık mantık modeli kullanılmıştır (Alsayed, 2020). Haghghat (2014), bulanık mantık modelini kullanarak dikiş parametrelerine dayalı olarak denim kumaşlardaki iğne batma kuvvetini tahminlemiştir.

5.4.2. Sinir Ağları

Sinir ağları (SA) terimi, insan beyninin bazı temel yapılarını kullanarak bazı işlevlerini taklit etmeyi amaçlayan bir dizi farklı modeli tanımlamak için kullanılmaktadır. SA'ların geliştirilmesi ve kullanılması, yaygın olarak nöral hesaplama olarak adlandırılan ancak aynı zamanda bağlantıcılık, paralel dağılımlı işleme ve hesaplamalı sinirbilim olarak da bilinen çok disiplinli bir çalışma alanının bir parçasıdır. YSA, her tür girdi çıktı ilişkisini yakalayabilen ve temsil edebilen güçlü bir veri modelleme aracıdır. YSA, biyolojik nöronal sistemlerden ilham alan, nöron veya paralel çalışan işleme elemanı adı verilen basit öğelerden oluşur. Doğada olduğu gibi, ağ işlevi büyük ölçüde işlem elemanları arasındaki ağırlıklı bağlantılarla belirlenir. Bağlantıların ağırlıkları, ağ bilgisini içerir.

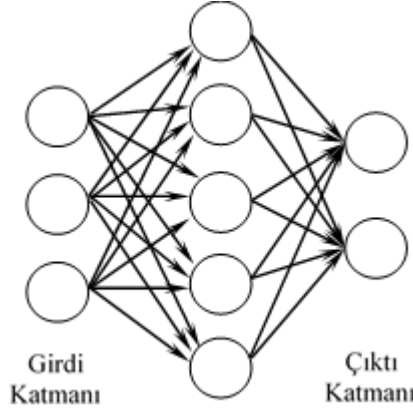
Farklı SA türleri vardır. Denetimli ve denetimsiz öğrenme olarak önemli bir ayırım yapılabilir. Denetimli öğrenmede, ağa giriş ve çıkış verileri çiftleri sunulur ve her giriş değeri seti için, eşleşen bir çıkış verisi seti vardır. Kilit nokta, eğer ağın istenen çıktısı her bir girdi değeri grubu için biliniyorsa, daha sonra ağın ağırlıkları buna göre değiştirilebilir. Denetimli NN'ler tipik olarak, giriş çıkış çiftleri biçimindeki fonksiyon örneklerini kullanarak fonksiyon tahminleme yapmak için kullanılır. Denetimsiz öğrenmede çıktı bilinmez; ağ basitçe giriş verileriyle sunulur.

Çok katmanlı algılayıcıya (MLP) dayalı yapay sinir ağları, tüm pratik uygulamaların yaklaşık %80'ini oluşturur. Bir MLP'de, birimler farklı katmanlar halinde düzenlenir ve her birim bir önceki katmandaki her bir birimden ağırlıklı girdi alır. Yapay sinir ağları genellikle belirli bir girdinin belirli bir çıktıyla bağlantılı olacağı şekilde ayarlanır veya eğitilir. Yapay Sinir Ağı, veri aktarımı için bir yol gibi işlev gören yapay olarak üretilmiş nöronların

birbirine bağlı olduğu bir yapıdan oluşmaktadır. Ağın eğitim süreci, girdi-çıktılar arası ağırlık değerlerinin ayarlanması ve hata miktarının aşağı çekilmesidir. Yapay sinir ağlarını eğitmek için çeşitli algoritma türleri arasında, geriye yayılım (back propagation) en yaygın kullanılanıdır.

YSA'lar, matematiksel ve regresyon yöntemleri ile modellemeye kıyasla en az hata ve hatada daha düşük yayılım göstermektedir. YSA aynı zamanda çok sayıda girdi-çıkı (bağımsız değişken-bağımlı değişken) parametresi arasındaki herhangi bir fonksiyonel ilişkiyi tahmin etme konusunda oldukça başarılıdır. YSA doğası gereği parametrik olmadığından, verilerin değişkenlerinin istatistiksel yapısı hakkında önceden herhangi bir varsayım yapılması gerekmez. YSA, girdi ve çıkı parametreleri arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri yakalamak için geleneksel regresyon analizi için gerekenden çok daha küçük bir veri kümesi gerektirir. Ağ, küçük bir eğitim veri kümesiyle bile işlevsel ilişkileri çok iyi genelleştirebilmektedir. Büyük verilerin sürekli mevcut olduğu sektörde YSA'nın önemli ölçüde daha iyi performans göstermesi beklenebilir. YSA'nın en büyük avantajı, değişkenler arasındaki etkileşim seviyelerinde herhangi bir kısıtlama olmamasıdır; bu nedenle gerçek dünyanın dinamiklerini çok iyi yakalayabilmektedir.

YSA, İleri Beslemeli Sinir ağı olarak da bilinir çünkü girdiler yalnızca ileri yönde işlenir. Tipik çok katmanlı ileri beslemeli bir ağ, Şekil 5.7'de gösterilmektedir. Bir ileri beslemeli ağ, bir girdi katmanı, bir çıkı katmanı ve bir veya daha fazla nöron katmanından oluşan basit bir sinir ağıdır. Bu ağın ana avantajı, girdi modellerini değerlendirmeyi ve tanımayı öğrenmesidir. Girdi birimleri, dahili bir ağırlıklandırma sistemine dayalı olarak çeşitli biçim ve yapılarda bilgi alır ve sinir ağı, bir çıkı raporu üretmek için sunulan bilgileri öğrenmeye çalışır. YSA'lar karmaşık bilimsel ve mühendislik problemlerini çözmek için kullanılabilir. Karmaşık, matematiksel olarak kötü tanımlanmış problemleri, doğrusal olmayan problemleri veya tahmini problemleri çözmek için çok basit hesaplama işlemlerinin (toplama, çarpma ve temel mantık öğeleri) kullanılmasına izin verirler.



Şekil 5.7. Çok katmanlı ileri beslemeli yapay sinir ağı yapısı

Araştırmacılar, örüntü tanıma, tahmin, optimizasyon, ilişkisel bellek ve kontroldeki çeşitli sorunları çözmek için yapay sinir ağları (YSA) tasarlamaktadır. Görüntü işleme analizi ve sinir ağları, kumaş kusur tespiti için yaygın olarak kullanılmaktadır. Çok sayıda uygulama ile birlikte bu tekniğin altında yatan temel ilkeler Behera (2004) tarafından detaylandırılmıştır. Lin (2007), ipliklerin çekmesi ile ipliklerin ve kumaşların örtme faktörleri arasındaki ilişkiyi bulmak için ileri beslemeli geri yayımlı sinir ağlarını kullanmıştır. Beltran ve diğerleri (2005) ayrıca lif, iplik ve kumaş özellikleri arasındaki çok doğrusal ilişkileri ve bunların saf yün örme kumaşların boncuklanma eğilimi üzerindeki etkilerini modellemek için çok katmanlı geri yayılım SA'ların kullanımını incelemiştir.

5.4.3. Genetik Algoritmalar

Yapay zekada nispeten yeni bir çalışma alanı, genetik algoritmalarıdır. Genetik algoritmalar (GA), geniş bir problem sınıfı için çok iyi sonuçlar ürettiği gösterilmiş güçlü bir stokastik (olasılıksal) küresel arama teknikleri setidir. GA'lar, çözüm uzayının birden fazla bölgesini aynı anda tarayarak ve mutasyon, çaprazlama ve seçim işlemleri yoluyla gelecek vaat eden alanlardan üstel olarak yararlanarak doğrusal olmayan problemlere iyi çözümler bulabilir. GA'lar, optimal çözümü değerlendirmek için kullanılacak kriterler belirlenebildiğinde problemlere optimal çözümler bulmaya çalışan programlardır. Bir problemin, bazıları diğerlerinden daha iyi olan birden fazla çözümü olduğunda faydalıdırlar. Deterministik, lineer ve lineer olmayan

optimizasyon modellerinden farklı olarak, GA'lar çeşitli çözümleri test eder ve gelişen bir süreçte, genetik çaprazlama, mutasyon ve doğal seçim metaforlarına paralel süreçler aracılığıyla en iyi çözümü bulmaya çalışır. Evrimsel algoritmalar, daha geleneksel arama ve optimizasyon yöntemlerinden önemli ölçüde farklıdır. En önemli farklar şunlardır:

- GA'lar, parametrenin kendisiyle değil, parametre setinin kodlamasıyla çalışır.
- Tek bir tasarımdan değil, bir tasarım popülasyonundan arama yaparlar.
- GA'lar, türev veya diğer yardımcı bilgileri değil, amaç fonksiyon bilgilerini kullanır.
- GA'lar, tasarımdan tasarıma olasılıksal geçişi kullanır; deterministik kurallar kullanmazlar.
- Evrimsel algoritmalar, belirli bir soruna bir dizi potansiyel çözüm sağlayabilir. Son seçim kullanıcıya bırakılmıştır.

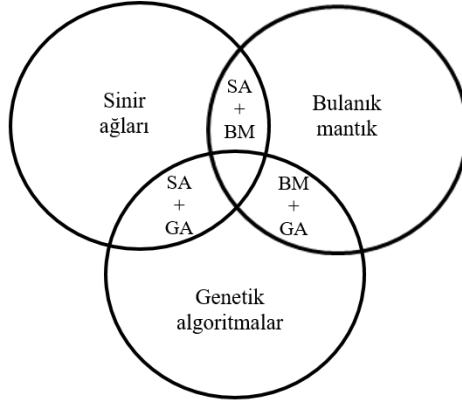
Bir GA oluştururken, GA'nın performansını etkileyen altı temel konu ele alınmalıdır: kromozom gösterimi, genetik operatörler, seçim stratejisi, popülasyonun başlatılması, sonlandırma kriterleri ve değerlendirme ölçütleri. İlk popülasyon, en yaygın yöntem olan rastgele oluşturulurken GA, sonlandırma kriteri olarak belirlenen sayıda çalıştırılır. Herhangi bir GA için, ilgilenilen popülasyondaki her bir bireyi tanımlamak için bir kromozom temsiline ihtiyaç vardır. Temsil şeması, problemin GA'da nasıl yapılandırıldığını ve ayrıca kullanılan genetik operatörleri belirler. Operatörler, popülasyondaki mevcut çözümlere dayalı olarak yeni çözümler oluşturmak için kullanılır. İki temel operatör türü vardır: çaprazlama (yeniden birleştirme) ve mutasyon. Mutasyon operatörleri, durum uzayının tüm bölgelerini keşfetme girişiminde bir birey, kromozom (çocuk) oluşturmak için bir ebeveynde küçük rastgele değişiklikler yapma eğilimindedir. Mutasyon, sistemin yerel optimumda takılıp kalmasını önlemede çok önemli bir rol oynar. Çaprazlama operatörleri, iki ebeveynden gelen bilgileri birleştirerek iki yavru oluşturur, böylece iki çocuk her ebeveynden bir 'benzerlik' (bir dizi yapı taşı) içerir. Bu iki temel operatör tipinin ve bunların türevlerinin uygulanması, kullanılan kromozom temsiline bağlıdır. Ardışık nesiller üretecek bireylerin seçimi, bir GA'da son derece önemli bir rol oynar. Bireyin uygunluğuna dayalı olarak olasılıklı bir seçim yapılır, öyle ki daha iyi bireylerin seçilme şansı artar.

Bununla birlikte, popülasyondaki tüm bireylerin bir sonraki nesle üremek üzere seçilme şansı vardır. Bir GA'da, fonksiyonun popülasyonu haritalayabilmesine ilişkin minimum gereksinime bağlı olarak, değerlendirme fonksiyonları birçok şekilde kullanılabilir.

GA'lar, elyaf üretiminden giysi tasarımına ve imalatına kadar tekstilde çok çeşitli sorunları çözmek için kullanılmaktadır. Amin (2007), GA'lar kullanılarak spektrogramlardan eğirme hata kaynağının saptandığını bildirmiştir. Blaga ve Draghici (2005), GA'ların örme makinelerinin kam profillerinin dizaynı ve optimizasyonunda kullanımını incelemiştir.

5.4.4. Hibrit Modeller

Nöro hesaplama ve GA'lar ile birlikte bulanık mantığın kullanılması gelişmekte olan bir eğilimdir (Şekil 5.8).



Şekil 5.8. Temel hesaplama araçlarını kullanan hibrit modeller

Bulanık mantığın hesaplamalı YSA'larla birlikte kullanımı, sağlam bir teknik temele sahiptir; çünkü bu iki yaklaşım genellikle akıllı sistemlerin tasarımına oldukça farklı açılardan yaklaşırlar. Yapay sinir ağları, genellikle örüntü tanıma ve kontrolünde gerekli olan büyük miktarda veriyle başa çıkmada iyi performans sunan, esasen düşük seviyeli hesaplama algoritmalarıdır. Bulanık yöntemler genellikle, YSA'lardan daha yüksek (yani anlamsal veya dilbilimsel) bir düzeyde akıl yürütme gibi sorunlarla ilgilenir. Sonuç olarak, iki teknoloji genellikle birbirini tamamlar: Yapay sinir ağları, büyük miktarda veriyi barındırmak ve yorumlamak için gerekli kuvveti sağlar ve bulanık mantık, bu düşük seviyeli sonuçları kullanan yapısal bir çerçeve

sağlar. Yapay sinir ağları, girdi-çıkı verilerinin karmaşık, doğrusal olmayan eşlemesini gerçekleştirme yetenekleriyle bilinir. Ancak, hangi girdi verilerinin, ağ yapısının ve öğrenme parametrelerinin kullanılacağına karar vermek zordur. GA'lar, girdi veri kombinasyonu optimizasyonu, ağ yapısı optimizasyonu, öğrenme hızı ve momentum optimizasyonu dahil olmak üzere NN yapı tasarımında optimumu belirlemek için bir optimizasyon araması olarak uygulanabilir. Bu şekilde, hesaplama karmaşıklığı ve YSA'yı tasarlamak için gereken süre azaltılır.

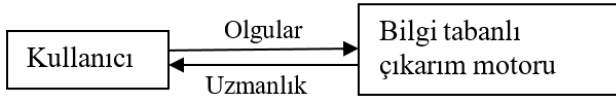
Elyaf, iplik ve kumaş özelliklerinin tahmin edilmesi için çeşitli durumlarda hibrit modelleme kullanılmıştır. Nöro-bulanık sistemin tahmin doğruluğu, geleneksel bir çoklu regresyon modelinden daha üstün ve bir YSA modeliyle karşılaştırılabilir bulunmuştur. Wong ve ark. (2004) istatistik, bulanık mantık ve NN metodolojilerini birleştiren sekiz farklı hibrit model oluşturarak kumaşın fiziksel özelliklerinden giysi duyuşal konforunu tahmin etmiştir. Bu hibrit modelleri geliştirmek için istatistiklerin veri azaltma ve bilgi toplama yeteneği, sinir ağlarının kendi kendine öğrenme yeteneği ve bulanık mantığın bulanık muhakeme yeteneği kullanılmıştır.

5.5. Bilgiye Tabanlı Sistemler

Dokuma tekstil yapılarının mühendislik tasarımı karmaşık bir iştir ve zaman içerisinde ulaşılmış ampirik bilginin kapsamlı şekilde kullanılmasını gerektirir. Bu nedenle, bilimsel bir veri tabanı geliştirmek için alandaki uzmanların ve literatürün bilgi ve uzmanlığından yararlanılırsa, bu tür bilgilerle bilgisayar yazılımları hazırlanabilir ve bu da sorun hakkında uzman tavsiyesi sağlar. Bu tür sistemler, bilgiye dayalı sistemler (uzman sistemler) olarak adlandırılmaktadır. Bunlar, bir insan uzmanı simüle etmek için tasarlanmış sistemlerdir. Veritabanı manipülasyonları, sembolik akıl yürütme ve karar verme için çok uygundur. Uzman sistemler (US) buluşsal, prosedürel ve olgusal bilgi gibi farklı tasarım bilgisi temsil biçimlerinin ve bu temsil biçimlerinin her biri ile çalışan muhakeme yöntemlerinin kullanımına izin verir. Yapay zeka ve uzman sistem teknolojisi, bilgisayarların rutin sayı işleme yerine sembolik manipülasyon ve muhakeme gerektiren daha az deterministik tasarım görevlerini uygulanmasını sağlar. US, sorunları teşhis etmek, onarmak, izlemek, analiz etmek, yorumlamak, danışmak, planlamak, tasarlamak, talimat vermek, açıklamak, öğrenmek ve kavramsallaştırmak için kullanılabilir.

Tasarım tipik olarak bir karar verme sürecidir, bu nedenle bilgi mühendisliği ve US'nin uygulanması buna uygundur. US'nin modülerliği, yalnızca bilgide yer alan gerçekleri ve kuralları değiştirerek veya ekleyerek değişikliklerin veya modifikasyonların kolayca uyum sağlamasına olanak tanır.

Başarılı bir US oluşturmak için problem alanı iyi tanımlanmalı ve uygulama alanında iyi performans gösterdiği kabul edilen en az bir insan uzman bulunmalıdır. Bununla birlikte, problem alanıyla ilgili ek bilgiler başka kaynaklardan elde edilebilir. Uzman, özel bilgi ve deneyimi ve bunları belirli sorunlara uygulamak için kullanılan yöntemleri açıklayabilmeli ve gerekçelendirebilmelidir. Ayrıca, ideal olarak bir dizi US yazılım oluşturma aracı olmak üzere yeterli programlama araçları da olmalıdır; LISP ve PROLOG gibi belirli üst düzey programlama dilleri genellikle US geliştirme dilleri olarak kabul edilir. Bir US'nin temel yapısı Şekil 5.9'da gösterilmiştir.



Şekil 5.9. Uzman sistemin temel yapısı

US'nin çeşitli bileşenleri aşağıdaki gibidir:

1. Bilgi tabanı, iyi sınırlanmış ve dar olması gereken problem alanıyla ilişkili olgulardan ve buluşsal yöntemlerden oluşur.
2. Çıkarım motoru, problemin çözümünde bilgi tabanını kullanmak için kontrol yapısı veya stratejisidir.
3. Dinamik ve küresel veri tabanı, problem durumunu, belirli problem için girdi verilerini ve yapılanların ilgili geçmişini takip etmek için çalışan hafızadır.
4. Sistemin kullanıcı ile etkileşimini kolaylaştırmak ve operasyonlarına bir insan penceresi sağlamak için kullanıcı dostu bir arayüz, tercihen bir doğal dil çerçevesi; ayrıca, kullanıcının soru sorabilmesi ve sistemin yanıtlarının altında yatan muhakeme sürecini anlamasına yardımcı olmak için bir açıklama modülü eklenmelidir.
5. Bilgi edinme modülü, problem çözme uzmanlığının bilgi kaynağından bilgi tabanına transferini ve dönüşümünü kolaylaştırır.

Bilgi zekanın merkezinde yer aldığından, US'nin performansı öncelikle sahip olduğu bilgi tabanının boyutu ve kalitesinin bir fonksiyonudur. Bilgi, çıkarım motorunun kolayca erişebilmesi için uygun bir biçimde temsil edilmeli veya düzenlenmelidir. Belirli bir problem için bir bilgi tabanı oluşturmak için uzmanın bilgisi, US tarafından kullanılan bilgi temsil şemasına göre formüle edilmelidir. ES ile geleneksel bilgisayar programlama arasındaki fark, aşağıdaki gösterimden anlaşılabilir:

Veri + Algoritma = Program

Bilgi + Çıkarım = US

BÖLÜM 6.

3D DOKUMA KUMAŞ YAPILARI VE ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Üç boyutlu (3D) kumaşlar ve tekstil yapıları, havacılık, NASA, medikal, otomotiv, zırhlı araçlar, denizcilik, tekne ve gemi yapımı, inşaat, rüzgar enerjisi, elektronik tekstiller (E-tekstil), giyilebilir akıllı tekstiller ve diğer endüstriyel uygulamalar gibi çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır.

Birkaç kumaş yığını üst üste koymak, onları şekilli olarak halinde kesmek ve birbirine dikmek, 3D yapılar oluşturmanın orijinal yöntemleridir. Bu teknikler emek yoğun, zaman alıcı ve pahalıdır. Ayrıca, bu yöntemde lifler dikiş nedeniyle zarar görmekte ve bağlantı noktalarından kesiksiz lif geçmediği için bağlantılar zayıf olmaktadır. Mevcut 3D yapılar genellikle diğer yöntemlerin yanı sıra özel olarak inşa edilmiş bir tezgah kullanılarak dokuma, çapraz dokuma, örme ve filament sarma ile oluşturulmaktadır.

3D dokuma kompozit yapıda, lif demetlerinin bükülmeden kullanılması tercih edilir. Çözümlü iplikleri veya lif demetleri, "0 derece" veya "X yönlü lifler" veya "makine yönlü lifler" olarak adlandırılır. Çözgü iplik veya lif demeti sayısı inçteki çözgü olarak ifade edilir. Atkı iplikleri veya lif demetleri, "Y yönlü lifler" veya "90 derece lifler" olarak adlandırılır. Atkı iplikler veya lif demeti sayıları, inç başına atkı sayısı olarak ifade edilir. Kalınlığın içinden geçen iplikler veya lifler, "Z yönlü lifler" veya "bağlantı iplikleri" olarak adlandırılır.

Üç boyutlu dokuma kumaşlar ve üç boyutlu kumaşlardan yapılan yapılar ve kompozitler için çeşitli yeni uygulamalar bulunmaktadır. Üç boyutlu dokuma yapılar şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Katı paneller (katmandan katmana, ortogonal, açılı kilitleme ve kombinasyon örgüleri),
- T, Konik T, X, Haç Biçimli, çift haç biçimli, Pi, Konik Pi, Kesişen Pi, I giriş veya tek ve çift bıçaklı bağlantılar gibi yük taşıyan bağlantılar,
- Spiral/kemerli yapılar,
- Elektronik tekstil yapıları,
- Delikli yapılar,
- Spacer yapılar,
- Kompleks yapılar,

3D dokuma yapılar doğrudan ağ şekillerine dokunur ve dokuma 3D ön kalıpların avantajları aşağıdaki gibidir:

- Katlama, kesme ve dikiş yok,
- Net şekle yakın,
- Gerekli şekil ve boyutu elde etmek için minimum işleme,
- Otomatik proses,
- Tutarlı ürün,
- Üretim için minimum süre,
- Artan üretim,
- Lamine kompozitlerde birincil hasar mekanizması olan delaminasyonun ortadan kalkması,
- Azalan maliyet,
- Daha iyi performans,

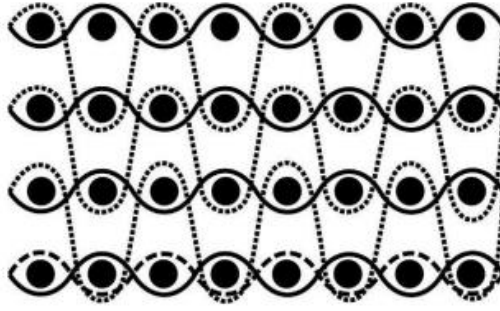
Preform imalat maliyeti, toplam maliyetin önemli bir bölümünü oluşturur. Metalik yapılar yerine kompozit kullanmanın faydaları, hafif olmaları, daha güçlü olmaları ve korozyona uğramamalarıdır. 3D kumaşların ve yapıların kullanılması, uçak ağırlığında %30'luk bir azalmaya yol açabilir ve kurtarılan her bir pound ağırlık, uçağın ömrü boyunca bir milyon dolar tasarruf sağlayabilir. Ağırlıktaki tasarruf aynı zamanda uçak yakıt maliyetini de azaltır. Dokuma 3D kumaşlar ve yapılar üretmek için kullanılan örgüler, 3D örgüler olarak kabul edilir. Birçok 3D örgü türü vardır ve seçimleri, 3D preformların nihai kullanım ve performans kriterlerine göre belirlenir. 3D dokumalar genellikle üç temel dokumaya (bezayağı, dimi ve saten) dayanır ve bunların modifikasyonları, değişiklikleri veya kombinasyonları kullanılarak uyarlanır.

6.1. Atkı veya Çözü ile Katman Bağlantılı Yapılar

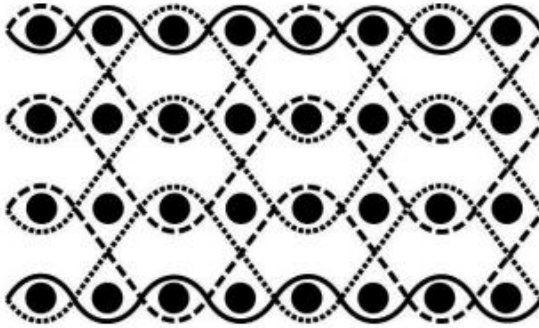
Çok katlı kumaşların ayırt edici özelliği, kumaş kalınlığında açıkça tanımlanmış kumaş katmanlarına sahip olmalarıdır. Her katman, bir dizi çözgü ve bir dizi atkı ipliğinden oluşur (Newton, 1996). Herhangi bir katmandan herhangi bir başka katmana bir bağlantı eklenebilir, ancak bu eklemenin geleneksel olarak iki koşulu karşılaması gerekir: (a) bağlantı noktaları, bağlandığı kumaş katmanında uygun şekilde gizlenmelidir ve (b) bir bağlantının eklenmesi bağlantının oluşturulduğu kumaş tabakasının örgü desenini değiştirmemelidir. Bu koşullar temel olarak kumaş görünümünü

sağlamak içindir ve görünümü önemli olmayan kumaşlar için takip edilebilir veya edilmeyebilir. Daha sağlam bir kumaş için, bağlantı iplikleri yalnızca üstteki veya alttaki bitişik katmana bağlantı yapmalıdır.

Bezayağı dokumaya dayalı tipik bir katmandan katmana bağlantılı örgü Şekil 6.1'de ve dimi örgü bağlantısına dayalı başka bir örnek Şekil 6.2'de gösterilmektedir. Çok katmanlı paneller veya 3 boyutlu yapılar, düz dokumaya dayalı bir katmandan katmana geçme örgü kullanılarak dokunabilir. Çözgü veya atkı bitişik katmanları birleştirmek için kullanılır. Birleştirme iplikleri koparsa, tüm yapı değil, bir katmanın yalnızca bir kısmı parçalanır. Bu en büyük avantajlardan biridir, ancak iplikler iç içe geçmeleri nedeniyle kıvrıldığından daha düşük bir gerilme mukavemeti anlamına gelir. Bu yüksek iplik kesişme sayısı nedeniyle dokuma sırasında iplik hasarı olasılığı artar.



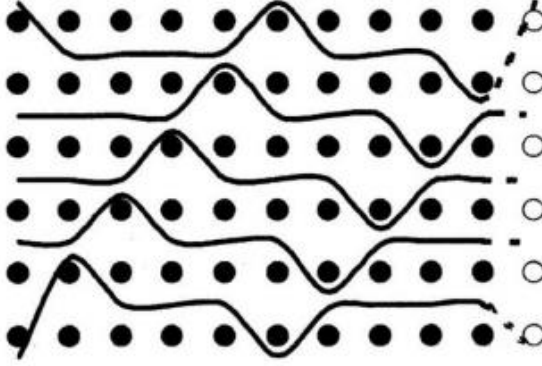
Şekil 6.1. Tipik bezayağı dokumaya dayalı bir katmandan katmana bağlantılı yapı



Şekil 6.2. Tipik dimi dokumaya dayalı bir katmandan katmana bağlantılı yapı

Her iki şekil de birbirine birleştirilmiş dört katmanı göstermektedir, ancak aynı teknik kullanılarak herhangi bir sayıda katman

birleştirilebilmektedir. Bu örnekte, koyu renkli daireler çözü uçlarını, eğri çizgiler ise atkı yolunu göstermektedir. Çözgü katmanları atkı ile birleştirilir. Bununla birlikte, katmanlar çözgü uçları tarafından da birleştirilebilir, bu durumda koyu noktalar atkıları, eğri çizgi ise çözgü uçlarını gösterir. Saten örgüye dayalı katman bağlantılı bir dokuma yapısı Şekil 6.3'te verilmiştir.

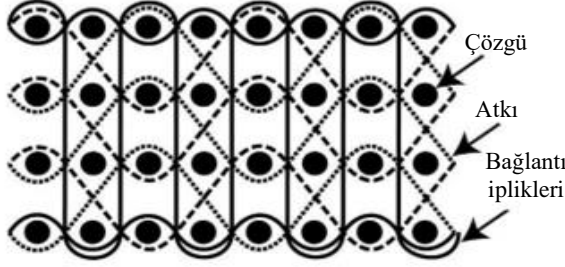


Şekil 6.3 Saten örgüye dayalı katman bağlantılı dokuma yapısı

Çözgü uçlarıyla birleştirilen beş çözgü katmanı ve altı dolgu katmanı vardır. Çok katmanlı saten dokuma kumaşlar dökümlüdür ve şekle kolayca uyum sağlar. Saten örgü kullanılarak katmanlar birleştirilerek çok katmanlı kalın bir panel dokunabilir.

6.2. Bağlantı İplikleri ile Katman Bağlantılı Yapılar

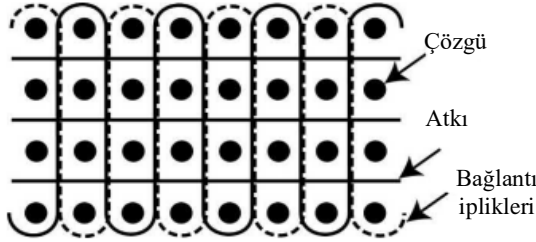
Tipik bir bağlantı iplikleri ile katmandan katmana bağlantılı üç boyutlu dokuma kumaş yapısı Şekil 6.4'te verilmiştir. Katmandan katmana bağlanacak dokumaya bağlantı iplikleri eklenir. Şekilde koyu noktalar çözgü uçlarını ve eğri çizgiler atkı yolunu göstermektedir. Bağlantı iplikleri kumaş kalınlığını boyunca geçmektedir. Örnek şekilde bağlantı iplikleri çözgüye diktir ancak 30 derece, 45 derece ve 60 derece gibi çeşitli açılarda da eklenebilir.



Şekil 6.4. Bağlantı iplikleri ile katman bağlantılı yapı örneği

6.3. Ortogonal Yapılar

Bu tip yapılarda çözgü ve atkı kıvrılmadan düz gider ve bağlantı iplikleri tüm katmanları bağlar. Normal dokuma bir kumaşa çözgü ve atkıda birbiriyle kesişmelerinden dolayı kıvrımlar vardır. Bu da çözgü ve atkı yönleri boyunca çekme yükü altında düşük başlangıç modülüne yol açar. Bu tür kıvrımlar, maksimum kompozit mekanik özellikleri için istenmez. Kumaş kalınlığı boyunca bir bağlantı ipliklerinin kullanılması, bir sorun olan delaminasyonu etkili bir şekilde ortadan kaldırır. Şekil 6.5'te bağlantı iplikli ortogonal bir dokuma gösterilmektedir. Bu tip yapı aynı zamanda krimpiz kumaş olarak da adlandırılır.



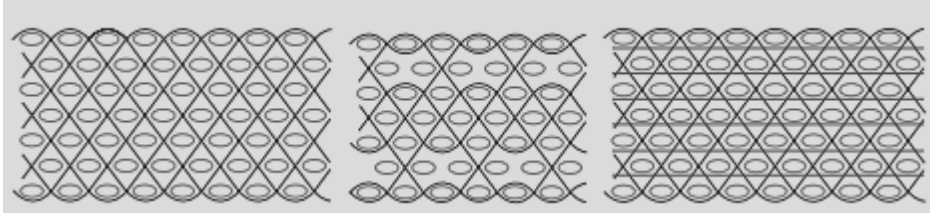
Şekil 6.5. Bağlantı iplikli ortogonal dokuma yapısı

Kompozit endüstrisi bu tip ortogonal dokumayı tercih etmektedir. Ortogonal dokuma mimarisinin faydaları, ipliklerin her üç yönde de düz olarak uzanarak ortogonal yapıyı rijit hale getirmesidir. Her üç yönde de lif kıvrımı olmaması nedeniyle bu tip yapı için daha yüksek lif hacmi elde edilebilir. Bununla birlikte, bu tip dokumanın dezavantajı, eğer bağlantı iplikleri koparsa, tüm katmanları bir arada tutacak hiçbir şeyin olmamasıdır.

6.4. Açılı İnterlok Dokuma Yapılar

Açılı interlok yapıları, bir dizi düz atkı ipliği ve atkı ile kalınlıkta çapraz yönde ören bir dizi çözümlü ipliği içerir. Çoğu durumda, çözümlü iplikleri yukarıdan aşağıya çapraz olarak bağlanır ve atkı ipliği katmanlarını tam derinlikte bağlamak mümkündür (Chen and Potiyaraj, 1999). Açılı interlok yapılar düz çözümlü iplikleri eklenebilmektedir.

Şekil 6.6, yapıyı farklı şekillerde bağlayan çözümlü ile yedi kat atkı ipliğinden oluşan açılı interlok kumaşların enine kesitlerini göstermektedir. Ek çözümlü iplikleri açılı interlok kumaşlara dahil edildiğinde, çekme modülü ve çözümlü yönündeki çekme mukavemetinin ciddi bir şekilde arttığı bildirilmiştir.

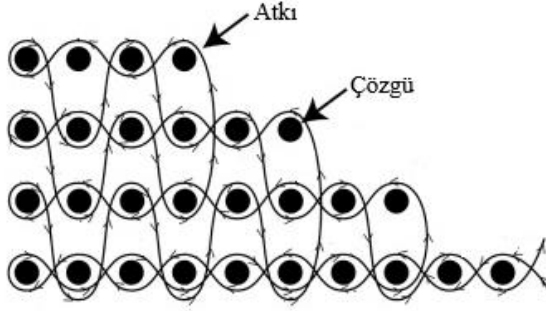


Şekil 6.6. Yedi kat atkı ipliğine sahip açılı interlok kumaşların (çözümlü yönü boyunca) enine kesit görüntüleri. (a) Yukarıdan aşağıya bağlantı. (b) 5. katmana bağlantı. (c) Çözümlü eklemeli kumaş (Chen ve ark., 2016)

Şekil 6.6(a)'da gösterilen gibi bir açılı interlok kumaş, yedi kat atkı ipliği ile yalnızca bir takım çözümlü ipliğe sahiptir. Çözümlü iplikleri, atkı iplikleriyle sadece üst ve alt katmanlarda temas eder; bu nedenle, açılı interlok kumaşın kaymaya karşı gösterdiği sürtünme direnci, aynı miktarda malzeme kullanan diğer 3D dokuma kumaş formlarına kıyasla daha düşüktür. Düşük kayma rijitliği, açılı interlok kumaşların iyi bir şekilde kalıplanabilmesini sağlamış ve bu tür kumaşların, kask kabukları yapımında ve kadın vücut zırhlarında uygulamaları yapılmıştır (Chen ve Yang, 2010a, 2010b).

6.5. Farklı Katman Sayısı İçeren Kompleks Yapılar

Bu tür yapılarda çeşitli kalınlıklar elde etmek için çeşitli yerlerde farklı sayıda katmanlar kullanılır. Şekil 6.7'de, dört katmanın bir katmana indirildiği tipik bir dört katmanlı örgü yapısı gösterilmektedir. Konik yapıları üretmek için de aynı yöntem kullanılmaktadır. Kalınlıktaki kademeli incelmeye, her seferinde bir tabaka sonlandırılarak elde edilir.



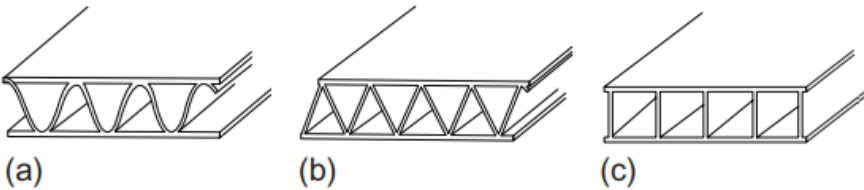
Şekil 6.7. Farklı katman sayılı dokuma yapısı

6.6. Üç Boyutlu Delikli (İçi Boş) Dokuma Yapılar

Üç boyutlu içi boş dokuma preformlar genel olarak biri düz üst ve alt yüzeyli, diğeri düzgün olmayan yüzeyli olmak üzere iki tipe ayrılır (Chen ve Wang, 2006). Her ikisi de geleneksel dokuma teknolojisine dayalı olarak üretilebilmektedir.

6.6.1. Düz Yüzeyli Delikli Kumaşlar

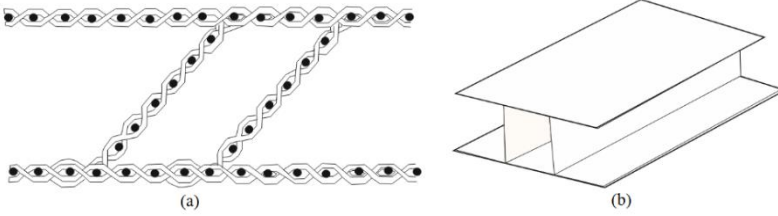
Bu tip içi boş kumaş, üç veya daha fazla kumaş katmanını içermektedir. Üç kat kumaş kullanıldığında, üst ve alt katmanları birleştiren katman, üst ve alt katmanlardan daha uzun dokunur. Orta katmanın uzunluğu, kumaşın kalınlığı ve kumaş kesitinin konfigürasyonu ile belirlenir. Enine kesit şekli, Şekil 6.8'de gösterildiği gibi yamuk, üçgen veya dikdörtgen olabilir (Koppelman ve Edward, 1963). Bu tür kumaşlar, cam gibi uygun sert ipliklere sahip ipliklerden yapıldığında, reçine kumaşa girdiğinde yapı kendiliğinden açılmaktadır.



Şekil 6.8. Düz yüzeyli 3D içi boş kumaş yapıları (a) yamuk, (b) üçgen, (c) dikdörtgen. (Koppelman ve Edward, 1963)

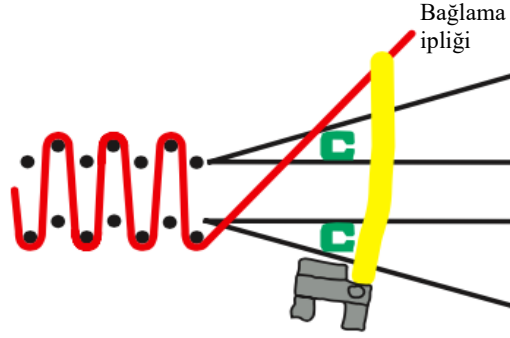
İçi boş kumaşlar, tek seviyede veya birden fazla seviyede yapılabilir. Diesselback ve Stahl (1983), üçgen bir iç çekirdeğe sahip üç seviyeli düz bir yüzey yapısı üretmiştir. Bu kumaşların "genişleyen" yapıları nedeniyle tezgahtan çıkarıldıktan sonra hava ile şişirildiği bildirilmiştir.

Rheume (1970, 1976), kumaşların dikey bölümleriyle birbirine bağlanan iki bağımsız bezayağı dokuma kumaş katmanından oluşan düz yüzeyli bir 3D içi boş yapı icat etmiştir. Bu, tüm yapısı katlanabilir olan içi boş kumaşın özel bir durumudur. Yapı düz dokunur ve tezgahtan çıkarıldığında açılır. İçi boş kumaş ve bundan yapılan çift I-şekilli yapı Şekil 6.9'da gösterilmektedir. Dokuma sırasında, her bir kumaş bölümü, yapının düzleştirilmiş bir 2D konfigürasyonda dokunmasını sağlayan, o kısma için kullanılan bir mekik ile dokunmuştur.



Şekil 6.9. Düz yüzeyli içi boş kumaşın yassılması (a) Çift I kumaşın yassılması,
(b) Çift I şekilli yapı

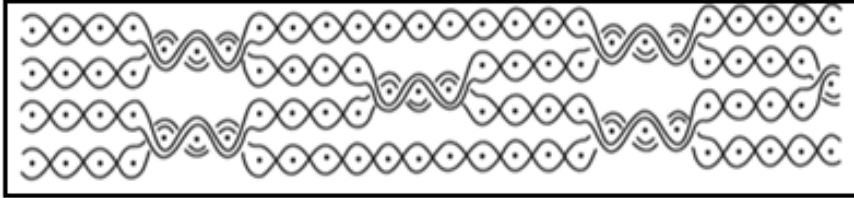
Benzer bir içi boş kumaş türü, dikey iplikler/liflerle birbirine bağlanan iki paralel kumaş katmanından oluşan "spacer kumaş"tır. Spacer kumaşlar, esas olarak örgü teknolojisi kullanılarak yapılır ve bunların hava geçirgenliği ve termal iletkenliği büyük ölçüde kullanılan kumaş parametrelerine ve elyaflara bağlıdır (Yip ve Ng, 2008). Bu kumaşların dokuma prensibi 6.10^3 'da verilmiştir.



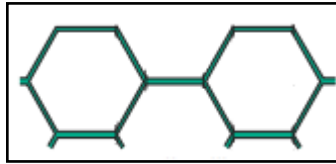
6.10. Spacer kumaş dokuma prensibi (Chen ve ark., 2016)

6.6.2. Düzgün Olmayan Yüzeyle Delikli Kumaşlar

Düzgün olmayan yüzeylere sahip 3D içi boş kumaşlar, bitişik kumaş katmanlarının düzenli aralıklarla birleştirildiği ve ayrıldığı çok katmanlı prensibe dayanmaktadır. Bitişik katmanların birleştirilmesi ve ayrılması, dokuma sonrasında enine kesitte hüresel şekilli boşluklara sahip 3 boyutlu bir yapı haline gelecek şekilde tüm kumaşın açılmasına izin verir. Yapıların açılması nedeniyle bu tip içi boş kumaşların üst ve alt yüzeyleri düz değildir. Yüzeyin düz olmayan bu tip bir dokuma enine kesit örneği Şekil 6.11’de verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 6.11. Düzgün olmayan yüzeyle içi boş kumaş (a) Enine kesit örneği, (b) Hüresel boşluklu yapının şematik gösterimi (Chen, 2004)

Chen ve ark. (2004), bu yapının matematiksel modellemesini incelemiş ve bu tür içi boş kumaşın bilgisayarlı tasarımı ve üretimi için bir algoritma oluşturmuştur. Bir altıgen hücrenin serbest hücre duvarı, bir kumaş tabakası tarafından oluşturulan bir duvardır, oysa bağlı bir hücre duvarı, iki bitişik kumaş tabakasının birleştirilmesiyle oluşturulan bir duvardır. Bu türdeki herhangi bir içi boş kumaş, “ $xL(y+z)P$ ” genel ifadesi ile gösterilebilir; burada x , içi boş kumaş yapımında kullanılan kumaş katmanlarının sayısını, y , birleştirilen duvarların uzunluğunu ve z , serbest duvarların uzunluğunu ifade etmektedir. Burada, her iki uzunluk da atkı sayısı ile ölçülür. Bu denklemde sırasıyla L kumaş katmanlarını ve P atkılarını temsil eder. Birleştirilen duvarlar, serbest duvarlarla aynı uzunluğa sahip olduğunda, denklem “ $xLyP$ ”ye indirgenir. Örnek olarak, $8L3P$ içi boş kumaş, sekiz kumaş katmanı içerir ve enine kesitte düzenli şekilli altıgen hücrelere sahiptir ve hem serbest duvarı hem de bağlı duvarı üç atkı içerir.

6.7. Üç Boyutlu Shell (Kabuk) Dokuma Yapılar

3D kabuk dokuma kumaşlar, elyaf sürekliliğini koruyan çift kıvrımlı kabuk yapıları oluşturur. Bu tür kumaşlar, küresel şekiller ve kübik şekiller alabilmektedir. Bu tür kabuk şeklindeki kumaşlar, ayrı kumaş sarmalı dokuma, dokuma kombinasyonu, kalıplama ve origami yöntemi gibi farklı teknikler kullanılarak yapılabilir.

6.7.1. Ayrı Kumaş Sarmalı Dokuma Yöntemi

Busgen (1999), doğrudan dokuma ile 3D kabuk kumaşların oluşturulması için bir yöntem icat etmiştir. Geleneksel dokuma tezgahında çözümlü salma ve kumaş sarma mekanizmalarında değişiklikler yapılmıştır. Geleneksel tek parça sarma silindiri, bireysel sarma hareketini gerçekleştirmek için elektronik olarak kontrol edilen birçok diskten oluşan bir silindirle değiştirilmiştir. Kumaşın ayrı ayrı sarılması, kumaşta çift eğrilik oluşmasına neden olur. Kumaşın atkı yoğunluğu eğriliğin üst kısmında azaltılabilir veya kumaşta üniform malzeme yoğunluğunun sağlanması için bir miktar ekstra atkı ipliği eklenebilir. Çözümlü salma mekanizmasında da her bir ipliğin bağımsız olarak kontrol edileceği şekilde değişiklikler yapılmıştır. Şekil 6.12, bu yöntem kullanılarak üretilen devam eden dikişsiz bir 3D shell (kabuk) kumaşı göstermektedir.



Şekil 6.12. Doğrudan dokuma ile üretilmiş 3D Shell kumaş örneği
(Busgen, 1999)

Chen ve Tayyar (2003), 3D kabuklu kumaşlar yapmak için geleneksel dokuma tezgahına kullanımı kolay bir eklenti cihazı kullanmışlardır. Kubbe şeklinin oluşturulması için kumaşı almak üzere profilli bir kumaş sarma silindiri kullanmışlardır. Önceki durumda olduğu gibi, kumaş sarma tutarsızlıklarını gidermek için çözgü salmada da değişiklikler yapılmıştır. Eklenti cihazı çıkarıldığında, dokuma tezgahı normal kumaşlar yapmak için orijinal kurulumuna geri dönebilmektedir.

6.7.2. Dokuma Yapısı Kombinasyonu Yöntemi

Günlük dokuma kumaşların yapımında amaç, eşit malzeme dağılımına sahip düz kumaşlar yaratmaktır. Bir kumaşta farklı atlama uzunluklarına sahip örgüler yan yana kullanıldığında, kumaşın düzgünlüğünü etkilememek için farklı dokumaların neden olduğu gerilim farkının dengelenmesine dikkat edilmelidir. Ancak bazı durumlarda pürüzlü, düzgün olmayan bir kumaş etkisi istenmektedir; dikkate değer bir örnek, kısa atlamalı dokumalar (tipik olarak bezayağı dokuma) ve uzun atlamalı dokumaların bir kombinasyonu olan petek dokumadır.

Kısa atlamalı dokumalar kullanıldığında, uzun atlamalı dokumalara göre çözgü ve atkı iplikleri arasında daha fazla kesişme meydana gelir. Bu, kısa atlamalı kumaş bölümünün, uzun atlamalı kumaş bölümünden daha fazla alan kaplamasına yol açar. Diğer bir deyişle, kısa atlamalı dokumadan yapılan kumaş bölümü genişleme eğilimi gösterirken, uzun atlamalı dokumadan yapılan kumaş bölümü çekme eğilimindedir. Bu, özellikle kumaş tezgahtan çıkarıldığında ve gerilimsiz olduğunda geçerlidir. Bu, kumaşta kabarcıklı bir

efekt yaratır. Aynı prensip, 3 boyutlu kabuk kumaşları oluşturmak için de kullanılmıştır. Eşmerkezli halkalar planlanmış ve iki bitişik halka arasındaki alanlarda örgülerin gradyan değişimi kullanılmıştır. Değişik dokuma yapıları kullanılarak üretilmiş kubbe şekilli kumaş örneği Şekil 6.13'te verilmiştir.



Şekil 6.13. Dokuma kombinasyonlu kubbe şekilli kumaş (Chen ve Tayyar, 2003)

6.7.3. Kalıplama Yöntemi

İpliklerin ve kumaşların uzayabilme kabiliyeti ve kayma toleransı nedeniyle, çoğu düz dokuma kumaş bir dereceye kadar çift kıvrımlı yüzeyler halinde kalıplanabilir. Araç kapılarının iç kısmı için kaplama malzemesi olarak üç boyutlu şekiller halinde kalıplanan kumaşlar buna bir örnektir. Bununla birlikte, dokuma bir kumaşın kalıplanabilme kapsamı, esasen iplik kesişim noktalarında çözgü ve atkı iplikleri arasındaki sürtünme ve kumaş yapısındaki yer sınırlaması nedeniyle oldukça sınırlıdır (Roedel ve Chen, 2007).

Üç boyutlu açılı interlok kumaşlar, aynı koşullar altında diğer 2D ve 3D kumaşlara göre kaymaya karşı önemli ölçüde daha düşük dirence sahiptir. Bu bulgu, kaskların ve kadın vücut zırhının geliştirilmesine yardımcı olmuştur. Optimum yapısal parametrelere sahip tek parça açılı interlok kumaşlardan yapılmış bir kask Şekil 6.14'te görülmektedir (Roedel ve Chen, 2007).



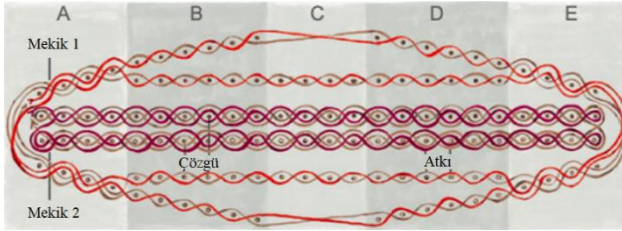
Şekil 6.14. Dokuma kumaşın kalıplanması ile üretilmiş kask
(Roedel ve Chen, 2007)

6.7.4. Origami Yöntemi

Kabuk şekilleri açık kutu şeklinde de olabilir. Bu tip 3 boyutlu kabuk yapıları için, lifler kutu boşluğu boyunca süreklidir. Dokunacak belirli bir kutu şekli için, dokumaya uygun bir şekilde katlamanın genellikle birden fazla yolu vardır. Katlama için en uygun çözüm, en iyi lif yönelimini ve dolayısıyla en uygun performansı veren ve en rahat dokunabilen yöntem olmalıdır. Şekil 6.15, açık bir kutunun katlanabilmesinin yollarından biri olan, açık bir kutunun kullanımını ve dokuma planını göstermektedir.



(a)



(b)

Şekil 6.15. Açık üç bölmeli kutu (a) Kutunun katlı hali, (b) Dokuma planı
(Chen ve Tsai, 2009)

Açık bir kutu düz bir şekilde katlandıktan sonra, bölgeler katlanmış geometrinin yapısal özelliklerine göre sınıflandırılabilir. Katlanmış açık kutu örneğinde, katlanmış geometri genişlik boyunca A'dan E'ye kadar olan bölgelere bölünmüştür.

BÖLÜM 7.

DOKUMA KUMAŞ UYGULAMALARI

Dokuma kumaşlar, giysi, dekorasyon ve kaplama amaçlı temel kullanımlarından farklı olarak; spor giyim, medikal tekstiller, elektronik tekstiller, otomotiv mühendisliğinde hava yastığı ve ayrıca filtrasyon amaçlı filtrasyon kumaşları olarak kullanılabilir.

7.1. Dokuma Tekstillerin Otomotiv Sektöründe Kullanımı

Taşımacılık pazarı, tasarım, renklendirme, kumaş yüzey özellikleri, teknik gereksinimler, fiyat, ağırlık, yoğunluk, hava geçirgenliği, aşınma vb. açılardan her sektörün kendi özel gereksinimlerine sahip olduğu geniş bir ürün yelpazesini kapsamaktadır. Büyük miktarlarda dekoratif kumaş kullanılmasına rağmen, taşımacılık sektörü genel olarak tekstillerin endüstriyel kullanıcısı olarak sınıflandırılmıştır. Bu ürünler çok büyük ölçüde dokuma kumaşları içerir ve bir bütün olarak sektör, tekstil ürünlerinin tüm endüstriyel kullanımlarının miktar bakımından en büyük tüketicisidir ve bu nedenle dünya çapında çok tekstil kumaş pazarının önemli bir parçası haline gelmiştir. Taşımacılık sektörü genel olarak aşağıdaki kategorilere ayrılabilir:

- Otomotiv – esas olarak otomobiller, 4x4 araçlar vb., ancak genellikle aynı şirketlerin bir alt bölümü tarafından üretilen kamyonlar gibi ticari ürün taşıma araçlarını da içerir. Otomotiv, tüm ulaşım sektöründe büyük bir farkla en büyük tekstil ürünleri kullanıcısıdır.
- Otobüsler – ağırlıklı olarak dokuma havlı kumaşlar kullanır, ancak aynı zamanda giderek daha fazla düz dokuma kumaşlar kullanır. Kumaşlar esas olarak dekoratiftir ancak özellikle güç tutuşurluk açısından yüksek performans seviyelerine sahip olacak şekilde yapılmalıdır.
- Uçaklar – oturma alanlarında dekoratif kumaşlar ve kaçış olukları gibi diğer alanlarda endüstriyel kumaş türleri kullanılır. Tüm uçak ağırlığını düşürebilmek için metal ve diğer ağır materyallerine geçecek dokuma kumaş içerikli kompozitler de kullanılmaktadır.
- Denizcilik – yolcu gemilerinde perdeler ve yatak takımları gibi alanlarda tasarım ve renk hususlarının çok önemli olduğu geleneksel döşeme

kumaşlarından, özel gemilerde endüstriyel kumaşlara kadar bir çok dokuma kumaş yapısı kullanılmaktadır.

- Ray – kullanım miktarı açısından büyük ölçüde özel özelliklere sahip dekoratif kumaşlarla sınırlıdır, örneğin, bıçak hasarını önlemek/azaltmak için kumaşın arkasına Kevlar dokunmuş dokuma yün kumaş gibi.

İç mekanın bir parçası olarak görünen ve beğenilen tekstil öğeleri, koltuklar, halılar ve tavan kaplama malzemeleri, kapı panelleri ve hatta bazen gösterge panelleridir. Oturma alanları ve kapı panelleri genellikle dokuma kumaşlardan (düz dokuma veya havlı dokuma) üretilirken, tavan kaplamasında kolayca kıvrılarak kalıplanabilmesi için genellikle hafif örme bir yapı kullanılır.

Kumaş nerede kullanılırsa kullanılsın, onaylanmadan önce ciddi test prosedürlerine tabi tutulur ve kullanılacak kumaş türlerini belirleyen, bu testlerin sonuçlarıdır. Bu testler, endüstri genelinde aynıdır, ancak kullanılan yöntemler, çeşitli orijinal ekipman üreticileri tarafından belirlenen standartlara göre değişiklik göstermektedir. En önemli testler, çeşitli şekillerde aşınma direnci, ışık ve ultraviyole (UV) altında renk solması ve mukavemet kaybıdır.

Kumaşların otomobillerde kullanılması, motorlu taşıtların seri üretiminin ilk yıllarına kadar gitmektedir. İlk koltuk kaplamaları esas olarak deri veya suni deriydi, ancak sentetik ve diğer suni lifler bulunmadan önce yün ve pamuk da içeriyordu. Eriyik haldeyken ekstrüzyondan önce boyanabilme avantajına sahip vinil, piyasaya kumaş ya da suni deri olarak çıktı. Aynı süreçte, bazen diğer liflerle de karıştırılarak kullanılan naylonda piyasada yerini aldı. Bununla birlikte, bu materyaller kolay temizlenme, mukavemet ve ışık haslığı gibi teknik gereksinimleri tam olarak tabi ki de karşılamıyordu.

Bu süre zarfında, polivinil klorür (PVC) kaplama, dokuma ve örme tabanlı kumaşlara uygulandığında özellikle gerçek derinin yüzey görünümünü taklit ederek 'deri görümlü' kumaşların üretilmesine izin verdiği için önemli bir gelişme oldu. Renkler solmaya karşı dayanıklıydı ve ürün, özellikle temel kumaş bir çözümlü örme yapısıysa, kabul edilebilir bir dayanıklılığa ve belirli bir miktarda esnemeye sahipti. Bu niteliklerinden dolayı çeşitli biçimlerde bu ürün, 1970'lerin başına kadar seri üretilen arabalarda çok yaygın olarak kullanıldı. Bununla birlikte, PVC'nin bazı büyük sakıncaları vardı, özellikle sıcak havalarda yapışkanlık ve zayıf hava geçirgenliği özellikleri nedeniyle uzun süre oturulduğunda rahatsız olunmasına neden oluyordu. Naylon

kumaşlar, çok ihtiyaç duyulan bazı varyasyonları denemek ve eklemek için yeniden daha yaygın olarak kullanılmaya başlandı.

7.1.1. Kullanılan İplik Türleri

Hiç şüphe yok ki, tekstil kumaşı PVC kaplı ürünlere göre sadece konfor ve nefes alabilirlik açısından değil, aynı zamanda en önemlisi tasarım ve renklendirme potansiyeli gibi birçok açıdan üstündü. Naylon ve polipropilen kullanımı da UV'ye maruz kalmanın neden olduğu aşınma ve mukavemetteki ciddi kayıp nedeniyle bu ürünlerin kullanımındaki birçok başarısızlıktan sonra şüphe uyandırmaya başladı. Ekonomik bir fiyata "çok yönlü" bir elyaf arayışı acil hale geldi ve nihayetinde neredeyse tüm tekstil uygulamalarına uygunluğu nedeniyle genellikle evrensel elyaf olarak anılan polyester tarafından piyasadaki bu boşluk dolduruldu. Hava jetli tekstüre polyester ipliğin dokuma kumaşın stabilitesi ve yüzey aşınma direnci üzerindeki etkisi çarpıcıydı ve hava jetli tekstüre polyester iplik, aşınmanın çok önemli olduğu otomobil içindeki dekoratif uygulamalarda kullanılacak iplik olarak önce Avrupa'da, ardından kademeli olarak dünya çapında hızla yerini aldı.

Kesikli eğrilmiş iplikler, otomotiv uygulamalarında, genellikle çift katlı olarak, özellikle eğrilmiş polyester, yün, polyester yün karışımları ve hatta nadir durumlarda eğrilmiş viskon ve akrilik karışımları olarak kullanılmıştır. Eğrilmiş iplikler hemen hemen her zaman hava jetli tekstüre ipliklere göre daha sıcak ve rahat bir tutum sağlar, ancak fiyat sorunları bir yana, kumaş konstrüksiyonu artırılmadıkça neredeyse her zaman daha düşük aşınma sonuçları vermektedir. Örneğin Mercedes, çeşitli donanım seviyeleri için yün ve yün karışımlarında eğrilmiş iplikler kullanmıştır.

Fantazi iplikler de kullanılmaktadır, ancak aşınma spesifikasyonlarını geçmek için otomotiv kumaşları için özel olarak geliştirilmeleri gerekir. Flok iplikler, BMW tarafından yıllarca daha ağır, sağlam kumaşlar üretmek için büyük miktarlarda kullanılmıştır, ancak bu kumaşlar daha pahalıydı ve daha karmaşık koltuklar için kesilmesi zordu. Fantezi iplikler, günümüzde maliyet ve koltuk yapım performansı, ürün kullanım süresini azalttığından standart %100 polyester zemin iplikler ile birlikte dekoratif etki için az miktarda kullanılmaktadır.

7.1.2. Dokuma Kumaş Yapıları

Başlangıçta çoğu otomotiv kumaşı düz veya armürlü dokuma olmasına rağmen, artık birçok jakarlı dokuma desen ve tasarımda mevcuttur, öyle ki otomobil şirketleri veya orijinal ekipman üreticileri tasarımları ve renkleri oluşturmak için nitelikli tekstil tasarımcıları kullanmaktadır. Jakarlı kumaşlarda, diğer iç özelliklerle çakışmadığı ve koltuklara ve kapı panellerine uyumu daha az zahmetli olduğu için daha küçük ölçekli tasarımlar tercih edilmektedir. Bu tür jakar ayrıca iç kısma hafif bir zenginlik hissi katar ve genellikle daha yüksek donanım seviyelerinde kullanılmaktadır. Jakarlı kumaşların kullanımındaki artan eğilim, bir araba koltuğunun koltuk arkalığine veya minderine tam uyan tek büyük tekrarlardan oluşan desenlere sahip olmasıdır. Bunlara 'yerleştirme tasarımları' denir.

Renkli dokuma, iç mekan kullanımları için kumaş oluşturmanın çok uygun bir yolu olsa da, özellikle kumaşın daha sade bir karaktere sahip olduğu ve açık renklerin kullanıldığı durumlarda- örneğin koltuk arkalıkları ve yastık kumaşları - genellikle daha ucuza çalışabildiğinden parça boyama tekniği de kullanılmaktadır. Parça boyama tekniği, genellikle gerekli olan çok ince tasarımı ve renk efektlerini yaratmak için çok yönlülükten yoksundur, ancak daha düşük maliyet eğilimi ve tek renkli koltuklara yönelim arttıkça, parça boyama, özellikle daha açık renkli iç mekanların olduğu Asya ve Amerika Birleşik Devletleri'nde güçlü bir renklendirme yöntemi olmaya devam etmektedir.

Otobüslerde ve trenlerde kullanılan iç oturma ve döşeme kumaşları aslında otomotiv ürününden hem kumaş olarak hem de tasarım ve renk olarak farklıdır. Ayrıca aracın kullanım ömrü boyunca yoğun kullanımı nedeniyle fiziki gereklilikler farklıdır. Koltukları temiz tutmak için yapılan temizlik işlemleri arabalardan farklı olarak renk haslığını önemli bir özellik haline getirmektedir. Yangına dayanıklılık da daha önemlidir ve bazen yangın önleyici tela kumaşlarının kullanılmasını gerektirmektedir. Otobüslerde yolcunun konforu da çok önemlidir ve bu durum, özellikle sıcak iklimlerde malzemenin rutubet hissi vermeden nemi çekmesini gerektirmektedir. Tüm bu hususlar birlikte değerlendirildiğinde, genel gereklilikleri en iyi karşılama eğiliminde olan kumaşlar, özellikle naylon ile karıştırıldığında, konfor yönü en iyi olan yün içeren tüylü kumaşlardır. Temel olarak bu nedenlerden dolayı, 85/15 yün/naylon karışımından oluşan moquette (tüylü kalın döşeme) veya dokuma

kadife kumaşlar, ilk olarak bu gereksinimleri karşılamak için geliştirilmiştir ve halen pazarın önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.

Dokuma ürünler için geleneksel denizcilik uygulamaları arasında şunlar yer alır: yelkenler için özel polyester, şişirilebilir can yelekleri için kaplanmış ağır kumaşlar, tekne kaplamaları, tenteler, kompozitin bir parçası olarak kullanılan dokuma tekstil kumaşlar ve gemilerin gerçek yapısında kullanılan kompozit malzemeler. Mukavemet ve güç tutuşurluk, bu uygulamalarda da önemli olan özelliklerden bazılarıdır. Kumaşlar, ev ve ev mobilyası pazarına benzerdir ve onlar kadar çeşitlidir, ancak ek olarak iyi bir alev almazlık ve düşük toksisite gerekliliği vardır.

7.2 Dokuma Kumaşların Medikal Uygulamalarda Kullanımları

Çeşitli uygulamalar için yeni tekstillere, yapılar ve bunlarla ilgili ürünlere yönelik artan taleple birlikte, geleneksel dokuma tekstillerin, hastanelerde kullanılan antimikrobiyal ve ilgili tekstiller gibi sağlık ve hijyen sektörleri ürünlerinde hala büyük ölçüde kullanıldığını belirtmekte fayda vardır. Bununla birlikte dokusuz yüzey, örme ve spacer (boşluklu) yapılar giderek bu sektörde daha baskın hale gelmektedir. Dokuma yapılar çok çeşitli sağlık hizmetleri, tıbbi ve cerrahi ürünler için kullanılmaktadır. Dokuma teknolojisi ayrıca damar greftleri, tendonlar ve yara pansumanları gibi çeşitli yüksek teknoloji tıbbi materyallerin üretiminde de yer almaktadır.

Dokuma kumaşlar yaygın olarak gazlı bezler, kılcal sargılar, destek ve kompresyon bandajları, plasterler, vasküler damar protezleri, doku mühendisliği iskeleleri, cerrahi önlükler, örtüler, çarşaf, battaniye, yastık kılıfı, üniforma gibi hastane tekstilleri ve çok çeşitli ameliyathane tekstillerinde kullanılmaktadır.

Dokuma kumaşlar, iplik türleri ve yapıları açısından son derece çok yönlüdür, fakat dokuma tezgahında tasarlanabilen ancak şekiller halinde kesildiğinde yıpranma eğiliminden ve özelliklerinin anizotropik doğasından muzdarip olan ürünlerdir.

7.2.1 Dokuma Yara Bantları

Bandajlar, pansuman sargı, destek ve kompres dahil olmak üzere birçok amaç için kullanılabilir.

- Sargı bandajları pansumanları doğru pozisyonda tutmak için kullanılır
- Destek bandajları tutuculuğu sağlar ve bir doku kütlelerinin şişme veya sarkma nedeniyle şekil bozukluğu veya şekil değiştirmesini engeller.
- Kompres bandajları esas olarak bacak ülserleri ve varisli damarların tedavisinde kullanılır.

Modern bandajlar ya dokuma ya da örülmüş olup, belirtilen performansa dayalı standartlara uygun olarak öngörülen kompresyon seviyelerini sağlamak üzere tasarlanmıştır. Dokuma yapılar uzun süredir bacak ülseri tedavisinde kompresyon bandajlarının tasarımı kullanılmaktadır. İplik numaraları 210-560 denye aralığında olan pamuk atkı ipliklerinden ve dokulu streç naylon multifilament çözgü ipliklerinden yapılan dar dokuma bir kompresyon bandajını ait patent bulunmaktadır. Yapı, inçte 10 ila 16 atkıdan ve inçte 30 ila 40 çözgü ipliğinden oluşmaktadır (Hampton, 1980). Spandeks gibi elastomerik iplikler, elastik olmayan pamuk ipliği ile dokuma bandajın genişliği boyunca aralıklarla kullanılmaktadır (Gosh, 2008).

Varis tedavisinde %100 yüksek bükümlü pamuk ipliklerden yapılmış dokuma kısa streç krep bandaj kullanılmaktadır. Ameliyat sonrası kompresif veya hafif ortopedik destek sağlar. Hafif gerilmelerden sonra eklem ve bağlara destek amacıyla da kullanılmaktadır. ProGuide (Smith & Nephew), birinci katmanın dokusuz yüzey olduğu ve ikinci katmanın kaymayı azaltmak ve malzemeyi uzun süre yerinde tutmak için uygulanan basınca duyarlı sıcakta eriyen yapışkanla kaplanmış dokuma elastik kompresyon bandajı olduğu, iki katmanlı bir bandaj sistemidir (Rajendran ve Anand, 2020).

7.2.2. Dokuma Vasküler Protezler ve Ağlar

Tekstil bazlı vasküler greftler, vasküler hastalıkları yönetmek için en önemli tıbbi malzemelerden biri olarak kabul edilmektedir. 1952'de Blakemore ve ark., fibrini kumaşın boşluklarına başarılı bir şekilde yerleştirmişler ve ilk olarak bitişik yumuşak dokudan fibroblastın içe büyümesinin meydana geldiğini ve ardından endotel migrasyonunu takip ettiğini bulmuşlardır. Bu bulgu, araştırmacıları vasküler protezler geliştirmek için daha fazla araştırma yapmaya yöneltmiştir.

Günümüzde implantlar çeşitli sentetik liflerden yapılmaktadır. Çoğunluğu polietilen tereftalat (PET), genişletilmiş PET (ePET),

politetrafloroetilen (PTFE), genişletilmiş politetrafloroetilen (ePTFE) ve poliüretanı içermektedir. İdeal bir vasküler greft için temel kriterler şunlardır:

- Uzun vadeli hemodinamik streslere dayanacak mekanik güç ve uyumluluk,
- Toksik olmama, immünojenite olmama, biyouyumluluk, çeşitli acil bakım için boyutlar,
- Cerrahi dikilebilirlik ve işlem basitliği,
- Canlı dokularda kan pıhtılaşmasına direnç,
- Enfeksiyona dayanma yeteneği,
- Tatmin edici greft iyileşmesi ile konakçı dokuya tam birleşme ve çocuklara yerleştirildiğinde büyüme yeteneği,

Damar protezleri ya dokuma ya da örgüdür. Dokuma greftler, hem çözgü hem de atkı yönlerinde yüksek derecede stabilite, yüksek mukavemet ve düşük gözeneklilik (50–200 mL/dk/cm²) sergiler. Protezler düşük gözenekliliklerinden dolayı büyük kalibreli, yüksek akışlı arterlerde ön kaplama yapılmadan kullanılır (Grigiom, 2003). Dokuma yapılar daha fazla mukavemet ve stabilite sağladığından torasik aort gibi yüksek stresli yerler için daha uygundur. Dokuma yapılar ayrıca yüksek boyutsal kararlılık, düşük kan geçirgenliği ve daha az bükülme sağlar. Vasküler kumaşlar olarak kullanım için bezayağı ve ilişkili dokuma yapıların ana dezavantajları, kesik kenarlarda yıpranmaları, düşük iyileşme gözenekliliğine sahip olmaları, zayıf uyumları ve dikiş atma güçlüğüdür. Bununla birlikte hem çözgü hem de atkı yönleri boyunca kesişmelerin sayısını azaltarak yapılan kadife dokuma kumaşlar daha esnek ve geleneksel dokuma kumaşların sahip olmadığı doku bağlanmasını ve içe doğru büyümeyi destekleyen gevşek yüzey yapıları sağlar.



Şekil 7.1. Kadife dokuma vasküler greft (Hedef Sağlık, 2022)

Örme protezler süprem veya çözümlü örme velur yapılarıdır. Örme yapılarda greftin mukavemeti ve gözenekliliği ilmek konfigürasyonundan etkilenmektedir. Örme greftler genellikle dokuma olanlara göre daha yüksek poroziteye (2000mL/dak/cm²) ve daha düşük mukavemete sahiptir. Yüksek gözenekli greftler, gözenekliliği/geçirgenliği azaltmak ve implantasyondan önce kanın ön pıhtılaşması ihtiyacını ortadan kaldırmak için kollajen veya albümin veya jelatin ile önceden kaplanmaktadır.

Örme greftlerin aksine, dokuma greftler ipliğin bir iğne etrafında imlemeklenmesine dayanmaz ve bu nedenle greftler daha kompakttır. Bununla birlikte, dokuma yapının sertliği, implantasyon sırasında greftin işlenmesini ve dikilmesini zorlaştırır.

Vasküler protezlerin fonksiyonel özelliklerini canlı dokuda geliştirmek için hem emilmeyen (polyester) hem de emilebilir (poliglikolik asit; PGA) iplikler kullanılarak dokuma vasküler kumaşlar geliştirilmiştir. Yu ve Chu (1993), dokuma bir iki bileşenli vasküler greftin atkısına emilebilir ipliklerin dahil edilmesinin, gevşek ve gözenekli olarak daha hızlı doku büyümesini desteklediğini bulmuşlardır.

7.2.3. Hastanelerde Kullanılan Dokuma Kumaşlar

Dokuma tekstiller, özellikle bezayağı ve dimi dokumalar, hastanelerde hasta çarşafı ve perdeler gibi yeniden kullanılabilir malzemeler olarak büyük ölçüde kullanılmaktadır. Enfeksiyonun yayılmasındaki katkıları çok büyüktür. Hastanelerde kullanılan herhangi bir biçimdeki tekstil ürünü, uygun nem ve sıcaklık koşulları altında bakteri üremesine karşı hassastır. Hastalar, bakteri ile pijamalarını ve çarşaflarını kirletir. Hasta ile yatak arasındaki sıcaklık ve nem, etkin bakteri üremesine olanak sağlayan uygun koşullardır. Çeşitli araştırmalar, kontamine tekstil ürünleriyle insan temasının, mikroorganizmaların duyarlı hastalara bulaşma kaynağı olduğunu bulmuştur. Bu durumda hastanelerde kullanılan tekstil malzemelerinin çapraz enfeksiyonu yok etme/en aza indirme kabiliyetine sahip olması elzemdir. Antimikrobiyal tekstiller, sadece hastanelerde değil, aynı zamanda insanların kalabalık olduğu oteller, restoranlar, yüzme havuzları ve toplu taşıma araçları gibi diğer ortamlarda da hastalıkların yayılmasının önlenmesinde hayati bir rol oynamaktadır.

Antimikrobiyal tekstil malzemeleri geliştirmek amacıyla, organik ve inorganik bileşikler, antibiyotikler, heterosiklikler, kuaterner amonyum

bileşikleri vb. kullanılarak önemli araştırmalar yapılmıştır. Gümüş bileşiklerinin biyosidal özellikleri binlerce yıldır bilinmektedir ve günümüzde hastane kullanımı için tekstil malzemelerine antibakteriyel özellikler kazandırmak için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Tekstil kumaşlarının fonksiyonel özelliklerini iyileştirmek için yaş işleme endüstrisinde yaygın olarak kullanılan çapraz bağlama maddesi dimetilol-5,5-dimetilhidantonun (DDMMH) pamuk ve polyester/pamuk (65/35) bezayağı dokuma üzerinde belirli bir düzeyde antibakteriyel etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Sun, 2001).

Düz ve dimi dokuma kumaşlar tekrar kullanılabilir ameliyathane önlükleri olarak kullanılmaktadır. Dokuma yapıdaki gözenek boyutunun kontrol edilmesinin yanı sıra mikrofilament polyester kullanılarak mikrobiyal bariyer etkisi sağlanmıştır. Dokuma kumaşların bariyer etkinliğinin doğrudan iplikteki filamentlerin düzenine ve dokuma kumaşın yapısına bağlı olduğu tespit edilmiştir (Aibibu, 2006).

7.2.4. Dokuma Kumaşların Diğer Medikal Uygulamaları

Biyomedikal uygulamalar için sensörler entegre edilerek elektronik iletken malzemeler olarak dokuma yapılar kullanılmaktadır. Giysilere entegre edilen sensörler, insan vücuduna müdahale etmeden bir ölçüm yöntemi sağlar.

Dokuma, dokusuz yüzeyler ve örme yapılar cerrahide dokuların onarımı, rekonstrüksiyonu veya ikamesi için kullanılmaktadır. Heim ve Gupta (2009) dokuma kalp kapağı protezlerinin tasarımı için dokuma kumaş uygulamasını tartışmışlardır. Kalp kapağı protezini tasarlamak için polyester dokuma kumaşın uzun vadeli yorulma davranışını incelemişlerdir. Çalışmanın bulguları, kalp kapağı uygulaması için oldukça uygun bir dokuma kumaş tasarlama kriterleri geliştirmenin yolunu açmıştır. Dokuma polyester yama, ameliyattan hemen sonra alçı sabitleme olmadan aktif egzersizi teşvik eden yeni bir teknik geliştirmek için kullanılmıştır (Ishizuki, 2002).

7.3. Dokuma Kumaşların Filtrasyonda Kullanımı

Genellikle daha dayanıklı ve stabil olan dokuma kumaşlar, filtrasyon amacıyla kullanılmakta ve filtre olarak daha verimli çalışması için bazı özellikler eklenebilmektedir. Bu tür özelliklere yağ emme, kimyasal bağlama, bakteri ve virüs öldürme örnek olarak verilebilir. Ekstra özelliklere sahip bu

tekstiller 'akıllı tekstiller' olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca ısı, güçlü kimyasallar ve çözünmeyen parçacıkların aşındırıcı özellikleri gibi çeşitli koşullara dayanma kabiliyetine sahip olabilirler. Şekil 7.2, filtre torbaları olarak kullanılan çeşitli dokuma kumaş biçimlerini göstermektedir.



Şekil 7.2. Dokuma filtre çeşitleri (Kavon, 2022)

Dokuma kumaşların yapısı, farklı alanlardaki nihai kullanımlarına göre farklılık göstermekte olup, dokumaya, iplik yoğunluğuna, kıvrıma ve iplik numarasına bağlıdır. Şekil 7.3, dokuma filtre kumaşlarının çeşitli yapılarını göstermektedir. Hava filtrasyonu veya su filtrasyonu gibi son kullanımlarına göre malzeme türü ve yapı değişiklik göstermektedir.



Şekil 7.3. Dokuma filtre yapıları (Testori, 2022)

Filtre kumaşı boyut olarak çok küçük gibi görünse de birçok endüstride filtrasyonda önemli bir rol oynamaktadır. Katının sıvıdan damıtılmasında

dokuma filtre pres bezleri kullanılır. Bu filtreler, katı partikülleri kolayca, verimli bir şekilde hapsedecek ve ayrıca filtre pres bezinden suyun düzgün akışını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Kumaş filtre bezleri, kullanım amaçlarına göre çeşitli formlarında bulunmaktadır.

7.3.1. Santrifüj torbaları

Santrifüj torbalar (Şekil 7.4), katının sıvıdan ayrılması veya daha doğrusu katı bileşenlerin süspansiyondan ayrılması için en yaygın kullanılan filtre ortamlarıdır.



Şekil 7.4. Santrifüj torbası (DRM, 2022)

Bu filtre torbaları, merkezkaç kuvveti kavramı üzerinde çalışır ve bu nedenle filtrasyon amacıyla merkezkaç enerjisi kullanır. Filtre torbalarının duvarı, sıvının içinden geçmesine izin vererek katıları yüzeyde bırakır. Filtre torbalarının yüzeyindeki bu katılar sonra uzaklaştırılabilir. Santrifüj filtre torbaları, ürünün filtrasyon ve gözeneklilik faktörlerine bağlı olarak özel kumaşlar kullanılarak yapılmaktadır. Santrifüj filtre torbaları, dokuma kumaşlardan oluşan file veya keçe kumaşlardan yapılabilir. Santrifüj filtre torbalarının üretimi için uygun lif/iplik türleri şunlardır: pamuk, polyester, multifilament polipropilen, eğrilmiş polipropilen, naylon vb. Santrifüj torbaların kullanıldığı farklı alanlar şunlardır:

- Süt ürünlerinin saflaştırılması,
- Bira işleme sırasında maya ve tozun ortadan kaldırılması,
- İri taneli kimyasallardan ince kimyasalların filtrasyonu,
- Görsel netlik, parçacıkları uzaklaştırmak için ilaç ve su filtrasyonu,

7.3.2. Akışkan Yataklı Kurutucu Torbası

Akışkan Yataklı Kurutma Torbaları, kalan nemin son üründen uzaklaştırıldığı, toz parçacıkların kurutulmasını gerektiren çeşitli endüstriyel uygulamalar için kullanılmaktadır. Akışkan yataklı kurutma, ortalama boyutları 50 mikron ile 5 milimetre arasında olan tozlar, kristaller, granüller, aglomeratlar, priller ve peletler için idealdir. Bu ürünler gıdalar, ilaçlar, kimyasallar, mineraller ve polimerleri içerir. Akışkan yataklı kurutma filtre torbaları (Şekil 7.5) çeşitli şekil ve boyutlarda mevcuttur. Bu filtre torbaları pamuk, naylon, PP polyester, antistatik PP ve antistatik polyester gibi çeşitli kalite kumaşlardan olabilir.



Şekil 7.5. Akışkan yataklı kurutma filtre torbası (Aviral Techno, 2022)

7.3.3. Vakum Filtre Torbaları

Vakum filtre torbaları, temel amacı toz partiküllerini toplamak olan elektrikli süpürge cihazında kullanılmaktadır. Filtre torbaları hava ile emilen tozları yakalayacak şekilde yerleştirilir. Bu filtrelerden hava geçebilir, ancak toz geçemez ve etkili bir şekilde filtrele gerçekleştirilir. Torbalar, hava parçacıklarının geçmesine izin vermek ve toz parçacıklarının geçmesini önlemek için uygun boyutta küçük deliklere sahip gözenekli dokuma malzemeden yapılmaktadır. Farklı elektrikli süpürge boyutlarına göre çeşitli vakum torbası tasarımları mevcuttur. Dokuma kumaş elektrikli süpürge torbaları tekrar kullanılabilir.

Bir vakum filtre torbasının sahip olması gereken ana özellikler şunları içerir: iyi bir patlama mukavemeti, düşük toz yüklemesi ve yüksek hava

filtreleme verimliliği. Bu özellikler kullanılan malzemeye ve filtre torbalarının yapısına bağlıdır. Vakum filtre torbası örneği Şekil 7.6'da verilmiştir.



Şekil 7.6. Vakum filtre torbası

7.3.4. Panel Filtreler

ETP panel filtreler kullanım yerlerine göre çeşitli boyut ve şekillerde mevcuttur; ilaç, gıda, içecek, kimya endüstrileri gibi çeşitli endüstrilerde kullanılmaktadırlar. ETP panel filtrelerin imalatında polipropilen ve poliamid elyaflar kullanılmaktadır. Kullanılan lifler stapel, multifilament veya monofilament şeklinde olabilir ve ayrıca birbirine karıştırılabilir. Şekil 7.7'de, ETP panel filtrelerinin görüntüsünü verilmiştir.



Şekil 7.7. ETP panel filtre (Hebei Leiman Filter Material, 2022)

7.3.5. Torba Filtreler

Ticari proseslerden açığa çıkan kirli havanın, havanın toksisitesini ortadan kaldırmak için çevreye verilmeden önce mutlaka temizlenmesi gerekir. Asıl görevi kirli havadan hava partiküllerini uzaklaştırmak olan bir hava kirliliği kontrol cihazı olarak kumaş filtreler kullanılır. İlaç üreticileri, çelik fabrikaları, enerji santralleri ve diğer endüstriler genellikle hava kirleticilerin emisyonunu kontrol etmek için torbalı filtreler kullanmaktadır.

Bu filtreler, dokuma veya keçeli kumaşlardan oluşan uzun ve silindirik torbalara sahiptir. Bez filtrelerden havanın geçmesi sağlanarak havanın temizliği tamamlanır ve filtre malzemesinin yüzeyinde tıkanana kadar bir toz tabakası oluşur. Bu filtre torbaları genellikle dokuma veya dokusuz yüzey malzemelerden yapılmış tüp benzeri yapılara sahiptir (Şekil 7.8). Uzunluk ve çap sırasıyla 15 ila 30 ft ve 5–12 inç arasında değişmektedir. Torbalar, gaz akışının kimyasal veya nem içeriğine, sıcaklığına ve diğer koşullarına uyacak şekilde pamuk, naylon, polyester, cam elyafı veya başka herhangi bir malzeme kullanılarak yapılabilir.



Şekil 7.8. Torba filtre

7.4. Dokuma Kumaşların Hazır Giyimde Kullanımı

Giyim için dokuma kumaşlar geniş bir yelpazeye sahiptir ve doğası gereği çeşitlidir. Çok çeşitli gereksinimleri ve son kullanımları karşılamak için yüzyıllar boyunca geliştirilmişlerdir. İster fonksiyonel, ister dekoratif, geleneksel veya yüksek performanslı tekstiller olsun, elyaf, iplik, doku,

dokuma yapısı, renk ve kaplama kombinasyonları ile çok çeşitli olası seçenekler sunar.

Dokuma giyim kumaşlarının çoğu, üç dokuma tezgahı türünden birinde üretilir: eksantrikli dokuma tezgahı, armürlü dokuma tezgahı veya jakarlı dokuma tezgahı. Eksantrikli tezgahlar, 12 veya daha az çerçeve gerektiren tasarımlar üretmek için kullanılırlar ve armürlü tezgahlara göre daha ekonomiktirler. Armür gücü, eksantrikli tezgahın kapasitesinin ötesindeki küçük ölçekli desenler için ve genellikle 12'den fazla 32'ye kadar çerçeve gerektiren tasarımlar için kullanılmaktadır. Bu iki tezgah tipinde üretilen kumaş türleri, doğaldan suni ince tüllere, ipek satenlere ve pamuklu gömleklilere, daha ağır denim ve yünlü tüvit ceketlere kadar her ağırlıkta ve her türlü elyaftan kumaşları içermektedir. Jakarlı dokuma tezgahları, armürlü tezgahlarda üretilmeyen ve çözgü ipliklerinin bir desenleme mekanizması ile ayrı ayrı kontrol edildiği daha büyük figürlü desenler yaratmak için kullanılır.

Kadife ve fitilli kadife dahil olmak üzere havlı dokuma kumaşlar, ekstra bir iplik seti tarafından çözgü veya atkı yönünde oluşturulan ekstra bir ilmek tabakasına sahip bir temel zemin kumaşından oluşmaktadır. Bu ekstra ipliklerin oluşturduğu ilmekler, kesilmemiş olarak havlı kumaşta olduğu gibi bırakılabilir veya kadife ve kadife benzeri kumaşlar için kesilerek (terbiye işleminde makinede veya makine dışında) iplik tutamlarından veya havından yükseltilmiş bir yüzey oluşturulabilir.

Hazır giyim kumaşları isteğe göre parça boyamaya hazır ekru (boyasız, doğal renk) halde bırakılabilir veya tüvit ve ekose kumaşlarda olduğu gibi renkli dokuma (elyaf veya ipliği boyalı) olarak dokunabilir. Dokuma kumaşlar aynı zamanda baskı endüstrisinde kullanılan temel kumaşların büyük bir yüzdesini oluşturur ve burada doğal stabiliteyi onları iyi baskı kaydı ve tasarım netliği elde etmek için ideal bir alt tabaka haline getirir.

Giysinin nihai kullanımı için bir kumaş belirlerken veya seçerken, bir dizi hususun dikkate alınması gerekir. Belirli bir giysi şeklini tasarlayan veya seçen moda tasarımcısı, koleksiyonunun vizyonunu tamamlayacak bir kumaşın dikkatli seçimi yoluyla belirli özellikleri en üst düzeye çıkarmaya çalışacaktır. Kumaşın vücutta nasıl duracağı ve giysinin kesiminden nasıl etkileneceğinin yanı sıra ne kadar açık veya yoğun, sert veya sarkık, kabarık veya pürüzsüz olduğu gibi doğal özellikleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Kumaş konforu, esnemenin derecesi ve esnemenin sonra geri toparlanması olarak

tanımlanabilir. Dokuma kumaşlar doğal olarak örme yapılar kadar esnek değildir, ancak elastomerik ipliklerin kullanılmasıyla 'esnek dokuma kumaşlar' oluşturulabilmektedir.

Kumaşın performansını amaçlanan son kullanıma uygun hale getirmek için, bir kumaş seçerken hedef müşteri ve giysi tarzı dikkate alınmalıdır. Giysi ne kadar giyilecek, hangi durumlarda performans göstermesi gerekecek, ne kadar süre dayanması bekleniyor ve nasıl yıkanacak? Bunların hepsi, maliyet aralığı ile birlikte cevaplanması gereken kilit sorulardır.

Kumaş türünü seçerken, istenen kumaş özelliklerinin performansını nihai amaca uygun belirlemek oldukça önemlidir. İş kıyafetleri için kumaşların iyi bir dayanıklılığa, aşınma direncine ve temizlenebilirliğe sahip olması gerekir. Dış giyim için koruyucu, yalıtım sağlayan ve dayanıklı olması gerekir. Tersine, iç çamaşırları için gece kıyafetleri için daha ince ve hafif kumaşlar, estetik nitelikleri, dökümlülükleri ve tutumları nedeniyle seçilir. Dokuma ile birlikte iplik ve elyaf tipinin kombinasyonu, tasarımcıya giysi gereksinimlerini karşılayacak bir kumaş tasarlamak için daha fazla seçenek sunar. Yün gibi bir lif, doğası gereği sert olan ve zayıf buruşmazlık özelliğine sahip olan ketenden daha iyi uzama özelliğine sahiptir. Geniş kumaş yelpazesini moda için sınıflandırmanın daha kolay bir yaklaşımı, onları ağırlıklarına göre gruplandırmaktır.

7.4.1. Hafif Kumaşlar

Bu kategorideki kumaşlar şunları içerir: fular, gazlı bez, leno, habutai, muslin ve organze.

- Fular, geleneksel olarak ipek ipliklerle dokunan ve 2/2 dimi olarak dokunan yumuşak, parlak, hafif bir kumaştır ve kravatlar, eşarplar ve astarlar için uygundur. Çoğu zaman bu kumaş baskı işlemi uygulanmakta ve viskon, polyester veya asetat gibi sentetik iplikler kullanılarak da yaygın olarak üretilmektedir.
- Tül ve leno, süslemeler için kullanılan, akıcı, dökümlü bir tutuma ve açık yarı saydam yapıya sahip kumaşlardır. Genellikle bezayağı ya da leno dokuma şeklinde üretilirler.
- Yumuşak, ipek bir kumaş olan 'Habutai'nin adı, hafif anlamına gelen Japonca kelimedenden gelmektedir. İpek kozasından elde edilen doğal yapışkan madde içeren ipek ipliklerle, elbiseler, bluzlar ve eşarplarda

kullanılabilecek uygun kumaşlar bezayağı dokuma olarak üretilmektedir.

- Müslin elbiseler, eşarplar ve bluzlar için uygun hafif bir kumaştır. Genellikle pamuktan yapılan yumuşak, ince bir kumaş oluşturmak için açık bir yapıda dokunan bu kumaşlar 68 g/m²'den daha ağır değildir. Müslin kumaşlar genellikle gri formda (ağartmaya, boyamaya veya baskıya hazır boyanmamış) dokunur ve kullanılan yapı düz dokuma veya leno dokumadır.
- Organze kumaş, öncelikle sert, şeffaf bir kumaşın gerekli olduğu abiye ve gelinlik kumaşlarında kullanılır. Düşük sıklıkta bezayağı dokuma olarak yaklaşık 25 g/m²'lik organze bir kumaş üretimi için yüksek bir büküme sahip ipek veya sentetik lifler kullanılabilir. Terbiye işleminde reçinenin uygulanmasıyla kumaşa ek sertlik kazandırılır.

7.4.2. Orta Hafif Kumaşlar

İşlevsel, dokusal, düz, yarı düz, kareli veya çok parlak aprelenmiş kumaşlar, gömlek, elbise ve geceliklerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Merserizasyon gibi mekanik terbiye işlemleri, saten ve tafta tipi kumaşlara eşit parlaklık ve pürüzsüz bir görünüm verir. Bu kategorideki kumaşlar şunları içerir: asetastar, madras, oxford, saten ve tafta.

- Asetastar - asetastar kumaş, adından da anlaşılacağı gibi, asetastar liflerinden veya ipliklerden yapılır ve öncelikle asetastar kumaşları, elbise kumaşları ve bazı iç çamaşırları için kullanılır.
- Madras, orijinal olarak aynı adı taşıyan Hint şehrinde (şimdi Chennai olarak anılır) üretilmiştir ve şimdi düz dokuma, çizgili veya kareli gömleklilik kumaşla eşanlamlı olarak bu kelime kullanılmaktadır. Madras'ın ince, hafif ve havadar bir tutuma sahiptir ve genellikle geleneksel olarak bitkisel boyalarla yaratılan renkli dokumalardır. Bu boyaların akma eğilimi, günümüzün dokuma kumaşlarının üretiminde kullanılan renk haslığına sahip ipliklerin kullanılmasına yol açmıştır.
- Oxford, Oxford Üniversitesi'ndeki lisans öğrencileri tarafından giyilen bir gömleğin adını taşıyan ucuz bir pamuklu veya pamuk/polyester gömleklilik kumaştır; bu kumaş hafif bir parlaklık ve yumuşaklığa sahiptir. Bu kumaşın bakımının kolay olması, onu gündelik gömlekler ve bluzlar için uygun hale getirmektedir.

- Saten, adını bu kumaşta kullanılan dokuma yapısından alır; burada daha uzun çözümlü yüzmelemleri belirgin bir desen olmaksızın pürüzsüz, düz bir yüzey oluşturur. Sekizli saten durumunda olduğu gibi çözümlü iplikleri ne kadar uzunsa (her çözümlü ipliği yedi atkı atkısı üzerinde yüzer), kumaş o kadar lüks olur. Geleneksel olarak ipek ipliklerden yapılır, ancak artık bir dizi yapay elyaf ve pamuk gibi diğer doğal elyaflarda da üretilmektedir. Birçok farklı nihai kullanımı karşılamak için üretilen çok çeşitli kalite ve ağırlıklar vardır.
- Tafta, atkı yönünde hafif nervürlü bir görünüm oluşturan düz dokuma kumaştan yapılmış, yaklaşık 80 g/m²'lik orta ağırlıkta bir kumaştır. Tafta çoğunlukla resmi giyim için kullanılır ve genellikle düz renkte üretilir, ancak değişik efekt vermek için çözümlü ve atkıda zıt renklerle de dokunabilmektedir.

7.4.3. Orta Ağırlıkta Kumaşlar

Kimyasal apreler veya diferansiyel büzülme kullanan gofre kumaş ve kumaşta çakıllı bir his yaratmak için örgü yapısını kullanan krep gibi kumaşlar bu kategoride yer alır. Bu alandaki kumaşlar; Amerikan bezi (Calico), Krep, Flanel, Grogren, Perkal, Poplin, Gofre Kumaş, Havlu kumaş.

- Amerikan bezi (Calico) genellikle ağartılmamış pamuktan dokunur ve bitkiden gelen tohum parçacıklarının varlığı ile karakterize edilir. Bu kumaş, düz dokuma olarak üretilmektedir, kolayca kırışan, 153-158 g/m²'lik bir ağırlığa sahip kumaşlardır ve sık sık ona ilave bir sertlik verebilmesi için haşlanırlar.
- Krep, belirgin bir buruşuk yüzeye sahip, ipek, rayon, pamuk, yün, suni veya karışım liflerden oluşan orta ağırlıkta bir kumaştır. Krep kumaşın farklı birçok versiyonu vardır. Buruşuk yüzey, krep ipliklerin (iplik bükülecek kadar yüksek büküme sahip iplikler) dönüşümlü olarak 'S' ve 'Z' bükümlü ipliklerin bir kombinasyonunun kullanılmasıyla, alanların büzülmesine neden olan kimyasal bir işlemle, kabartma veya dokuma yoluyla (genellikle daha kalın çözümlü iplikleri ve daha ince dolgu iplikleri ile) elde edilir.
- Flanel hem kadın hem de erkek pijama geceliklerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu kumaş genellikle, pamuk iplikleri kullanılarak yüzey liflerinin yumuşak bir tutum sağlamak için terbiye işleminde

yükseltildiği dimi veya düz dokuma şeklinde yapılır. Flanel, geleneksel olarak çarşafılar için kullanılıyordu, ancak merkezi ısıtmanın devreye girmesinden bu yana daha az yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Grogren kumaşlar, geleneksel olarak kravatlar için kullanılır ve bu kumaşın görünümü, kelimenin tam anlamıyla "geniş kordon" anlamına gelen grogrenin çevirisiyle tanımlanır. Genellikle ipekten veya yapay filamentten yapılan güçlü bir kumaş olan Grogren, daha ağır atkı ipliklerinin ve yüksek sıklıktaki çözgü ipliklerinin ağırlığı nedeniyle oldukça pahalı olabilmektedir. Sıklık ve iplik kombinasyonu, düz dokuma yapısında dokunmuş bu kumaşı, elbiseler ve gece kıyafetleri üzerinde popüler olan moire efektleri yaratmak için ideal bir kumaş haline getirir.
- Perkal, giyimde gömlek ve elbiselerde kullanılır ve sık dokunmuş iplikler nedeniyle ince ve pürüzsüz bir tuşeye sahiptir. Penye veya Mısır pamuğu ipliklerinden üretilen bu kumaş parça boyalı, baskılı veya sadece ağartılmış olarak kullanılmaktadır.
- Poplin aslen papa için yapılmış ve "Papalino" olarak anılmıştır. Bu, parlak ve dayanıklı bir kumaştır. Poplin, ceketler, elbiseler, gömlekler ve astarlar dahil olmak üzere fonksiyonel kumaşlar için kullanılmaktadır.
- Gofre kumaşlar, yazlık gömleklerde veya resmi olmayan takım elbiselerinde geleneksel olarak kullanılmaktadır. Karakteristik büzülmüş şerit efekti, dokuma sırasında çözgü bölümlerindeki kontrollü gerilim farklılıkları, farklı çekme özelliğine sahip ipliklerin kullanımı veya kimyasal apreler kullanılarak oluşturulur.
- Havlu kumaş, kumaşın bir veya her iki tarafında kesilmemiş ilmekler veya hav oluşturan ekstra bir çözgü (havlı çözgü) ve bir havlu mekanizması ile donatılmış bir dokuma tezgahında üretilir. Pamuk lifleri genellikle bu kumaşın üretiminde kullanılır ve doğal emiciliği sabahlıklarda kullanıma uygundur.

7.4.4. İş kıyafetleri ve gündelik kıyafetler

Bu kumaşlar hem iş yerlerinde hem de gündelik giyimde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Geleneksel ve klasik kumaşların yanısıra son modaya göre her sezon değişen diğerleri de bu bölümde temsil edilmektedir. Kumaşlar şunları içerir; süvari dimi, chino, kot, drill ve moleskin.

- Süvari dimi kumaş dik belirgin bir çift dimiden oluşur, bu kumaş pantolonlar, ceketler, kabanlar ve başlangıçta olduğu gibi üniformalar için idealdir. Geleneksel olarak yünlü veya kamgarn ipliklerden yapılırken, artık güçlü bir aşınma direncine sahip kumaş üretebilmek için diğer doğal ve yapay elyaflarda da üretilmektedir.
- Chino, pamuk veya pamuk/polyester kullanılan çözümlü bir dimi dokuma kumaştır. Hafif bir parlaklığa sahip dayanıklı, adı Amerika Birleşik Devletleri'nde bir gündelik pantolon stili için benimsenmiş bu kumaşın menşei ilk üretildiği ülke olan Çin'dir.
- Dayanıklı bir kumaş olan denim, giyim endüstrisinin temel ürünlerinden biri haline gelmiştir. Dolgun tutumlu, dimi dokuma (2/1 veya 3/1 dimi) ile oluşturulmuş çapraz çizgilere sahip olan denimde, çözgü ve atkıda (tipik olarak mavi çözgü ve beyaz atkı) zıt renkler kullanılmaktadır. Geleneksel olarak pamuktan yapılan, ancak artık polyester/pamuk karışımları, lyosel ve daha fazla konfor sağlamak için bir elastomer lif ile birleştirilen bu kumaş, hem erkek hem de kadın giyimi için çok çeşitli varyasyonlarda üretilmektedir.
- Drill kumaş, gömlekler, takım elbiseler ve üniformalar için kullanılan çeşitli ürünlerde kullanılmaktadır. 3/1 dimi, dimi çizgilerinin diğer kumaşlara ters yönde (sağ alttan sola) ilerlediği çok dayanıklı dokuma kumaş oluşturmak için genellikle kaliteli, yüksek bükümlü, pamuk ipliği ile dokunmaktadır. Drill, boyasız, çözgü çizgili veya bu ordu üniforması kumaşına adını veren bir renk olan haki gibi bir renk ile parça boyalı olabilmektedir.
- Moleskin, kumaş yüzeyinde ince bir süet görünümü veren ince fırçalanmış bir tüy tabakasına sahiptir. Bu orta ağırlıkta kumaş, genellikle pamuktan yapılır ve süet benzeri bir tutuş sağlamak için yüzeyde kısa atkı atlamaları olan saten bazlı bir dokuma kullanılarak dokunur. Pantolonlar, iş kıyafetleri ve ceketler bu kumaştan üretilmektedir.

7.4.5. Ağır Kumaşlar

Dokulu, tüylü yüzeylere sahip bu koruyucu dış giyim kumaşları, nesiller boyu kaplama örtme kumaşı olarak kullanılmıştır. Melanj tüvit kumaşların yumuşak rengi, çevreden (doğadan) etkilenmiştir ve basit dokuma yapılarına

dokunan bu kumaşta, karmaşık renk karışımları oluşturmak için elyaf formunda boyama yapılmaktadır. Bu kategoride yer alan başlıca kumaş çeşitleri; loden, tüvit ve Harris Tüvit'tir.

- Loden geleneksel olarak Avusturya'nın Tirol bölgesinde dokunmuştur, bu kumaşın fırçalanmış, yükseltilmiş yüzeyi ona sıcak, dokunsal bir yüzey verir ve genellikle belirli bir yeşil renge boyanır. Bu yünlü kumaşın yüzeyindeki keçeli yapı, kaplama kumaşı olarak ideal olan doğal bir su itici özellik kazandırır.
- Tüvit, geleneksel olarak yünden yapılmış, ağır ve daha pürüzlü, tüylü bir tuşeye sahip kumaşları tanımlayan bir terimdir. Tüvit kumaşları üretmek için kullanılan iplikler, elyaf olarak boyanır ve melanj etkisine sahip renkler elde etmek için harmanlanır. Orijinal olarak Tweed nehri kıyısında yapılan bu kumaş türünün daha pürüzlü yüzey dokusu, astarlanabilen mont ve ceket gibi dış giyim için bu kumaşı uygun hale getirmektedir.
- Harris Tüvit, tüm tüvitler arasında en iyi bilinenidir ve Dış Hebrides'te özel olarak dokunmaktadır. Hala adalıların evlerinde İskoç yünü ile üretilmekte, yerel olarak bölgenin manzarasını yansıtan renklere sahip şekilde boyanarak ve bölgede aprelenerek 'Harris Tweed' markası ile satılmaktadır. Balıksırtı dimi ve bezayağı yapılarında üretilen bu pahalı kumaşlar, 470 g/m² ağırlığındaki özel kumaşlardır.

KAYNAKÇA

- Abdullayev, G., Soydan, A.S., Haşçelik, B. (2011). Dokuma makinalarında armürlü ağızlık açma mekanizmaları: Bölüm 1-İnceleme, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(1), 103-1.
- Adanur, S. (2001). Handbook of Weaving (1st ed.). CRC Press. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1201/9780429135828>
- Aibibu D., Lehmann B., Offermann P. (2006). Qualitative evaluation of the barrier effect of textiles in use, in: S.C. Anand, J.F. Kennedy, M. Mirafteb, S. Rajendran (Eds.), Medical Textiles and Biomaterials for Healthcare, Woodhead Publishing, Cambridge, 168–176.
- Alsayed M., Çelik H.İ., Kaynak H.K. (2020). Predicting air permeability of multifilament polyester woven fabrics using developed fuzzy logic model, Textile Research Journal, 91 (3-4), 385-397.
- Amin A.E., El-Gehani A.S., I El-Hawary.A., El-Beali R.A. (2007). Detecting the fault from spectrograms by using genetic algorithm techniques, Autex Research Journal, 7 (2), 80-88.
- Aviral Techno Tex. (2022). Erişim adresi: <http://www.aviraltechnotex.in/fluid-bed-dryer-bag.htm>, Son erişim tarihi: 12.12.2022.
- Başer, G. (2020). Dokuma ve Tekniği ve Sanatı, Cilt 1 Temel Dokuma Tekniği ve Kumaş Yapıları, Argonaut, 3. Basım, İzmir.
- Behera B.K. (2004). Image-processing in textiles, Textile Progress, 35 (2-4), 1-193.
- Beltran R., Wang L., Wang X. (2005). Predicting the Pilling Propensity of Fabrics through Artificial Neural Network Modeling, Textile Research Journal, 75 (7), 557.
- Bлага M., Draghici M. (2005). Application of genetic algorithms in knitting technology, Journal of Textile Institute, 96, 175.
- Boubaker B.B., Assidi M., Ganghoffer J.F. (2010). Evaluation of Poisson's ratio of textiles from mesoscopic models, International Journal of Material Forming, 3 (1), 81–84.
- Busgen, A. (1999). Woven fabric having a bulging zone and method and apparatus of forming same, Patent No. US6000442.

- Byrne C. (2000). Technical textiles market – an overview, Handbook of Technical Textiles, A.R. Horrocks, S. Anand (Eds.), Textile Institute, Manchester, pp. 1–23.
- CCI Tech Inc. (2022). Take-up Roller for Long-Run, Erişim adresi: https://www.ccitk.com/product_detail.php?id=246#s14, Son erişim tarihi: 17.12.2022.
- CCI Tech (2022a), The Studio Premium Loom, Erişim adresi: https://www.ccitk.com/product_detail.php?id=1, Son erişim tarihi: 18.12.2022.
- CCI Tech Inc. (2022b). SS600 Tek Göz Haşıl Makinesi, Erişim adresi: https://ccitk.com/product_detail.php?id=191, Son erişim tarihi: 18.12.2022
- CCI Tech Inc. (2022d). Dijital gerilim kontrollü elektronik çözgü salma sistemi, Erişim adresi: https://www.ccitk.com/product_detail.php?id=186, Son erişim tarihi: 17.12.2022.
- Chen X. (2010). Mathematical modelling of 3D woven fabrics for CAD/CAM software, Textile Research Journal, 81(1), 42–50.
- Chen, X., Ma, Y., Zhang, H. (2004). CAD/CAM for cellular woven structures. Journal of Textile Institute, 95 (1–6), 229–241.
- Chen X., Potiyaraj P. (1999). CAD/CAM of the orthogonal and angle-interlock wovenstructures for industrial applications, Textile Research Journal, 69 (9), 648-655.
- Chen, X., Tayyar, A.E. (2003). Engineering, manufacture and measurement of 3D domed woven fabrics, Textile Research Journal, 73, 375–380.
- Chen X., Taylor L.W., Tsai L.-J. (2016). Three-dimensional fabric structures. Part 1 – An overview on fabrication of three-dimensional woven textile preforms for composites, Handbook of Technical Textiles, Elsevier Ltd., 283-302.
- Chen, X., Tsai, L.-J. (2009). Weaving of complex composite preforms of 3D shapes based on the origami principles. In: Proceedings to the 3rd Annual Conference of Northwest Composites Centre, Manchester, UK.
- Chen X., Yang D. (2010a). Use of 3D angle-interlok woven fabric forseamless female body armour, Part I: ballistic evaluation, Textile Research Journal, 80 (15), 1581-1588.

- Chen X., Yang D. (2010b). Use of 3D angle-interlok woven fabric forseamless female body armour, Part II: mathematical modelling, *Textile Research Journal*, 80 (15), 1589-1601.
- Chen X., Wang H. (2006). Modelling and computer aided design of 3D hollow woven fabrics, *Journal of Textile Institute*, 97 (1), 79-87.
- Chen, Y., Collier, B., Hu, P., Quebedeaux, D. (2000). Objective evaluation of fabric softness, *Textile Research Journal*, 70(5), 443-448.
- Collier B.J., Collier J.R. (1990). CAD/CAM in the textile and apparel industry, *Clothing and Textile Research Journal*, 8(3), 7–13.
- Criete M. (2015) Dialogue on supply chain is critical, in: *Machinery Compendium*, second ed., *Fibre2Fashion*, 34–38.
- Dastoor P.H., Hersh H.P., Batra S.K., Rasdorf W.J. (1994). Computer-assisted structural design of industrial woven fabrics, part I: need, scope, background, and system architecture, *Journal of Textile Institute*, 85(2), (1994) 85–109.
- DesignScope. (2022). Erişim adresi: <https://www.designscopecompany.com/>, Son erişim tarihi: 20.11.2022.
- DRM Filtration. (2022). Erişim adresi: <http://drmfiltration.com/centrifuge-filter-bag/>, Son erişim tarihi: 11.12.2022.
- Dubrovski P.D., Brezocnik M. (2002). Using Genetic Programming to Predict the Macroporosity of Woven Cotton Fabrics, *Textile Research Journal*, 72(3), 187.
- Gosh S., Mukhopadhyay A., Sikka M. (2008). Compression bandages, in: V.K. Kothari (Ed.), *Progress in Textiles: Science & Technology*, IAFL Publications, Delhi, 280–320.
- Grigom M., Daniele C., Avenio G.B., Barbaro V. (2003). Biomechanics and hemodynamics of grafting, in: M. Rahman, M.G. Satish (Eds.), *Vascular Grafts Experiment and Modelling*, WIT Press, Southampton, p. 41.
- Haghighat E., Najjar S.S., Etrati S.M. (2014). The prediction of needle penetration force in woven denim fabrics using soft computing models, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 9 (4), 45-55.
- Hampton R., Hanes Jr. F.P. (1980). Woven Elastic Compression Bandage, US Patent 4207885.
- Hearle J.W.S. (1994). Fabric mechanics as design tool, *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 19, 107–113.

- Hebei Leiman Filter Material Co. (2022). Erişim adresi: <https://www.filtercloths.org/filter-cloth/woven-filter-cloth.html>, Son erişim tarihi: 12.12.2022.
- Hedef Sağlık (2022). Erişim adresi: <https://hedefsaglik.net/index.php/hizmetlerimiz/kalp-ve-damar-cerrahi/>, Son erişim tarihi: 12.12.2022.
- Heim F., Gupta B.S. (2009). Textile heart valve prosthesis: the effect of fabric construction parameters on long-term durability, *Textile Research Journal*, 79 (11), 1001–1013.
- Horrocks A.R., Anand S. (2000). *Handbook of Technical Textiles*, Textile Institute, Manchester.
- Ishizuki M. (2002). The polyester patch: a new technique to promote early motion exercises in extensor tendon transfers, *Techniques in Hand & Upper Extremity Surgery*, 6 (3), 114–118.
- Itma. (2022a). P7300 HP Projektili Dokuma Makinesi, Erişim adresi: https://www.itemagroup.com/wp-content/uploads/2015/11/P7300HP_TR.pdf, Son erişim tarihi: 17.12.2022.
- Itma. (2022b). R9500 Havlu Kumaşlar için Rapiyerli Dokuma Makinesi, Erişim adresi: https://www.itemagroup.com/wp-content/uploads/2022/10/Itma_brochure_R9500-2_terry_49_10_09_bbb_20220802_TR.pdf, Son erişim tarihi: 17.12.2022.
- Kapucu, S., DAS, M. T., Kiliç, A. (2010). Cam motion tuning of shedding mechanism for vibration reduction of heald frame. *Gazi University Journal of Science*, 23(2), 227-232.
- Kavon Filter Products Co. (2022). Erişim adresi: <http://www.kavonfilter.com/filter-cloth.html>, Son erişim tarihi: 12.12.2022.
- Kemp A. (1958). An extension of peirce cloth geometry to the treatment of non-circular threads, *Journal of The Textile Institute*, 49, T44.
- Lin J.J. (2007), Prediction of yarn shrinkage using neural nets, *Textile Research Journal*, 77 (5), 336-342.
- Koppelman, E., Edward, A.R. (1963). Woven panel and method of making same, US Patent No. 3090406.

- Lomov S.V., Verpoest I. (2000). Compression of woven reinforcements: A mathematical model, *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 19(16), 1329–1350.
- Miozzo M., Dewick P., Green K. (2005). Globalisation and the environment: The long-term effects of technology on the international division of labour and energy demand, *Futures*, 37, 521–546.
- Nateri, A. S., Ebrahimi, F., Sadeghzade, N. (2014). Evaluation of yarn defects by image processing technique. *Optik*, 125(20), 5998-6002.
- NedGraphics. (2018). Erişim adresi: <https://www.nedgraphics.com>, Son Erişim: 09.12.2022.
- Newton N., Georgallides C., Ansell P. (1996). A geometrical model for a two-layer woven composite reinforcement fabric, *Composite Science and Technology*, 56, 329-337.
- Ogin S.L. (2000). Textile reinforced composite materials, *Handbook of Technical Textiles*, A.R. Horrocks, S. Anand (Eds.), Textile Institute, Manchester.
- OpenText, EDI Basics. (2017). How Successful Businesses Connect, Communicate, and Collaborate Around the World, Erişim adresi: http://www.gxs.com/assets/uploads/pdfs/eBooks/EDI_Basics_GXS_eBook.pdf, Son erişim tarihi: 10.12.2022.
- Oracle Docs. (2018). EDI Standards, Erişim adresi: https://docs.oracle.com/cd/E51433_01/fscm92pbr2/eng/fscm/sedi/task_EDISStandards-9f1203.html, Son erişim tarihi: 10.12.2022.
- Park S.W., Hwang Y.G. (1999). Measuring and Fuzzy Predicting Total Handle from Selected Mechanical Properties of Double Weft-Knitted Fabrics, *Textile Research Journal* 69(1), 19-24.
- Peirce F.T. (1937). The geometry of cloth structure, *Journal of Textile Institute*, 28(3), T45–T96.
- Picanol (2022). TerryPlus-i Connect Jakar Makinesi, Erişim adresi: https://www.picanol.be/sites/default/files/2021-11/pic_terryplus-i-connect_brochure_2021_en.pdf, Son erişim tarihi: 18.12.2022.
- Price A., Cohen A.C. (1999). I. Johnson (Eds.), J. J. Pizzuto's *Fabric Science*, seventh ed., Fairchild Publications.

- Raheel M., Liu J. (1991). An empirical model for fabric hand: Part I: Objective assessment of light weight fabrics, *Textile Research Journal*, 61 (1), 31.
- Rajendran S., Anand S.C. (2020). Woven textiles for medical applications, In: *Woven Textiles, Principles, Technologies and Applications*, Ed. Gandhi K.L., Woodhead Publishing, UK, 441-470.
- Rheume, J.A. (1970). Three-dimensional woven fabric, Patent No. US3538957.
- Rheume, J.A. (1976). Multi-ply woven article having double ribs, Patent No. US3943980.
- Robitaille F., Gauvin R. (1998). Compaction of textile reinforcements for composites manufacturing. II: compaction and relaxation of dry and H₂O-saturated woven reinforcements, *Polymer Composites*, 19(5), 543–557.
- Robitaille F., Long A., Sherburn M., Wong C., Rudd C. (2004). Predictive modelling and performance properties of textile composite unit cells: current status and perspectives, 11-European Conference on Composite Materials, Spn, May, ESCM: European Society for Composite Materials, Rhodes.
- Roedel, C., Chen, X. (2007). Innovation and analysis of police riot helmets with continuous textile reinforcement for improved protection, *Journal of Information and Computing Science*, 2 (2), 127–136.
- Shanahan W.J., Hearle J.W.S. (1978). An energy method for calculation in fabric mechanics, Part II: Examples of application of the method to woven fabrics, *Journal of the Textile Institute*, 69, 92.
- ScotWeave. (2022). Dobby Designer, Erişim adresi: <http://scotweave.com/products/product/dobby-designer>, Son erişim tarihi: 01.12.scot2022.
- Somodi Z., Hursa A., Rogale D. (2003). Numerical simulation of textile flexibility testing, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 15(3/4), 276–283.
- Sun G., Xu X., Bickett J.R., Williams J.F. (2001), Durable and regenerable antimicrobial finishing of fabrics with a new hydantoin derivative, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 40 (4), 1016–1021.

- Takagi T., Sugeko M. (1985). Fuzzy identification of systems and its application to modelling and control, *IEEE Transactions on System, Man, and Cybernetics*, SMC 15 (1), 116–132.
- Testori USA Inc. (2022). Erişim adresi: <http://www.testori-usa.com/WovenFabric.html>, Son erişim tarihi: 12.12.2022.
- Textile Tutorials. (2022). Basic Principle of Weaving or Loom, Erişim adresi: <https://textiletutorials.com/basic-principle-of-weaving-or-loom/>, Son erişim tarihi: 16.12.2022.
- Wang W.Y.C., Chan H.K. (2010). Virtual organization for supply chain integration: two cases in the textile and fashion retailing industry, *International Journal of Production Economics*, 127, 333–342.
- Wong A.S.W., Li Y., Yeung P.K.W. (2004). Predicting Clothing Sensory Comfort with Artificial Intelligence Hybrid Models, *Textile Research Journal*, 74 (1), 13-19.
- Yip, J., Ng, S.-P. (2008). Study of three-dimensional spacer fabrics: physical and mechanical properties, *Journal of Material Processing Technology*, 206, 359–364.
- Yu T.J., Chu C.C. (1993). Bicomponent vascular grafts consisting of synthetic biodegradable fibres. Part 1. In vitro study, *Journal of Biomedical Materials Research*, 27 (10), 1329–1340.
- Zadeh L.A. (1965). Fuzzy sets, *Information and Control*, 8(3), 338-353.



ISBN: 978-625-6955-46-2