**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# SÜT LİFİNDEN YAPILAN KUMAŞLARIN PERFORMANS VE KONFOR ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Melik Taha KİRAZ**

**Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tekstil Mühendisliği Programı**

**OCAK 2012**

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# SÜT LİFİNDEN YAPILAN KUMAŞLARIN PERFORMANS VE KONFOR ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Melik Taha KİRAZ**
**(503091813)**

**Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tekstil Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hale Canbaz KARAKAŞ**

**OCAK 2012**

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 503091813 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Melik Taha KİRAZ** , ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"SÜT LİFİNDEN ÜRETİLEN KUMAŞLARIN PERFORMANS VE KONFOR ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ "** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** **Prof. Dr. Hale Canbaz KARAKAŞ** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Prof. Dr. Hale Canbaz KARAKAŞ** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Prof. Dr. Fatma KALOĞLU** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Doç. Dr. Aysun AKŞİT** .....
Dokuz Eylül Üniversitesi

**Teslim Tarihi :** **19 Aralık 2011**
**Savunma Tarihi :** **24 Ocak 2012**

*Aileme, Sevgi Teyzeme ve kuzenim Merve'ye*

## ÖNSÖZ

Bu çalışmanın oluşmasında emeği geçen ve tüm çalışma boyunca hiçbir zaman güler yüzünü ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Hale Canbaz KARAKAŞ'a, gerekli deney altyapısı ve araştırma zeminini sağlayıp çeşitli makalelerden yararlanmamı sağlayan Araştırma Görevlisi Sayın Meltem YANILMAZ'a, bu uzun süreli çalışmam boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen değerli ailem ve dostlarıma teşekkür eder, saygı ve sevgilerimi sunarım. Konfor ve performans deneyleri için tecrübe ve birikimlerini benimle paylaşıp etkin bir deney süresi geçirmemi sağlayan İ.T.Ü Fizik Laboratuvarı çalışanları Sayın Seçil GÜREL ve Havva KARA ile Kimya Laboratuvarı çalışanı Sayın Muharrem DOLDUR'a da teşekkürü borç bilirim**.** Süt ipliklerinin örülmesinde büyük katkılar sağlayan ve aynı iplik numaralarından aynı ayarda kumaşları üretmemizi sağlayan MayerTeks yetkililerinden İ.T.Ü Tekstil Mühendisliği mezunlarına saygı ve teşekkürlerimi sunarım**.**

Çin'den süt ipliklerini getirmemizde aracı olan Kuan Zou firması çalışanı Sn. Chai'ye de ayrıca teşekkür ederim.

Aralık 2011

Melik Taha KİRAZ
(Tekstil Mühendisi)

.

**İÇİNDEKİLER**

**Sayfa**

**ÖNSÖZ** ..... **vii**
**İÇİNDEKİLER** ..... **ix**
**ÇİZELGE LİSTESİ** ..... **xi**
**ŞEKİL LİSTESİ** ..... **xiii**
**ÖZET** ..... **xv**
**SUMMARY** ..... **xvii**
**1. GİRİŞ** ..... **1**
**2. LİTERATÜR** ..... **5**
2.1. Tekstil Liflerinin Tanımı Ve Sınıflandırılması ..... 5
2.2. Rejenere Protein Lifleri ..... 7
2.2.1. Rejenere protein liflerinin önemi ve elde edildiği kaynaklar ..... 7
2.2.2. Rejenere protein lifleri elde etme yöntemi ..... 7
2.2.3. Rejenere lif üretimine elverişli proteinler ..... 9
2.3. Çalışmada Kullanılan Kumaşların Üretiminde Kullanılan Liflerin Karakteristikleri Ve Performans Özellikleri ..... 9
2.3.1. Pamuk ..... 9
2.3.2. Viskon ..... 11
2.3.3. Süt lifi ..... 15
2.4. Kumaşlarda Konfor ..... 25
2.4.1. Islanma ve kılcal ıslanma ..... 26
2.4.2. Kuruma ..... 34
2.4.3. Kumaşların su emilimi ..... 35
**3. DENEYSEL ÇALIŞMA** ..... **37**
3.1. Malzeme ..... 37
3.2. Cihaz Ve Aletler ..... 38
3.2.1. İplik numarası ölçümü için cihaz ve aletler ..... 38
3.2.2. Gramaj ölçümü için cihaz ve aletler ..... 38
3.2.3. Çubuk ve sıra sıkılığı için cihaz ve aletler ..... 38
3.2.4. İlmek iplik uzunluğu için cihaz ve aletler ..... 38
3.2.5. Kumaş kalınlığı için cihaz ve aletler ..... 38
3.2.6. Patlama mukavemeti için cihaz ve aletler ..... 38
3.2.7. Aşınma dayanımı için cihaz ve aletler ..... 38
3.2.8. Boncuklaşma ölçümü için cihaz ve aletler ..... 39
3.2.9. Boyutsal stabilite ölçümü için cihaz ve aletler ..... 39
3.2.10. Kılcal ıslanma testleri için cihaz ve aletler ..... 39
3.2.11. Kuruma hızı testi için cihaz ve aletler ..... 39
3.3. Kumaşlara Uygulanan Performans Ve Konfor Testleri ..... 39
3.3.1. İplik numarası tayini ..... 39

3.3.2. Kumaş iplik kopma dayanımı ve kopma uzaması ölçümü ..... 40
3.3.3. Kumaş ilmek iplik uzunluğu ölçümü ..... 40
3.3.4. Kumaş çubuk ve sıra sıklığı tayini ..... 40
3.3.5. Kumaş kalınlığı ..... 41
3.3.6. Gramaj ölçümü ..... 41
3.3.7. Kumaşlarda patlama mukavemetinin ölçülmesi ..... 41
3.3.8. Martindale metoduyla kumaşlarda aşınma dayanımının tayini ..... 42
3.3.9. Kumaşlarda boncuklaşma testi ..... 43
3.3.10. Kuruma hızı deneyi ..... 44
3.3.11. Kılcal ıslanma deneyi ..... 44
**4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA ..... 45**
4.1. İplik Numarası Belirleme Deney Sonuçları ..... 45
4.2. Kumaş İlmek İplik Uzunluğu Testi Sonuçları ..... 46
4.3. İplik Kopma Dayanımı Ve Kopma Uzaması Sonuçları ..... 46
4.4. Kumaş Gramaj Ölçümü, Çubuk Ve Sıra Sıklığı Sonuçları ..... 51
4.5. Kumaş Boyutsal Stabilite Ölçümü ..... 53
4.6. Kumaş Kalınlığı Ölçümü ..... 54
4.7. Kumaşların Boncuklaşma Miktarı Deneyi Sonuçları ..... 55
4.8. Martindale Metoduyla Kumaşlarda Aşınma Dayanımının Tayini ..... 57
4.9. Kumaşların Patlama Mukavemeti Testi Sonuçları ..... 58
4.10. Kumaşların Kuruma Hızı Deneyi Sonuçları ..... 61
4.11. Transfer Kılcal Islanma Deneyi Sonuçları ..... 64
4.12. Dikey Kılcal Islanma Deneyi ..... 67
4.13. Tartışma ..... 68
**KAYNAKLAR ..... 71**
**ÖZGEÇMİŞ ..... 75**

## ÇİZELGE LİSTESİ

**Sayfa**


**Çizelge 1.1 :** Rejenere Protein Liflerinin Karşılaştırmalı Bazı Özellikleri..... 4
**Çizelge 2.1 :** Doğal Liflerin Sınıflandırılması. ..... 5
**Çizelge 2.2 :** Yapay Liflerin Sınıflandırılması. ..... 6
**Çizelge 2.3 :** Rejenere Liflerin Sınıflandırılması..... 6
**Çizelge 2.4 :** Aralak ve Yünde Birleşim Oranları..... 8
**Çizelge 3.1 :** Deneyde Kullanılan Kumaşların Kısaltma Kodları..... 37
**Çizelge 3.2 :** Boncuklaşma Değer Tablosu..... 43
**Çizelge 4.1 :** İplik Numarası Ölçme Deney Sonuçları ..... 45
**Çizelge 4.2 :** İlmek İplik Uzunluğu Testi Sonuçları ..... 46
**Çizelge 4.3 :** Yıkanmadan Önce İpliklerin Kopma Mukavemeti Ve Uzama Sonuçları..... 47
**Çizelge 4.4 :** Yıkandıktan Sonra İpliklerin Kopma Mukavemeti Ve Uzaması Sonuçları..... 48
**Çizelge 4.5 :** Kumaşların Yıkama İşleminden Önce İlmek Sıklık Ve Gramaj Değerleri ..... 51
**Çizelge 4.6 :** Kumaşların Yıkama İşleminden Sonra İlmek Sıklık Ve Gramaj Değerleri ..... 52
**Çizelge 4.7 :** Kumaşların 5 Yıkama Sonrası Boyutsal Değişim Oranları..... 53
**Çizelge 4.8 :** Kumaş Kalınlığı Ölçümü..... 55
**Çizelge 4.9 :** Kumaşların Boncuklaşma Eğilimi Test Sonuçları ..... 56
**Çizelge 4.10:** Kumaşların Aşınma Testi Sonuçları..... 57
**Çizelge 4.11:** Numunelerin Patlama Deneyi Ölçümleri ..... 59
**Çizelge 4.12:** Kumaşların Patlama Mukavemeti Basınç Değeri Sonuçları ..... 59
**Çizelge 4.13:** Numunelerin Kuruma Hızı Deneyi Gramaj Sonuçları ..... 62
**Çizelge 4.14:** Kumaşların Kuruma Sırasında İçerdikleri Su Gramajları ..... 63
**Çizelge 4.15:** Numunelerin Transfer Kılcal Islanma Deneyinde Belirli Zaman Aralıklarında Gramaj Ölçümleri..... 65
**Çizelge 4.16:** Numunelerin Belirli Zaman Aralıklarında Yüzdelik Transfer Islanma Oranları..... 66
**Çizelge 4.17 :** Transfer Islanma Esnasında Kumaşların İçerdikleri Su Miktarları.... 66
**Çizelge 4.18 :** Numunelerin Zamana Göre Dikey Kılcal Islanma Sonuçları(mm).... 67

## ŞEKİL LİSTESİ

**Sayfa**


**Şekil 2.1 :** Pamuk Lifinin Mikroskop Altında Görünümü ..... 10
**Şekil 2.2 :** Pamuk Kalite İşareti ..... 10
**Şekil 2.3 :** Viskon Lifi ..... 11
**Şekil 2.4 :** Viskoz Elde Edilme Şeması ..... 14
**Şekil 2.5 :** Viskon Enine Kesit Görünümü ..... 14
**Şekil 2.6 :** Kazein Elyafı ..... 17
**Şekil 2.7 :** Kazein Elyafı Mikroskop Görüntüleri ..... 17
**Şekil 2.8 :** Aralakın Mikroskop Altında Görünümü ..... 17
**Şekil 2.9 :** %50 Yün %50 Lanital Kumaş ..... 21
**Şekil 2.10:** %80 Rayon %20 Aralak Kumaşlar ..... 21
**Şekil 2.11:** %80 Rayon %20 Aralak Kumaşlar ..... 21
**Şekil 2.12:** Rayon ve Aralak Kumaşından Yapılan Elbise Ve Bornozlar ..... 22
**Şekil 2.13:** Merinovanın Şapka Keçesi Yapımı İçin Tavşan Tüyü İle Karışımı ..... 25
**Şekil 2.14:** Yatay Bir Düzlem Üzerinde Küçük Bir Sıvı Damlası ..... 27
**Şekil 2.15:** Yüzey Gerilimleri Ve Temas Açısının Termodinamik Dengesi ..... 27
**Şekil 2.16:** Wilhelmy Metodu ..... 32
**Şekil 2.17:** Dikey Kılcal Islanma Testi ( Şerit Testi) ..... 33
**Şekil 2.18:** Levha Testi ..... 33
**Şekil 2.19:** Transfer Islanma Test Düzenekleri ..... 34
**Şekil 3.1 :** Martindale Aşındırma Cihazı ..... 42
**Şekil 3.2 :** ICI Boncuklanma Cihazı ..... 43
**Şekil 4.1 :** Numunelerin İplik Numaraları ..... 45
**Şekil 4.2 :** İlmek İplik Uzunluğu Testi Sonuçları ..... 46
**Şekil 4.3 :** Yıkanmadan Önceki Kopma Kuvveti Değerleri ..... 49
**Şekil 4.4 :** Yıkanmadan Önceki Kopma Uzaması Değerleri ..... 49
**Şekil 4.5 :** Yıkandıktan Sonraki Kopma Kuvveti Değerleri ..... 50
**Şekil 4.6 :** Yıkandıktan Sonraki Kopma Uzaması Değerleri ..... 50
**Şekil 4.7 :** Kumaşların İlmek Sıklık Değerleri Sonuçları ..... 52
**Şekil 4.8 :** Kumaşların Gramaj Değerleri Sonuçları ..... 53
**Şekil 4.9 :** Numunelerin Sıra Yönünde Ve Çubuk Yönünde 5 Yıkama Sonrası Boyutsal Değişim Değerleri ..... 54
**Şekil 4.10:** Kumaş Kalınlık Testi Sonuçları ..... 55
**Şekil 4.11:** Kumaşların Boncuklaşma Derecesi Sonuçları ..... 56
**Şekil 4.12:** Kumaşların Aşınma Testi Sonunda Gramaj Değerleri ..... 58
**Şekil 4.13:** Kumaşların Aşınma Testi Sonucu Yüzdelik Ağırlık Kayıpları ..... 58
**Şekil 4.14:** Kumaşların Patlama Mukavemeti Değerleri ..... 60
**Şekil 4.15:** Kumaşların Kuruma Esnasında Belirli Zaman Aralıklarında İçerdikleri Su Miktarı ..... 63
**Şekil 4.16:** Kumaşların Zamana Göre Yüzdelik Transfer Islanma Oranları ..... 67
**Şekil 4.17:** Numunelerin Zamana Göre Dikey Kılcal Islanma Sonuçları ..... 68

# SÜT LİFİNDEN YAPILMIŞ KUMAŞLARIN PERFORMANS VE KONFOR ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

## ÖZET

Bu çalışma ile günümüzde iyiden iyiye popülerleşmeye başlayan süt lifinin kapsamlı ve detaylı literatür araştırmasına sahip olmadığı görülerek hem literatüre katkıda bulunmak hem de bu konudaki ilgiyi arttırmaya gayret gösterilmiştir. Esas olarak süt lifinin tekstil dünyasındaki yeri ve payı, tekstil lifleri arasındaki yeri, süt lifinin üretim prosesi, kimyasal yapısı ile kullanım alanları ele alınmış ve kazeinin fiziksel özellikleri literatürel olarak araştırılıp somut bir karşılaştırma elde edebilmek için pamuk ve viskon lifleriyle karşılaştırılmıştır. Deneysel çalışmada da numunelerin üretimi, kaç numara iplik ve sıklık ayarları kullanıldığı belirtilerek eşit numara ve sıklıktaki 6 çeşit ince ve sıkı ayar tipteki örgü kumaşın performans özellikleri ölçülmüştür. Bu sebeple numunelerin fiziksel olarak eşit düzeyde olduklarından emin olmak için gramaj ölçümü, iplik sıkılığı ve numarası tayini, ilmek uzunluğu tayini testleri uygulanmıştır. Daha sonra patlama mukavemetinin ölçülmesi, Martindale testiyle aşınma sonrası kütle kaybının tayini, ICI Shirley testiyle boncuklaşma ve yüzey değişimi ölçümü yapılarak esas performans özellikleri hakkında yorumlar yapılmıştır. Islanabilirlik ve suyla temaslarının neticesindeki konfor testleri de göz önüne alınmıştır. Bu tezde bunlar hakkında bilgi sahibi olmak için en fazla kullanılan konfor testlerinden biri olan kuruma hızı deneyi yapılmış, bunun ardından transfer ve dikey kılcal ıslanma testleriyle tüm sonuçlar ve veriler göz önüne alınarak her konuyla ilgili ayrıntılı açıklama yapılmaya gayret gösterilip pamuk ve viskon gibi performans özellikleri iyi bilinen kumaşlarla da karşılaştırılarak süt lifinin performans özellikleriyle ilgili somut bir bilgi ortaya koyulmuştur. Karşılaştırılan kumaşların da performans ve konfor özellikleri somut bir şekilde ele alınmak için incelenmiş ve doğru bir kıyaslama yapılmak adına standart ölçümler uygulanmıştır.

Öncelikle kazein elyafının tanımı, lif oluşturulma şekli, lif performans özellikleri ele alınmış, doğal kaynaklı liflere eğilimin artmasının sebeplerine değinilmiştir. Daha sonra kazeinin tarihçesine ve bulunma sürecine değinilmiş ve bu sürede üretilmiş süt lifleriyle ilgili markalara değinilmiştir. Literatür araştırmasında tekstil liflerine genel bir sınıflandırma yapılmış ve kazeinin bu sınıflandırmada tam olarak nerede bulunduğu gösterilmiştir. Daha sonra rejenere protein liflerinin üretim ve kaynaklarından bahsedilmiş, lif elde etme yöntemine de değinilerek proteinlerin genel olarak kimyasal yapılarından da bahsedilmiştir. Daha sonra genel olarak proteinlerin sınıflandırılması yapılıp lif üretimine uygun proteinlerden de bahsedilmiştir. Süt lifinin bu sınıflandırmada nerede olduğu gösterilmiştir. Deneyler sırasında kullanılan liflerin fiziksel özellikleri, konfor ve performans özellikleri ele alınmış, lif elde etme yöntemlerinden bahsedilmiştir. Daha sonra süt lifi markalarından lanital ve aralak liflerinden de bahsedilmiş ve tarihçeleri hakkında da bilgi verilmiştir. Bu liflerin üretim şekline değinildikten sonra fibrolan ve merinova

lifleri hakkında genel bilgi verilmiş, bunların boyanma ve performans özellikleri de anlatılmıştır. Kumaşlarda konforun genel tanımı ve kişide konforu genel olarak etkileyen parametreler incelendikten sonra fiziksel ve konfor özelliklerini incelemek adıyla yapılan tüm deneylerin standartları, uygulanış metodu hakkında bilgiler verilmiş ve son bölümde de grafik ve çizelgelerle deney sonuçları açıklanarak bununla ilgili tartışma ve yorumlamalar yapılmıştır.

## AN INVESTIGATION ABOUT THE PERFORMANCE AND COMFORT PROPERTIES OF TE MILK FABRICS


### SUMMARY

By means of this investigation, it is tried to make a contribution and attract the attention to this fiber whose popularity increases nowadays. Mainly, the place of the milk fiber in textile world, the production of milk fiber, chemical structure, usage areas are considered. The physical properties of casein are investigated literaturally and compare with cotton and viscose fibers in order to get a concrete comparision. In the experimantal study, the production of samples are told and also which number of yarn density of 6 samples used is considered. The performance properties of these samples are given. In order to get the samples which structural properties are equal to each other, some experiments such as weight measurement, yarn density and number measurement, loop length measurement are made. After that, measurement of bursting strength, the loss of mass measurement by the Martindale Abrasion test and ICI Shirley Pilling test are applied and some comments are made about the main performance properties of these samples. After the wettability and contact tests, the comfort properties are considered. Then drying speed of the samples are considered. The most popular test for comfort properties which are transfer capillary wetting and vertical capillary wetting are applied. All results and datas are considered and detailed information is tried to be given for all topics, and by comparison with popular daily fibers such as viscose and cotton, it is tried to make a concerete explanation about the performance properties of milk fabrics. Also compared fabrics are taken and the standart measurements which applied to milk fabrics are applied to those fabrics in order to get a scientific approach.

First of all the definition of casein, the production of fiber, fiber performance properties are considered and some information about the increasement of tendency to natural fabrics are given. After that, the history of casein and the brands of casein fabrics are told. In the literature investigation, a general classification is done and the placement of casein is shown. Then, the source and manufacture of the regenerated protein fibers are given. Also the chemical structure of the regenerated protein fibers are considered. The placement of casein fiber in this protein classification is given. The phsical, performance and comfort properties of the fibers which are used in the experiment are considered and the production of the fibers are told. The derivation of casein, lanital and aralac is also told and the manufacture and history of these fibers are given. Also vicara, fibrolane and merinova are told and their dyeability and performance properties are investigated. The general definition of comfort and the parameters that affect comfort at human body are also investigated and the experiments which are made in order to analyze the comfort and physical properties of these fabrics and standarts of those experiments, application methods are given. At the last part, by using the graphics and charts, the datas and experiment results are explained and interpretations and discussion about this topic are made.

In the entrance part, the fiber production all around the world are told. The reason of the decrase at the natural fiber production is mentioned. There is not many investigations about the milk fiber. In the thesis the performance and the comfort properties of the milk fibers are tried to be investigated. The physical performance and comfort properties of milk fabric are compared with the cotton and viscon which are mainly used in the daily life. By means of this comparison, the advantages and disadvantages of the milk fibers in the usage are examined and alternative usage areas are tried to be obtained. In this way it is tried to make contribution to the literature and more usage areas are tried to be found.

As it is known the animal fibers are very important for human life. They take an important role at the human life with their soft and nice handle to ensure comfort. For this reason, they are shown in the valuable raw materials. But their production is limited until today and can not be increased to the required amounts. Against this situation the comfort request of the people is increased. This unbalanced condition increases inadequacy. Therefore the investigations about the new artificial fiber types which can be used instead of animal fibers started. This investigations are not made not only for the increasement of the fiber production and enlarge their usage areas but also develop the fiber structure and reactive properties of the protein.But achieving this investigations are not easy due to the some difficulties coming up. The first diffuculty is the globulin structre of the proteins in the daily life. These fibers do not have a lineer and long structure which is a very important property for a raw material to be a fiber.

In the literature review the general classification and the definition of the textile fibers are told. An entrance is made for the regenerated protein fibers and the importance of the regenerated protein fibers and their raw materials are explained. After mentioning the method of the regenerated protein fibers, the suitable and convenient proteins for the regenerated fiber production are made. The characteristics and the performance properties of the fibers in the thesis which are used for the fabric manufacturing are investigated. At the beginning the cotton fiber is given. Cotton length and fineness properties, cotton tenacity, elongation and breaking extension properties, microscopic view, its color and mercerization properties are given. Also heat resistance, resistance to alkali and chemical properties and resistance to sunlight properties are told. Besides the viscose fiber properties are given. First of all its strength, color, tenacity, breaking extension abilities are given. In reteliation, viscose density and its hygroscobic properties, its chemical structure and resistance to heat and alkalis, resistance to electricity and usage ares are investigated.

Then milk fiber is told deeply. First, the description and general structure of the milk fiber is given. Then the historical investigations and analyzes about the milk fiber is told. After all the chemical structure of the milk fiber, strength properties, handle properties, resiliance and swelling characteristics, its density, chemical resistance to alkali and acids are given. During the investigation of the chemical structure of the milk fiber, the low sulphur content and its globulin structure which makes casein difficult to get a fiber form are considered. Afterward the fibrolane fiber is investigated. The historical studies about the fibrolane fiber, fibrolane's chemical and physical structure, its dyeability and difficulties in dyeing and its usage areas are given.

Withal merinova fiber is described. Its tenacity values, breaking extension values in wet and dry form are given and its chemical resistance are given. Felting ability of merinova fiber and its usage ares are also investigated.Then the dyeing procedures of the wool/merinova mixture fabrics are told.

Another type of the milk fiber, R-53 is also given. Its properties, historical analyzes about the milk fiber are also explored.

After that, comfort properties of fabrics are explained. The definition of comfort, the classification of comfort are made. Also the description of the wetting and capillary wetting are also made. Young-Dupre equation and wetting process are explained. After that the factors that affect the wetting and the capillary wetting are told. The technic of the capillary wetting and wetting behavior of the textile materials are analyzed. Then drying process is explained in depth. The water absorption of the fabrics are analyzed.

In the third part a circumstance is drawn for the experimental study. The samples and the abbreviations of them are made. The analyzing of the yarn count, measurement of yarn breaking tenacity and breaking extension, measurement of loop yarn length, measurement of wales and coarse density, measurement of fabric thickness, measurement of mass, measurement of fabric bursting strength, measurement strength by Martindale method are made. Pilling test, drying speed, transfer capillary wetting and vertical capillary wetting experiments are ensured.

At the fourth part the yarn number test results, fabric loop yarn length test results, yarn breaking resistance and breaking extension results before and after washing, fabric grammage, coarse and wales density results, fabric dimensional stability results, fabric thickness results fabric pilling results are considered.
In addition to that abrasion results of the fabrics by Martindale method, fabric bursting strength experiment results, drying speed experiment results, transfer and vertical capillary wetting experiment results are investigated.

At the last part the discussion of the experiment results, comparision of them, convenient usage areas are mentioned and a general information about the milk fiber are determined deeply.

# 1. GİRİŞ

Dünya elyaf üretimi 2008'deki %6.8'lik düşüşün ardından 2009'da % 0.7'lik bir düşüş daha yaşamıştır. Bu düşüşün nedeni daha çok doğal elyaf üretimindeki %5.7'lik düşüşün sonucudur. Buna karşı yapay elyafların üretimi, 2008'deki % 4.2'lik düşüşün ardından % 2.4 olarak artmıştır. Fakat bu artış daha çok Çin ve Hindistan'daki üretimlerle sınırlı kalmıştır. Bu artışın korunabilmesinin en önemli nedeni ise sentetik elyaflardaki büyümenin fazla belirgin olmasına rağmen özellikle selülozik liflerdeki büyümenin neticesidir. Polyester üretiminde yeni bir ivme yakalanmasına rağmen naylon üretiminde düşüş yaşanmaya devam etmiştir. Bu gelişmelerin sonucu olarak doğal elyaf üretimi peşpeşe gelen üçüncü yılda da %36.6'lık bir düşüş yaşamıştır. Bu düşüşün büyük bir bölümü %5.9'luk azalmayla pamuk talebinin azalmasıyla ilgilidir. Bununla birlikte yün ve ipek tüketiminde de azalmalar kaydedilmiştir. Pamuğun fiyatı Mart 2009'dan beri artmaktadır. Bunun yansıması olarak stoklardaki azalma tehlikeli seviyelere ulaşmaktadır. Bu azalmanın sebebi olarak 2008/2009 sezonunda pamuk fiyatlarının düşmesiyle çiftçinin pamuk işinden uzaklaşması da gösterilmektedir.

Yün elyafına duyulan küresel talep daha çok Çin'deki büyük tüketimden kaynaklanmaktadır. Avrupa Birliği'nde müşteri talebinin zayıf olduğu ve bitmiş stokların artmaya devam ettiği görülmektedir. Bu problemler daha şiddetli olarak üretim kapasitesinin önemli bir kısmı Doğu Avrupa ve Çin gibi ülkelere taşınan İtalya'da gözlemlenmektedir**[1].**

Doğal kaynaklara yönelmenin gün geçtikçe artması ve piyasa rekabetinin yoğunlaşmasıyla beraber yapay kaynakların ekonomik cazibesinin gün geçtikçe azalması tekstilde de daha farklı kaynaklara yönelim başlatmış ve doğal kaynaklar ilgi odağı haline gelmiştir. Günümüzde farklı doğal kaynaklardan elde edilen lifler gittikçe daha fazla popüler hale gelmekte ve çeşitli kullanım alanları bulmaktadır. Süt lifi, sahip olduğu avantajlar ile özellikle konvansiyonel tekstil uygulamalarında kullanılan bir liftir. Fakat gün geçtikçe tekstil dünyasının çok çeşitli alanlarında kullanılacağı açıktır.

Literatürde süt lifinden üretilen kumaşlarla ilgili fazla sayıda yayın bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasında süt lifinden üretilen kumaşların performans ve konfor özellikleri incelenmeye çalışılmıştır. Bu kumaşların fiziksel performans ve konfor özellikleri, piyasada çok miktarda kullanılan lifler olan pamuk ve viskondan üretilen kumaşların özellikleri ile kıyaslanmıştır. Bu sayede süt lifinin son kullanımda sunduğu avantajlar ve sahip olduğu dezavantajlar irdelenmiş ve alternatif kullanım yerleri saptanılmaya çalışılmıştır. Böylelikle hem literatüre bir katkıda bulunmak hem de kullanım alanı artan süt lifinden üretilen kumaşların daha çok hangi alanda kullanılabileceklerinin bulunması hedeflenmiştir.

Bilindiği gibi insanların yaşamında hayvansal liflerin yeri ve önemi büyüktür. Bunlar yumuşak, sıcak ve hoş tutumları ile insanların yaşamında konfor ve rahatlığın sağlanmasında etkili rol oynarlar. Bu nedenle aranan değerli hammaddeler arasında da yer alırlar. Ancak bunların üretimi bugüne kadar sınırlı kalmış ve gereksinim duyulduğu oranda arttırılamamıştır. Buna karşı insanların rahatlık ve konfor istekleri de artmıştır. Zamanla arz ve talep arasında kendini gösteren dengesiz durum yetersizliğin büyümesine neden olmuş ve hayvansal liflerin yerine kullanılabilecek yapay yeni lif çeşitlerinin elde edilmesi için çalışmalarının yapılması gereği duyulmuştur. Bu çalışmalar sadece liflerin üretimi arttırmak ve kullanım alanlarını genişletmekle kalmamış, aynı zamanda liflerin yapılarının ve proteinin reaktif özelliklerinin iyileştirilmesi amaçlarına da yönelmiştir.

Ancak bu çalışmaların gerçekleştirilmesi karşılaşılan bazı zorluklar yüzünden kolay olmamıştır. Bunların başında doğada bulunan tüm protein moleküllerinin zincir şeklinde uzun ve lineer yapıya sahip olmayışları gelir. Fakat lif üretiminde kullanılacak hammadde moleküllerinin tümünde bu niteliğin bulunması gerekir. Ayrıca diğer teknolojik özelliklerinin uygun olmasının yanında bol ve ucuz olması koşulları da aranır. Bu takdirde doğada lif üretimine yatkın ve elverişli olan hammaddelerin pek fazla olmayacağı anlaşılır. Bu hammeddelerin başında ise sütün kazeini gelmektedir**[2].**

Rejenere lifler, hammaddesi doğada bulunan ve bazı işlemlere tabi tutularak biçimleri değiştirilmek suretiyle üretilen liflerdir. Rejenere protein lifleri de bu tanımlamaya uygun olarak üretilmiş yün, tiftik ve ipek gibi doğal liflerin niteliklerini taşımaları amaçlanarak üretilen liflerdir. Rejenere hayvansal lifleri yumuşak tutumlu olup üstlerinde belirsiz şekilde çizgiler görülür. Rutubeti kolay absorbe ederler.

Sıcaklık dereceleri yükselince plastik ve yapışkan bir hal alırlar. Havada ve açık alevde yavaş yanarlar. Tutuşmaları ve yanmaları yüne benzer ve gün ışığına karşı oldukça dayanıklıdırlar. Sulu asitlere karşı oldukça dayanıklı, alkalilere karşı duyarlıdırlar. Güve ve benzeri böceklerden yün kadar etkilenmezler fakat rutubetli oldukları zaman mikroorganizmaların zararına uğrarlar.

Rejenere hayvansal liflerin aynı kalınlıktaki yün lifine oranla mukavemetinin zayıf oluşu ve suya karşı hassas olmaları nedeniyle kullanım alanları sınırlanmaktadır. Keçeleşme özelliği yoktur. Buna karşılık pamuk ve rayon lifleriyle karıştırılırsa bunlara sıcaklık, rezilyans, dolgunluk ve yumuşak tutumluluk kazandırır. Rejenere hayvansal lifleri içeren giyim eşyaları dikkatlice yıkanmalıdır. Ütü sıcaklığının da dikkatli ayarlanması gerekir.

Rejenere hayvansal liflerinin üstünde örtü hücreleri denilen pulcuklar yoktur. Bu nedenle keçeleşmezler. Bununla beraber yün lifleriyle karıştırıldıklarında yünün keçeleşme özelliğini arttırmazlar. Yünün fiyatını ucuzlatmak amacıyla keçe mamullerinde yünle karışık olarak kullanılırlar.

Rejenere hayvansal liflerden üretilen iplikler el ve makine örmeciliğine elverişli olduğundan örgü işlerinde oldukça kullanılır. Bu amaçla karışımlara %30 veya %50 oranında bu liflerden karıştırılır. Bere, t-shirt, süveter gibi mamuller bunlara örnek olarak gösterilebilir. Kar elbiselerinde, erkek kravatlarında, kadın şapkalarında, nem çekmesi özelliğiyle döşemelik kumaşlarda ve özellikle kadın iç giyimde parlaklık, yumuşaklık ve rahatlık sağlaması amacıyla tek ya da karışım halinde kullanabilirler**[2,3].**

Rejenere protein liflerinin karşılaştırılmalı bazı özellikleri Çizelge 1.1'de verilmiştir. Çizelge 1.1'den de görüldüğü gibi kazein esaslı aralakın karakteristik özellikleri açısından yüne benzerliği dikkat çekicidir. Lif çapı, özgül ağırlığı, kuru halde kopma anındaki uzama oranları ve yüzdelik rutubet emme değerleri neredeyse birbirleriyle aynıdır. Fakat aralakın yaş halde kopma anındaki uzama oranının çok yüksek değerler olması, suyla temasında ne kadar az mukavemete sahip olacağının da bir göstergesidir. Ardil ve alisol lifleri için de aynı sorundan söz edilebilir.

**Çizelge 1.1 :** Rejenere protein liflerinin karşılaştırmalı bazı özellikleri **[4]**.

| Özellikler | Kazein esaslı aralak | Soya esaslı alisol | Zein esaslı vikara | Yerfıstığı esaslı ardil | Yün |
|---|---|---|---|---|---|
| Özgül ağırlık | 1,29 | 1,31 | 1,25 | 1,3 | 1,32 |
| İncelik(lif çapı) mikron | 15-30 | 20-30 | 10-20 | 10-20 | 18-31 |
| Mukavemet gr/denye | | | | | |
| Kuru | 0,6-0,8 | 0,6-0,7 | 1 | 0,84 | 1,2-1,7 |
| Yaş | 0,3-0,4 | 0,2-0,4 | 0,75 | 0,6 | 1-1,25 |
| Kopma anında uzama oranı | | | | | |
| Kuru | 30-50 | 30-40 | 42 | 50 | 30-50 |
| Yaş | 85-120 | 60-70 | 50 | 100 | 30-60 |
| Rutubet emme (%) | 13,8 | 11 | 13 | 15 | 12,33 |

## 2. LİTERATÜR

Tekstil Lifleri Tekstil Enstitüsü tarafından lif, uzunluğunun kalınlığına oranı yüksek olan, esneklik ve incelik ile karakterize edilen birimler olarak tanımlanmaktadır. Lifler, iplik olarak eğrilebilme, dokuma,örme, keçeleştirme, vatka haline getirme gibi metotlarla kumaş haline getirilebilme kabiliyeti sayesinde tekstil ürünlerinin temel yapısal birimini oluşturmaktadır**.**

### 2.1. Tekstil Liflerinin Tanımı Ve Sınıflandırılması

Tekstil Lifleri Tekstil Enstitüsü tarafından lif, uzunluğunun kalınlığına oranı yüksek olan, esneklik ve incelik ile karakterize edilen birimler olarak tanımlanmaktadır. Lifler, iplik olarak eğrilebilme, dokuma,örme, keçeleştirme, vatka haline getirme gibi metotlarla kumaş haline getirilebilme kabiliyeti sayesinde tekstil ürünlerinin temel yapısal birimini oluşturmaktadır. Çizelge 2.1 ve 2.2'de doğal ve yapay tekstil liflerinin sınıflandırılmasından bahsedilmiştir. Çizelge 2.3'te de rejenere lifler incelenmiş ve selülozik lifler ile protein liflerinin sınıflandırılması yapılmıştır.

**Çizelge 2.1 :** Doğal liflerin sınıflandırılması**[5]**.

| DOĞAL LİFLER | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Bitkisel Lifler | | | Hayvansal Lifler | | Mineral Lifler |
| Tek Hücreli | Çok hücreli | | Kıl kökenli | Salgı kökenli | Asbest |
| Pamuk | Yumuşak | Sert | Yün | İpek | |
| | Keten | Sisal | Moher | | |
| | Kenevir | Koko | Devetüyü | | |
| | Jüt | Abaka | Kaşmir | | |
| | Rami | | Angora | | |
| | | | Alpaka | | |
| | | | Vikuna | | |

**Çizelge 2.2 :** Yapay liflerin sınıflandırılması**[5]**.

| YAPAY LİFLER | | |
|---|---|---|
| Organik Lifler | | Anorganik Lifler |
| Doğal polimer esaslı lifler | Sentetik polimer esaslı lifler | Karbon |
| Viskon | Polyamid | Seramik |
| Alginat | Polyester | Cam |
| Asetat | Akrilik | Metal |
| Triasetat | Modakrilik | |
| Kupro | Polietilen | |
| Modal | Popipropilen | |
| Liyosel | Poliüretan | |
| Zein | Aramid | |
| Kazein | Floro | |
| | Polivinil | |
| | Poliüre | |

**Çizelge 2.3 :** Rejenere liflerin sınıflandırılması**[5]**.

| REJENERE LİFLER | |
|---|---|
| Rejenere selülozik lifler | Rejenere protein lifleri |
| Nitrat rayonu | Yer fıstığı lifi |
| Bakır rayonu | Soya fasultesi lifi |
| Viskoz rayonu | Zein lifi |
| Selüloz asetat rayonu | Alginat lifi |
| Modifiye selülöz lifleri | Elastomer lifi |
| | Kazein lifi |

## 2.2. Rejenere Protein Lifleri

Hammaddesi doğada bulunan ve bazı işlemlere tabi tutularak biçimleri değiştirilmek sureti ile üretilen liflerdir. Rejenere protein lifleri de bu tanımlamaya uygun olarak üretilmiş yün, tiftik ve ipek gibi doğal liflerin nitelik ve özelliklerini taşımaları amaçlanmış olan liflerdir**[2]**.

Azlon ise doğal kaynaklardan elde edilen proteinlerden oluşturulmuş sentetik tekstil lifine denir**[6]**.

### 2.2.1. Rejenere protein liflerinin önemi ve elde edildiği kaynaklar

Bilindiği gibi bir hammaddenin yapay lif üretiminde kullanılabilmesi için önde gelen koşul moleküllerinin uzun zincirler biçiminde olması ve bunların uyumlu şekilde paketlenebilmesidir. Fakat protein içeren maddelerin çok büyük bir kısmı oldukça karışık yumaklar biçiminde globüler yapılara sahiptirler. Bu durum da protein içeren maddelerden rejenere etmek suretiyle yapay lif üretmek söz konusu olduğunda ortaya çıkan en büyük dezavantajdır.Bu alanda duyulan gereksinimleri karşılamak amacı ile birçok araştırma yapılmış ve pek çok proteinli madde denenmiş bulunmaktadır. Bu maddelerin pek çoğundan laboratuvar ölçüleri içinde elverişli lif üretilebilmiştir. Fakat ticarete sürülebilecek çapta geniş üretime geçilememiştir. Çünkü bu maddelerden sadece yapısal özelliklerinin değil, aynı zamanda ekonomik faktörlerin ve teknolojik özelliklerinin de elverişli olması beklenir. Fakat şimdiki koşullara göre ucuz maliyetlerde rejenere protein lifleri üretmek söz konusu değildir. Bununla beraber bu durum, bugünkü ekonomik koşullara göre elverişsiz sayılan bir kısım maddenin ileride ekonomik ve teknolojik koşulların değişmesi sonunda önem kazanmayacağı anlamına gelmez.Tekstil alanında eksikliği hissedilen husus ise hayvansal liflerin yerine kullanılabilecek rejenere protein liflerinin üretimine elverişli olan hammadde kaynaklarının da yeteri kadar zengin olmamasıdır. Bu alanda yeni araştırmaların yapılmasına ve yeni yöntemlerin aranmasına gerek duyulmaktadır.

### 2.2.2. Rejenere protein lifleri elde etme yöntemi

Rejenere protein lifleri elde etmek için daha çok globüler yapılı proteinlerden yararlanılması gerekmektedir. Fakat bu yapıların lif üretimine elverişsizliğinden ötürü öncelikle bu yapılarının bozulması ve moleküllerinin uzayabilir hale getirilmesi gerekir. İlk olarak proteinlerin yumak halde bulunmasını sağlayan

moleküller arası çapraz bağların kırılması sağlanır. Denatüre adı verilen bu işlemde sulu alkali çözeltiler çoğu kez kullanılır. Çünkü proteinlerin moleküler yapıları sulu alkali çözeltisinde çözünerek açılır. Proteinlerin moleküler yapıları açılmasıyla molekül zincirleri ana maddeden ayrılırlar ve açılarak polar gruplarını oluştururlar. Polar gruplarının açılması karşılıklı bir çekim kuvveti yaratır fakat içinde bulundukları çözücünün germe çekişi daha üstün olacağından zincirler daha düzenli bir şekilde yeniden gruplar meydana getirir. Böylelikle protein çözeltisi belli bir viskozite özelliği kazanmış ve lif çekimine elverişli bir hale sokulmuş olur. Çözelti belli bir çekim kıvamını bulduktan sonra düzelere gönderilerek ince telli filamentler halinde doğrudan doğruya bir koagülasyon banyosuna fışkırtılır.Rejenere protein liflerinin çekiminde yaş çekim yönteminin uygulanmasına zorunluluk duyulur. Böylece elde edilen rejenere lifler bileşim yönünden yün ile ipek arasında bir kimyasal yapı kazanmış olurlar. Bununla beraber yeteri kadar molekül oryantasyonuna uğramadıkları için istenilen kristallenme derecesine erişmemiş olurlar. Bunun sonucu olarak rejenere protein liflerinin yün ve benzeri hayvansal liflere kıyasla mukavemetleri daha düşüktür. Buna karşı bu iki grubun içerdikleri kimyasal madde bakımından birbirine yakın oldukları da görülecektir. Buna örnek olarak kazein esaslı aralak lifi ile yün lifinin içerdikleri maddeler gösterilebilir. Yünde bulunan kükürt miktarının aralak lifinde azaldığı dikkati çekmektedir. Halbuki kükürt hayvansal liflere özgü olup birçok fiziksel ve kimyasal özelliklere üstünlük kazandıran bir madde olarak nitelendirilmektedir. Özellikle bu liflerde sistin bağının var oluşu kükürte dayandırılmaktadır. Çizelge 2.4'te aralak ve yünde element birleşim oranları gösterilmektedir.

**Çizelge 2.4 :** Aralak ve yünde element birleşim oranları**[2]**

| Elementler | Aralak lifi | Yün lifi |
|---|---|---|
| Karbon | %53 | %49.2 |
| Hidrojen | %7.5 | %7.5 |
| Oksijen | %23.0 | %23.7 |
| Azot | %15.0 | %15.9 |
| Kükürt | %0.7 | %3.6 |
| Fosfor | %0.8 | - |

### 2.2.3. Rejenere lif üretimine elverişli proteinler

Rejenere lif üretimi için globüler moleküler yapının ve moleküller içi çapraz bağların denatüre işlemin uygulanarak koparılması ve moleküler yapının ana yapıdan ayrılmasıyla polar grupların içerisindeki çözücünün etkisiyle tekrar şekillenerek lif formuna elverişli bir yapıya kavuşması gerekliliğinden bahsedilmiştir. Buna örnek olarak yer fıstığının globulin arakin protein molekülünden kanarakin seyreltik tuz eriyikleriyle ya da asit-baz kullanımıyla lif çekimine elverişli form alması gösterilebilir. Soya fasülyesi lifi üretimi için de seyreltik tuz eriyikleri kullanımı söz konusudur.

Kimyasal yapı olarak prolamin grubunda iki rejenere protein lifi mısır ve buğday lifleridir. Mısır lifinin protein molekülü prolamin zein, buğday lifinin protein molekülü ise prolamin gliadindir. Her iki protein molekülü için de çözelti olarak sulu etil alkol ve bazlar kullanılır.

Süt lifi ise fosfoprotein kazein proteinin rejenere edilmesiyle üretilmektedir. Süt lifi için gerekli çözücü seyreltik mineral asitler veya bazlardır**[2,3].**

## 2.3. Çalışmada Kullanılan Kumaşların Üretiminde Kullanılan Liflerin Karakteristikleri Ve Performans Özellikleri

### 2.3.1. Pamuk

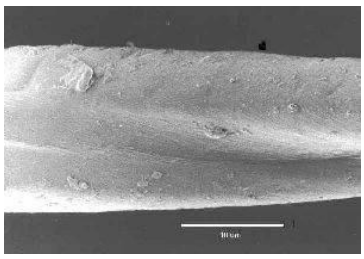
Pamuk; bir yıllık ömrü olan 1-2 metre boyunda bir bitkidir. Sıcak iklimde ve fazla yağış almayan yerlerde yetişir. Lif uzunluğu, kısa (26 milimetre), orta (27-29 milimetre), uzun (30-38 milimetre) ve çok uzun (38 milimetre ve daha fazla) şeklinde olabilir. Lif inceliği, lifin uzunluğu ile doğru orantılıdır. Uzunluğu arttıkça inceliği de artar.Tenasitesi 3.0-5.0 gr/denye arasında değişir. Pamuğun mukavemeti daha çok nemden etkilenir. Suya doymuş pamuk liflerinin kuru hallerine kıyasla yüzde 20 oranında daha iyi bir mukavemeti vardır. Esnekliği çok fazla iyi değildir. %5-10 civarlarında bir kopma uzama oranına sahiptir. % 2'lik esnemede elastik geri dönüşümü %74, %5'lik esnemede ise %45'tir. Normal koşullarda %6-8 arasında nem alımına sahiptir. %100 nemde, pamuğun nem kazanım oranı %25-27 arasındadır. Mikroskop altında bakıldığında lifin kendi çevresinde helezonik şekilde kıvrılmış olduğu görülür. Rengi yetiştiği bölgeye göre değişir. Kar beyaz, beyaz, krem, gri, sarı, kahverengi şeklinde olabilir. Merserizasyon işlemi ile parlak hale

getirilir. Standart ortamda kendi ağırlığının %85'i kadar, aşırı nemli ortamda %32'si kadar nem çeker. Özgül ağırlığı 1.54 olup çok esnek bir elyaf değildir.

Isıyla bozulmaya karşı mükemmel bir dayanımı vardır. 120 derecede birkaç saat sonra sarı rengine dönmeye başlar ve 150 derecede belirgin bir şekilde bozunmaya uğrar. 240 derecede ise birkaç dakikada bozunur.

Dikkatlice saklandığı vakit çok uzun süreler mukavemetinden çok düşük bir kayıpla muhafaza edilebilir. Güneş ışığına maruz kaldığı vakit mukavemeti düşer ve sarı renge bürünür. Hidrojen peroksit ve hidrojen klorür gibi güçlü oksitleyici maddelerden etkilenir. Alkalilere ve çoğu organik çözüyüye karşı çok iyi bir dayanıma sahiptir. Seyreltik sıcak asitlerden ya da soğuk konsantre asitlerden etkilenirler. Güve ve böceklerden etkilenmezler fakat mantar, küf ve bakterilerinin etkisiyle mukavemeti zayıflayabilir.

Pamuk lifinin kullanım alanı gömlekler, bluzlar, elbiseler, etekler, iş giysileri, bebek çamaşırları ve havlular, iç giyim, telalar, perdeler, halılar, döşemelik kumaşlar, yatak takımları, eldiven, eşarp, şapka, çorap ve iplikler gibi geniş bir alandır. Şekil 2.1'de pamuk lifinin mikroskop altında görünümü verilmiştir. Şekil 2.2'de ise pamuk kalite işareti pamuk iplikçiliği kitaplarında olduğu gibi gösterilmektedir.



**Şekil 2.1 :** Pamuk lifinin mikroskop altında görünümü**[1].**




**Şekil 2.2 :** Pamuk kalite işareti.

Mikroskop altında pamuk yüzeyi kırışık ve çizgili görünmektedir. Fakat çoğu kullanım amacına göre düşünülürse pamuğun düzgün bir yüzeye sahip olduğu söylenebilir.

Pamuğun yüzeyindeki doğal cilamsı maddeden ötürü pamuk liflerinin doğal bir parlaklığı vardır. Selülozun tabakasındaki düzgünlük ve selüloz tabakasındaki yağların pamuğun yüzey görünümünü etkilediği açıktır. Fakat pamuğun parlaklığını etkileyen tek faktör yüzey düzgünlüğü değildir. Bu konuda lifin şekli de büyük önem taşır. Yuvarlağa yakın enine kesite sahip olan liflerin parlaklığı fazladır.

Pamuğun rengi normalde kırık beyazdır fakat üretim koşullarından da etkilenir. Eğer pamuk kozalarının içerisinde çok kaldıysa rengi griye ya da maviyle karışık beyaza dönüşebilir**[7].**

### 2.3.2. Viskon

Selüloz esaslı rejenere lifler içinde en önemlisi ve en çok kullanıma sahip olan liftir. Ağartılmamış viskoz maddesi saman sarısı rengindedir. Ağartılan viskoz ise gümüşümsü bir beyazlık kazanır. Bu nedenle viskoz rayonunun rengi gümüşümsü ve parlaktır. Şekil 2.3'te deneysel çalışmada kullanılan viskon lif numuneleri gösterilmektedir.



**Şekil 2.3 :** Viskon lifi.

Viskonun mukavemeti genellikle çok yüksek değildir. Pamuk liflerinden daha düşüktür. Islandıkları zaman normal mukavemetlerine nazaran kayba uğrarlar. Normal koşullar altında kuru viskon liflerinin mukavemeti 2-2.6 gr/denyeye düşer. Bu lifler ıslanınca mukavemetleri 0.95-1.5 gr/denyeye düşer. Viskon lifleri çekilince %17-25 oranında uzama yeteneği gösterirler. Halbuki bu lifler ıslak halde çekilince uzama yeteneği %23-32'ye kadar yükselebilir.

Viskon liflerinin esneme yeteneği çok yüksek değildir. Bu bakımdan diğer doğal selüloz liflerine benzer. Genellikle uzatılan viskon liflerinde %2 oranında kalıcı uzunluğun bulunduğu görülür. Bu kalıcı uzunluk liflerin oryantasyonu ile ilgilidir.

Viskonun özgül ağırlığı 1.50-1.53 arasındadır. Normal halde %11-13 oranında rutubet emer. Fakat selülozun kristalleşme derecesi yüksek değilse liflerin su alma

yeteneği artar. Selülozun amorf bölgelerinde moleküller arasına girebilen su damlacıkları gevşek yapıyı sıkılaştırabilir. Genellikle viskonun kristalleşme oranı pamuğa oranla daha düşük olduğundan pamuğa kıyasen nem emme yeteneği daha yüksektir. Suya batırılan viskon zamanla bünyesine %100-110 oranında su alabilir. Hacmi şişerek genişler. Buna karşı mukavemeti azalır ve kolaylıkla uzayabilen bir hal alır. Viskon lifleri kurutuldukları ve fazla nemleri giderildiği zaman tekrar eski özelliklerini kazanmış olurlar.

Viskon termoplastik değildir. Bu nedenle ısıtılınca yumuşamaz veya yapışkan bir hal almaz. 150$^{c'}$ye kadar ısıtılınca mukavemetini kaybetmeye başlar. Isıtma 185-205$^{c}$'ye kadar yükselirse bileşiminde bozulma olur.

Viskon kolay yanar ve karakteristik bir kağıt kokusu çıkarır. Güneş ışığına maruz kalan viskon lifinin rengi bozulmaz fakat uzun süre güneş ışığı karşısında kalırsa mukavemeti gittikçe azalır.

Esası selüloz olduğundan kimyasal özellikleri pamuğa benzer. Sulandırılmış mineral asitlerin soğukta viskona etkisi kuvvetli değildir. Fakat sıcak mineral asit eriğinin etkisi hızlı ve kuvvetlidir. Aynı şekilde yoğun asit çözeltilerinin zararlı etkileri soğuk halde de görülebilir. Sirke asiti, karınca asiti gibi organik asitlerin viskon üzerinde zararlı etkileri görülür. Genellikle asitler bu lifleri önce zayıflatır daha sonra parçalarlar.

Viskon lifi alkalilere karşı pamuk lifleri gibi mukavimdir. Genellikle sulu ve soğuk alkali eriyiklerinin zararlı etkileri görülmez. Ancak kuvvetli alkali çözeltileri bunları şişirir ve daha sonra mukavemetlerinin azalmasına sebep olabilir. Sıcak alkali çözeltileri de liflerin mukavemetlerini azaltabilir.

Oksidan maddeler viskonda etkili olabilir. Bu nedenle ağartma işlemlerinde kullanılan hidrojen peroksit, hipoklorit gibi maddeleri dikkatli kullanmak gerekir. Aksi halde bu oksidan maddeler selülozu etkileyerek oksi selülozun meydana gelmesine neden olabilirler.

Viskon ipliklerinin haşıllanmasında çoğunlukla jelatin, reçine, keten yağı gibi maddeler kullanılır.

Viskon lifi birçok eriticilerde erimez. Bu nedenle kuru temizleme işlemlerinde çeşitli çözücüler herhangi zararlı bir etki yapmazlar. Viskon lifleri zararlı böceklere karşı oldukça mukavimdir. Mikroorganizmalardan küf ve mantarlar doğrudan doğruya

zararlı olmasalar bile bu mamuller üstünde üreme ve çoğalma olanakları bulurlarsa liflerin zayıflamasına ve renklerinin bozulmasına sebep olabilirler.

Kuru viskon elektriği iletmez. Fakat nemli veya ıslak oldukları zaman bu özelliği azalır. Normal koşullarda viskoz lifi statik elektrik üretmez. Fakat çevrenin bağıl nemliliği normalden aşağı düşerse statik elektrik meydana gelebilir. Bunu önlemek için antistatik maddelerin kullanılması gerekir.

Bu lifler kimyasal yollarla elde edilen lifler arasında doğal liflere en yakın özellikleri bulunan liflerdendir. Ucuz olmasıyla kullanma alanını genişletmişlerdir. Ştapel halinde elde edilmesi olanağı sağlandıktan sonra kullanma alanı daha genişlemiştir. Giyimde ipekten daha serin tutması, aynı zamanda nem emme yeteneğinin iyi bulunması viskonun kıymetini arttırmaktadır. Islandığı zaman mukavemetinden önemli derecede kaybetmesi ise bu liflerin eksik tarafıdır. Son zamanlarda reçineli modern bitim işlemlerinin uygulanması bu eksikliği kısmen gidermektedir.

Tekstil endüstrisinin hemen her dalında yararlı şekilde kullanılabilmektedir. Filament veya ştapel halinde de tutumu yumuşak ve kullanışlı mamullerin yapılmasına elverişlidir. Çoğunlukla erkek, kadın ve çocuk giysilerinde, alt ve üst giyim eşyası yapımında, mobilya yüzlerinin dokunmasında, halı yapımında ve öteki ev eşyalarıyla sağlık işlerinde kullanılan çok çeşitli bez ve dokumalar yapılabilmektedir.

Bu liflere ayrıca kıvrım özelliği kazandırıldığı zaman bu gibi liflerden ayrıca kilimler, perdelikler, püsküller, saçaklar ve buna benzer ev eşyaları yapıldığı gibi ayrıca dokusuz kumaş yapımında da kullanılabilirler. Viskon daha ziyade pamuk, keten ve yün gibi diğer elyaf türleriyle karıştırılarak kullanılır.

Viskon üretilme şekli yaş çekim yöntemiyle olur. Bu yöntemde, doğal polimerin uygun bir çözücüde çözeltisi hazırlanır. Bu çözelti koagülasyon banyosu içinde bulunan düzelere bir pompa yardımıyla sabit basınç altında gönderilir. Polimer çözeltisince delikli düzelerden yaş bir banyoya filament şeklinde çıktığından çözelti bu biçimde pıhtılaşır ve çöker. Böylelikle üretim tamamlanır.

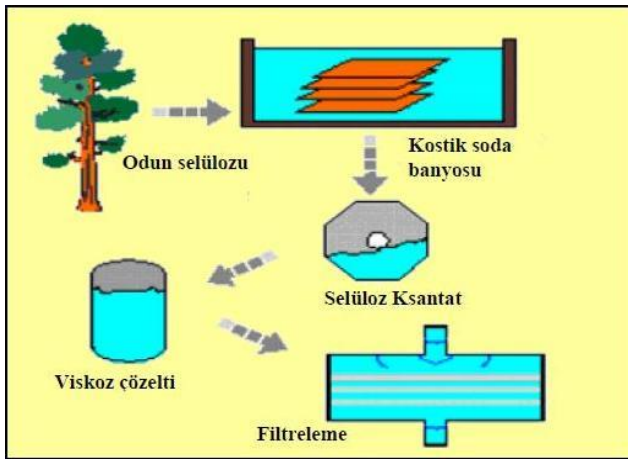
Viskon elyafı genellikle iki şekilde elde edilmektedir.

- Viskoz rayon (Filament halde)

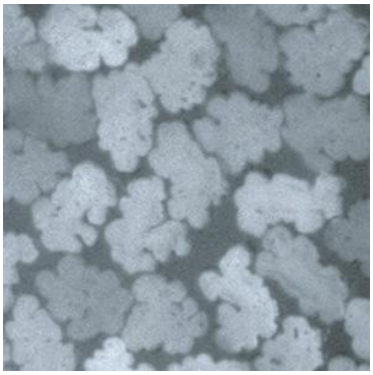
- Viskon (Ştapel halde)

Viskoz üretimi için odundan ve linterden elde edilen selüloz hammaddesi, kostik soda ve sodyum bisülfit ile işlem görerek yabancı maddelerden arındırılır. Selüloz hamuru kostik soda çözeltisi ile işlem görerek alkali selüloz haline dönüşür. Alkali selüloza ön olgunlaştırma işleminden sonra karbon sülfür ilave edilerek selüloz ksantat elde edilir. Seyreltik sodyum hidroksit ilavesi ile de ham viskoz çözeltisine dönüştürülür. Filtreleme ve art olgunlaştırma işleminden sonra viskoz çözeltisi asitli bir banyoya düzelerden fışkırtılarak, yaş çekim yöntemiyle katı halde viskoz filamentleri elde edilir. Katılaşan filamentler germe yıkama ve kurutma işlemlerinden sonra bobine sarılarak viskoz rayon iplik elde edilir.

Filamentler kablo şeklinde bir araya getirilir. Kesme işlemi ile de ştapel hale dönüştürülür. Yıkama ve kurutma işlemlerinden sonra balyalanır ve viskon elyafı elde edilir. Balya halinde işletmelere sevk edilir. Viskon kesikli rejenere selüloz elyaftır ve genel özellikleri bakımından pamuğa benzemektedir. Şekil 2.4'te viskoz elde edilme şemasından bahsedilmektedir. Şekil 2.5'te ise viskon enine kesit görünümü gösterilmektedir**[2,7]**.




**Şekil 2.4 :** Viskoz elde edilme şeması.



**Şekil 2.5 :** Viskon enine kesit görünümü**[7].**

### 2.3.3. Süt lifi

Yünün giysi yapımı ve konfeksiyona çok uygun olmasından ötürü benzer özelliklere sahip yapay bir elyaf üretme girişimleri çok olmuştur. Yün, kaşmir,mohair, alpaka gibi diğer protein kökenli tüylü kumaşlara bakıldığında kaynak olarak hayvanları yağmurdan, soğuktan ve güneşin fazla ısısından korumalarının amaçlandığı görülmektedir. Fakat konfeksiyonda bu tarz liflerin en önemli özellikleri sıcak tutmalarının yanı sıra yumuşak tutumlarıdır. Yünün sıcak tutmasının yapısındaki kiremit gibi üst üste formuyla yünün kütikül yapısını oluşturmasıyla sağlandığı gözükmektedir. Bu kütikül yapıya yakın formda çok sayıda rejerenere protein lifi üretim çalışması olmuştur. Bu çalışmalar sayesinde de kazein elyafı bulunmuştur.

Kazein yağı alınmış sütten elde edilen hayvansal protein elyafıdır. Kazein elyafı eldesi için önce süt pıhtılaştırılır, suyu süzülür ve geri kalan posası toz haline getirilir. Seyreltik sodyum hidroksit çözeltisinde çözündürülür. Çözelti olgunlaşmaya bırakılır. Filtre edilir ve vakumla havası alındıktan sonra düzelerden asidik banyoya gönderilerek yaş çekim yöntemi ile filament elde edilir. Formaldehit banyosundan geçirilerek sertleştirilir. Filament kabloları yıkama ve kurutma işlemlerinden sonra kıvrım verilerek kesilir ve ştapel elyaf halinde balyalanır.

Proteinin rejenere edilmesi ile lif yapımına en elverişli olan maddeler arasında sütün kazeini gösterilebilir. Zira bu amaçla sürdürülen çeşitli araştırmalar arasında ilk olumlu ve umutlu sonuçlara kazein ile ulaşılmıştır. Önce Todtenhaupt 1904 yılında kazeinden filament halinde lif elde etmeyi başarmıştır. Fakat bu lifler oldukça gevşektirler. Ayrıca suya karşı dayanıklı olmadıkları gibi su içine batırılınca kolaylıkla ve fazlaca şişme özelliği gösterirler. Bu nedenle bir süre sonra yapışkan hal alırlar ki bu durum kazein liflerinin pratikte geniş çapta kullanılmalarını büyük bir ölçüde engellemiştir.

Protein liflerinin endüstri alanında yararlı ve yaygın şekilde kullanılması bir İtalyan kimyageri olan Antonio Fretti'nin bu alandaki bilinçli ve ısrarlı çalışmaları ile gerçekleşebilmiştir. Fakat geliştirdiği bu metodun uygulama alanına tam olarak geçmesi ancak 1936 yılında sağlanabilmiştir. Kısa bir süre içinde öteki Avrupa ülkelerinde de bu patent esasına göre rejenere protein lif üretimine geçilmiştir. Nitekim 1938 yılında İkinci Dünya Savaşı öncesinde yıllık lif üretimi 3-4 milyon

kiloya yükselmiştir. İkinci Dünya Savaşı süresince üretilen bu liflerden yararlanılmıştır.

Aynı dönemde Amerika Birleşik Devletleri'nde benzer çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Burada üretime önce Fretti'nin patentine dayalı olarak başlatılmış, daha sonra bu alandaki çalışmalar çeşitli araştırma merkezlerinde genişletilmiş ve bitkisel proteinli maddelerden de lif üretimine doğru kaydırılmıştır. Özellikle bölge araştırma merkezleri niteliğinde olan bu kuruluşlardan Doğu Laboratuvarında kazeinden, Kuzey Laboratuvarında soya ve mısırdan, Güney Laboratuvarında yer fıstığı ve pamuk tohumlarından, Batı Laboratuvarında ise yumurta albumininden ve tüy keratinlerinden lif çekimlerinin geliştirilmesi üzerinde çalışılmış oldukları görülmüştür. Nitekim bu çalışmalar sonunda geliştirilmiş bulunan proseslerden yararlanmak sureti ile lif üretimi yapan firmalardan National Dairy Products firması kazeinden aralak lifini, Imperial Chemical Industries Ltd. firması yer fıstığından ardil lifini, Courthaulds Ltd. firması kazeinden fibrolan İtalya'daki Snia Viscosa firması da kazeinden lanital ve merinova liflerini, Virginia-Caroline Chemical Corporation firması mısırdan vikara liflerini üreterek piyasaya sürmüşlerdir. Daha sonra Polonya'da kazein-polivinil alkol kombinasyonuyla lif oluşumu sağlanıp alporna adıyla piyasaya sürülmüştür. Hatta bu alandaki araştırmaların bununla kalmayıp gerek Amerika'da gerekse diğer ülkelerde sürdürülmesine rağmen bu araştırmaların çoğu piyasaya mal üretecek düzeye ulaşmamıştır. Araştırmalar, sadece bilimsel araştırmalar bakımından sonraki çalışmalara ışık tutacak bir değer taşımaktadırlar. Bununla beraber daha sonra Japonya'da başlayan ve protein akrilonitril moleküllerinin eklenmesi ile oluşan graft polimerlerden lif çekilmesi, ayrıca önem kazanmıştır. Bu amaçla Toyobo firmasınca kinon adı verilen ve ipeği andıran bir lif çeşidi geliştirilmiştir. Bunun bileşiminde kazein %30 oranında, akrilonitril ise %70 oranında yer alır. Bu elyaf, akrilonitril serbest köklerinin kazeine sulu bir çinko klorit çözeltisinde eklenmesi sureti ile elde edilir**[2,7].**

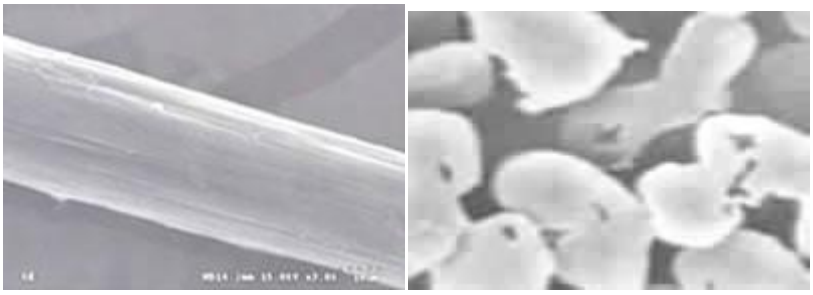
Kazein elyafın yünden daha parlak ve yumuşak bir tutumu vardır. Mukavemeti 0,3-1 g/denye arasındadır. Esneme ve şişme özelliği yüksektir. Kuru halde %50-70, yaş halde iken % 100'e yakın esnekliğe sahiptir. Yoğunluğu 1,29 g/cm$^3$'tür. %14 oranında nem çeker. Yakıldığında erir ve yanık süt kokusu duyulur.Yüne benzemesi nedeniyle asitlere karşı dayanıklı, alkalilere karşı hassastır. Güve, böcek ve mikro organizmalardan yün elyafı kadar zarar görmezler, ancak nemli ortamda olumsuz

etkilenebilirler. Genellikle kesik elyaf halinde yünle karıştırılarak kullanılır. Mukavemetinin düşük olması ve suya dayanıklılığının az oluşu nedeniyle kullanımı sınırlıdır. Karışım olarak kullanıldığında mamul ürünlere dolgunluk, yumuşaklık, sıcak tutum gibi özellikler kazandırır. Trikotaj ürünlerinde kullanımı tercih edilir[**8].**

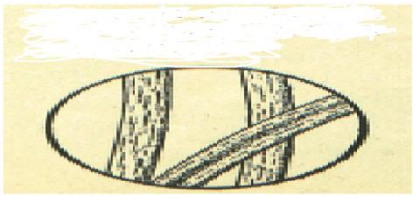
Şekil 2.6'da kazein elyafı, Şekil 2.7'de kazein elyafı mikroskop görüntüleri, Şekil 2.8'de ise aralakın mikroskop altında görünümü gösterilmektedir



**Şekil 2.6 :** Kazein elyafı**[1].**



**Şekil 2.7 :** Kazein elyafı mikroskop görüntüleri**[1].**



**Şekil 2.8:** Aralakın mikroskop altında görünümü**[1].**

### 2.3.3.1. Süt lifinin kimyasal yapısı

Kimyasal olarak kazeinin yünden pek bir farkı yoktur. Fakat süt lifinin yünden en büyük farkı düşük sülfür içeriğidir. Buna kazeinde yer almayan yündeki sistin bağlarının varlığı sebep olmaktadır. Bundan dolayı kazein yüne göre kimyasal dayanımı daha düşük bir malzemedir ve daha zayıftır. İlerideki araştırmalarla yünde bulunan sistin bağlarına denk gelecek çapraz bağların kazein moleküllerine eklenmesinin sağlanması ve böylelikle elyafın performans özelliklerinin değiştirilmesi hedeflenmektedir.

Süt lifi fosfoprotein kazein proteinin rejenere edilmesiyle üretilmektedir. Bu protein, lif üretimi için çok önemli olan, düz ve lineer zincir yapısına sahip olmayan globülin sınıfına girmektedir. Lif üretimi sırasında seyreltik mineral asit ve bazlarla bu globüler yapı parçalanıp moleküler yapı lineer bir forma büründüğü için mukavemeti fazla bir elyaf üretimi beklememek gerekir. Oryantasyon uygulanarak bir dereceye kadar mukavemet artışı sağlanabilmektedir. Fakat bu özelliğin kopma uzamasına fazlasıyla katkı yaptığını da ihmal etmemek gerekir.

### 2.3.3.2. Süt lifi üretimi

Öncelikle sütten kreması arındırılır. Daha sonra bu kreması arındırılmış süt 40$^{c}$'ye kadar ısıtılır. Protein koagülasyonu için asit eklenir ve pıhtılaşır. Su süzülür ve posası toz haline getirilir. Genellikle 30 litre kadar sütten 1 kilogram kazein elde edilir.

Toz kazein kostik soda çözeltisinde eritilir. Bunun için yaklaşık olarak 10 kilogram kazein tozuyla birlikte 0.27 kilogram sodyum hidroksit içeren 50 litre su alınır. Bu çözelti uygun bir viskozite kazanıncaya kadar olgunlaştırılır. Daha sonra filtre edilir ve havası alınarak çekime hazırlanır.

Kazein çözeltisi düzelere pompalanır ve teller halinde fışkırtılan filamentler bir koagülasyon banyosuna gönderilerek yaş çekim suretiyle lif haline getirilir. Koagülasyon banyosu çözeltisinde pıhtılaşan teller bir miktar gerdirilerek çekilir. Filamentler demet halinde kalın birer halat oluşturacak şekilde sarılır. Bu yöntemde yeni pıhtılaşan kazein filamentleri henüz yumuşak ve zayıftır. Aynı zamanda bu filamentler çabuk kopan ve kırılgan bir madde olma özelliğini taşır. Çekim sırasında biraz gerdirilmiş olmalarına rağmen moleküllerin sıralanması ve kristallenmesi yeteri kadar olmamıştır. Moleküler oryantasyonun çekim esnasında tam anlamıyla sağlanamamasından ötürü amorf bölgelerin sayısı fazladır. Bu da suyun elyafa kolay nüfuz etmesine ve bu surette elyafın şişmesine yol açar. Bu durumda olan protein lifleri, tekstilin her alanında kullanılabilecek bütün özellikleri henüz kazanmamış olurlar.

Bütün proteinler gibi kazein de oldukça reaktif bir maddedir. Bu aktivitesinden yararlanılarak kazein molekülleri arasında çapraz bağlar kuvvetlendirilebilir. Bu suretle kazeinin suya karşı normal direnci arttırılır. Şişmesi azaltılır ve böylece mukavemeti de arttırılmış olabilir. Bu amaçla pratikte bazı metotlar geliştirilmiştir.

Bunların içinde en elverişli olan sertleştirme (hardening) işlemidir. Bunun için formaldehit eriğinden yararlanılır. İlk olarak koagülasyon banyosundan kalın halat demetleri şeklinde çekilen filamentler, formaldehit çözeltisine batırıldıktan sonra fazla gerdirilerek ayrıca çekime tabi tutulur.

Sertleştirme işleminin esas amacı ıslanmaya karşı dayanıklılığı arttırmaktır. Serbest amino gruplarının formaldehitle reaksiyonu Denklem 2.1'deki gibi yazılabilir.

$$RNH_2 + OCH_2 > RN{:}CH_2 + H_2O \qquad \textbf{(2.1)}$$

Her 2 amino grubundan ayrı ayrı bir hidrojen atomunu alarak bir çapraz bağ da elde edilebilir.

Aralaka daha sonradan bir asetilasyon prosesi uygulanarak kaynayan suya karşı daha iyi bir stabilite kazandırılabilir. Buna aratherming işlemi de denilmektedir. Lanital kumaşında peynirimsi bir kokunun hakim olduğu tespit edilmiştir. Aratherming işleminden ötürü aralakta böyle bir koku tespit edilmemiştir. Asetilasyon işleminden sonra şeridin kesik forma dönüştürülmesi için kesimi esastır.. Bazen burgu ve dalga boyutu da yüne benzemesi açısından aralak elyafına katılabilir**[2,3].**

### 2.3.3.3. Süt lifinin özellikleri

Süt lifinin en önemli özelliklerinin sıcak tutmasıyla birlikte yumuşak tutumunun olduğunu söylenmiştir. Bu özellikler kazein elyafının yünle karıştırılabilmesinin sebepleri adına en önemlilerinden sayılır. Kazein elyafı keçeleşmez fakat yünle karıştırıldığı zaman keçeleşme özelliği kazanır. Kazein elyafının yünden daha parlak ve yumuşak bir tutumu vardır. Yakıldığında erir ve yanık süt kokusu duyulur.

Genelde kazein liflerinin tenasitesi 0.8-1 gr/denye olarak tespit edilmiştir. Islak halde tenasiteleri çok düşüktür ve kazein liflerinin en önemli özelliklerinden biridir. Fakat buna karşı kopma halindeki uzaması bu dezavantajına nazaran gayet yüksektir.

Süt lifinin öz ağırlığı 1,29 olup yüne çok yakındır. Mikroskop altında boyuna görünümde soluk ve yivli çizgiler görülebilmektedir. Enine kesiti ise yuvarlağa yakın ve nokta noktadır. Bu da yün/kazein karışımının kolayca ayırt edilebilmesini sağlar. Esneme ve şişme özelliği yüksektir. Kuru halde %50-70, yaş halde iken % 100'e yakın esnekliğe sahiptir. %14 nem tutma özelliği tespit edilmiştir.

Süt lifi alkalilere karşı hassastır. Güçlü alkali durumlarında jelatinize olur fakat sodyum bikarbonat ve disodyum fosfat gibi alkalilerde yumuşamaya dayanıklıdır.

Kazein elyafı elbise güveleri ve halı böcekleri saldırılarına karşı açıktır ve bu özelliğiyle doğal tüylü liflere benzeyip naylon, vinyon ve saran gibi gerçek sentetiklerden ayrılır.

Kuru temizleme için kullanılan kimyasalların kazein lifi üzerinde etkisi yoktur ve güvenle kullanılabilirler.

Suyu emme oranının %14 olmasıyla yünün suyu emme değerine çok yakındır. Çok kolay ıslanırlar. $100^{c}$'nin altında kurutulmaları, kuruma sırasında kırılganlığı önleme açısından önemlidir. Işığa dayanım özellikleri de yününkilere çok benzer**[2,8].**

Kazein yüne çok benzer methotlarla boyanabilir çünkü boyarmaddelere karşı güçlü bir afinitesi vardır. Neme karşı yüksek afinitesi olan elyaflar kolay boyanabilirken suya düşük afiniteleri olan naylon, selüloz asetat , vinyon ve saran gibi malzemeler zor boyanabilmektedir. Bu sebeple viskon ve kazeinin boyanabilme özellikleri yukarıdaki sayılan elyaflara göre gayet iyi seviyededir. Bunun yanında yüksek oryantasyona maruz kalmış elyaflar, sıkı molekül yapılarından dolayı serbest boyarmadde moleküllerinin dolaşımını engellerler. Bunun yanında suyla birleşimlerinin engellenmesinden ötürü boyanabilme özellikleri zayıftır.

Asit boyaları kazeine düşük ıslak haslığı kazandırırken neolan ve krom gibi metalik boyalar, iyi bir ıslanma haslığı kazandırır. Bu da yünün ıslanma haslığından pek de farksız değildir.

Mordan boyarmaddeleri ise hep beraber başarılılık göstermez. Örneğin kromlama prosesi elyafın ekstra çekmesine sebebiyet verir. Karbolan boyaları ise normal banyolardan yüksek tonlarda ve renklerde sonuçlar verebilirler ve iyi haslıkları vardır. Kazein elyafları direk boyarmaddelerle, temel boyar maddelerle ve dispers asetat boyalarıyla boyanabilir. Fakat bu boyaların ayrı ayrı ıslak haslığı da çok düşüktür.

Genel olarak yünle olan karışımlarında kullanılırlar. Sıcak tutma özelliği ve yumuşak tutumu üretimcilere bu elyafı cazip kılar. Üretimi çok pahalı olmamasına karşı ülkemizde çok fazla üretilmemektedir. Lakin yurtdışından ihracatları sonrası fiyatları çok yüksek rakamlara erişebilmektedirler. Kazein, yüksek kaliteli yünlerin çapında ince filamentler halinde filament formuna çekildikten sonra çapı 20 mikron olur. O da 70 s yüne eşittir. Bu da kullanım için en ince miktarlara eşittir. Bu ölçü özellikle süper yumuşak tutum isteyen bebek yünlerinde kullanım için çok iyi bir özelliktir.

Eğer elyaf çapı 30 mikrona çekebilirse ve bir yünle karıştırılırsa iyi keçeleşeceğinden şapka sektöründe kullanılması elverişli hale gelir.

Genelde kazein lifleri gevşek ştapel elyaf formunda satılır. Bunlar genelde rayon ştapelleri ile karışım formunda ya da yüne ilaveten pamuk karışımları olarak satılır. Bunların yanı sıra yünün kullanım alanlarının pek çoğunda kazein elyafı, yün/kazein karışımları olarak da kullanılabilir. Bu yüzden tipik kullanım alanları arasında kravatlar, çoraplar, uzun etekli kadın elbiseleri ve cüppeler, süveterler bulunmaktadır. Ayrıca %100 kazein lifi, yastıkları doldurmak için ve kapitone ürünlerde de kullanılmaktadır**[8].**

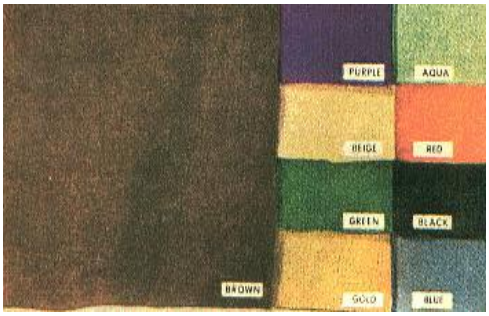
Şekil 2.9'da %50 yün %50 lanital kumaş, Şekil 2.10'da %80 rayon %20 aralak kumaşlar, Şekil 2.11'de ise tekrar %80 rayon %20 aralak kumaşlarından örnekler gösterilmiştir. Şekil 2.12'de de rayon ve aralak karışımı kumaştan yapılmış elbise ve bornozlar gösterilmiştir.



**Şekil 2.9 :** %50 yün %50 lanital karışımlı kumaş**[9]**.



**Şekil 2.10 :** %80 rayon % 20 aralak kumaşlar**[9]**.




**Şekil 2.11 :** %80 rayon %20 aralak kumaşlar**[9]**.



**Şekil 2.12 :** Rayon ve aralak kumaşından yapılan elbise ve bornozlar**[9].**

### 2.3.3.4. Fibrolan

Bu elyafın ismi Courtaulds LTD. şirketi tarafından belirlenmiştir. Kesik elyaf olması ve yüne benzemesi açısından ilk üretim olmuştur. Üretim sırasında sertleştirme işlemine tabi tutulur fakat uygulanacak herhangi bir pişirme işlemi de son derece hassas olmalıdır.

Piyasada fibrolan a olarak da bilinen orjinal fibrolan, lanitala çok benzer. Bundan daha sonra çıkan fibrolane x, formaldehite karşı çözülmezlik özelliğiyle günümüzde en çok kullanılan kazein türünü oluşturur.

Fibrolanın bir kullanım alanı da el örgü ipliklerinde yünle karışım halinde olanlarıdır. Fibrolanın yumuşak tutumu, iyi kalite bir yünün tutumuyla karşılaştırılabilinir. El örgü ipliklerinin yumuşaklık özelliği en çok aranan özelliklerdendir ve yün/fibrolan karışımları bunlar için gayet idealdir. Bu tür karışımları boyama sırasında aşağıdaki nedenlerden ötürü sıkıntılar yaşanabilmektedir.

1. Fibrolan, sıcak terbiye ve uygulama işlemlerine dayanıksızdır. Bu sebeple bakım ve dikkat proses sırasında daha önceden çalışılmalıdır. Bu dayanıksızlık, yün molekülünün bir karakteristiği olan sistin çapraz bağlarının olmayışından kaynaklanır. Bu sebeple yünün yaş haldeyken mukavemeti, kuru halindeki mukavemetinin yüzde 70'ine tekabül ederken fibrolane bxin yaş mukavemeti, kuru mukavemetinin yarısıdır.

2. Çoğu boyarmaddelere karşı fibrolanın afinitesinin yüne göre daha fazla olması, boyama esnasında problem yaratabilir.
3. Fibrolanın yünle karşılaştırıldığında boyamaya karşı daha düşük haslık değerlerine sahip olmasıdır. Boyarmaddeyi fibrolana uygulamak bu sebeplerden ötürü çok kolaydır. Fakat yıkama haslığı gibi değerleri düşük olduğu için boyayı çıkarması da bir o kadar kolaydır.

Hızlı ve etkili bir boyamayı yün/fibrolan karışımlarında yapabilmek için aşağıdaki boyama koşullarını sağlayabilmek çok önemlidir.

1. Boya banyosunun ph değerinin 4 civarında korunması önemlidir. Alkalinite, karışıma karşı zararlı olacaktır.
2. Alaktik asik-laktate solüsyonu gibi asetik, formik asit türevleri bir tampon solüsyon kullanılmalıdır.
3. Kümelenme prensibine sahip olan asit boyaları kullanmak önem taşır. Bunların büyük moleküler yapısı sayesinde malzemeye etkisi o kadar kolay olmayacaktır. Bunların yanında malzemeden uzaklaştırılması da uygulanılması gibi pek de kolay olmayacaktır. Bu tarz boyalara Carbolan Yellow 4 GS, Polar Red RS, Carbolan Blue BS, Alizarine Fast Grey G gibi boyalar örnek gösterilebilir.

Fibrolan xin diğer bir kullanım alanı keçe yapımı için yünle karıştırmaktır. Bu karıştırma keçeleşmeyi arttırır. Yün, fibrolan bx ve selüloz asetattan yünle aynı oranda keçeleşme etkisine sahip olan bir malzeme üretebilmek mümkündür.

#### 2.3.3.5. Merinova

Merinova Milan'da Snia Viscosa tarafından bulunan yeni bir kazein elyafıdır.Beyaza yakın ve yumuşak fakat dolgun bir elyaftır. Kesik formda %100 merinova veya diğer elyaflarla karışık halde üretilebilir.

Genel olarak kazein lifinin özelliklerini taşır. Örnek olarak yuvarlağa yakın ve oyuk bir enine kesit yapısına sahiptir. Tenasite değeri, kuru olarak denyede 1.1 gram ve ıslak olarak denyede 0,6 gramdır. Kopma uzaması kuru halde %50, yaş halde ise %60'tır. Bu değerler yünün değerlerinden çok da farklı değildir. Alkalilere karşı duyarlıdır fakat kaynamaya karşı dayanımı %4 sülfürik asit çözeltisinde 1,5 saate yakındır. Bu yüzden yüne uygulanan boyama prosesi koşullarına dayanabilir. Güve

geçirmez ve çekmez özellikleri vardır. Özağırlık değerleri ve nem kazanımı değerleri yününkinden pek de farklı değildir. Güve geçirmez özelliği, formaldehit uygulamasından kaynaklanmaktadır.

Öncelikle merinova yünle karışıma uygundur yani kamgarn sisteminde üretilebilir. Merinovanın nem miktarını, kullanmadan önce %20'lere getirmek gerekecektir. Karıştırılmış yüzeyler veya alternatif olarak yün/merinova karışımlı yüzeylerin taranmış kısımları, karıştırma hacminde tekrar karıştırılır ve tekrar taranır. Bunun yanında merinova, pamuk ve viskonla da karışıtılabilir. Bunun yanında pamuk üretim işlemindeki eğirme işlemine de tabi tutulabilir.

Merinova tek başına yün gibi keçeleşemez. Çünkü yapısında yünde olduğu gibi pullu ve kabuğa benzeyen bir katman yoktur. Ayrıca yünün çok yönlü sürtünme etkisini de içermez. Eğer yünle karıştırılırsa, merinova keçeleşmeye muhtemelen yardım edecektir çünkü iç pürüzsüz yüzeyleri, hareketi daha serbest kılacaktır ve böylece yün elyafı daha rahat hareket edebilecektir.

Merinova/yün karışımlar, örgü iplikleri ve iç çamaşırlarında, kilimlerde ve şapka keçelerinde kullanılabilir. Viskonun dokunumunu arttırdığı için erkek çoraplarında %50 merinova/50 naylon ya da %50 merinova/50 perlon şeklinde de kullanılabilir. Önerilen denye değerleri keçeler için 3 ve 5, hazır giyim için 5, battaniye için 9, yorganlar için 18 ve yatak-şilte tarzı şeyler için de 27 denyedir.

Yün/merinova karışımları için önerilen boyama prosedürü, yünün boyama prosedürüne bir hayli yakındır. Materyal ıslatılır. Boya banyosu yüzde 10'luk Glauber tuzları, yüzde 1-2 asetik asit ve gerekli boyarmadde miktarı ile hazırlanır. Boyamaya oda sıcaklığında başlanır ve 30 dakikalık bir süre içerisinde sıcaklık kaynama sıcaklığına kadar yükseltilir. Buhar kapatılır ve 15 dakika sonra yüzde 2'lik formik asit eklenir. Daha sonra boyamaya kaynama noktasına yakın diğer 30 dakikaya kadar devam edilir.Formik asit eklemenin en önemli amacı, karışımdaki boya oranını dengelemektir. Merinova önceden boyayı emmeye yünden daha çok yatkındır. Fakat formik asit eklendiğinde bazı boyarmaddeler merinovayı terk eder ve banyoya karışarak tekrar yün tarafından emilir. Yünün asidik afinitesi daha iyi olması bu emilime neden olur. Sonuç olarak merinova, yünün özelliklerine katkı sağlamasıyla ünlüdür. Düşük fiyatlı olmasıyla yüne benzer kumaşlar üretilerek tüm yünlü kumaşlara göre daha düşük bir fiyat aralığı elde edilebilmektedir.

Şekil 2.13'te merinovanın şapka keçesi yapımı için tavşan tüyü ile karışımından alınmış bir örnek gösterilmektedir.



**Şekil 2.13 :** Merinovanın şapka keçesi yapımı için tavşan tüyü ile karışımı**[9].**

### 2.3.3.6. R-53

1941 yılında ortaya çıkmıştır. R, İngilizce research kelimesinden, 53 de keçe şapka yapımına uygun olması itibariyle denenen ve uygunluğu saptanan 53.kumaştan ismine eklenmiştir. Bu elyaf aralaktan daha ince olup, tavşan tüyüyle karışımından şapkalar için keçe yapımında kullanılagelmiştir. 1953 yılına kadar bu ad kullanılırken muhtemelen elyafın isminin değiştirilmesi ya da başka bir firma tarafından alınması sebebiyle ortadan kaybolmuştur. **[7,8].**

## 2.4. Kumaşlarda Konfor

Konfor, tanımlaması zor, göreceli ve karmaşık bir kavramdır. Tüketici için bireysel ve aynı zamanda evrensel bir ihtiyaçtır. Tüketiciler hangi iş ve uğraş içinde olurlarsa olsunlar kendilerini rahat hissetmek isterler. Aldıkları ürünün doğal, konforlu ve kolay bakılabilir özelliklerini taşımasının yanı sıra aldıkları ürün hakkında ayrıntılı bilgi isterler. Giyim ve tekstil ürünleri, insan vücudunun hayatta kalabilmesi için sağlaması gereken fiziksel durumları yerine getirten ve günlük hayatta fizyolojik ve psikolojik konforu sağlayan ürünlerdir.

Konfor, insan vücudu ve çevre arasında psikolojik, fizyolojik ve fiziksel rahatlığın topluca sağlanmasıyla oluşan durum olarak tanımlanmıştır. Burada fizyolojik konfor insan vücudunun yaşamını devam ettirmesi için gerekli aktiviteleri rahatça sağlaması, psikolojik konfor da dış yardımla vücut fonksiyonlarını yeterince yerine getirme yeteneği ve insanın kendini dış ortama karşı rahat hissedebilmesi, fiziksel konfor da dış çevrenin insan vücuduna olan etkileriyle ilgilidir. Bununla beraber fizyolojik ve psikolojik durumların ıslaklık ve ısı durumlarını açıklayan

termofizyolojik konfor yönü de vardır. Ayrıca fizyolojik ve psikolojik konfor durumlarının, bir tekstilin deriyle temasında ortaya çıkan tekstilin vücut hareketine izin verme ya da estetik görünümüyle ilgili gereksinimleri sağlama gibi duyusal konfor yönleri de bulunmaktadır**[10]**. Termofizyolojik giyim konforu, giysinin ısı ve nem transferini içerir. Deri duyusal giyim konforu da deriyle kumaşın arasındaki mekanik iletişimini ve deriye batma, rahatsız etme ve yapışma olaylarını, diğer bir ifadeyle giyildiğinde kumaşın ya da giysinin verdiği hislerdeki rahatlığı kapsar. Gıdıklayıcı his kumaş tüylülüğünden, diken batması kumaş yapısından dolayı kumaş yüzeyinden dışarı çıkan sert elyaflardan, ıslak yapışma ise nemden ve derideki yapışkan terden meydana gelmektedir ve bunlar duyusal konfora hep birer örnektir**[11]**.

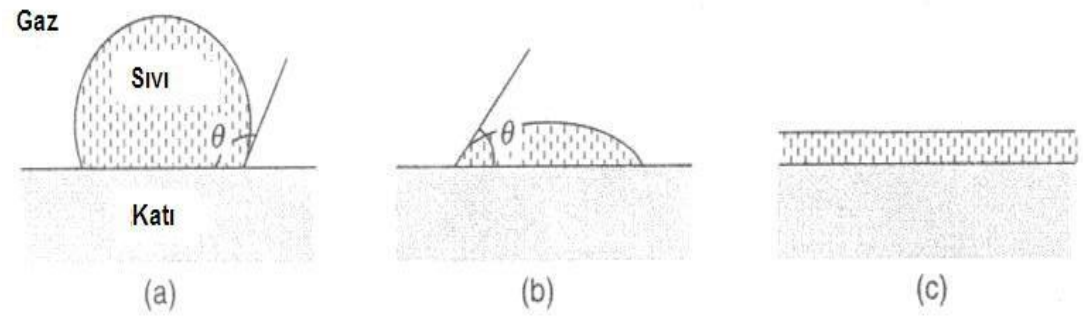
Tüketicinin özel ihtiyaçlarına karşılık vermek ve bunları ürünün teknik özellikleriyle bağdaştırmak ve giysi konfor araştırmalarını da bunların içine katmak, üretici için en kayda değer görevdir. Giysi kumaş konfor özellikleri, kumaşın dizaynı ve yapısal özelliklerinin belli olduğu bir kumaşta daha çok insan fizyolojisiyle alakalıdır. İnsan fizyolojik sistemi dış çevreyle iletişim halinde olduğu için iletim, yayılım ve radyasyon yoluyla ısı iletir. Ayrıca difüzyon, kılcal ıslanma, buharlaşma gibi faktörlerle ve basınç, sürtünme ve dinamik düzensiz temaslarla insan fizyolojik sistemi nem transferini gerçekleştirir. Çeşitli deneysel çalışmalarla tüketicilere kıyafetleri giydikleri vakit nasıl hissettikleri sorulup konfor hissi hesaplanmaya çalışılmasına rağmen, bu subjektif sonuçların yanında nümerik ünitelerle yapılan testlerin analiz ve karşılaştırmasıyla elde edilen test sonuçları da bir hayli önemlidir. Normal giyim koşullarında giysi konforunu etkileyen parametreleri araştırmak için değişik simülasyon modelleri ve test sistemleri araştırmacılar tarafından geliştirilip dizayn edilmiştir. Bundan sonraki kısımlarda konforun daha çok fizyolojik etkileri araştırılacak, tekstil numunelerin kuruma hızları, dikey ve kılcal ıslanma değerleri deney sonuçları ile incelenecektir.

### 2.4.1. Islanma ve kılcal ıslanma

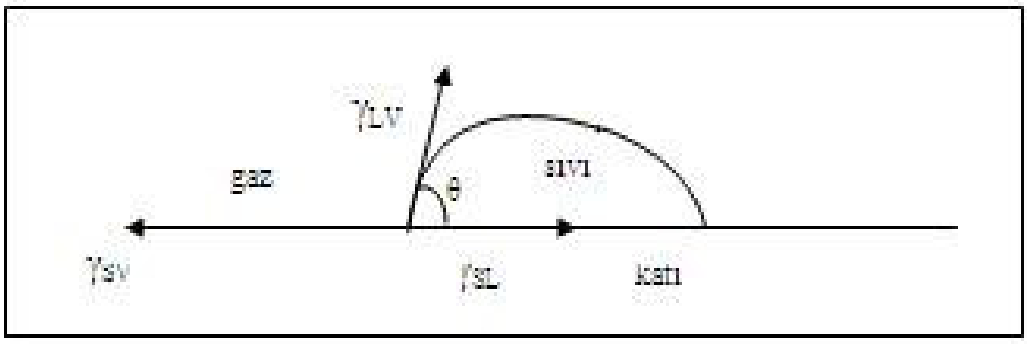
Özellikle boyama, terbiye ve giysilerin giyimi sırasında oluşan ıslanma ve kılcal ıslanmanın tekstil üretim prosesini ve giysi konfor kalitesini etkilemesi açısından önemi büyüktür. Aktif spor giyim, ekzersiz giysileri, iş kıyafetleri ve ayak giyimi gibi bazı uygulamalarda nem yönetimi konsepti altında önem kazanır.

Giyen kişide terlemeden dolayı oluşan sıvı birikmesini önleme ya da minimize etme, hızlı bir şekilde kılcal ıslanma yoluyla ya da tekstil malzemesinden atmosfere difüzyon yoluyla gerçekleşir**[12].**

Islanma, katı-hava ara yüzeyinin katı-sıvı ara yüzeyiyle yer değiştirmesi olarak tanımlanır. Şekil 2.14'te (a) bölgesel ıslanma-çoğunlukla ıslanmama, (b) bölgesel ıslanma çoğunlukla ıslanma ve (c) tamamen ıslanmayı ifade ediyor. Bir kumaşın sıvıyla olan temasından ortaya çıkan ilk davranış olan ıslanma, tekstil yüzeyinin belirli karakteristiklerdeki sıvılarla etkileşime girmesi olarak tanımlanabilir. Kumaş ıslanması yayılma, emme, yapışma ve kılcal birleşme olarak bir sürü mekanizmayı içerisinde barındırır. Farklı moleküller arasındaki intermoleküler kuvvetler adhezyon kuvvetleri olarak bilinir. Bu kuvvetler ıslanma ve kılcallık fenomenleri ile ilgili kuvvetlerdir. Eğer bir cam tübün iç yüzeyi ile sıvı arasındaki adhezyon kuvvetleri sıvının içerisindeki kohezyon kuvvetlerinden büyükse, sıvı cam tüp üzerinden yükselir. Yüzey gerilimi ve temas açısıyla ilgili termodinamik denge Şekil 2.15'te verilmiştir. Bir kumaş ortamında sıvı önce elyaf yüzeyini ıslatır. Daha sonra elyaf boşluklarında kılcal kuvvetler tarafından taşınır**[12,13,14]**.




**Şekil 2.14 :** Yatay bir yüzey üzerinde küçük bir sıvı damlası**[13]**.




**Şekil 2.15 :** Yüzey gerilimleri ve temas açısının termodinamik dengesi**[14]**.

Havanın sıvı tarafından yer değiştirilmesi Denklem 2.2'te verilen Young-Dupre eşitliğiyle açıklanabilir.

$$\gamma sv-\gamma sl-\gamma lv.\cos\theta = 0 \quad \textbf{(2.2)}$$

Bu eşitlikte $\gamma$ katı,sıvı ve hava gibi çeşitli kombinasyonları arasında oluşan ara yüzeysel gerilimi, S,L,V harfleri ise sırasıyla katı, sıvı ve hava yüzeylerini göstermektedir. $\theta$ ise denge halindeki temas açısını göstermektedir. $\gamma_{LV}$ terimi sıvının sıvı-yüzey ara yüzeyindeki yüzey gerilimi olarak tanımlanabilir. $\gamma_{LV}.\cos\theta$ terimi adhezyon kuvvet gerilimi olarak belirtilir. $\theta<\pi/2$ olduğu durumda büyük ölçüde ıslanmama ve $\theta>\pi/2$ olduğu durumda büyük ölçüde ıslanma söz konusudur. Bir yüzey suyla temas ettiğinde genellikle $\theta<=\pi/2$ ise hidrofilik, $\theta > \pi/2$ ise hidrofobik olarak tanımlanır **[12,13].**

Kumaş ıslaklığı, elyafların doğal özelliğinden ve elyaf geometrisiyle hesaplanır. Buradaki önemli faktörler, su moleküllerinin kumaşın suyu seven fonksiyonel gurupları ve temas yüzey alanının düzgünlüğüdür. Hidroksil grupları mevcut olan selülozik kumaşlar ve geniş yüzey alanı nedeniyle pürüzsüz ve düzgün kumaşların yüksek ıslanma oranları gözlenir.

Kılcal ıslanma, sıvının gözenekli bir tabakadan kapiler kuvvetler etkisiyle kendiliğinden akışı olarak tanımlanabilir. Bir başka deyişle kılcal ıslanma, kapiler sistemde kendiliğinden oluşan ıslanmanın sonucudur.

Diğer bir ifadeyle katı-hava ara yüzeyinin katı-sıvı ara yüzeyiyle yer değiştirmesi olarak da düşünülebilir. Lifli materyallerin çoğu ıslak işleminde, ürünün daha iyi bir performansa sahip olması için sıvının düzgün bir dağılımına ve gözeneklerden nüfuzuna ihtiyaç vardır.

Çoğu tekstil prosesi sınırlı zamanda gerçekleşir ve bu sebeple kılcal ıslanma hızı çok önemlidir. Kılcal ıslanma hızı ara yüzeysel gerilimler ve liflerin ıslanma kabiliyeti faktörlerinden büyük ölçüde etkilenir. Materyalin kapiler boyutları ve sıvının viskozitesi de kılcal ıslanma hızının belirlenmesinde etkin rol oynar**[12].**

Kılcal ıslanma hızı, kumaşın yapısı boyunca sıvı rutubetini taşıma kabiliyetini gösterir. Transfer kılcal ıslanma, sıvının kumaş yapısına, kumaş yüzeyine dik bir şekilde taşınmasıdır. Dikey kılcal ıslanma ise kumaşın sınırsız bir su haznesine

kumaş yüzeyine paralel bir şekilde daldırılmasıyla oluşur. Dikey kılcal ıslanma hızı ve transfer ıslanma hızı arasında her zaman uygunluk yoktur. Vücuttan sıvı çıkış yönü kumaş kalınlığına doğru olduğundan transfer ıslanma, dikey kılcal ıslanmaya göre daha önemlidir[**11,14]**.

Kumaş emiciliği, kumaşın kılcal ıslanma kabiliyetinden etkilenir. Kılcal ıslanma, kumaş tamamen ya da kısmen bir sıvıya daldırıldığında ya da kumaşın üzerindeki su damlası gibi sınırlı miktarda sıvıyla temas halindeyken gerçekleşir.

Lif türü , kimyasal saflık, moleküler oryantasyon, yüzey kirliliği, yüzeydeki terbiye işlemi, enine kesit şekli, yüzey pürüzlülüğü, yüzey aktif maddenin varlığı, yıkama, ağartma ve merserizasyon gibi faktörler liflerin ıslanma davranışlarını etkiler. Pürüzlü yüzeyler, aradaki çukurlar boyunca hızlı yayılma artışını sağlar. Yıkama, ağartma ve merserizasyon gibi ön terbiye işlemleri emiş kabiliyetini artırırlar. Daha yüksek emiş kabiliyetine sahip lifler daha düşük temas açısına sahiptirler. Ayrıca lif çapı arttıkça, lif ara yüzeyleri sıvıyla daha iyi temas eder ve böylelikle lif yapısı gevşeyip temas açısı azalır.

İplik yapısı, gerginliği, bükümü, lif şekli, iplik kesitindeki lif sayısı, lif konfigürasyonu, bitim işlemleri ve yüzey aktif maddeler gibi faktörler ipliklerin kılcal ıslanmasını etkilerler. Open-end iplikler ring ipliklere göre daha hızlı ve daha düzgün bir kılcal ıslanmaya sahiptir. Ancak iplik numaraları ve dikey yüksekliklerin eşit olması koşuluyla iki ipliğin de emdikleri su miktarları aynıdır.

Kılcal ıslanma konusunda yapılan çalışmalar göstermiştir ki denge durumuna ulaşıldığında, ring ipliklerinde kompakt ipliklere göre daha fazla kılcal ıslanma oluşmaktadır. Ring iplikleri kompakt ipliklerden, kalın iplikler ise ince ipliklerden daha hızlı kılcal ıslanmaya sahiptirler. Ortalama kapiler boyutu kompakt ipliklerde ring ipliklere göre daha azdır.

İplikteki büküm, iplik içindeki liflerin sarmal hale gelmesinden dolayı kapiler bölgeyi etkiler. Deneysel çalışmalar göstermektedir ki kılcal ıslanma büküme karşı oldukça hassastır.

Kumaşta kılcal ıslanma hızı ve sıvının transferi, gözenek boyutlarına ve bu gözenek boyutlarının kumaş boyunca dağılımına bağlıdır. Küçük gözeneklerde kapiler basınç fazla olacağından sıvının ilerlemesi daha hızlıdır ancak sahip olunan sıvı kütlesi daha azdır.

Ring ve kompakt ipliklerindeki bu durum bunlardan üretilen kumaşlarda da geçerlidir. Ring ipliğinden yapılan kumaşlarda kılcal ıslanma hızı, kompakt ipliğinden yapılan kumaşlara göre daha fazladır. Ayrıca kalın ipliklerden yapılan kumaşlardaki kılcal ıslanma hızı da ince ipliklerden yapılan kumaşlara göre daha fazladır**[12].**

Zhuang ve arkadaşları, açık hava aktivitelerinde iç giyim için kullanılan örme kumaşlardaki transfer kılcal ıslanma mekanizması hakkında bir çalışma yapmışlar ve kumaş tabakalarına uygulanan dış basıncın ve ıslak yüzeydeki başlangıçta tutulan su miktarının örme kumaşlardaki transfer kılcal ıslanmayı etkileyen iki temel dış faktör olduğunu belirtmişlerdir. Dış basıncın transfer edilen sıvıya etkisinden dolayı, maksimum su transferi için optimum bir basınç değeri bulmaya çalışmışlardır. En büyük sıvı transferi, ıslak ve kuru kumaşların birbirlerine temas halinde olunca gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir. Kumaş yüzeylerinin arka-ön temaslarında ya da iki yüzeyin arka taraflarının temaslarında herhangi bir transfer ıslanmanın olmadığı gözlemlenmiştir. Taşınan sıvı miktarının kullanılan kumaşın performans özellikleriyle ve kumaşların birbirleriyle nasıl temas ettiğiyle ilgili olduğu kanısına varılmıştır. Sıvı, ıslak kumaş yüzeyinden sıvının kumaş aralıklarını doldurduğu ilk yüzeylere doğru taşınır. Transfer ıslanma kuru yüzeyin suyla temasından sonra kumaşın ilk tabakasının suyla tamamen doyuşuna kadar devam eder**[15].**

Ağartma işlemi kumaştaki gözenek boyutlarını etkilemeden kumaşın yüzey ıslanma kabiliyetinde ve su tutma özelliğinde artış sağlar. Alkali muamelesi ve ağartma işlemleri, pamuğun enzimatik yıkanması da tekstil materyalinin ıslanma ve kılcal ıslanma özelliklerini artırır. Ardışık yıkamalar, temas açısını düşürerek ve gözenek hacmini artırarak pamuğun kılcal ıslanma hızını artırır**[12].**

Crow ve Osczevski, aktif giyimde kullanılan çeşitli örme ve dokuma kumaşları ele alarak transfer ıslanma konusunda çalışmalar yapmışlar ve bir yüzeyden diğerine kılcal ıslanması gerçekleşen su miktarının gözenek boyutlarıyla ve gözenek yoğunluğuyla ilgili olduğunu gözlemişlerdir**[16].**

Hu ve arkadaşları, kumaş sıvı-nem idare özelliklerini belirlemek için bir metot geliştirmiş ve 8 set numuneyi hem objektif hem de subjektif açıdan test etmiştir. Hu'nun objektif ölçümleri ve deneyenlerin subjektif nem duyuları algıları karşılaştırılmış ve sonuçlar birbirleriyle ilişkilendirilmiştir. %92 naylon/ %8 spandex

içeren düz örgü kumaşın, ribana ve düz örgüdeki polyester, pamuk ve naylon içerikli tüm kumaşlara nazaran daha fazla nem idare kapasitesine sahip olduğu görülmüştür**[17].**

Harnett ve Mehta, kılcallığı ölçmek için bir araştırma yapmış ve laboratuvar testleri uygulamıştır. Bu metotlar akrilik, pamuk, polyester-pamuk, polipropilen, yün, polivinilklorit ve karışımları gibi interlok örgü kumaşlara uygulanmıştır**[18].**

Kissa, ıslanmanın ve kılcal ıslanmanın temel ilkelerini gözden geçirmiş ve kılcal ıslanma prosesini ayırmıştır. Bunlar kapiler penetrasyon, eş zamanlı olarak kapiler penetrasyon ve liflerin emişi, kapiler penetrasyon ve lif yüzeyindeki yüzey aktif maddenin emişi, eş zamanlı kapiler nüfuz, lifler tarafından emiş ve lif yüzeyindeki yüzey aktif maddenin emişidir. Eğer sıvı, yüzey aktif madde içeren bir tekstil ürünüyle etkileşime girerse, sıvının emilimi ve elyaf yüzeyinde yayılması, ara yüzey gerilimini ve ıslanabilirliği etkiler. Farklı yüzey aktif maddeler arasındaki kılcal performans farklılıkları, yüzey aktif madde emilimi ve difüzyon olabilme özellikleri arasındaki farkla açıklanabilir. Yüzey aktif maddenin yapısı, ıslanma oranını etkiler**[19].**

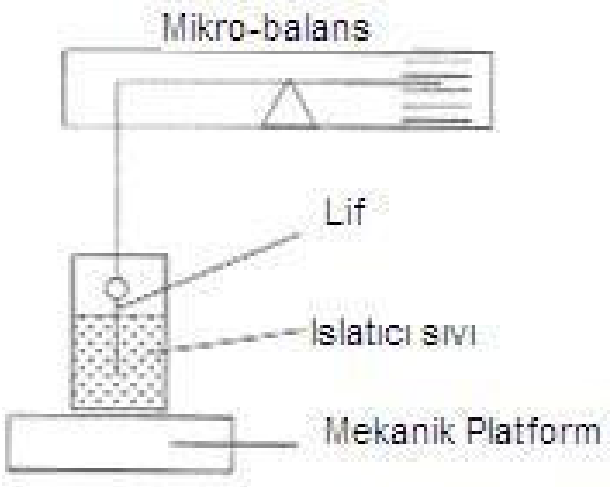
Wiener ve Dejlova kılcal ıslanma ve ıslanma için bir model tasarlamışlardır. Sonuç olarak kılcal ıslanmada ara yüzey gerilimini etkileyen faktörleri sıcaklık, basınç, yabancı maddeler ve kutuplaşma olarak sıralamışlardır. Bunun dışında sıvının viskozitesi ve buharlaşması, elyaf inceliği ve yüzey birleşme yerlerinin de ara yüzey gerilimini etkileyen faktörler arasında olduğunu analiz etmişlerdir. Sonuçlarını grafike ettikleri vakit, su emilme yüksekliğinin enine kesitteki elyaf sayısının artmasıyla arttığını görmüşlerdir**[20].**

Adler ve Walsh, geçici dış ortam koşullarda ve düşük nem miktarında nemin kumaşlar arasında taşınmasıyla ilgili bir mekanizma geliştirmişlerdir. %3-%100 arası ve %100'den fazla nem içeriği olan değişik nem miktarlarındaki kumaşlarda, su buharı difüzyonunun düşük nem koşullarında iki kumaş tabakası arasında en önemli nem taşıma mekanizması olduğunu ve kılcal ıslanmanın ortam nem miktarı % 30 üzeri olmazsa gerçekleşmediğini tespit etmişlerdir. %100 pamuk dokuma kumaşlarda, nem miktarı % 110'a yakın olmadığı sürece kılcal ıslanma tespit edilmemiştir**[21].**

Long, 2 tabakalı atkı örme kumaşın su transfer özelliklerini incelemiştir. Long, geçirgenlik oranının her iki tabakadaki elyaf su absorplama özellikleriyle ilgili olduğunu ve kumaş gözenekliliğiyle doğrudan alakalı olduğunu gözlemlemiştir. Sonuç olarak dış tabakadaki ipliğin iç tabakadaki ipliğe göre daha iyi su absorbe etme yeteneğinin olmasının kapilar kuvvetlerle daha fazla su transferine sebebiyet vereceğini bulmuştur. Eğer iç tabaka hidrofobik bir filamentten üretilmişse ve sıklığı da düşürülmüşse, su transferinin belirli bir limite kadar gerçekleşeceğini söylemiştir. Denediği numuneler arasında %100 pamuk, pamuk/polipropilen, pamuk/polyester, pamuk/poliakrilonitril,yün/poliakrilonitril/polyamid/polipropilen ve yün/poliakrilonitril-polyamid-polyester gibi tekstil malzemeleri bulunmaktadır**[22].**

Tekstillerin ıslanma ve kılcal ıslanma davranışlarını incelemek için çok çeşitli metotlar geliştirilmiştir. Ara yüzey gerilimi , yüzey enerjisi ve sıvı taşınma oranları gibi metotlar bunlardan birkaçıdır.

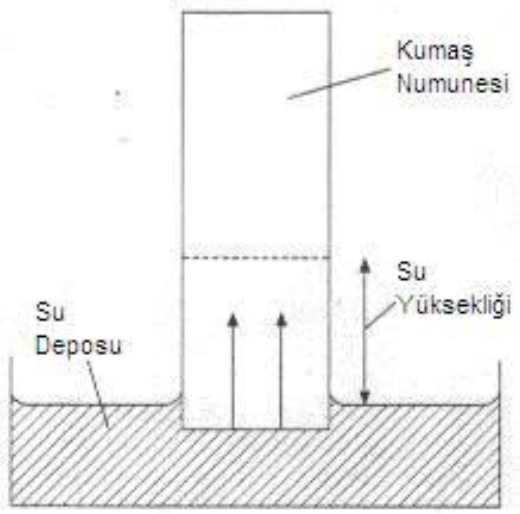
Islanma karakterinin ölçümü için kullanılan bir diğer metot ise tek filamentin ara yüzey adhezyon geriliminin ölçüldüğü Wilhelmy metodudur. Şekil 2.16'da görüldüğü gibi mekanik platformun hareketiyle sonuçları hesaplamak için bir kayıt edici elektro mikrobalans kullanılmıştır.




**Şekil 2.16 :** Wilhelmy metodu**[13].**

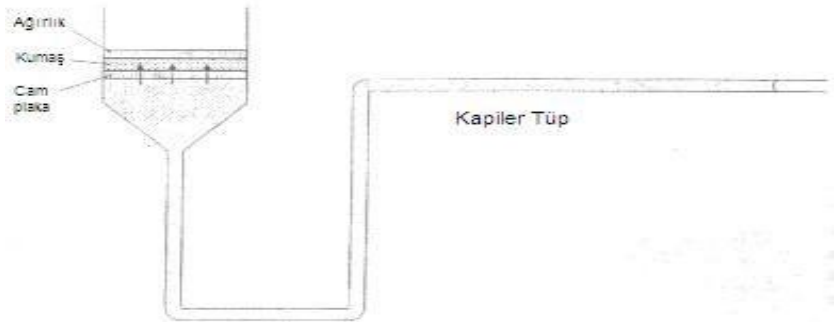
Şerit test Şekil 2.17'de görüldüğü gibi kumaşın kılcal yeteneğini, sıvıyla temasının ardından belirli bir zaman aralığında sıvının yükseldiği mesafenin hesaplanması için kullanılır. Bu testte kumaş, kısa kenarları dikey eksende olacak şekilde bir su

rezervuarının içine koyulur. Buradaki artış mesafesi belirli zaman aralıklarla kaydedilir.




**Şekil 2.17 :** Dikey kılcal ıslanma testi (şerit testi**).**

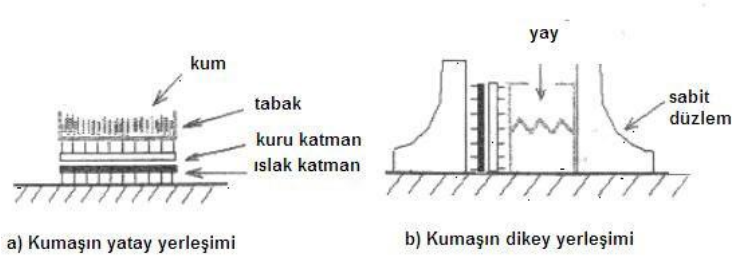
Enine kılcal ıslanmanın hesaplanabilmesi için levha testi uygulanır. Bu test düzeneği yatay sinterlenmiş bir cam levha içerir. Bu plaka yüksekliği ayarlanabilen bir su kaynağı tarafından nemli tutulur. Bu ayarlanabilen kaynak sayesinde tabakanın üst yüzeyine yerleştirilen kumaşın üst kısmı da istenilen oranda nemlendirilebilir. Sinterlenmiş camla kumaşın devamlı temasını sağlayabilmek için bir ağırlık kullanılır. Kumaşın kılcal ıslanma gücü cam levha tarafından çekilen su oranı olarak hesaplanır.




**Şekil 2.18 :** Levha testi **[11].**

Dikey kılcallık testi, plaka testi, sifon test ve spot testi gibi görsel test metotlarından farklı olarak elektrik kapasite testi ya da direnç teknikleri, elektrik dalgaları gibi görsel olmayan etmenler kullanarak belirli zaman aralıklarda kılcal ıslanma hakkında nümerik sonuçlar verebilecek testlerden sayılmıştır**[13].**

Şekil 2.19'da görüldüğü gibi Zhuang ve arkadaşları, transfer ıslanmanın ölçülmesi konusunda standart bir metot olmadığı için kendi test düzeneklerini kurmuşlardır. Bu düzeneklerde numuneler transfer kılcal ıslanmaya izin vermesi açısından yatay ve dikey olarak yerleştirilmişlerdir. Kumaşın yatay olarak yerleştirildiği düzenekte kumaş tabakasında dış basıncı sağlamak için 74,5 milimetre çapında bir tabak konulmuştur. Giysiyi giyme sırasında çokça meydana gelen kumaşın dikey olarak yerleştirildiği düzenekte ise kumaşlara basınç uygulayabilmek için yaylı sistem kullanılmıştır. Fakat yayın sıkışma miktarı uygulanan basıncı değiştirmektedir.




**Şekil 2.19 :** Transfer ıslanma test düzenekleri**[15]**.

Transfer ıslanma oranı Denklem 2.3 ile hesaplanabilir.

$$R= (C-C_r) / (C_0-C_r) \quad \textbf{(2.3)}$$

Bu denklemde R ıslak kumaş için transfer oranını, $C_0$ ve C kılcal ıslanma başlangıcındaki veya kılcal ıslanma devam ederken herhangi bir zamandaki su konsantrasyonunu, $C_r$ ise laboratuvarda kondüsyonlanmış kumaşın denge halindeki konsantrasyonunu vermektedir. Ek olarak diğeri tarafından ıslanan kumaşın kılcal transfer oranı , (1-R) olarak ifade edilir ve bu değer 0 ile 0,5 arasında değişecektir. Bundan dolayı R değeri de 0.5'den büyük 1'den küçük olmalıdır**[21]**.

### 2.4.2. Kuruma

Kurumanın tekstil ürünlerinde konforun hesaplanması açısından önemi büyüktür. Kumaşı daha iyi kurutmak demek, nemlilik hissinin vücudu rahatsız etmesinin daha kısa sürmesi demektir. Deriden giysiye olan ısı akışı kıyafet ıslak olunca daha çok olabilmektedir. Suyun giysinin termal izolasyonunu düşürmesi sebebiyle giyen kişiye aşırı bir soğukluk hissi verecek ve bu da giyeni konforsuz hissettirecektir. Ayrıca tehlikeli hipotermi durumlarına neden olacaktır**[16]**.

Tekstil malzemelerin kuruması üç bölümde gerçekleşir. Bunlardan ilki ıslak kumaşın sıcaklığını ayarlayıp sınırlarından etrafa nem akışını sağlamasıdır. İkinci aşama, ısı

transferi ve buharlaşma oranlarının dengeye kavuştuğu sırada sabit kuruma hızı periyodudur. Üçüncü aşama ise doygunluğu korumak için devam eden nem akışının yetersizliğinden ötürü buharlaşma alanının kumaş üzerinde ilerlemesidir **[10].**

Coplan, yün, birkaç sentetik elyaf ve karışımlarında nem ilişkileri hakkında yaptığı çalışmaları sonucu kumaş ıslatıldıktan sonra kumaş tarafından tutulan gerçek orandaki su miktarının kumaştaki gerçek toplam boşluk oranıyla, hidrostatik kapilar etkilerle, buharlaşma için kumaş tarafından birim alanda tutulan ilk sıvı miktarından etkilenen kuruma uzunluğuyla ilişkili olduğu sonucuna varmıştır. Ayrıca Coplan, elyaflar tarafından absorbe edilen suyun kumaş yapısındaki boşluklarda sıvı su olarak tutulduğunu ve bu boşlukların kumaş yüzeyinin oluşmasını sağlayan elyaf yüzeylerinden daha fazla olduğunu iddia etmiştir. Daha sonra su-elyaf sistemindeki su miktarıyla alakalı bir çalışmasında, kumaştaki mevcut boşluk hacminin hesaba katılması gerektiğini söylemiştir. Bunun yanı sıra Coplan'a göre buharlaşmanın olabilmesi mümkün yüzeyler de analiz edilmelidir. Başka bir ifadeyle kuruma hızı, kumaş tarafından tutulan suyun hacmiyle ve bu suyun buharlaşması için gerekli olan alanla doğrudan ilgilidir**[23].**

Crow ve Osczevski, çalışmalarında su ve dokuma ya da örme kumaşlar arasındaki etkileşimi incelemiştir. Deneylerinde pamuk, polyester, yün, akrilik, naylon, pamuk polyester, polipropilen ve naylon liflerinden yapılan kumaşlar kullanılmıştır. Crow ve Osczevski, kuruma hızı ve suyun ıslak ya da kuru kumaştan buharlaşabilmesi için gerekli olan enerjinin Coplan'ın bulduğu gibi lif tipiyle alakalı olmadığını ve daha çok kumaşın su miktarıyla alakalı olduğunu ortaya sürmüşlerdir. Ek olarak, örneği kurutmak için sıcak tabağın yüzeyinden çekilen enerjinin de kumaşta ilk başta bulunan su miktarıyla alakalı olduğunu savunmuşlardır. Ayrıca kumaş örneklerindeki su buharlaşması, Petri tabağındaki buharlaşan aynı su miktarına göre daha hızlı olmuştur. Sonuç olarak kumaşlarda suyun iplikler boyunca yayılabildiğini ve buharlaşması için çok büyük bir alana sahip olduğunu ortaya koymuşlardır**[16].**

### 2.4.3. Kumaşların su emilimi

Su emilimini etkileyen iki önemli faktör vardır. Birincisi zamandan bağımsız olarak absorbe edilen toplam su miktarıdır. İkincisi ise suyun emilme hızıdır. Değişik kumaşlar tarafından absorbe edilen toplam su miktarları ile kumaşa alınan toplam su

miktarları aynı olsa bile kumaşların değişik su emme oranları sebebiyle farklılık arz edebilir**[11].**

Su emilme yüzdesi Denklem 2.4'teki gibi hesaplanır.

Su emilmesi ( %)= (Absorbe edilen suyun kütlesi / orjinal kütle)*100 **(2.4)**

Yün, pamuk, ipek ve naylon gibi higroskobik elyaflar, aktif grupları sayesinde havadaki su buharını kimyasal olarak absorbe edebilirken, polipropilen ve polyester gibi higroskobik olmayan elyafların nem kazanımı ve absorbe etme oranları düşük miktarlardadır. Bunun nedeni ise aktif gruplarının çok az miktarda olması ya da hiç mevcut olmamasıdır**[14].**

Li ve Luo, değişik elyaflardan üretilen higroskobik kumaşlarda dinamik nem difüzyonunu araştırmışlardır. Pamuk, polipropilen ve yün gibi değişik kumaşların denendiği çalışmada yün, en fazla su buharı soğurması göstermiştir. Kumaşlar arasındaki su buharı alımı farklılıkları, soğurma süresiyle ve kumaşların higroskobite seviyelerine göre şekillenmiştir. Sonuçlarda higroskobik ya da az higroskobik elyafların dinamik nem transferi konusunda elyaflardan çok daha farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Yün ve pamuk gibi yüksek higroskobik kumaşların, akrilik ve polipropilene göre çevreyle daha çok enerji ve kütle değişimi gösterdiği görülmüştür**[10].**

Ayrıca Crow ve Osczevski' nin su ve bir çeşit kumaşın arasında etkileşim üzerine yaptığı araştırmalarda her çeşit kumaşın su alımıyla kumaş kalınlığının arasında ciddi bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra Crow ve Osczevski, bir tabakadan diğerine kılcal olarak iletilen su miktarının delik ebatlarıyla ve hacimleriyle ilgili olduğunu da eklemişlerdir**[16].**

Araştırmaların geneline bakıldığında genel olarak pamuk ve yün üzerine yapılmıştır. Bu deneylerin amacı da süt lifinin konfor özellikleriyle ilgili literatür boşluğunu doldurmaktır.

# 3. DENEYSEL ÇALIŞMA

Deneysel çalışmada öncelikle 30 Nm numarada % 100 süt, % 100 viskon ve % 100 pamuk iplikleri temin edilmiştir. Daha sonra yuvarlak örgü tipi makinede ve aynı sıkılık ayarlarında, gevşek ve sıkı ayarlarda olmak üzere 6 çeşit örgü kumaş üretilmiştir.

Testleri tamamen dinlendirilmiş ve relakse edilmiş kumaş numuneleri üzerinde yapmak için kumaşlar 5 kez yıkama ve kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Yıkama işlemi $60^0$C'de yapılmıştır. kumaşlar elde edilerek, kumaşların iç gerilimleri ortadan kaldırılmıştır.

## 3.1. Malzeme

Deneyde kullanılan kumaşların kısaltmaları Çizelge 3.1'de gösterilmiştir. Standart nem ve sıcaklık koşullarına göre malzemeler deneylerde kullanılmıştır. Bu koşullar %65 bağıl nem ve sıcaklık olarak 20 derece olarak sağlanmıştır.

**Çizelge 3.1 :** Deneyde kullanılan kumaşların kısaltma kodları.

| | |
|---|---|
| 30 Nm gevşek ayar viskon örgü kumaş | Vis Gev |
| 30 Nm sıkı ayar viskon örgü kumaş | Vis Sıkı |
| 30 Nm gevşek ayar süt örgü kumaş | SL Gev |
| 30 Nm sıkı ayar süt örgü kumaş | SL Sıkı |
| 30 Nm gevşek ayar pamuk örgü kumaş | CO Gev |
| 30 Nm sıkı ayar pamuk örgü kumaş | CO Sıkı |

### 3.2. Cihaz Ve Aletler

#### 3.2.1. İplik numarası ölçümü için cihaz ve aletler

- Hassas terazi
- Cetvel
- İğne
- Zweigle Devotrans Tester

#### 3.2.2. Gramaj ölçümü için cihaz ve aletler

- Elektronik tartı
- 1 $dm^2$'lik dairesel kesim cihazı

#### 3.2.3. Çubuk ve sıra sıkılığı için cihaz ve aletler

- Loop
- İğne
- Cetvel

#### 3.2.4. İlmek iplik uzunluğu için cihaz ve aletler

- Cetvel
- Makas
- Ağırlık
- Kalem

#### 3.2.5. Kumaş kalınlığı için cihaz ve aletler

- RXB Cloth Thickness Tester
- Makas

#### 3.2.6. Patlama mukavemeti için cihaz ve aletler

- Pachang Patlama Mukavemeti Ölçüm Cihazı

#### 3.2.7. Aşınma dayanımı için cihaz ve aletler

- 9 kPa basınç
- Martindale Aşındırma Test Cihazı

### 3.2.8. Boncuklaşma ölçümü için cihaz ve aletler

- Kutulu Boncuklanma test cihazı
- Tutturma mastarı
- Şablon,125 mm x125 mm boyutlarında
- Dikiş makinesi
- Piliskop

### 3.2.9. Boyutsal stabilite ölçümü için cihaz ve aletler

- Çamaşır makinesi
- Yaylı sergi
- İşaretçi kalem

### 3.2.10. Kılcal ıslanma testleri için cihaz ve aletler

- Su haznesi
- Cetvel
- Elektronik tartı
- Kronometre

### 3.2.11. Kuruma hızı testi için cihaz ve aletler

- Saf su
- Kronometre
- Hassas elektronik tartı

## 3.3. Kumaşlara Uygulanan Performans Ve Konfor Testleri

### 3.3.1. İplik numarası tayini

Kumaşlarda kullanılan iplik numaralarını tespit etmek için TS 254 standardı kullanılmıştır.Bu test için Zweigle firmasının Devotrans test cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz bobin hazneleri ve çıkırıktan ibarettir. Çıkrık döndürüldüğünde bir turu 1 metredir. Bobin haznelerine iplikler yerleştirildikten sonra her numune için çıkrık

100 tur çevrilmiştir. Daha sonra alınan numune hassas terazide tartılarak ağırlığı kaydedilmiştir. Bu işlem 10 adet numune için tekrarlanmıştır. Buna göre iplik numarası ortalaması hesaplanmıştır.

### 3.3.2. Kumaş iplik kopma dayanımı ve kopma uzaması ölçümü

Bu deneyde EN ISO 2062 ( 250 mm x 250 mm) standartı uygulanmıştır. Makine bu test için cihaz çene aralığını otomatik olarak her numune için 25 santimetre ayarlamaktadır. Titan$^2$ test cihazında gerçekleşen deney için süt, viskon ve pamuk kumaşlarından ayrı ayrı, boyu 25 santimetreden fazla 20'şer numune alınmıştır. Gerdirme suretiyle 25 santimetreden başlayarak iplik numuneleri gerdirilip kopma anındaki kopma kuvveti CN olarak kopma uzaması da yüzdesel olarak ifade edilmiştir.

### 3.3.3. Kumaş ilmek iplik uzunluğu ölçümü

Bu deneyde TSE EN 14971 standardı kullanılmıştır. 50 çubukluk bir genişlik ilmek sırası hizasında işaretlenip dikkatli bir şekilde bu bölge kesilmiştir. Bu bölgeden iplikler sökülüp uçları kıstırılarak ve altına 10 gramlık bir kütle asılarak iplik kıvrımlarının en uygun şekilde açılması sağlanmıştır. İpliklerin gerdirilmesinin ardından ölçülen uzunluğun 50'ye bölünmesiyle her bir ilmeğin iplik uzunluğu hesaplanmıştır.

### 3.3.4. Kumaş çubuk ve sıra sıklığı tayini

Bu deneyde TS 250 EN 1049-2 standardı kullanılmıştır. Düzgünce serilen kumaşın en az 5 farklı yerinden çubuk ve sıra sıklığı ölçülmüştür. Bu işlem için büyüteç altı çerçevesinin milimetrik ölçeği, ilmek sıra ve çubuklarıyla dik olacak şekilde yerleştirilmiş ve 1 santimetredeki çubukla sıra sayıları hesaplanmıştır.Yapılan 5 farklı bölgedeki sayımların ortalaması, her bir kumaşın ortalama çubuk ve sıra sıklıklarını vermektedir. Dokuma bir kumaşın yüzeyi atkı ve çözgü ipliklerinden oluşmaktadır. Burada atkı ve çözgü yönündeki iplik sıklığını tespit edilmesi hedeflenmiştir. Sıklığı tespit etmek önemlidir. Çünkü bir dokuda sıklık, kumaşın hava geçirgenliği, kumaşın tutumu, birim ağırlığı ve düzgün stabil bir yüzey gibi fiziksel bazı özellikleri etkileyebildiği gibi, birim alandaki iplik sıklığınca iplik numarasının tahmini gibi detaylar hakkında yön gösterebilecek bir kavramdır.

### 3.3.5. Kumaş kalınlığı

Bu testte RXB Cloth Thickness Tester adlı James Heal firmasına ait cihaz kullanılmıştır. Öncelikle ortadaki mesafe ibresi sıfıra getirilmiştir. 30X30 milimetre ölçülerinde kare şeklinde alınan 6 farklı numune, 10 gr/ $cm^2$ basınç altında sıkıştırılmaya başlanmış ve ışığın ilk yandığı anda kalınlık ibreden okunmuştur**.**

### 3.3.6. Gramaj ölçümü

Üretilen numunelerin gramaj ölçümleri TS 251 standardına göre yapılmıştır. Standart gereğince numunelerin her birinin farklı bölgelerinden 5 adet numune alınmıştır. 1 $dm^2$ dairesel alana sahip kesici bıçak kullanılarak her bir kumaş için 5 farklı numune alınıp 1/100 hassasiyette ölçüm yapan elektronik tartı tarafından tartılmıştır. Bu sonuçların ortalaması alınmış ve sonuçlar 100 ile çarpılarak kumaşların gramajları hesaplanmıştır.

Kumaş gramajı; mukavemet, hidrofil özelliği, kumaş sıklıkları, örgü tipi, yumuşaklık gibi pek çok performans özelliğinde önemli rol oynamaktadır. Genel olarak kumaşlar kullanım yerleri ve kullanım koşullarına göre farklı ağırlıklarda olması istenir. Örneğin gazlı bezlerin metre ağırlığı 30 gr/$m^2$, penyelerin 80-120 gr/$m^2$, elbiselik kumaşların 200-250 gr/$m^2$, ve kaplamalı kumaşların ise 400 gr/$m^2$ civarında gramajlara sahip olmaları beklenir.

### 3.3.7. Kumaşlarda patlama mukavemetinin ölçülmesi

Sonuçlar TS 393 standardına göre yapılmıştır. 50 $cm^2$ alana yayılarak Pachang patlama mukavemeti ölçüm cihazında 5 kg/$cm^2$ basınç uygulanarak pnömatik çalışma sistemiyle kumaşın 3 ayrı yerinde patlama yapılarak kumaşın patlamaya karşı mukavemeti hesaplanmıştır. Daha fazla basıncın tercih edilmeme sebebi de makineye zarar vermeme kaynaklıdır. Çıkan 3 sonucun ortalaması alınarak kumaşların patlama mukavemeti değerine ulaşılmıştır.

Patlama mukavemeti, aynı anda çeşitli yönlerden kuvvet etkisi altında kalan tekstil ürünlerinin mukavemetini ölçebilecek bir test metodudur. Örgü kumaşları, dokunmuş kumaşlara, dokusuz yüzeylere ve lamine kumaşlara uygulanabilir. Özellikle paraşüt kumaşları, filtre bezleri, çuval ve ağ gibi bezler için patlama mukavemeti son derece önemlidir. Ayrıca şartlandırılmış veya ıslatılmış deney numuneleri için de uygundur.

### 3.3.8. Martindale metoduyla kumaşlarda aşınma dayanımının tayini

Martindale metodu BS 5690 standardına göre Martindale aşınma cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Bu deneyde belirli bir yük altında kumaşın aşındırıcı yüzey ile standart kumaş, bir Lissajous deseni oluşturan öteleme hareketi ile birbirine sürttürülerek aşındırılır. Bu deney için iki aşındırma yük parametresi standartlarda tanımlanmaktadır.

- İş kıyafetleri, döşemelik, yatak ve nevresim ile teknik kullanım amaçlı kumaşlar için (795±7 gr) 12 kPa'lık anma basıncı veya
- Diğer ev tekstili kumaşlar ve konfeksiyon ürünü kumaşlar için (595±7 gr) 9 kPa'lık anma basıncı uygulanmaktadır.

Aşınma, herhangi bir materyalin başka bir yüzeye sürtünmesi sonucu oluşan deformasyondur. Aşınma neticesinde kumaşın mukavemet özelliklerinde, gramajında, kalınlığında, hava geçirgenliği gibi özelliklerinde azalmalar görülür. Kumaş renginde değişimler ve kumaş yüzeyinde boncuklanma görülür. Kumaşların aşınma olayına karşı gösterdikleri direnci etkileyen pek çok parametre bulunmaktadır. Bu parametreler genel olarak lif çeşitleri ve özellikleri, iplik yapısı ve kumaş yapısı olarak söylenebilir. Kumaş aşınma dayanımını ölçmek için değişik metotlar vardır. Bunlardan ikincisi, kütle kaybının tayini testidir. Amaç, dokusuz yüzeyler de dahil bütün tekstil kumaşlarının kütle kaybına göre aşınmaya karşı dayanımını tespit etmektir. Ayrıca deney parçaları anormal yüzey değişimine, düğümlenme veya boncuklanma, buruşuklanma gibi olumsuzluklara karşı denetlenmelidir. Böyle bir değişim olduğunda deney parçaları reddedilir. Şekil 3.1'de Martindale aşındırma cihazı görülmektedir.



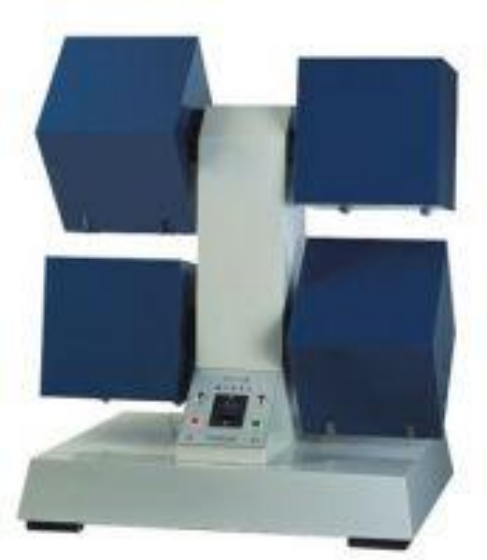

**Şekil 3.1:** Martindale aşındırma cihazı.

### 3.3.9. Kumaşlarda boncuklaşma testi

Boncuklaşma deneyi için EN-ISO 13937-1 standardı kullanılmıştır. 6 tane numune kare 11X11 santimetre kare şeklinde kesilerek ters yüzünden kenardan 1'er santimetre uzak noktasından dikilmiştir ve numuneler tekrar yüzüne çevrilip fazlalık malzemeleri alınması maksadıyla, makasla üst ve alt tarafından çıkan çıkıntılar temizlenmiştir. Daha sonra numuneler boncuklaşma bobinine geçirilerek ve elektrik bandıyla kapatılarak numunelerin tüy dökme ihtimali engellenmeye çalışılmıştır. Kutuların temizliği kontrol edilerek makine devri 7200 devre ayarlanıp test gerçekleştirilmiştir. Testin gerçekleştirildiği cihazın ismi de ICI Pilling Box olarak kaydedilmiştir. Bu cihaz da Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Test sonucunda Lite-box makinesinde D65 gün ışığında 45 derecelik açıyla 1-5 değerlendirme rakamları arasında standart resimlere bakılarak numuneler değerlendirilmiştir. Test sonuçları Çizelge 3.2'ye göre birden fazla kişinin gözlemiyle karara bağlanmıştır.

**Çizelge 3.2 :** Boncuklaşma değer tablosu

| Derece | Tanım |
|---|---|
| **5** | Değişme yok |
| **4** | Hafif bir tüylenme veya kısmen oluşmuş bir boncuklaşma |
| **3** | Orta derece oluşup kumaş yüzeyini kaplayan boncuklaşma |
| **2** | Belirgin bir boncuklaşma. Kumaşın belirgin bir bölümünü kaplayan boncuklaşma |
| **1** | Çok kötü boncuklaşma |



**Şekil 3.2 :** ICI boncuklanma cihazı.

### 3.3.10. Kuruma hızı deneyi

Bu test için Coplan'ın yaptığı çalışmalar baz alınmıştır **[23].** 8X16 santimetre ebadında kesilen numunelerin ağırlıkları tespit edilmiştir. Daha sonra saf su içinde yarım saat bekletilerek tamamen ıslanması ve üzerinde hiç hava kabarcığı kalmaması sağlanmıştır. Sudan çıkarılan numuneler hafifçe sıkılarak kalan suyun uzaklaştırılması için numunelerin her iki yüzü ikişer dakika kurutma kağıdının üzerinde bekletilmiştir. Fazla suyu alınan kumaşlar, ıslak ağırlığı tespit edildikten sonra, kurumaları için standart atmosfer şartlarında kuruma telleri üzerine serilmiştir. Saatte bir alınan ağırlık ölçümleri yardımıyla kumaştaki fazla nem miktarının oranı tespit edilmiştir. Kumaşlar %1'lik fazla nem seviyesinde kuru kabul edilmiş ve bu seviyeye karşılık gelen zamanın süresi tespit edilmiştir.

### 3.3.11. Kılcal ıslanma deneyi

#### 3.3.11.1. Transfer kılcal ıslanma deneyi

Transfer ıslanma testi için, tam bir standart bulunmadığı için Zhuang ve arkadaşlarının kullandıkları test yöntemi esas alınmıştır **[15].** Bunun için 7.45 santimetre çapında dairesel numuneler hazırlanmıştır. Aynı kumaştan kesilen iki parçadan biri ıslatılıp fazla suyu kurutma kağıdıyla alındıktan sonra yavaş tabaka olarak ön yüzü üstte kalacak şekilde zemine yerleştirilmiştir. Kuru kalan kumaş da yine önyüzü üstte kalacak şekilde yaş tabakanın üzerine konulduktan sonra en üste sabit bir basınç sağlaması açısından bir ağırlık konulmuştur. Kullanılan ağırlık, Zhauang'ın çalışmasında belirttiği optimum aralık içinde bulunan 15.6 $kg/m^2$ lık bir ağırlık seçilmiştir. 5,10,15,20,25,30. dakikalarda olmak üzere toplam 8 ölçüm kaydedilmiştir.

#### 3.3.11.2. Dikey Kılcal Islanma Test Deneyi

Testler DIN 53924 nolu standarda göre yapılmıştır. Numuneler 25X20 milimetre ebatlarında şeritler halinde kumaşın boyu ve eni yönlerinde olmak üzere hazırlanmıştır. Kumaşların üzerine ölçüm kolaylığı için mesafeler işaretlenmiştir. İçine saf su konmuş bir kabın üstünde numuneler suya 3 milimetre dalacak şekilde sabitlenmiştir. 30. saniyede ve 1,2,3,4,5. dakikalarda suyun kumaş üzerinde yükseldiği noktalar okunarak 5 dakika sonunda suyun yükselme mesafesi tespit edilmiştir.

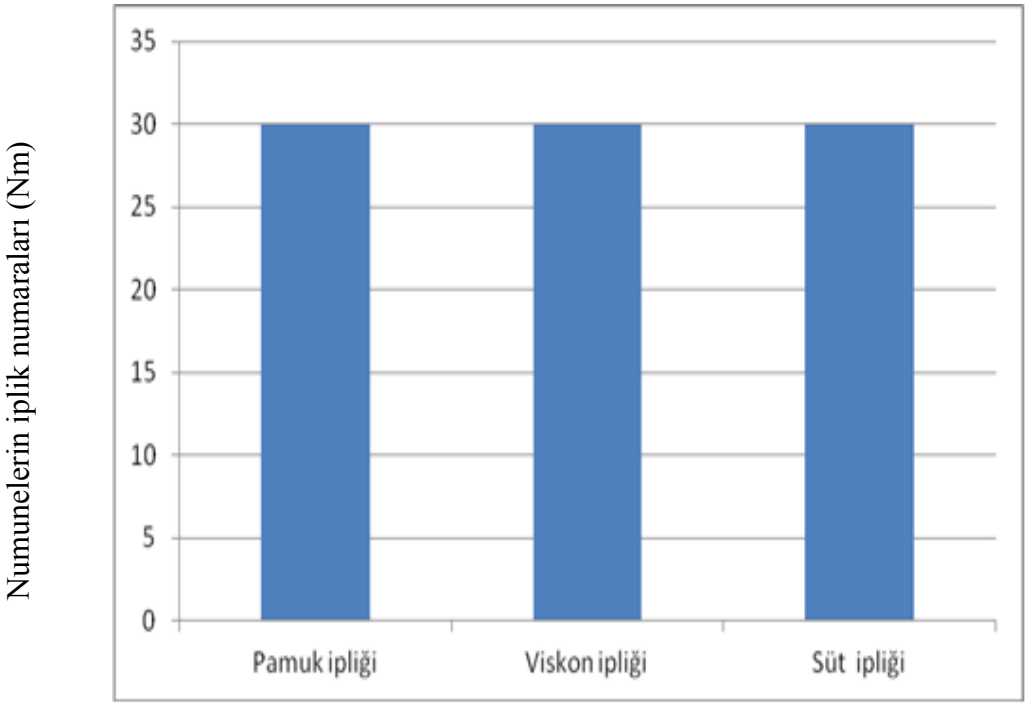
# 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

## 4.1. İplik Numarası Belirleme Deney Sonuçları

İplikler 30 Nm olarak temin edilmiştir, ancak ipliklerin gerçek numarasının tesbit edilmesi amacıyla iplik numara tayini yapılmıştır. Çizelge 4.1'de kumaşların üretiminde kullanılan iplik numarası sonuçları verilmiştir. Şekil 4.1'de de bu sonuçlar grafik halinde gösterilmektedir.

**Çizelge 4.1 :** İplik numarası ölçme deney sonuçları.

| | |
|---|---|
| **Pamuk ipliği** | 30,674 Nm |
| **Viskon ipliği** | 30,232 Nm |
| **Süt ipliği** | 30,147 Nm |




**Şekil 4.1 :** Numunelerin iplik numaraları.

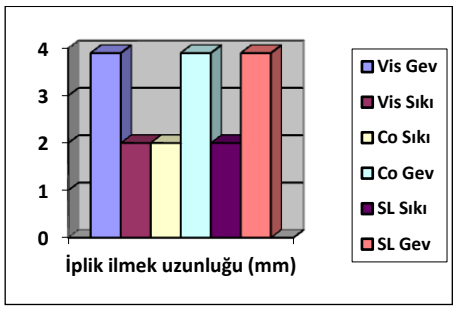
Grafikte de görüldüğü üzere süt , viskoz ve pamuk iplerinin numaraları aynıdır. Bu da tüm deney boyunca aynı numara iplik kullanıldığının göstergesidir.

## 4.2. Kumaş İlmek İplik Uzunluğu Testi Sonuçları

Çizelge 4.2'de numunelerin ilmek iplik uzunluğu mm cinsinden gösterilmektedir. Şekil 4.2'de de ilmek iplik uzunluğu sonuçları grafik halinde gösterilmiştir.

**Çizelge 4.2 :** İlmek iplik uzunluğu testi sonuçları.

| | **İlmek iplik uzunluğu (mm)** |
|---|---|
| **Vis Gev** | 3.917 |
| **Vis Sıkı** | 2,029 |
| **Co Gev** | 3,931 |
| **Co Sıkı** | 2,020 |
| **SL Gev** | 3,938 |
| **SL Sıkı** | 2,042 |




**Şekil 4.2 :** İlmek iplik uzunluğu testi sonuçları.

Kumaşların performans ve konfor özelliklerini birbiri ile kıyaslamak için kumaşlar aynı makine ayarlarında örülmüştür. Ancak, kumaşların ilmek iplik uzunlukları da tayin edilerek, arlarında önemli bir fark olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır.Yukarıda da görüleceği üzere, gevşek ve sıkı örülen kumaşların deneyden önce seçilmesi için yapılan ölçümlerden biri olan ilmek iplik uzunluğu testinin sonuçlarına göre, sıkı ve gevşek ayarda üretilen kumaşların iplik ilmek uzunlukları birbirine yakın seviyededir.

## 4.3. İplik Kopma Dayanımı Ve Kopma Uzaması Sonuçları

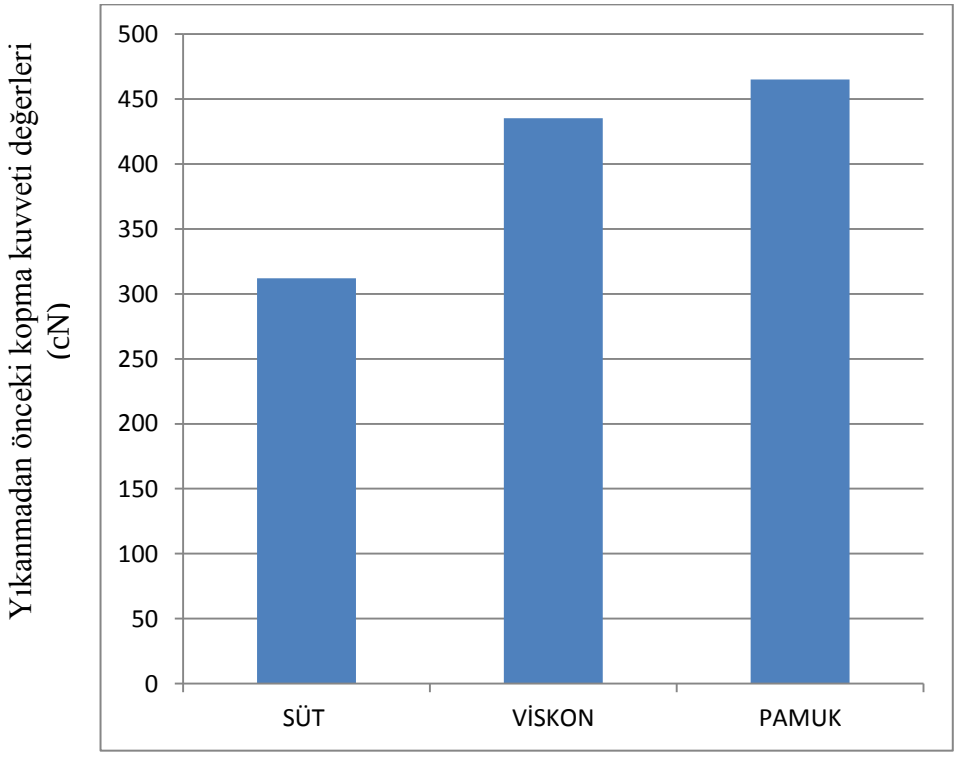
Çizelge 4.3'te ipliklerin yıkanmadan önceki kopma anındaki kuvvet değerleri ve kopma uzaması, Çizelge 4.4'te ise yıkandıktan sonraki değerler gösterilmiştir. Şekil 4.3 ve 4.4'te yıkandıktan önceki kopma kuvvetleri ve uzaması, Şekil 4.5 ve 4.6'da ise kumaşlar yıkandıktan sonraki iplik kopma kuvvetleri ve uzaması kaydedilmiştir.

**Çizelge 4.3 :** Yıkanmadan önce ipliklerin kopma mukavemeti ve uzama sonuçları.

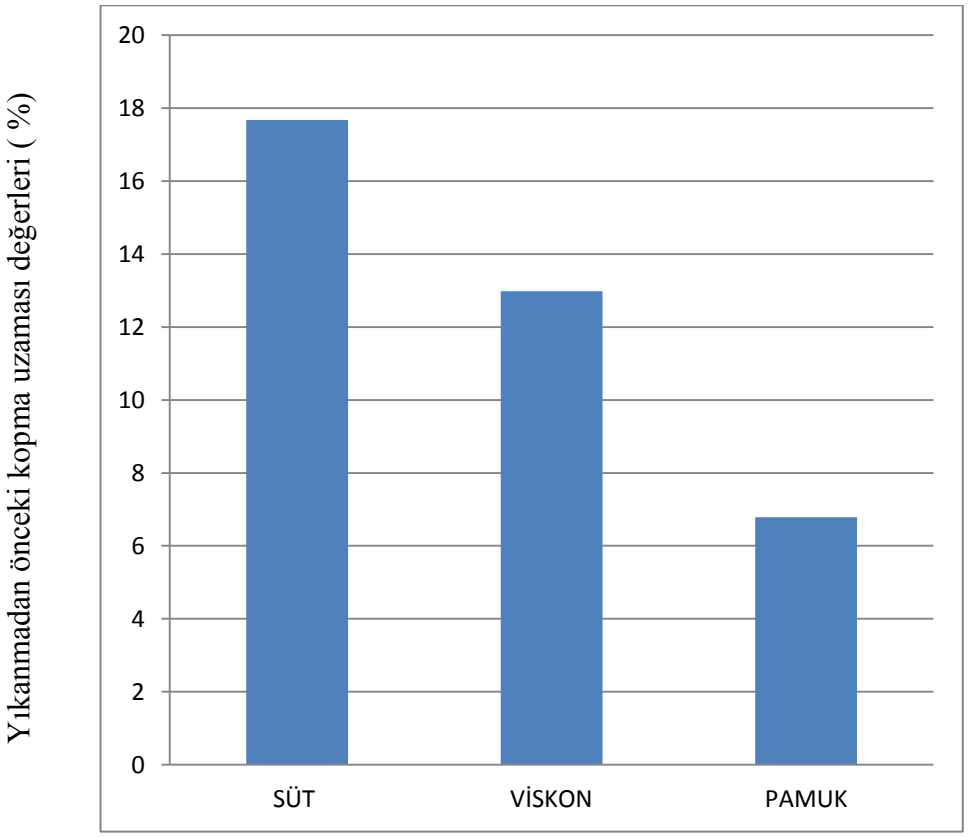
| | Süt | Viskon | Pamuk | | Süt | Viskon | Pamuk |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kopma kuvveti ( CN) | 344 | 486 | 501 | Kopma uzaması (%) | 17,33 | 12,67 | 6,34 |
| | 356 | 442 | 478 | | 17,22 | 12,83 | 6,42 |
| | 335 | 443 | 447 | | 18,47 | 13,23 | 7,2 |
| | 261 | 417 | 466 | | 18,17 | 14,13 | 7,14 |
| | 218 | 401 | 479 | | 16,74 | 14,32 | 7,27 |
| | 278 | 370 | 492 | | 16,12 | 12,14 | 6,72 |
| | 265 | 413 | 505 | | 18,22 | 13,14 | 6,23 |
| | 285 | 454 | 435 | | 17,34 | 12,48 | 7,12 |
| | 276 | 394 | 474 | | 17,44 | 12,57 | 7,34 |
| | 349 | 470 | 542 | | 17,88 | 12,33 | 7,21 |
| | 333 | 481 | 492 | | 17,43 | 13,12 | 7,23 |
| | 304 | 445 | 484 | | 18,12 | 12,88 | 6,84 |
| | 333 | 423 | 543 | | 18,24 | 12,94 | 6,83 |
| | 304 | 446 | 437 | | 18,34 | 13,15 | 7,12 |
| | 333 | 429 | 428 | | 18,11 | 13,83 | 7,35 |
| | 304 | 436 | 431 | | 18,04 | 12,1 | 6,54 |
| | 333 | 440 | 440 | | 18,05 | 13,22 | 6,95 |
| | 413 | 471 | 436 | | 17,23 | 12,76 | 7,22 |
| | 341 | 434 | 437 | | 17,08 | 12,64 | 5,67 |
| | 276 | 409 | 447 | | 16,78 | 12,34 | 6,21 |
| | 333 | 435 | 421 | | 17,23 | 12,56 | 6,12 |
| | 294 | 420 | 433 | | 17,15 | 14,12 | 6,14 |
| Ortalama | 312,181818 | 434,5 | 465,818 | | 17,68 | 12,9773 | 6,78227 |
| CV(%) | 13,39 | 6,53 | 9,31 | | 2,85 | 4,91 | 7,28 |

**Çizelge 4.4:** Yıkandıktan sonra ipliklerin kopma mukavemeti ve uzaması sonuçları.

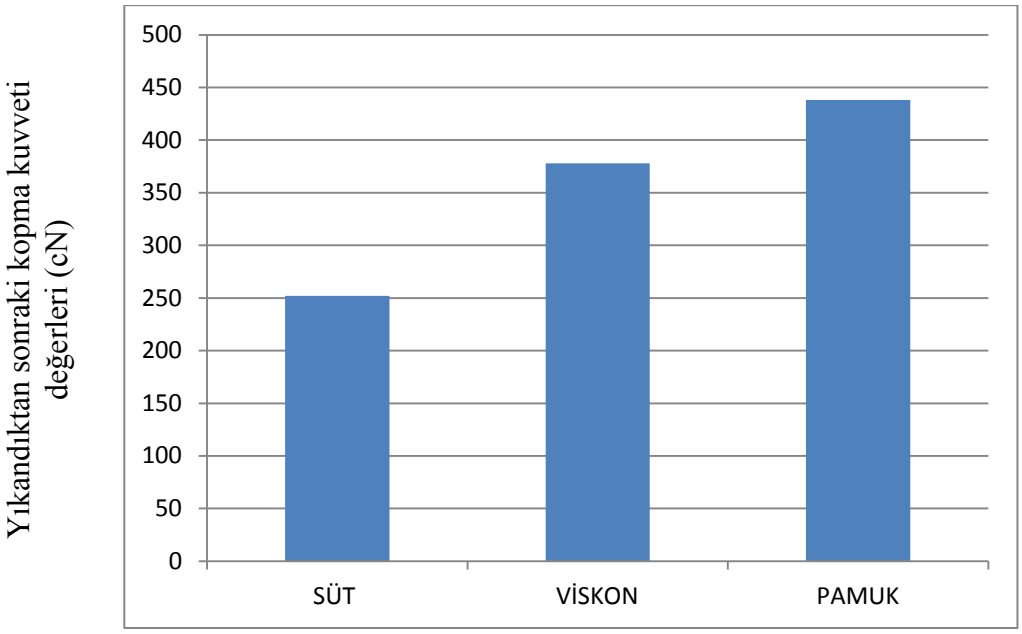
| | Süt | Viskon | Pamuk | | Süt | Viskon | Pamuk |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 275 | 423 | 445 | | 32.98 | 13.64 | 7,22 |
| | 285 | 384 | 425 | | 23.34 | 15.55 | 7,38 |
| | 268 | 385 | 397 | | 23.34 | 15.46 | 8,32 |
| | 209 | 363 | 416 | | 19.75 | 15.04 | 8,21 |
| | 174 | 349 | 428 | | 17.92 | 14.59 | 8,14 |
| | 222 | 322 | 439 | | 20.63 | 13.9 | 7,56 |
| | 212 | 359 | 451 | | 20.97 | 14.33 | 8,22 |
| | 228 | 395 | 388 | | 24.13 | 14.77 | 7,12 |
| | 221 | 343 | 423 | | 18.11 | 13.11 | 7,14 |
| Kopma kuvveti (CN) | 279 | 409 | 484 | Kopma uzaması (%) | 14.07 | 16.34 | 7,28 |
| | 266 | 418 | 439 | | 24.92 | 15.29 | 8,3 |
| | 243 | 387 | 432 | | 23.34 | 14.77 | 8,15 |
| | 266 | 368 | 485 | | 22.91 | 14.22 | 8,8 |
| | 243 | 388 | 390 | | 24.82 | 14.45 | 8,33 |
| | 266 | 373 | 382 | | 23.34 | 14.32 | 8,41 |
| | 330 | 379 | 384 | | 22.21 | 14.20 | 7,48 |
| | 273 | 383 | 393 | | 22.64 | 14.39 | 7,4 |
| | 221 | 410 | 389 | | 21.25 | 14.73 | 7,7 |
| | 266 | 377 | 399 | | 21.08 | 14.25 | 8,4 |
| | 235 | 356 | 376 | | 22.20 | 14.80 | 8,8 |
| | 252 | 378 | 387 | | 21.58 | 15.23 | 8,6 |
| Ortalama | 252 CN | 378 CN | 438 CN | Ortalama | 22.20 | 14,73 | 7,95048 |
| CV % | 15,2 | 6,6 | 7,4 | CV (%) | 16.9 | 5,92 | 7,04 |



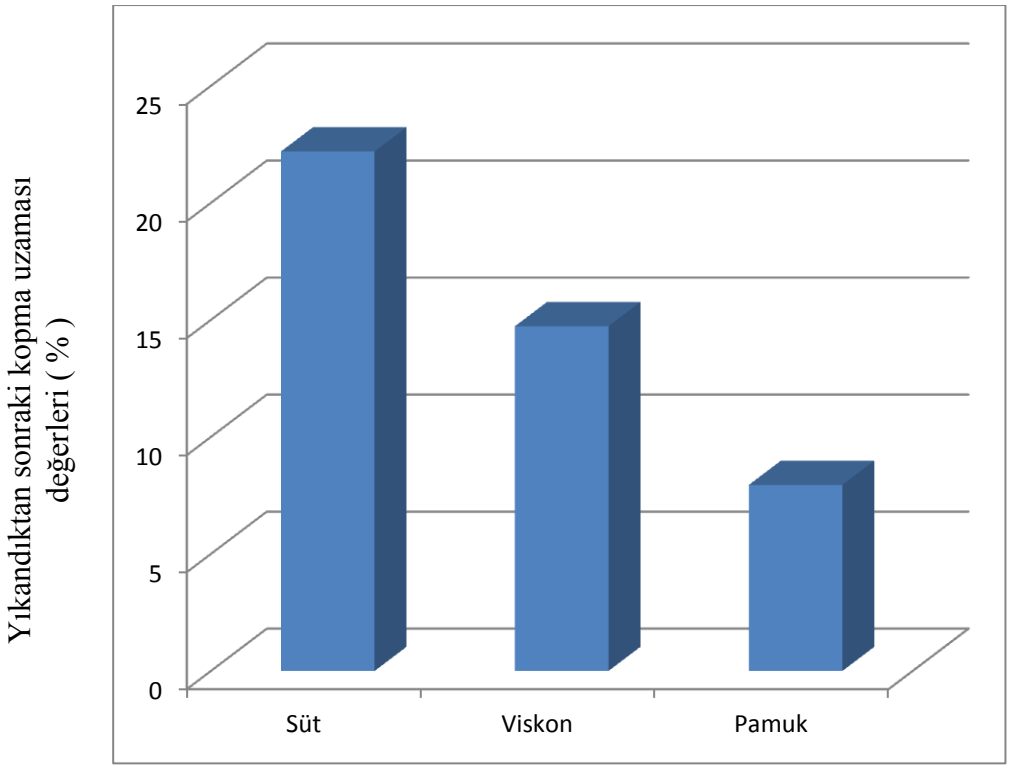

**Şekil 4.3 :** Yıkanmadan önceki kopma kuvveti değerleri.




**Şekil 4.4 :** Yıkanmadan önceki kopma uzaması değerleri.




**Şekil 4.5 :** Yıkandıktan sonraki kopma kuvveti değerleri.




**Şekil 4.6 :** Yıkandıktan sonraki kopma uzaması değerleri.

Deney sonuçlarından ve grafiklerden de anlaşılacağı üzere alınan pamuk ipliğinin kopma mukavemeti diğerlerine göre daha yüksektir. Pamuğu sırayla viskon ve süt lifi iplikleri takip etmiştir. Süt lifi ipliğinin kopma kuvveti pamuğun hemen hemen yarısı seviyesindedir. Bununla beraber en yüksek kopma uzaması oranının da süt lifi ipliğinde olduğu görülmektedir.

### 4.4. Kumaş Gramaj Ölçümü, Çubuk Ve Sıra Sıklığı Sonuçları

Kumaş gramajı, mukavemet, hidrofil özelliği, kumaş sıklıkları, örgü tipi, yumuşaklık gibi pek çok performans özelliğinde önemli rol oynadığı için gramaj ölçümü alınmıştır. 1 $dm^2$'lik kesici hızar kullanılarak her bir kumaş için 5 farklı numune alınmış ve 1/100 hassasiyette ölçüm yapan elektronik tartı tarafından tartılmıştır. Sonuçların ortalaması alınarak 100'le çarpılıp ortalama gramaj değerleri bulunmuştur. Genel olarak diğer kumaşlara kıyasen süt lifinin gramajına göre hangi alanlarda kullanıma açık olabileceği ve su absorpsiyon oranları arasında bir ilişki bulunması hedeflenmiştir.

Bununla birlikte yıkanmamış halde ilmek sıkılıklarının çubuk ve sıra yönünde aynı sayıda olduğu tespit edilirken, yıkandıktan sonra yapılan ölçümlerle boyutsal stabilite değişim oranları ve lif şişme oranları arasında bir korelasyon kurulmaya çalışılıp nem absorbe oranlarıyla ilgili de bir bağıntı kurulabilmesi hedeflenmiştir.

Numunelerin yıkama ve kurutma işleminden önce ilmek sıklık ve gramaj değerleri Çizelge 4.5'teki gibidir**.**

**Çizelge 4.5 :** Kumaşların yıkama işleminden önce ilmek sıklık ve gramaj değerleri.

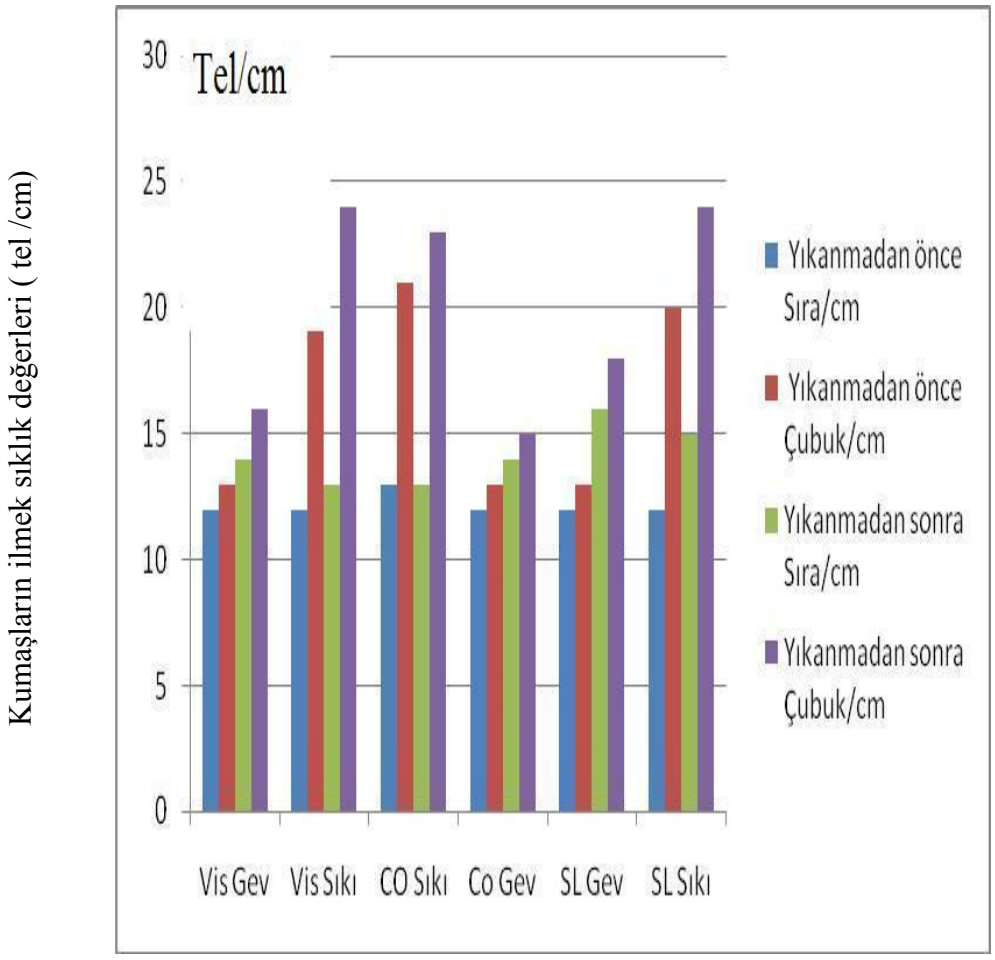
| Numune | İlmek sıklığı | | Gramaj | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | İlmek sırası/cm | İlmek çubuğu/cm | 1.ölçüm | 2.ölçüm | 3.ölçüm | Ortalama ( gr/ $m^2$) |
| Vis Gev | 12 | 13 | 1,731 | 1,675 | 1,613 | 167,3 gr |
| Vis Sıkı | 12 | 20 | 2,17 | 2,174 | 2,07 | 213,9 gr |
| Co Gev | 12 | 13 | 1,534 | 1,661 | 1,647 | 161,4 gr |
| CO Sıkı | 13 | 21 | 1,998 | 1,902 | 1,878 | 192,6 gr |
| SL Gev | 12 | 13 | 1,791 | 1,697 | 1,644 | 171 gr |
| SL Sıkı | 12 | 20 | 2,123 | 2,17 | 2,078 | 212,36gr |

Numunelerin 5 yıkama ve kurutma işleminin ardından ilmek sıklık ve gramaj değerleri Çizelge 4.6'daki gibidir. Çizelge 4.6'ya bakılarak kumaşların sıra ve çubuk ilmek sıklıkları ve ortalama gramaj ölçüm sonuçları Çizelge 4.5 ile karşılaştırılarak veriler arasında yorum yapılmaya çalışılmıştır.

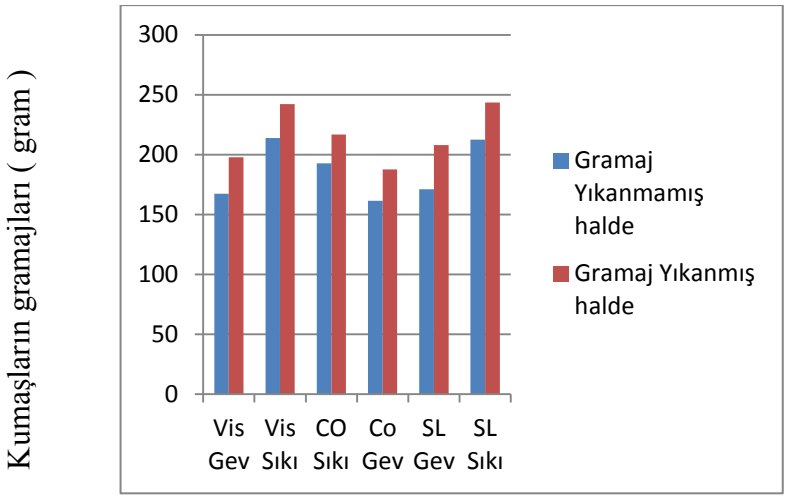
**Çizelge 4.6 :** Kumaşların yıkama işleminden sonra ilmek sıklık ve gramaj değerleri.

| Numune | İlmek sıklığı | | Gramaj |
|---|---|---|---|
| | İlmek sırası/cm | İlmek çubuğu/cm | Ortalama ($gr/m^2$) |
| Vis Gev | 14 | 16 | 197,7 gr |
| Vis Sıkı | 13 | 24 | 242,1 gr |
| Co Gev | 14 | 15 | 187,6 gr |
| CO Sıkı | 13 | 23 | 216,7 gr |
| SL Gev | 16 | 18 | 207,8 gr |
| SL Sıkı | 15 | 24 | 243,56gr |

Şekil 4.7'deki grafikte kumaşların ilmek sıklığı, yıkamadan önce ve yıkamadan sonra olmak üzere ifade edilmiştir. Şekil 4.8'de ise kumaşların gramajı yıkamadan önce ve sonra olmak üzere gram cinsinden ifade edilmiştir.




**Şekil 4.7 :** Kumaşların ilmek sıklık değerleri sonuçları.




**Şekil 4.8 :** Kumaşların gramaj değerleri sonucu.

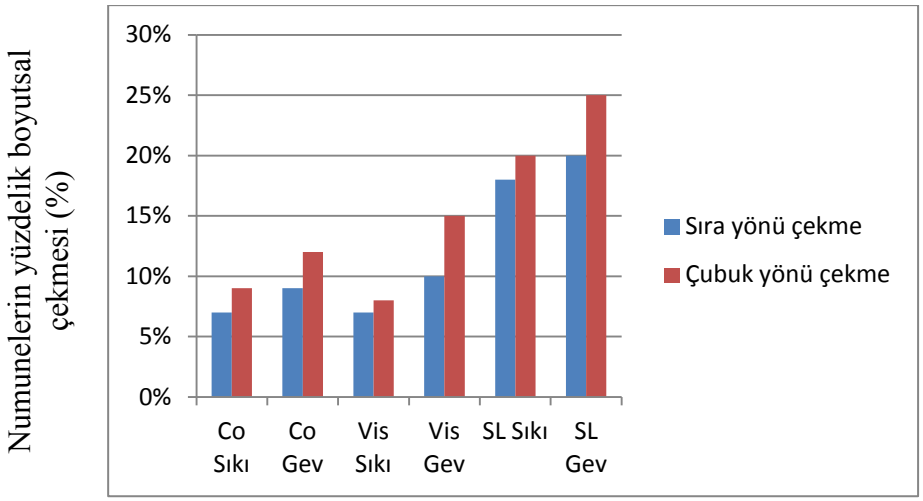
Grafik ve şekillerden de anlaşılacağı üzere kumaşlarda yıkandıktan sonra boyutsal stabilite değişiminden ötürü çubuk ve sıra sıklıklarında ve gramajlarda artışlar gözlenmektedir. Bu değişim kumaşlarda yıkama sonrası görülen boyutsal değişim ile açıklanabilir. Bir sonraki kısımda anlatıldığı üzere bütün kumaşlar yıkandıktan sonra çekmiştir. Doğal olarak boyutsal değişimin en fazla olduğu süt kumaşında bu maksimum derecede olmuştur. Bunun yanısıra gramaj artışı konusunda kumaşlarda birbiri aralarında büyük bir fark gözlemlenmemekle birlikte süt ve viskonun gramaj artışı değerlerinin birbirine yakın olduğu ve pamuktan daha yüksek olduğu görülmüştür.

## 4.5. Kumaş Boyutsal Stabilite Ölçümü

Çizelge 4.7'de kumaşların 5 yıkama sonrası enden ve boydan çekme oranları gösterilmektedir. Şekil 4.9'da ise bu sonuçlar grafik halinde gösterilmektedir.

**Çizelge 4.7:** Kumaşların 5 yıkama sonrası boyutsal değişim oranları.

| **Numuneler** | **Sıra yönü** | **Çubuk yönü** |
|---|---|---|
| **Co Sıkı** | %7 | %9 |
| **Co Gev** | %9 | %12 |
| **Vis Sıkı** | %7 | %8 |
| **Vis Gev** | %10 | %15 |
| **SL Sıkı** | %18 | %20 |
| **SL Gev** | %20 | %25 |




**Şekil 4.9 :** Numunelerin sıra yönünde ve çubuk yönünde 5 yıkama sonrası boyutsal değişim değerleri.

Grafikten de anlaşıldığı üzere, yıkama sonrası en fazla çeken kumaş süt lifi olmuştur. Viskon ve pamuktan üretilen kumaşların çekme oranları birbirlerine çok yakın olup sıkı konstrüksüyonlarda viskonun pamuğa göre daha çok çektiği, gevşek konstrüksiyonlarda ise pamuğun viskon kumaşına göre daha çok çektiği görülmektedir.

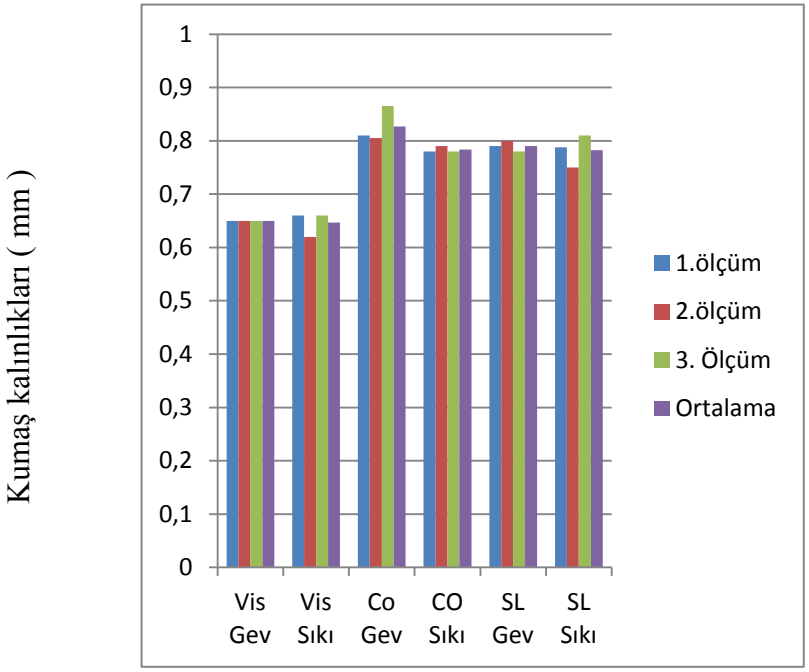
Yıkamadan sonra boyutsal değişimin başlıca nedenlerinden bir tanesi yıkama işlemi sonucunda lif ve dolayısıyla iplikteki şişmedir. Bu şişme sonucunda ipliğin kumaş içinde izlediği yol daha kavisli hale gelmekte ve kurumada sonra bu kavis eski haline dönememektedir. İpliğin daha uzun bir kısmı birim kumaş alanında yer almaktadır. Bu da kumaşta boyutsal değişime neden olmaktadır. Bir diğer neden ise yıkama ile kumaşlardaki gerginliklerin ortadan kalkması ve sonuç olarak kumaşta çekme veya uzama olmasıdır. Viskoz rayonu lifi su içinde pamuk lifine göre daha fazla şişme oranına sahiptir. Süt lifi ise kesit şeklide içerdiği boşluklar sebebiyle daha fazla şişmeye sahip olabilir. Bu şişme sonucunda süt lifinden üretilen kumaşlarda daha fazla çekme gözlenmektedir.

### 4.6. Kumaş Kalınlığı Ölçümü

Çizelge 4.8'de kumaşların her birinden 3 adet alınıp ayrı ayrı kumaş kalınlıkları ölçülmüş, daha sonra bunların ortalama değerleri alınmıştır. Şekil 4.10'da ise kumaşların tüm ölçümleri ve ortalamaları grafik halinde gösterilmiştir.

**Çizelge 4.8:** Kumaş kalınlığı ölçümü.

| Numuneler | 1.ölçüm (mm) | 2.ölçüm(mm) | 3.ölçüm(mm) | Ortalama(mm) |
|---|---|---|---|---|
| Vis Gev | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,651 |
| Vis Sıkı | 0,66 | 0,62 | 0,66 | 0,647 |
| Co Gev | 0,81 | 0,805 | 0,865 | 0,827 |
| CO Sıkı | 0,78 | 0,79 | 0,78 | 0,783 |
| SL Gev | 0,79 | 0,8 | 0,78 | 0,791 |
| SL Sıkı | 0,788 | 0,75 | 0,81 | 0,782 |




**Şekil 4.10 :** Kumaş kalınlık testi sonuçları.

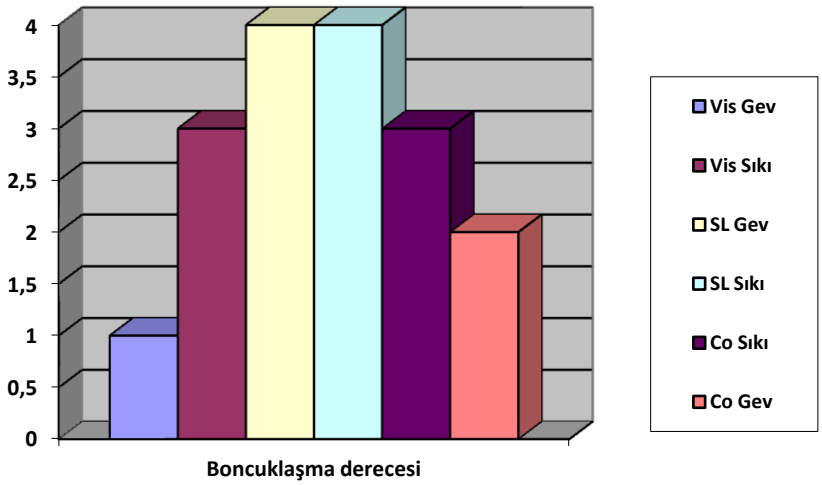
Deney sonuçlarına göre kullanılan test numuneleri arasında en kalın kumaş pamuklu kumaşlar, en inceleri de viskon kumaşı olmuştur. Kumaşların gevşek halleri, sıkı hallerine göre de daha yüksek kalınlık değerlerine sahiptir.

### 4.7. Kumaşların Boncuklaşma Miktarı Deneyi Sonuçları

Kumaşlarda görülen önemli bir kalite problemi olan boncuklaşma (pilling), farklı liflerden üretilen kumaşlarda farklı derecelerde görülmektedir. Süt lifinden üretilen kumaşların boncuklaşma değeri ölçülmüş ve pamuk ve viskon kumaşlara göre kıyaslanmıştır. Çizelge 4.9'da kumaşların boncuklaşma eğilimi derecelendirilmiştir. Şekil 4.11'de ise kumaşların boncuklaşma derecesi sonuçları grafik halinde gösterilmektedir.

**Çizelge 4.9:** Kumaşların boncuklaşma eğilimi test sonuçları.

| | **Boncuklaşma derecesi** |
|---|---|
| **Vis Gev** | 1 |
| **Vis Sıkı** | 3 |
| **SL Gev** | 4 |
| **SL Sıkı** | 4 |
| **Co Sıkı** | 3 |
| **Co Gev** | 2 |




**Şekil 4.11 :** Kumaşların boncuklaşma derecesi sonuçları.

Yukarıdaki grafikten de yorumlanabileceği üzere süt lifinden yapılan kumaş, viskon ve pamuklu kumaşlara göre hem gevşek hem de sıkı ayarlarda çok daha az boncuklaşma eğilimi göstermektedir. Bunun yanı sıra viskon kumaşın gevşek ayarlarda boncuklaşma eğilimi daha fazla görülmüştür. Pamuklu kumaşların ise aynı ayarlarda viskon kumaşlara göre boncuklaşma eğiliminin daha fazla olduğu fakat kötü derecesini aşamadığı görülmektedir. Sıkı ayarlarda viskon kumaş ile pamuklu kumaşların boncuklaşma eğilimleri hemen hemen aynı olup orta derecelerdedir. Şu da belirtilmelidir ki elektrik bandı sarılarak tüy dökümüne karşı alınan tedbirlerle birlikte SL Gev numunesinde aşırı tüylenme de görülmüştür. Boncuklaşma sonuçları kararlaştırılırken görsel kararların objektife yakın olması sebebiyle değerlendirme birden fazla kişiyle gerçekleştirilmiştir.

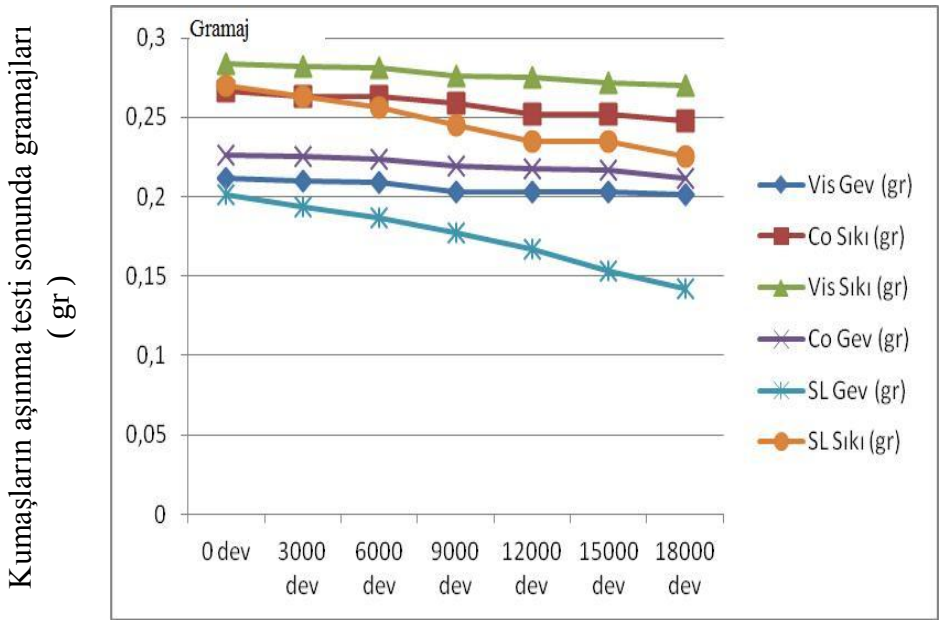
### 4.8. Martindale Metoduyla Kumaşlarda Aşınma Dayanımının Tayini

Kumaşların aşınma değerleri 18.000 devre kadar 3.000 devirde bir ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Çizelge 4.10'da bu sonuçlar gösterilmiştir. Şekil 4.12'de aşınma sonrası ağırlık değerleri çizgi grafik halinde gösterilmiştir. Şekil 4.13'de ise kumaşların ağırlıklarında olan kayıplar yüzdelik olarak sütun grafiği şeklinde yansıtılmıştır.

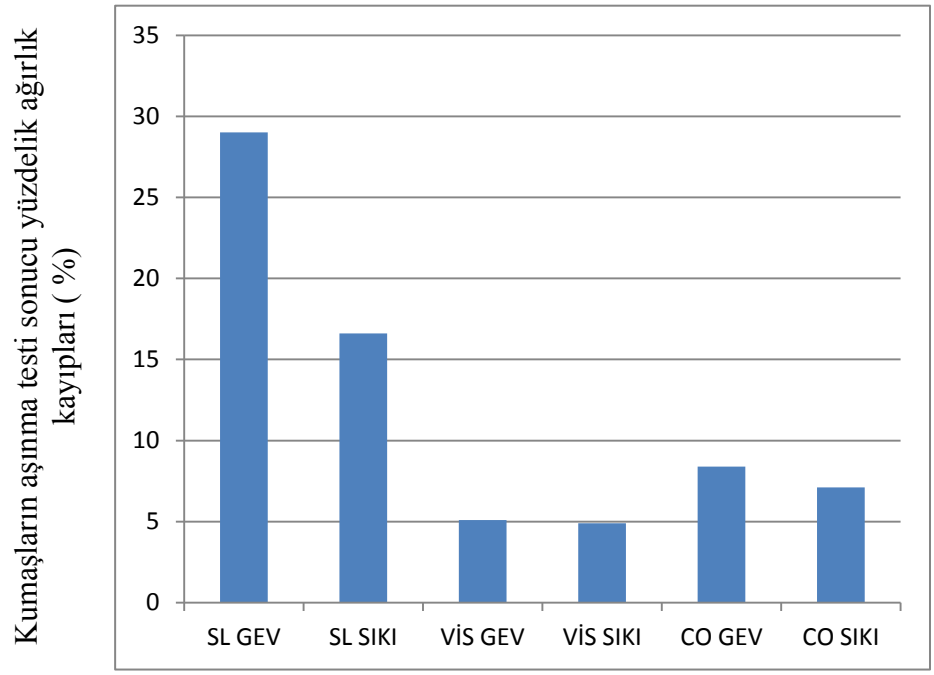
**Çizelge 4.10 :** Kumaşların aşınma testi sonuçları.

| Devir sayısı | SL Gev | SL Sıkı | VİS Gev | VİS Sıkı | CO Gev | CO Sıkı |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **0** | 0,201 gr | 0,270 gr | 0,212 gr | 0,284 gr | 0,226 gr | 0,267 gr |
| **3000 devir** | 0,194 gr | 0,263 gr | 0,210 gr | 0,282 gr | 0,221gr | 0,263 gr |
| **6000 devir** | 0,187 gr | 0,256 gr | 0,209 gr | 0,281 gr | 0,218 gr | 0,263 gr |
| **9000 devir** | 0,177 gr | 0,245 gr | 0,203 gr | 0,276 gr | 0,216 gr | 0,259 gr |
| **12000 devir** | 0,167 gr | 0,235 gr | 0,203 gr | 0,275 gr | 0,212 gr | 0,252 gr |
| **15000 devir** | 0,153 gr | 0,235 gr | 0,203 gr | 0,272 gr | 0,209 gr | 0,252 gr |
| **18000 devir** | 0,142 gr | 0,225 gr | 0,201 gr | 0,270 gr | 0,207 gr | 0,248 gr |

Çizelge 4.10'dan da görüleceği üzere kumaş sıkılığı veya gevşekliği, aşınma kaybı için önemli bir faktör olmuştur. Daha sıkı yapıda olan kumaşların aşınma dayanımın arttığı her kumaş tipi için görülmektedir. Viskon kumaşı, süt ve pamuklu kumaşlara nazaran aşınma kaybına daha dirençli kumaş olarak görülmüştür. Aşınmaya karşı en dayanıksız kumaş süt lifi olmuştur. Süt lifinden üretilen kumaşlarda görülen ağırlık kaybı diğer kumaşlara göre yaklaşık 3 kat seviyesindedir. Pamuklu kumaşın aşınma dayanımı da viskon kumaşa çok yakın olarak kaydedilmiştir. Fakat eşit sıkı ayarlara gelindikçe viskon kumaşın pamuklu kumaşa göre aşınmaya karşı daha fazla direnç gösterdiği deney sonucundan da tespit edilebilmektedir.




**Şekil 4.12 :** Kumaşların aşınma testi sonunda gramaj değerleri.




**Şekil 4.13 :** Kumaşların aşınma testi sonucu yüzdelik ağırlık kayıpları.

### 4.9. Kumaşların Patlama Mukavemeti Testi Sonuçları

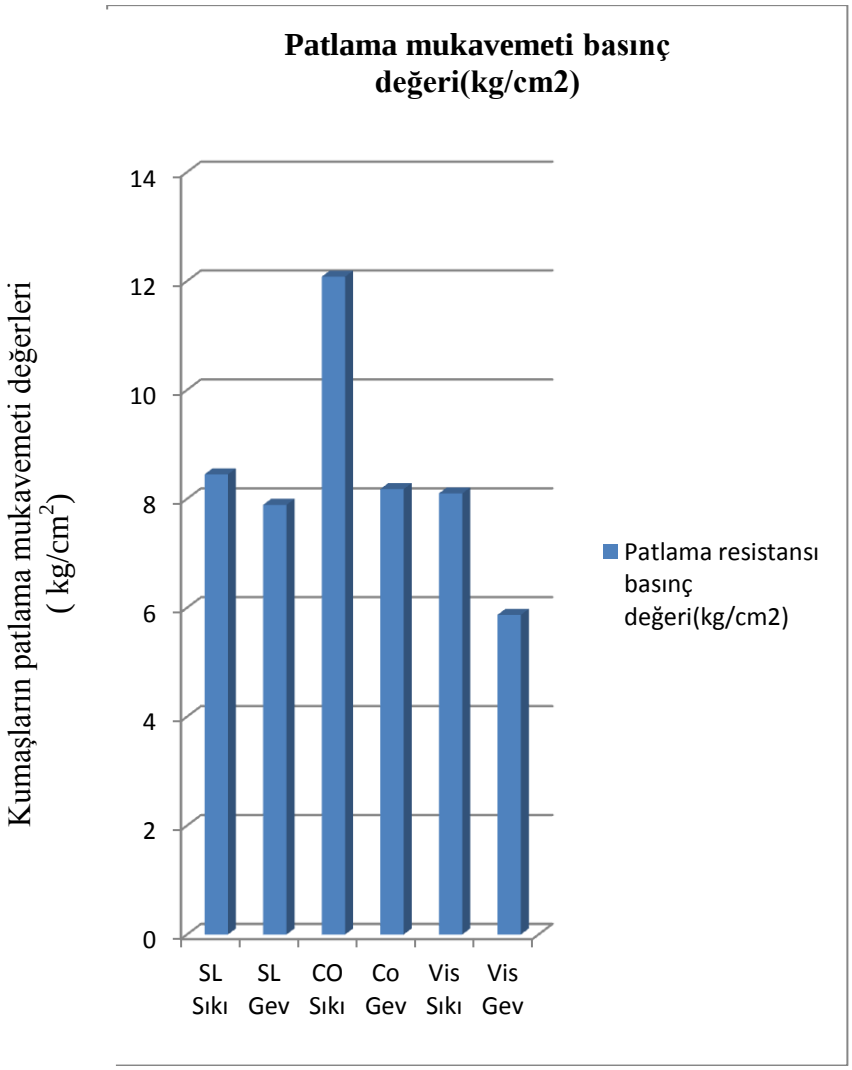
Çizelge 4.11'de numunelerin patlama mukavemeti deneyi ölçüm sonuçları ve sonuçların ortalaması gösterilmiştir. Çizelge 4.12'de numunelerin patlama mukavemeti basınç değerleri sonuçları kg/cm$^2$ olarak verilmiştir. Şekil 4.14'te de bu sonuçlar grafik halinde gösterilmiştir.

**Çizelge 4.11:** Numunelerin patlama deneyi ölçümleri.

| | **1.ölçüm** | **2.ölçüm** | **3.ölçüm** | **Ortalama** |
|---|---|---|---|---|
| **SL Sıkı** | 12,75 | 13 | 15,25 | 13,66 |
| **SL Gev** | 11,6 | 12,7 | 14,65 | 12,98 |
| **Co Sıkı** | 18,2 | 17,5 | 18,55 | 18,08 |
| **Co Gev** | 13,7 | 12,75 | 13,55 | 13,33 |
| **Vis Sıkı** | 13,1 | 13,65 | 12,95 | 13,233 |
| **Vis Gev** | 9,9 | 11 | 10,65 | 10,52 |

**Çizelge 4.12:** Numunelerin patlama mukavemeti basınç değeri sonuçları.

| **Numuneler** | **Patlama mukavemeti ($kg/cm^2$)** |
|---|---|
| SL Sıkı | 8,45 |
| SL Gev | 7,89 |
| CO Sıkı | 12,08 |
| Co Gev | 8,18 |
| Vis Sıkı | 8,1 |
| Vis Gev | 5,87 |




**Şekil 4.14 :** Kumaşların patlama mukavemeti değerleri.

Yukarıdaki grafiklere göre kumaş sıkılığının ya da gevşekliğinin kumaş türü içerisinde patlama mukavemeti basınç değerlerine etkisi olduğu gözlemlenmektedir. Bu etki, en fazla pamuklu kumaşlarda görülmektedir. Sıkılık arttıkça pamuklu kumaşın süt ve viskon kumaşlarına göre patlama mukavemeti değeri artar. Süt ve viskon kumaşlarının sıkı ayarda patlama mukavemeti yaklaşık aynı olup süt kumaşında daha fazla olduğu görülmektedir. Gevşek kumaşlarda ise en yüksek patlama mukavemeti değeri pamuklu numunede görülmektedir. İkinci sırada süt lifinden üretilen kumaş, en son sırada da viskon kumaşı görülmektedir.

Yıkama işlemi sonrasında süt lifinden üretilmiş kumaşların boyutsal değişim değerleri yüksek seviyede çıkmış ve bunun sonucunda da gramaj değerleri artmıştır. Bu nedenle, süt lifinden üretilmiş kumaşların patlama mukavemeti değerleri, düşük iplik mukavemetine rağmen viskon kumaşlardan daha yüksek çıkmıştır.

## 4.10. Kumaşların Kuruma Hızı Deneyi Sonuçları

Tüm numuneler yarım saat saf suda bekletilip daha sonra saf sudan çıkarıldıktan sonra az miktarda sıkılıp fazla suyu kurutma kağıdıyla alınıp saat başı ölçümlerle deney sonuçlarına bakılması gerekmektedir. Fakat kurutma tellerinin mevcut olmasından ötürü sıkma işlemi tercih edilmemiş ve daha uzun bir zamanda kurumaları gözlemlenmiştir. Numuneler ve onların 1 saat süre sonrasında ağırlıkları ölçülerek yüzdelik kuruma hızı takip edilmiştir. Sıkma işlemi olmadığı için deney süresi oldukça uzun sürmüştür. Fakat literatür araştırmasında da belirtilen histeris durumundan ötürü tamamen kuruduktan sonra kumaşlar eski ağırlığına kavuşamayacaklardır. Eski ağırlığından çok az bir fazlayla sonuçlanacaktır. Çizelge 4.13'de kumaşların kuruma hızı gramaj deneyi sonuçları gösterilmiştir

Pamuklu kumaşlarda da 17 saat histeriz seviyesine gelip tamamen kuruduğunu bir sonraki saatlerde ve deneylere bakıp ağırlığın sabit kaldığı gözlenerek anlaşılmaktadır.

Kuruma hızı, su absorpsiyonundan sonra belirli zaman aralıkları göz önüne alınarak ağırlık kaybı oranı olarak hesaplanabilir. Çizelge 4.14'te kumaşların kuruma sırasında içerdikleri su gramajları gösterilmiştir. Su miktarları, suyla temasından ardından ölçülen sulu ağırlık ile suyla temastan önce ölçülen kuru ağırlık farkı olarak hesaplanmıştır. Belirlenen zaman dilimlerine göre kumaşın ıslak ağırlıklarından kuru ağırlıkları çıkarılarak içerdikleri su miktarları hesaplanmış ve zamana göre içerdikleri su miktarlarından yola çıkarak kuruma hızıyla ilgili bir yorumlama yapılmaya çalışılmıştır. Şekil 4.15'te ise kumaşların kuruma esnasında belirli zaman aralıklarında içerdikleri su miktarı gösterilmiştir.

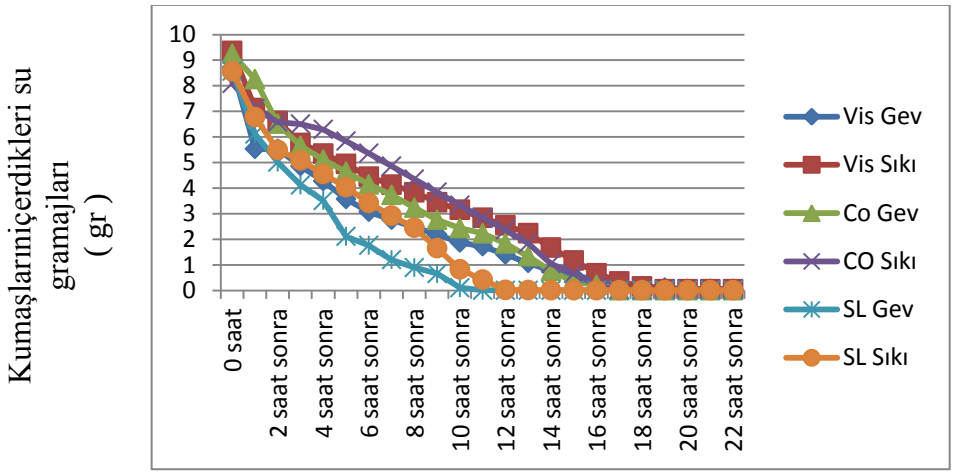
Kuruma hızının birbirlerine göre karşılaştırmak ve nesnel bir şekilde bir şekilde kıyaslanabilmesi için kumaşların kendilerinin ağırlıklarıyla içerdikleri su miktarlarının ağırlıkları çizelge ve grafik olarak karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Bundan yararlanılarak viskon gevşek, viskon sıkı, pamuk sıkı, pamuk gevşek, süt kumaşı gevşek ve süt kumaşı sıkı olarak kurumaya bırakılan tüm numunelerin hem birbirleri arasında hem de birbirlerine göre eşit sıklıklarda gevşek ve sıkı ayarlara göre kuruma kızı karşılaştırılmaya çalışılmıştır.

**Çizelge 4.13 :** Kumaşların kuruma hızı gramaj deneyi sonuçları.

| | **Vis Gev** | **Vis Sıkı** | **Co Gev** | **CO Sıkı** | **SL Gev** | **SL Sıkı** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İlk ağırlık** | 2,247 gr | 3,378 gr | 2,207 gr | 3,479 gr | 2,32 gr | 3,3 gr |
| **0 saat** | 10,966gr | 12,738gr | 11,464gr | 11,568gr | 10,891gr | 11,864gr |
| **1 saat sonra** | 7,779 gr | 10,505gr | 10,467gr | 10,583gr | 8,435 gr | 10,075gr |
| **2 saat sonra** | 7,778 gr | 9,998 gr | 8,726 gr | 10,055gr | 7,331 gr | 8,792 gr |
| **3 saat sonra** | 7,108 gr | 9,138 gr | 7,864 gr | 9,985 gr | 6,44 gr | 8,385 gr |
| **4 saat sonra** | 6,522 gr | 8,725 gr | 7,323 gr | 9,774 gr | 5,833 gr | 7,852 gr |
| **5 saat sonra** | 5,82 gr | 8,322 gr | 6,851 gr | 9,318 gr | 4,432 gr | 7,335 gr |
| **6 saat sonra** | 5,324 gr | 7,823 gr | 6,351 gr | 8,844 gr | 4,082 gr | 6,72 gr |
| **7 saat sonra** | 5,011 gr | 7,51 gr | 5,941 gr | 8,342 gr | 3,522 gr | 6,223 gr |
| **8 saat sonra** | 4,721 gr | 7,211 gr | 5,442 gr | 7,831 gr | 3,213 gr | 5,752 gr |
| **9 saat sonra** | 4,434 gr | 6,822 gr | 4,973 gr | 7,322 gr | 2,977 gr | 4,952 gr |
| **10 saat sonra** | 4,122 gr | 6,531 gr | 4,642 gr | 6,812 gr | 2,423 gr | 4,123 gr |
| **11 saat sonra** | 3,975 gr | 6,216 gr | 4,44 gr | 6,321 gr | 2,323 gr | 3,72 gr |
| **12 saat sonra** | 3,654 gr | 5,922 gr | 4,042 gr | 5,846 gr | 2,323 gr | 3,32 gr |
| **13 saat sonra** | 3,322 gr | 5,614 gr | 3,546 gr | 5,324 gr | 2,323 gr | 3,32 gr |
| **14 saat sonra** | 3,024 gr | 5,052 gr | 2,975 gr | 4,527 gr | 2,323 gr | 3,32 gr |
| **15 saat sonra** | 2,826 gr | 4,546 gr | 2,544 gr | 4,132 gr | 2,323 gr | 3,32 gr |
| **16 saat sonra** | 2,672 gr | 4,046 gr | 2,426 gr | 3,672 gr | 2,323 gr | 3,32 gr |
| **17 saat sonra** | 2,534 gr | 3,726 gr | 2,215 gr | 3,514 gr | 2,323 gr | 3,32 gr |
| **18 saat sonra** | 2,415 gr | 3,532 gr | 2,215 gr | 3,514 gr | 2,323 gr | 3,32 gr |
| **19 saat sonra** | 2,354 gr | 3,422 gr | 2,215 gr | 3,514 gr | 2,323 gr | 3,32 gr |
| **20 saat sonra** | 2,307 gr | 3,422 gr | 2,215 gr | 3,514 gr | 2,323 gr | 3,32 gr |
| **21 saat sonra** | 2,307 gr | 3,422 gr | 2,215 gr | 3,514 gr | 2,323 gr | 3,32 gr |
| **22 saat sonra** | 2,307 gr | 3,422 gr | 2,215 gr | 3,514 gr | 2,323 gr | 3,32 gr |

**Çizelge 4.14 :** Kumaşların kuruma sırasında içerdikleri su gramajları.

| | Vis Gev | Vis Sıkı | Co Gev | CO Sıkı | SL Gev | SL Sıkı |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **0 saat** | 8,719 | 9,36 | 9,257 | 8,089 | 8,571 | 8,564 |
| **1 saat sonra** | 5,532 | 7,127 | 8,26 | 7,104 | 6,115 | 6,775 |
| **2 saat sonra** | 5,531 | 6,62 | 6,519 | 6,576 | 5,011 | 5,492 |
| **3 saat sonra** | 4,861 | 5,76 | 5,657 | 6,506 | 4,12 | 5,085 |
| **4 saat sonra** | 4,275 | 5,347 | 5,116 | 6,295 | 3,513 | 4,552 |
| **5 saat sonra** | 3,573 | 4,944 | 4,644 | 5,839 | 2,112 | 4,035 |
| **6 saat sonra** | 3,077 | 4,445 | 4,144 | 5,365 | 1,762 | 3,42 |
| **7 saat sonra** | 2,764 | 4,132 | 3,734 | 4,863 | 1,202 | 2,923 |
| **8 saat sonra** | 2,474 | 3,833 | 3,235 | 4,352 | 0,893 | 2,452 |
| **9 saat sonra** | 2,187 | 3,444 | 2,766 | 3,843 | 0,657 | 1,652 |
| **10 saat sonra** | 1,875 | 3,153 | 2,435 | 3,333 | 0,103 | 0,823 |
| **11 saat sonra** | 1,728 | 2,838 | 2,233 | 2,842 | 0,003 | 0,42 |
| **12 saat sonra** | 1,407 | 2,544 | 1,835 | 2,367 | 0,003 | 0,02 |
| **13 saat sonra** | 1,075 | 2,236 | 1,339 | 1,845 | 0,003 | 0,012 |
| **14 saat sonra** | 0,777 | 1,674 | 0,768 | 1,048 | 0,003 | 0,007 |
| **15 saat sonra** | 0,579 | 1,168 | 0,337 | 0,653 | 0,003 | 0,007 |
| **16 saat sonra** | 0,425 | 0,668 | 0,219 | 0,193 | 0,003 | 0,007 |
| **17 saat sonra** | 0,287 | 0,348 | 0,008 | 0,035 | 0,003 | 0,007 |
| **18 saat sonra** | 0,168 | 0,154 | 0,008 | 0,035 | 0,003 | 0,007 |
| **19 saat sonra** | 0,107 | 0,044 | 0,008 | 0,035 | 0,003 | 0,007 |
| **20 saat sonra** | 0,06 | 0,044 | 0,008 | 0,035 | 0,003 | 0,007 |
| **21 saat sonra** | 0,06 | 0,044 | 0,008 | 0,035 | 0,003 | 0,007 |
| **22 saat sonra** | 0,06 | 0,044 | 0,008 | 0,035 | 0,003 | 0,007 |




**Şekil 4.15:** Kumaşların kuruma esnasında belirli zaman aralıklarında içerdikleri su miktarı.

Yukarıdaki çizelge ve grafiklerden de görüldüğü gibi gevşek ayarlı kumaşların kuruma hızları sıkı ayardaki kumaşlara göre daha fazladır. Gevşek ve sıkı ayarlarda en iyi kuruma süt kumaşında görülmektedir.

### 4.11. Transfer Kılcal Islanma Deneyi Sonuçları

Transfer deneyinde öncelikli olarak toplamda var olan 6 parça kumaşın her birinden daire şeklinde ve çapı 7,5 santimetre civarı olan ikişer kesit alınmıştır.

Sonra bu kesitlerin her birinin kuru ağırlığı tartılıp bu kesitlerden birer tanesini ıslak halde kullanılacak şekilde ayrılmıştır. Ayrılan kesit ıslatılıp ağırlığı ölçülerek değerleri kaydedilmiştir. Daha sonra alta ıslak üste kuru kesit gelecek şekilde kesitler kauçuğun arasına sıkıştırıp 5'er dakika olmak üzere numuneler bekletilmiştir. Her 5 dakikanın sonunda üste ilk koyulan kuru kesit ile alta ilk konulan ıslak kesitin ağırlıkları not edilmiştir. Bu işlemler de 30 dakika sonuna kadar gerçekleştirilmiştir. Bulunması gereken sonuç da kuru ağırlıklar baz alınarak, ıslak kesitten kuru kesite geçen suyun yüzdesel değişimini hesaplamaktır.

Bu konuyla ilgili sık kullanılan bir standart bulunmamaktadır. Dolayısıyla bilimsel bir çalışma gerçekleştirebilmek için Zhuang ve arkadaşlarının transfer kılcal ıslanma konusunda yaptıkları araştırmalardan yararlanılarak ve benzeri prosesler uygulanarak numunelerin transfer ıslanmaları hakkında bilgi sahibi olmaya çalışılmıştır.

Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16 ve Çizelge 4.17'de ise numunelerin zamana göre transfer kılcal ıslanma sonuçları irdelenmektedir. Çizelge 4.15'te numunelerin transfer kılcal ıslanma deneyinde belirli zaman aralıklarında gramaj ölçümleri, Çizelge 4.16'da numunelerin belirli zaman aralıklarında yüzdelik transfer ıslanma oranları ve Çizelge 4.17'de ise transfer ıslanma esnasında kumaşların içerdikleri su miktarları gösterilmiştir.

Şekil 4.16'da kumaşların zamana göre yüzdelik transfer ıslanma oranları gösterilirken belirlenen zaman aralıkları 5 dakika sonra, 6 dakika sonra, 7 dakika sonra, 8 dakika sonra, 9 dakika sonra ve 10 dakika sonra olarak belirlenmiştir.

Aşağıdaki çizelge ve grafiklere göre sıkılık ve gevşekliğin transfer ıslanma oranlarındaki etkisi kumaştan kumaşa göre değişmektedir. Kumaşların sıkı veya gevşek yapılarda olmasının yüzdelik transfer ıslanma oranını direk etkilediği söylenemez. Birbirlerine göre kıyaslandıklarında viskonun en iyi transfer kılcal ıslanma oranına açık ara sahip olduğu söylenebilir. İkinci sırada süt ve en son sırada pamuğun transfer ıslanmaya karşı eğilimi tespit edilmiştir

**Çizelge 4.15:** Numunelerin transfer kılcal ıslanma deneyinde belirli zaman aralıklarında gramaj ölçümleri.

| | **SL Sıkı** | | **SL Gev** | | **Vis Sıkı** | | **Vis Gev** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Kesit 1** | **Kesit 2** | **Kesit 1** | **Kesit 2** | **Kesit 1** | **Kesit 2** | **Kesit 1** | **Kesit 2** |
| **Kuruyken** | 1,167 gr | 1,183 gr | 0,942 gr | 0,900 gr | 1,174 gr | 1,166 gr | 0,905 gr | 0,898 gr |
| **Islanmadan sonra** | 1,167 gr | 2,778 gr | 0,942 gr | 2,008 gr | 1,174 gr | 2,904 gr | 0,905 gr | 2,625 gr |
| **5 dakika sonra** | 1,194 gr | 2,715 gr | 0,965 gr | 1,985 gr | 1,241 gr | 2,307 r | 0,977 gr | 2,009 gr |
| **6 dakika sonra** | 1,248 gr | 2,658 gr | 0,988 gr | 1,935 gr | 1,287 gr | 2,249 gr | 0,997 gr | 1,916 gr |
| **7 dakika sonra** | 1,316 gr | 2,566 gr | 0,993 gr | 1,884 gr | 1,305 gr | 2,213 gr | 1,022 gr | 1,869 gr |
| **8 dakika sonra** | 1,365 gr | 2,496 gr | 1,018 gr | 1,836 gr | 1,310 gr | 2,192 gr | 1,087 gr | 1,835 gr |
| **9 dakika sonra** | 1,402 gr | 2,435 gr | 1,139 gr | 1,793 gr | 1,411 gr | 2,178 gr | 1,221 gr | 1,813 gr |
| **10 dakika sonra** | 1,428 gr | 2,392 gr | 1,160 gr | 1,749 gr | 1,417 gr | 2,156 gr | 1,223 gr | 1,79 gr |

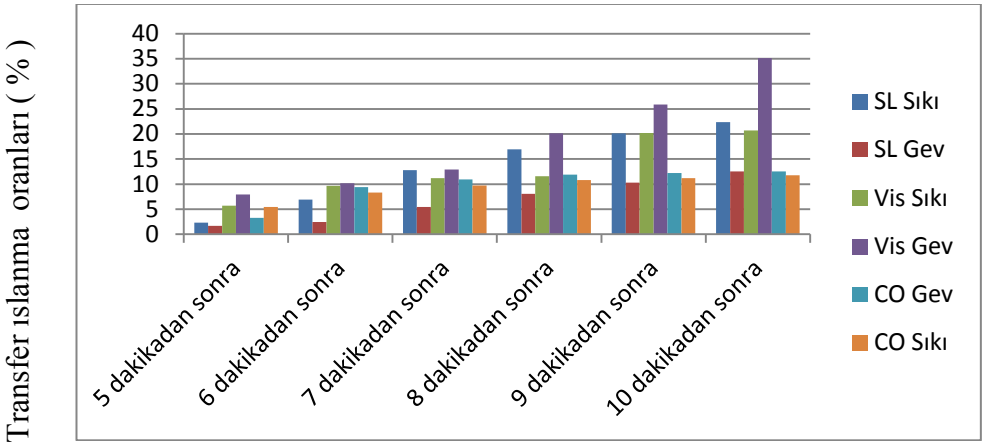
| | **CO Gev** | | **CO Sıkı** | |
|---|---|---|---|---|
| | **Kesit 1** | **Kesit 2** | **Kesit 1** | **Kesit 2** |
| **Kuruyken** | 0,925 gr | 0,929 gr | 1,164 gr | 1,153 gr |
| **Islanmadan sonra** | 0,925 gr | 2,004 gr | 1,164 gr | 2,126 gr |
| **5 dakika sonra** | 0,956 gr | 1,939 gr | 1,228 gr | 2,059 gr |
| **6 dakika sonra** | 1,012 gr | 1,9 gr | 1,261 gr | 2,015 gr |
| **7 dakika sonra** | 1,026 gr | 1,863 gr | 1,277 gr | 1,982 gr |
| **8 dakika sonra** | 1,035 gr | 1,836 gr | 1,29 gr | 1,953 gr |
| **9 dakika sonra** | 1,038 gr | 1,810 gr | 1,294 gr | 1,935 gr |
| **10 dakika sonra** | 1,041 gr | 1,781 gr | 1,301 gr | 1,914 gr |

**Çizelge 4.16 :** Numunelerin belirli zaman aralıklarında yüzdelik transfer ıslanma oranları.

| Numunelerin yüzdelik transfer ıslanma oranları (%) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Numune/zaman** | **SL Sıkı** | **SL Gev** | **Vis Sıkı** | **Vis Gev** | **CO Gev** | **CO Sıkı** |
| **5 dakikadan sonra** | 2,31 | 1,69 | 5,706 | 7,95 | 3,24 | 5,45 |
| **6 dakikadan sonra** | 6,94 | 2,44 | 9,625 | 10,16 | 9,4 | 8,33 |
| **7 dakikadan sonra** | 12,76 | 5,41 | 11,158 | 12,92 | 10,91 | 9,7 |
| **8 dakikadan sonra** | 16,96 | 8,068 | 11,584 | 20,11 | 11,89 | 10,82 |
| **9 dakikadan sonra** | 20,13 | 10,29 | 20,18 | 25,88 | 12,21 | 11,16 |
| **10 dakikadan sonra** | 22,36 | 12,52 | 20,69 | 35,13 | 12,54 | 11,77 |

**Çizelge 4.17:** Transfer ıslanma esnasında kumaşların içerdikleri su miktarları.

| | **SL Sıkı** | **SL Gev** | **VİS Sıkı** | **VİS Gev** | **CO Gev** | **CO Sıkı** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **5 dakikadan sonra** | 0,027 gr | 0,023gr | 0,067 gr | 0,072gr | 0,031 gr | 0,064 gr |
| **6 dakikadan sonra** | 0,081gr | 0,046 gr | 0,113 gr | 0,092gr | 0,087 gr | 0,097 gr |
| **7 dakikadan sonra** | 0,149 gr | 0,051 gr | 0,131 gr | 0,117gr | 0,101gr | 0,113 gr |
| **8 dakikadan sonra** | 0,198 gr | 0,076gr | 0,136 gr | 0,182gr | 0,11gr | 0,126 gr |
| **9 dakikadan sonra** | 0,235 gr | 0,197 gr | 0,237 gr | 0,316gr | 0,113 gr | 0,13 gr |
| **10 dakikadan sonra** | 0,261 gr | 0,218 gr | 0,243 gr | 0,318gr | 0,116 gr | 0,137 gr |



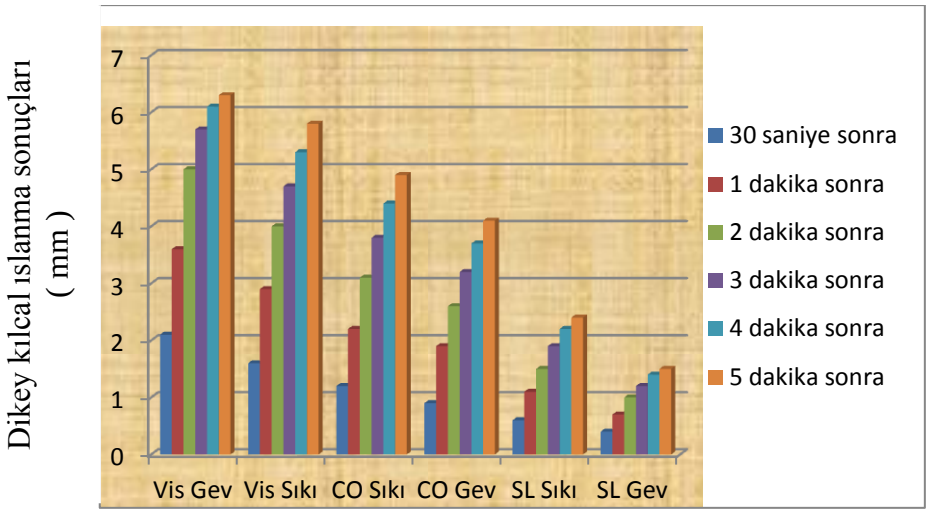

**Şekil 4.16:** Kumaşların zamana göre yüzdelik transfer ıslanma oranları.

### 4.12. Dikey Kılcal Islanma Deneyi

Numuneler 25x20 milimetre ebatlarında şeritler halinde kumaşın çözgü ve atkı yönlerinde olmak tanehazırlanmıştır.Deney sonuçları Çizelge 4.18'de görülmektedir. Şekil 4.17'de ise kumaşların dikey kılcal ıslanma sonuçları mm cinsinden sütun grafik halinde gösterilmiştir.

**Çizelge 4.18 :** Numunelerin zamana göre dikey kılcal ıslanma sonuçları (mm).

| **Kumaşların zamana göre dikey kılcal ıslanma sonuçları ( mm )** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Numune / zaman** | **Vis Gev** | **Vis sıkı** | **CO Sıkı** | **CO Gev** | **SL Sıkı** | **SL Gev** |
| **30 saniye sonra** | 2,1 | 1,6 | 1,2 | 0,9 | 0,6 | 0,4 |
| **1 dakika sonra** | 3,6 | 2,9 | 2,2 | 1,9 | 1,1 | 0,7 |
| **2 dakika sonra** | 5 | 4 | 3,1 | 2,6 | 1,5 | 1 |
| **3 dakika sonra** | 5,7 | 4,7 | 3,8 | 3,2 | 1,9 | 1,2 |
| **4 dakika sonra** | 6,1 | 5,3 | 4,4 | 3,7 | 2,2 | 1,4 |
| **5 dakika sonra** | 6,3 | 5,8 | 4,9 | 4,1 | 2,4 | 1,5 |




**Şekil 4.17 :** Numunelerin zamana göre dikey kılcal ıslanma sonuçları.

### 4.13. Tartışma

Bu tezde süt lifinden üretilmiş örme kumaşların fiziksel performans ve konfor özellikleri, aynı makine ayarları ile üretilmiş pamuk ve viskon kumaşlarınki ile kıyaslanmıştır. Bu aşamada kumaşlar sıkı ve gevşek olacak şekilde üretilmiştir. Kumaşların üretiminde aynı numara iplikler kullanılmıştır. Üretilen kumaşları tamamen dinlendirilmiş hale getirmek için 5 kez yıkama ve kurutma işlemi yapılmış ve bu kumaşların ilmek iplik uzunluğu, kalınlık, boyutsal değişim, boncuklaşma ve aşınma dayanımı davranışları incelenerek fiziksel performansları değerlendirilmiştir.

Kumaşların boncuklaşma davranışı incelendiğinde, genel olarak gevşek ayar kumaşların daha fazla miktarda boncuklaşma gösterdiği söylenebilir. Deney sonuçlarına bakıldığı zaman kumaşlar arasında boncuklaşma eğilimi en yüksek olan kumaş pamuklu kumaştır. Süt lifinden üretilmiş örme kumaşlar pamuk ve viskon kumaşlarının arasında bir boncuklaşma eğilimi göstermiştir. Viskondan üretilen kumaşlar ise en çabuk boncuklaşan ve boncuklaşma açısından en kötü performans gösteren kumaştır.

Aşınma değeri sonuçlarına bakıldığında süt lifinin aşınmaya karşı dayanımının pamuk ve viskon kumaşlara göre daha kötü derecelerde olduğu gözlenmiştir. Süt lifinden üretilen örme kumaşların aşınmaya karşı dayanımın da son derece düşük olması süt kumaşını tek başına kullanımlık bir lif olmaktan çıkarmaktadır. Bu şekilde süt lifinin farklı lif tipleriyle karışım halinde davranışının ileriki çalışmalarda incelenmesi önerilmektedir.

Kumaşlar patlama mukavemeti açısından değerlendirildiğinde kumaş sıkılık ayarının patlama mukavemetine etkisi açıkça görülmektedir. Kumaş sıkılığı her lif tipi için arttırıldığında patlama mukavemetinin doğru orantılı olarak arttığı görülmüştür. Pamuklu kumaşların daha yüksek patlama mukavemeti gösterdiği, süt lifinden üretilmiş kumaşların da pamuktan daha düşük, ancak viskondan daha yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Daha yüksek iplik mukavemetine sahip olan süt lifi kumaşlarda viskon kumaşlara kıyasla daha yüksek seviyede görülen mukavemet değerleri, kumaşta yıkama sonrası ortaya çıkan yüksek boyutsal değişim ve gramaj artışı ile açıklanmıştır.

Daha sonra bu kumaşların konfor özelliklerini değerlendirmek amacıyla kuruma ve kılcal ıslanma testleri uygulanmıştır. Transfer kılcal ıslanma hızlarına bakıldığında gevşek ayar viskonun ilk beş dakikada en iyi transfer ıslanma oranına sahip olduğu gözlenmiştir. Sıralamayı pamuk ve süt kumaşları izlemektedir. Fakat test sonunda, 10.dakikada en iyi transfer oranına viskonda rastlanırken ikinci sırayı süt kumaşı almaktadır. Pamuklu kumaş bu konuda daha kötü bir performans sergilemiştir. Kumaş sıkılığının ya da gevşekliğinin transfer kılcal ıslanma oranına etkisi bakılacak olursa pamuklu ve viskon kumaşlarda gevşek ayar kumaşların daha iyi transfer kılcal ıslanma sonuçları verdiği izlennmiştir. Süt lifinde durum tam tersi olmakla beraber gevşek ve sıkı ayar süt kumaşlarının arasında transfer kılcal ıslanma oranı açısından çok da büyük bir fark gözlenmemiştir.

Dikey kılcal ıslanma hızlarına bakıldığında viskon kumaşın 30 saniye - 5 dakika aralıkları arasında en fazla dikey kılcal ıslanmaya sahip olduğu tespit edilebilir. Transfer kılcal ıslanma sonuçları da göz önüne alınırsa, dikey ve transfer kılcal ıslanmalar arasında bir korelasyon olduğu söylenilebilir. Kumaş sıkılığı her kumaş türü için tahmin edilen sonuçları vermemektedir. Örnek olarak viskonun gevşek ayarda dikey kılcal ıslanma sonuçları, sıkı ayardakine göre beklenildiği gibi daha fazla hesaplanmışken pamuklu kumaş içinse durum tam tersidir. Süt kumaşı sonuçları için de netice aynıdır.

Birbirlerine göre kıyaslandıklarında dikey kılcal ıslanma sonuçları, transfer kılcal ıslanma sonuçlarına benzerdir. En iyi dikey kılcal ıslanma viskon kumaşında görülmektedir. Viskon kumaşını da sırasıyla pamuklu kumaş ve süt kumaşı takip etmektedir.

Süt lifinden üretilen örme kumaşların performansı genel olarak değerlendirildiğinde, süt kumaşının gerek aşınma dayanımının düşük olması ve yüksek boyutsal değişim değerleri lifin kullanımını kısıtlayabileceği görülmektedir. Bunun yanı sıra iyi derecede ıslanma ve kuruma hızına sahip olması neticesinde çeşitli kumaşlarla karışım halinde kullanılabilmesi açısından süt kumaşını elverişli kılmaktadır. Bu nedenle bu lifin farklı liflerle harmanlanmasıyla üretilen ipliklerden kumaşlar üreterek bu kumaşların performans ve konfor özelliklerinin kıyaslanması ileride faydalı bir araştırma konusu olabilecektir. Ayrıca bu kumaşlar termal konfor özellikleri açısından da araştırılıp değerlendirilebilir.

## KAYNAKLAR


**[1] Textile Outlook International.** (2010). Global trends in fibre prices, *Production And Consumption Association*, London, England.

**[2] Harmancıoğlu, Mustafa.** (1981).Tekstil maddeleri II ve sentetik lifler, *Ege Üniversitesi Matbaası*, Ege Üniversitesi Bornova, İzmir.

**[3] Matthews,J.Merritt and Mauersberger**, **Herbert R.** (1947). Matthews' textile fibers their physical, microscopical and chemical properties, *John Wiley & Sons,* **Vol. 3**, NewYork, USA.

**[4] Salzberg, H.K.** (1969). Protein fibers, *Encyclopedia Of Polymer Science And Technology*, **Vol.11**, New York, USA.

**[5] Dayıoğlu, Habip ve Karakaş, Hale Canbaz.** (2007). Elyaf bilgisi, *Teknik Fuarcılık Yayın Ticaret Limited Şirketi,* **Baskı 1,** İstanbul, Türkiye.

**[6] Ryu, JiYeon ve Ro, Chul-Un.** (2009). Attenuated total reflectance ft-ır imaging and quantitative energy dispersive-electron probe x-ray microanalysis techniques for single particle analysis of atmospheric aerosol particles, *Analytical Chemistry*, **81** (16)**,** pp 6695–6707, Department Of Chemistry, Inha University, Korea.

**[7] Cook, J.Gordon.** (1960). Handbook of textile fibers, *Merrow Publishing CO.LTD,* Watford, England.

**[8] Moncrieff, R.W.** (1954). Artificial fibers**,** *John N Wiley Inc*, New York, England.

**[9] Url-1<**http://euroflax.com/products_imports%20of_textiles.htm>, Alındığı tarih: 07 Ekim 2011.

**[10] Li, Y.** (2001). A critical appreciation of recent developments: The science of clothing comfort, *Textile Progress*, **31(1/2)**, pp. 1-76, Textile Institute, UK.

**[11] Saville, B. P.** (1999). Physical testing of textiles, *Woodhead Publishing*, England.

**[12] Patnaik, A., Ghosh, A., Rengasamy, R. S. and Konthari, V.K.** (2006). Wetting and wicking in fibrous materials, *Textile Progress*, **38(1)**, Textile Institute, UK.

**[13] Pan, N. and Zhong, W.** (2006). Fluid transport phenomena in fibrous materials, *Textile Progress*, **38(2)**, Textile Institute, UK.

**[14] Prahsarn, C.** (2001). Factors influencing liquid and moisture vapor transport in knit fabrics, *PhD Thesis*, NCSU, Raleigh.

**[15] Zhuang Q, Harlock, S.C. and Brook, D.B.** (2002). Transfer wicking mechanism of knitted fabric used as undergarment for outdoor activities, *Textile Research Journal*, **72(8)**, 727-734.

**[16] Crow, R.M. and Osczevski, R.J.** (1998). The interaction of water with fabrics, *Textile Research Journal*, **68(4)**, 280-288.

**[17] Hu, J., Li, Y. And Wong, A. S. W.** (2005). Moisture management tester: A method to characterize fabric liquid moisture management properties, *Textile Research Journal*, **75(1)**,57-62.

**[18] Harnett, P. R. and Mehta, P. N.** (1984). A survey and comparison of laboratory test methods for measuring wicking, *Textile Research Journal*, **54(7)**, 471-478.

**[19] Kissa, E.** (1996). Wetting and wicking, *Textile Research Journal*, **66(10)**, 660-668.

**[20] Wiener, J. and Dejlova, P.** (2003). Wicking and Wetting in Textiles, *Autex Research Journal*, **3(2)**, 64-71.

**[21] Adler, M.M. and Walsh, W.K.** (1984). Mechanism of Transient Moisture Transport Between Fabrics, *Textile Research Journal*, **54(6)**, 334.

**[22] Long, H.** (1999).Water Transfer Properties of Two-Layer Weft Knitted Fabrics, *International Journal of Clothing Science and Technology*, **11(4)**,198-205.

**[23] Coplan, M. J.** (1953). Some Moisture Relations of Wool and Several Synthetic Fibers, *Textile Research Journal*, **23(12)**, 897.

**[24] Gericke, Adine. And Van der po, Jani.** (2010). A comparative study of regenerated bamboo, cotton and viscose rayon fabrics, *Journal Of Family Ecology and Consumer Sciences*, University of Stellenbosc.

**[25] Ramakrishnan, G.** (2009). An investigation into the properties of knitted fabrics made from viscose microfibers, *Journal Of Textile Apparel*,NC State University.

**[26] Url-2,** <http://www.swicofil.com/products/212milk_fiber_casein.html>, Alıntılandığı tarih: 13.01.2011

**[27] Url-3,** <http://www.swicofil.com/products/001cotton.html>, Alıntılandığı tarih: 13.01.2011

**[28] Url-4,**<http://nonwovens-applications.lenzing.com/en/hygiene/feel-good fibers.html<, Alıntılandığı tarih: 13.01.2011

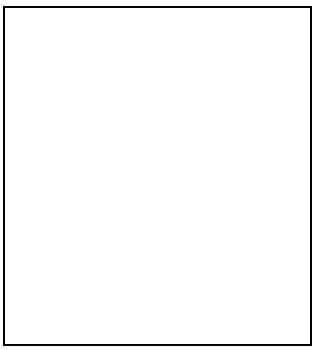
**[29] Tyagi G.K, Krishna, G, Bhattacharya,S. and Kumar,P.** (2009**)**. Comfort aspects of finished polyester – cotton and polyester- viscose ring and mjs yarn fabrics, *Indian Journal Of Fibre & Textile Research*, **Vol.34**, pp. 137-143, The Technological Institute of Textile & Sciences, Bhiwani, India

**[30] Hatch, K.L.** (1993). Textile science, *West Publishing Company*, St.Paul, England.

**[31] Mastudaira, M.** (2005). Fabric handle and its basic mechanical properties, *Journal Of Textile Engineering*, **Vol. 52** ,No:1 pp: 1-8, Faculty Of Education, Kanazawa University, Japan.

**[32] Paek, S L.** (1995). Effect of yarn type and twist factor on air permeability, absorbency and hand properties of open-end and ring-spun yarn Fabrics**,** *Journal of Textile Enstitute*, **No:4**, Human And Family Resources Department,Northern Ilinois University, DeKalb, USA

**ÖZGEÇMİŞ**



**Ad Soyad:** Melik Taha KİRAZ

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Trablusgarp/Libya – 09.11.1986

**Adres:** Eralp sok. Demirler apt. No: 2/15 Erenköy-Kadıköy/İSTANBUL

**E-Posta:** tahakiraz@yahoo.com

**Lisans:** Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü (%100 İngilizce) (2009 mezunu)

**Yüksek Lisans :** İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı (2009 girişli)