

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI LİFLERDEN ÜRETİLMİŞ ÇORAPLARIN
FİZİKSEL PERFORMANS VE KONFOR ÖZELLİKLERİNİN
KIYASLANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gülsüm ÖZDEN

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Tekstil Mühendisliği Programı

MAYIS 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI LİFLERDEN ÜRETİLMİŞ ÇORAPLARIN
FİZİKSEL PERFORMANS VE KONFOR ÖZELLİKLERİNİN
KIYASLANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Gülsüm ÖZDEN
(503961514)**

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Tekstil Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hale Karakaş

MAYIS 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün **503961514** numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Gülsüm ÖZDEN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“FARKLI LİFLERDEN ÜRETİLMİŞ ÇORAPLARIN FİZİKSEL PERFORMANS VE KONFOR ÖZELLİKLERİNİN KİYASLANMASI”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

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

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Nevin Çiğdem GÜRSOY**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. A. Sezai SARAÇ
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **4 Mayıs 2015**
Savunma Tarihi : **4 Haziran 2015**

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın oluşmasında emeği geçen ve tüm çalışma boyunca desteğini esirgemeyen tez danışmanım saygıdeğer Prof. Dr. Hale KARAKAŞ'a, yaptığım deneysel çalışmalarda tecrübe ve bilgileriyle bana destek veren İTÜ Tekstil laboratuvarı çalışanlarına teşekkür ediyorum. Uzun bir süreç olan yüksek lisans eğitimimde maddi ve manevi yardım ve teşvikleriyle hep yanımda olan saygıdeğer Şadiye Ablam'a şükranlarımı sunuyorum.

Deney yapılacak çorapların örülmesinde, ipliklerinin tedarikinde gerekli olanakları sağlayan başta sevgili arkadaşım Ceyda ÖZDUĞANCI'ya ve Boğaziçi Çorap'a olmak üzere, Mersu iplik, Göl İplik, Karacasu İplik'e de teşekkür eder, son olarak dualarıyla bana güven veren aileme sevgilerimi sunarım.

Mayıs 2015

Gülsüm Özden
Tekstil mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Konfor Kavramı	1
1.1.1 Psikolojik konfor.....	4
1.1.2 Fiziksel konfor	4
1.1.3 Fizyolojik / Termofizyolojik / Termal konfor.....	5
1.2 Konforun Tespitine Yönelik Yapılmış Çalışmalar	6
1.2.1 Nem transferi.....	6
1.2.2 Isı transferi	10
1.2.3 Isı ve nemin birlikte transferi	14
1.2.4 Isılanma ve kılcal ısılanma (Wicking)	15
1.2.5 Kuruma.....	23
1.2.6 Hava geçirgenliği	24
2. KONFOR ÖZELLİKLERİ AÇISINDAN ELYAF TEKNOLOJİSİ	27
2.1 Tekstil Lifleri.....	27
2.1.1 Pamuk.....	28
2.1.2 Viskon	30
2.1.3 Tencel.....	32
2.1.4 Modal	36
2.1.5 Bambu	38
2.1.6 Soya.....	40
2.1.7 Coolmax	41
2.1.8 Thermolite	42
2.1.9 Thermocool	43
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	45
3.1 Deneysel Çalışmada Kullanılan Malzemeler	45
3.2 Metod	45
3.2.1 Hazırlık.....	45
3.2.2 Yapılan testler	47
3.2.3 Değerlendirme.....	47
3.3 Fiziksel Performans Testleri.....	47

3.3.1 Gramaj ölçümü	47
3.3.2 İlmek yoğunluğu	48
3.3.3 Boyutsal değişim	48
3.3.4 Kalınlık ölçümü.....	49
3.3.5 Patlama mukavemeti testi.....	49
3.3.6 Boncuklanma testi	50
3.3.7 Aşınma dayanımı testi	51
3.4 Konfor Özelliklerini Tespit Testleri	51
3.4.1 Su buharı geçirgenliği	51
3.4.2 Hava geçirgenliği	52
3.4.3 Kuruma hızı.....	53
3.4.4 Dikey kılcal ıslanma.....	53
3.4.5 Transfer ıslanma.....	54
3.5 Deneysel Sonuçlar	55
3.5.1 Numunelerin gramaj ölçümleri	55
3.5.2 İlmek sıklığı.....	59
3.5.3 Boyutsal değişim testi	62
3.5.4 İplik büküm testi	66
3.5.5 İplik kopma mukavemeti testi	66
3.5.6 Patlama mukavemeti testi.....	67
3.5.7 Aşınma dayanımı testi	69
3.5.8 Boncuklanma testi	72
3.5.9 Su buharı geçirgenliği testi.....	74
3.5.10 Transfer ıslanma testi	75
3.5.11 Dikey kılcal ıslanma testi	80
3.5.12 Hava geçirgenliği testi.....	83
3.5.13 Kuruma hızı testi	86
3.6 İstatistiksel Değerlendirme	89
3.6.1 Su buharı geçirgenliği & kalınlık	92
3.6.2 Su buharı geçirgenliği & iplik bükümü.....	92
3.6.3 Hava geçirgenliği & ilmek sıklığı	93
3.6.4 Hava geçirgenliği & boyutsal enine çekme.....	93
3.6.5 Hava geçirgenliği & iplik kopma mukavemeti	94
3.6.6 Kuruma hızı & hava geçirgenliği	94
3.6.7 Kuruma hızı & gramaj.....	95
3.6.8 Kuruma hızı & boyutsal enine çekme	96
3.6.9 Transfer ıslanma & ilmek sıklığı.....	96
3.6.10 Transfer ıslanma & gramaj.....	97
3.6.11 Transfer ıslanma & aşınma ile ağırlık kaybı	97
3.6.12 Transfer ıslanma & dikey kılcal ıslanma.....	98
3.6.13 Patlama mukavemeti & iplik kopma mukavemeti	98
3.6.14 Patlama mukavemeti & gramaj	99
3.6.15 Patlama mukavemeti & boyutsal enine çekme	99
3.6.16 Patlama mukavemeti & boyutsal boyuna çekme	100
3.6.17 Aşınma ile ağırlık kaybı & patlama mukavemeti.....	100

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME	101
KAYNAKLAR	105
ÖZGEÇMİŞ.....	113

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 : Doğal liflerin sınıflandırılması	27
Çizelge 2.2 : Yapay liflerin sınıflandırılması	28
Çizelge 2.3 : Liflerin mukavemet karşılaştırmaları	34
Çizelge 2.4 : Tencel lifinin diğer liflerle karışımları sonucu oluşan kumaş özellikleri.....	35
Çizelge 2.5 : Lenzing modal 1,3 dtex'e göre lif özellikleri	37
Çizelge 2.6 : Soya Lifinin Fiziksel Özellikleri	41
Çizelge 3.1 : Kullanılan İplik Türleri ve Kodları	46
Çizelge 3.2 : Numunelerin yıkanmamış ve 5 yıkama sonrası gramajları ve %gramaj artışı	58
Çizelge 3.3 : Yıkama öncesi ve 5 yıkamadan sonra den işaretlenen enine 5 cm ve boyuna 10 cm lik mesafedeilmek ve sıra sayıları.....	61
Çizelge 3.4 : Yıkama öncesi ve her yıkamadan sonra enden ve boydan işaretlenen boyut ölçümleri ve % çekme değerleri.....	64
Çizelge 3.5 : Aşındırma testi ölçümleri	71
Çizelge 3.6 : Boncuklanma değerleri	73
Çizelge 3.7 : Kumaşların ortalama su buharı geçirgenlik indeks değerleri.....	74
Çizelge 3.8 : Transfer ıslanma yüz yüze numune ağırlık değişimleri	78
Çizelge 3.9 : Dikey kılcal ıslanma sıvı yükseliş değerleri	81
Çizelge 3.10 : Hava geçirgenliği değerleri	84
Çizelge 3.11 : 4 saat ve 6 saat sonra % kuruma değerleri	88
Çizelge 3.12 : Yapılan testlerde değişkenler arasındaki ilişki	90

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Konfor değerlendirme şeması	2
Şekil 1.2: Fiziksel olarak konforlu olmama	5
Şekil.1.3: Nem geçiş fazları	8
Şekil 1.4: ASTM E96 metoduna göre “Açık Kap” nem ölçüm düzeneği	9
Şekil 1.5: Bazı elyaf cinslerinin mikroiklimde oluşturdukları nem değişimleri	10
Şekil 1.6: Termodinamik denge halinde yüzey gerilimleri ve temas açısı	16
Şekil 1.7: Sıvı transfer modelleri	19
Şekil 1.8: Dikey kılcal ıslanma testi	20
Şekil 1.9: GATS verilerine göre çeşitli liflerin sıvı emme değerleri	21
Şekil 1.10: Çeşitli kumaşların kuruma davranışları	24
Şekil 2.1 : Pamuk lifinin mikroskop altında görünümü	29
Şekil 2.2 : Viskon enine kesit görünümü	32
Şekil 2.3: Tencel lifinin mikroskopik görünüşleri	33
Şekil 2.4: Liflerin emdiği su miktarlarının lif kesitlerindeki görünümü	34
Şekil 2.5: Modal lifinin kesit görünüşleri	37
Şekil 2.6: Bambu liflerinin enine kesiti	38
Şekil 2.7: (a) Pamuk, (b) Bambu, (c) Pamuk/Bambu düz örme kumaşların SEM fotoğrafları	40
Şekil 2.8: Soya lifinin enine ve boyuna kesit görüntüleri	40
Şekil 2.9: Coolmax lifinin kesit görünüşleri	41
Şekil 2.10: Thermolite lifinin kesit görünüşü	43
Şekil 2.11: Thermocool lifinin kesit görüntüleri	44
Şekil 3.1.: Kumaş gramaj kesim aleti	47
Şekil 3.2.: Hassas terazi	47
Şekil 3.3: Mikroskop	48
Şekil 3.4: Kalınlık ölçüm cihazı	49
Şekil 3.5: Patlama mukavemeti ölçüm cihazı	50
Şekil 3.6: Boncuklanma test cihazı	51
Şekil 3.7: Aşınma dayanımı test cihazı	51
Şekil 3.8: Su buharı geçirgenliği test cihazı	52
Şekil 3.9: Prowhite hava geçirgenliği test cihazı	53
Şekil.3.10: Transfer ıslanma test düzeneği	54
Şekil.3.11: Yıkama Öncesi ve 5 yıkama sonrası gramaj değerleri	56
Şekil.3.12: Yıkama öncesi ve 5 yıkama sonrası gramaj artışının % değerleri	57
Şekil.3.13: Yıkama öncesi ve 5 yıkama sonrası değerleri	60
Şekil.3.14 Boyutsal enine ve boyuna %çekme değerleri	63

Şekil.3.15: Numunelerde kullanılan ipliklerin büküm değerleri.....	66
Şekil.3.16: Numunelerde kullanılan ipliklerin kopma mukavemeti değerleri	66
Şekil.3.17: Patlama mukavemeti testi sonuçları.....	68
Şekil.3.18: Aşındırma testinde 15000 devir sonunda numunelerin % ağırlık kaybı..	70
Şekil .3.19: Su buharı geçirgenliği WVP değerleri.	76
Şekil. 3.20: Islanan ve ıslatan numunelerde sıvı transfer oranları.....	77
Şekil.3.21: Dikey kılcal ıslanma sıvı yükselme değerleri	82
Şekil.3.22: Hava geçirgenliği değerleri	85
Şekil.3.23: 4 ve 6 saat sonra numunelerdeki kuruma yüzdesi değerleri.....	87
Şekil.3.24: Su buharı geçirgenliği - kalınlık arasındaki ilişki.....	92
Şekil.3.25: Su buharı geçirgenliği - iplik büküm arasındaki ilişki.....	92
Şekil.3.26: Hava geçirgenliği - ilmek sıklığı arasındaki ilişki.....	93
Şekil.3.27: Hava geçirgenliği - boyutsal enine çekme arasındaki ilişki.....	93
Şekil.3.28: Hava geçirgenliği - iplik kopma mukavemeti arasındaki ilişki	94
Şekil.3.29: Kuruma hızı - hava geçirgenliği arasındaki ilişki.....	95
Şekil.3.30: Kuruma hızı – gramaj arasındaki ilişki	95
Şekil.3.31: Kuruma hızı & boyutsal enine çekme.....	96
Şekil.3.32: Transfer ıslanma - ilmek sıklığı arasındaki ilişki.....	96
Şekil.3.33: Transfer ıslanma – gramaj arasındaki ilişki.....	97
Şekil.3.34: Transfer ıslanma - aşınma ile ağırlık kaybı arasındaki ilişki.....	97
Şekil.3.35: Transfer ıslanma - dikey kılcal ıslanma arasındaki ilişki	98
Şekil.3.36: Patlama mukavemeti - iplik kopma mukavemeti arasındaki ilişki	98
Şekil.3.37: Patlama mukavemeti – gramaj arasındaki ilişki.....	99
Şekil.3.38: Patlama mukavemeti - boyutsal enine çekme arasındaki ilişki.....	99
Şekil.3.39: Patlama mukavemeti - boyutsal boyuna çekme arasındaki ilişki.....	100
Şekil.3.40: Aşınma ile ağırlık kaybı - patlama mukavemeti arasındaki ilişki.....	100

FARKLI LİFLERDEN ÜRETİLMİŞ ÇORAPLARIN FİZİKSEL PERFORMANS VE KONFOR ÖZELLİKLERİNİN KIYASLANMASI

ÖZET

Yükselen hayat standardı ve tüketim seviyesindeki artış neticesinde giysilerin kullanım özelliklerinin yanında üstün fiziksel performans ve konfor özelliklerinin de olma beklentisi doğmuştur. Giysilerin kullanım alanlarının ve kullanım şekillerinin çeşitliliği de bunu gerekli kılmaktadır. Bir rekabet unsuru haline gelen konfor özelliklerini sağlayabilecek yeni lif türlerinin arayışına gidildiği görülmektedir.

Konfor; memnuniyet ve rahatlık hissi veya fiziksel ya da ruhsal olarak iyi durumu ifade eden bir terimdir. Konfor fiziksel, psikolojik ve fizyolojik olmak üzere üç başlık altında ele alınmaktadır. Farklı liflerin giysi konforuna ne kadar katkıda bulunduğunu, bu katkıyı sağlarken giysinin fiziksel performansında ne gibi değişiklikler oluşturduğunu tespit etmek amacıyla yapılan bu çalışmada lif olarak modal, bambu, soya, tencel, pamuk ve viskon gibi doğal lifler ve Coolmax, Thermolite, Thermocool gibi sentetik esaslı lifler ve kullanılmıştır. Seçilen bu lifler, sürekli tene temas halinde bir giysi olan, günlük kullanıma yönelik standart çorap formunda hazırlanmıştır.

Bu liflerden elde edilen ipliklerle örülen çoraplar orta ve gevşek olmaz üzere iki farklı sıklıkta örülmüş, böylece örgü ayarının da çorapların performans ve konfor özelliklerine katkısı gözlenmiştir. Bu şekilde hazırlanan numunelere, çorapların konfor özelliklerini belirlemek için, su buharı geçirgenliği, sıvı transferi, kuruma ve hava geçirgenliği testleri; fiziksel performansını tespit amaçlı olarak patlama mukavemeti, aşınma, boncuklanma ve boyutsal değişim testleri yapılmıştır.

Yapılan deneyler neticesinde elyaf tipinin giysi konfor özelliklerine direkt ve dolaylı etkisinin olduğu görülmüştür. Çorapların ıslanma davranışlarındaki farklılıkların direkt olarak lif tipinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte çalışmalar sonucunda çoğu selülozik esaslı olan liflerin giysi konforu üzerine olan etkilerinin farklı seviyede olduğu görülmüştür. Thermolite, thermocool ve Coolmax lifleri yüksek fiziksel performans ve hızlı kuruma özelliği sergilediği gözlenmiştir. Pamuk ise diğer liflere göre konfor performansının çok aşağılarda olmadığı görülmüş, hatta fiziksel performansı en yüksek olan elyaf olarak karşımıza çıkmıştır. Yapılan çalışmada elde edilen en dikkat çekici sonuç, pamuk ile karışım halinde kullanılan liflerden elde edilmiş çoraplar, aynı liflerin %100 oranında kullanıldığı çoraplardan hem konfor açısından hem de fiziksel performans açısından daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Yeni liflerden optimum verim alabilmek için pamuk ile karışım halinde kullanılması daha uygun olacağı görülmüştür.

COMPARISON PHYSICAL AND COMFORT PROPERTIES OF SOCKS WHICH ARE MANUFACTURED BY DIFFERENT FIBERS

SUMMARY

The expectation is what specialities of using of clothing and additionally the superior physical performance and comfort features born in the result of increasing living standards and the level of the consumption. The diversity of using areas of clothes and using types of clothes also makes it necessary. So, new types of fibers are searched to provide comfort features have become a competitive factor.

Comfort is a term that refers satisfaction and feeling relaxation or good status as physical or mental. Comfort is came up under three headings including physical, psychological and physiological. The comfort of clothing can be mentioned when the user is able to ease movement and finds himself adequate aesthetically. Comfort is not only means fully relaxed, but also it is feeling comfortable in the garment whatever the conditions.

Person cannot change the properties of the body and the environment, but he can change the clothing factor alone. Selecting the properties of clothing depends on person and person chooses the clothing that is most appropriate to the environment is he in. Comfort is an important characteristic to enhance the value of textile products.

Various consumers consider comfort as one of the most important attributes in their purchase of apparel products, therefore companies tend to focus on the comfort of apparel products. Slater defined comfort as “a pleasant state of physiological, psychological and physical harmony between a human being and the environment”.

In this study, natural fibers as modal, bamboo, soybean, tencel, cotton, viscose and synthetic fibers as Coolmax, Thermolite, Thermocool are used for determination how contribution different fibers to clothing comfort and determination of creating what changes in the physical performance of the garment.

These selected fibers are prepared in the form of standard socks is a clothing continuously contact skin for daily using. This is derived from fiber to yarn knitted socks in two different frequency as the middle and loose. Thus effect of knitting setting is observed what contribution performance and comfort features. In this way prepared sample, to determine the comfort properties of the sock, water vapor permeability, fluid transfer, drying and air permeability tests; to purpose of determining the physical performance, bursting strength, abrasion, thickness, fabric weight, wear, pilling and shrinkage tests are done.

Measurement results are statistically evaluated by IBM SPSS 22.

In vertical wicking analysis fabric samples are immersed into distilled water for 5 minutes and water height is recorded. Vertical wicking is governed by capillary pressure. Fibers with small and smooth pores have high capillarity.

In transfer wicking test liquid transfer between wet and dry fabric samples that are put in rubber discs is measured. Pressure applied by discs simulate the pressure applied to textile materials during use. In transfer wicking test liquid transfer characteristics of fabrics under pressure are analyzed.

Water evaporation rate is a measure of drying rate of a fabric. The most important parameter for water evaporation rate is the fiber regain. Water vapour permeability is important for determination of fabric comfort features because perspiration is excreted from body in vapour form. Fabrics touching the skin should be water vapour permeable. In water vapour permeability the most important parameter is the pores between fibers.

According to examination results, it's seen that fiber type has effects on comfort properties of garments both directly or indirectly. The difference in wetting behaviour of socks was resulted directly from fiber type. Besides it is observed that the effects of the cellulosic fibers on the comfort properties of cloths are different.

Thermolite, thermocool ve Coolmax fibers showed high physical performans and fast drying properties. Wear and burst strength have highest value compared to all other types of fibers but width and height shrinkages are lowest values. When Thermolite fiber is comparable air permeability value for all fiber types, Thermocool and Coolmax fibers has a moderate air permeability. The highest level of pilling is observed the Thermocool and Coolmax Synthetic fiber. This is a major disadvantage for these types of fibers.

These three fiber exhibited the lowest performance as fluid transfer. In addition, very fast drying behavior has been observed.

Tencel fiber which made of cellulose exhibited high dimensional change. Other physical performance values are also moderate, but has seen improvement in physical values in cotton blend. For the wetting behavior, transfer wetting and wicking test showed the highest value. Air permeability was found better level than cotton and viscose.

Cotton was found as not so bad respect to other fibers regarding comfort properties; it has the highest physical performance as well. The most conspicuous result of the project is that socks produced with blend of the other fibers and cotton showed higher performance for both comfort and physical properties than the socks produced with 100% of that other fiber. To obtain optimum efficiency from new fibers, it will be useful to use them as blended with cotton.

Generally, test results of loose and medium setting knitted socks showed approximate values each other. Air permeability and water vapor permeability values in the loose setting knitted socks were observed to be better than mid frequency ones.

In this study as seen , expected physical performance of the garment , clothing will be used in what the season, level of comfort features according to use of the clothes should be known for yarn selection. According to determined specialties, options should be done by acquired data.

As a continuation of this study , examining of impact of yarn count, knitting type and the other parameters will contribute in the way of details

1. GİRİŞ

1.1. Konfor Kavramı

Sontag, konforun genel olarak iyi hissetme durumu olduğu veya kişi ile çevre arasında oluşan denge durumu olduğunu belirtmiştir [1]. Slater konforun, subjektif bir his olduğunu ve bu yüzden nicel bir tanımının yapılamayacağını belirtmiştir [2]. Bununla beraber diğer araştırmacılar konfor terimini tanımlamaya çalışmışlardır. Smith konforu nötr duygu, acı çekmeme ve giyilen giysinin farkında olunmaması durumu olarak tanımlamıştır [3]. Konforsuzluk, giysinin hissedilmesi veya rahatsızlık hissedilmesi olarak tanımlanabilir. Konforsuzluk hissi çok küçük bir rahatsızlıktan, büyük bir acıya kadar değişkenlik gösterebilmektedir. Sonuç olarak konfor tüm insanların sağlamaya ve geliştirmeye çalıştığı genel bir ihtiyaçtır [4].

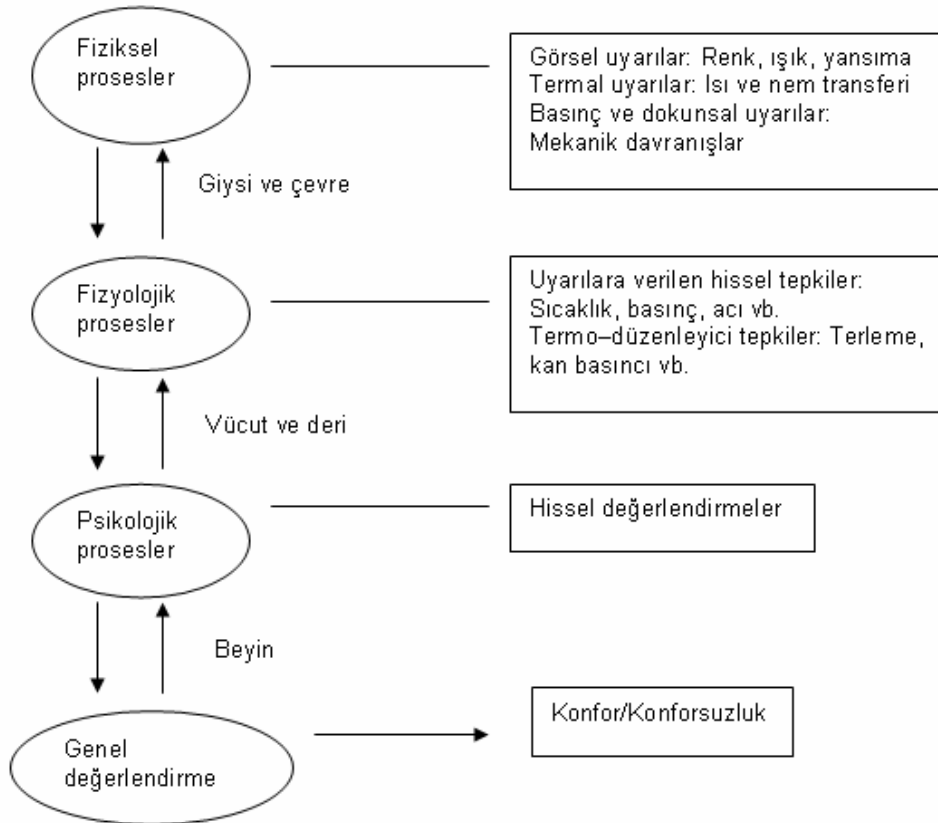
Slater, “vücut ve çevre arasındaki fizyolojik, psikolojik ve fiziksel uyumun sonucu olarak ortaya çıkan memnuniyet duygusu” olarak tanımlarken; Shivers , konforu fizyolojik ve psikolojik olarak tanımlamıştır. Fizyolojik konfor, vücudun ürettiği ve kaybettiği ısıнын dengesinin sağlanmasını ifade etmektedir. Psikolojik konfor ise, kişinin kendisini güvende ve farklı durumlarda rahat hissetmesi için gerekli farklı ihtiyaçlarla tanımlanmaktadır [5].

Hatch’e göre (1993), psikolojik ve fizyolojik açıdan konfor aşağıdaki bileşenlere ayrılabilir:

- Termofizyolojik konfor, sıcaklık ve ıslaklık açısından konforun sağlanmasıdır, kumaşta meydana gelen ısı ve sıvı transfer mekanizmalarını kapsamaktadır.
- Dokunsal konfor, tekstil materyalinin deriyle teması sonucu ortaya çıkan nörolojik algılardır.

- Vücut hareket konforu, giysinin vücut hareketlerine imkan tanınması, vücuda uygulanan basıncı minimuma indirmesidir.
- Estetik konfor, kişinin psikolojisini etkileyen giysi özelliklerinin duyu organlarıyla (göz, kulak, deri vb.) algılanan kısmıdır [6].

Li (2001) de konforu fiziksel, psikolojik, ve fizyolojik birçok faktörün etkili olduğu, bu sebeple tanımlı zor karmaşık bir konu olarak tanımlamıştır. Bu faktörlerin konfor algısındaki akış şeması Şekil 1.1’de görülmektedir. Şemaya göre fiziksel faktörler duyu organlarına gerekli uyarıları sağlamaktadır. Bu uyarılar, fizyolojik sinyallerle beyne gönderilmekte ayrıca terleme, nabız değişikliği gibi vücut tepkilerine yol açmaktadır. Beyin, aldığı sinyalleri çeşitli sübjektif algıları tanımlamak için kullanmakta ve eski tecrübeler ve psikolojik beklentilerle karşılaştırarak bir genel değerlendirme yapmaktadır [7].



Şekil 1.1: Konfor Değerlendirme Şeması

Giysi kullanıcısının konfor algısında faaliyet gösteren dört tip proses vardır:

- Giysi içerisinden ısı ve nem iletimi gibi giysi ve çevre arasındaki fiziksel prosesler; giysi ve vücut arasındaki mekanik etkileşimler, giysinin ışığı absorblaması ve yansıtması gibi vücuda sinyaller sağlayan fiziksel prosesler.
- Vücuttaki termal denge, giysi ve çevreye olan dinamik etkileşimler ve termoregüler tepkiler gibi fizyolojik prosesler.
- Vücudun giysi ve çevresiyle etkileşimlerinden doğan sinyalleri ve bu sinyallerin cilt, göz ve diğer organlar tarafından alındığı mekanizmalar olan nörofizyolojik prosesler.
- Yukarıda bahsedilen sinyallerden dolayı beyinde meydana gelen hisler ve bu hislerin geçmiş tecrübe ve isteklere göre değerlendirilerek ortaya çıkan sübjektif kabuller olan psikolojik prosesler

Bu dört proses, kullanıcının herhangi bir andaki konfor durumunu belirlemek üzere birbirleriyle dinamik etkileşimdedirler. Bu nedenle konfor, insan ve çevre arasındaki psikolojik, fizyolojik, ve fiziksel uyumun bir sonucu ve psikolojik, fizyolojik, ve fiziksel konfor algısının toplamı olmaktadır [7].

Sonuç olarak, yüksek giysi konforu için aşağıdaki özelliklerin sağlanması gerekmektedir:

1. Hareket rahatlığı
2. Optimum ısı ve nem ayarı
3. İyi nem absorbe ve nem iletme kapasitesi
4. Isı geçirgenliği ve sıcaklığı dışarı verebilme
5. Çabuk kuruma
6. Yumuşaklık ve deriyi tahriş etmeme
7. Hafiflik
8. Dayanıklılık
9. Kolay bakım
10. Beğenilen tutum özellikleri [8].

1.1.1. Psikolojik Konfor

Konforda psikoloji kavramı, duyu organları ile alınan çevresel uyarıların geçmiş tecrübe ve beklentilerle karşılaştırılarak algıya dönüştürülmesi ve bunların sosyal hayat içerisinde çeşitli şekillerde ifade edilmesini kapsar. Psikolojik giysi konforu ise; giysiyi giyen kişinin giysiden beklentileri ve hissettiği rahattır.

Psikolojik giysi konforu; modadan, kişisel tercihlerden, ideolojiden vb. etkilenmektedir. Örneğin, hiç kimse sevmediği bir renkteki kıyafet içinde kendini konforlu hissedemez [9].

Psikolojik olarak insan, deri sıcaklığı 33 ile 35°C arasında olduğu ve deri üzerinde terin birikmediği durumda kendisini konforlu ve rahat hisseder [10].

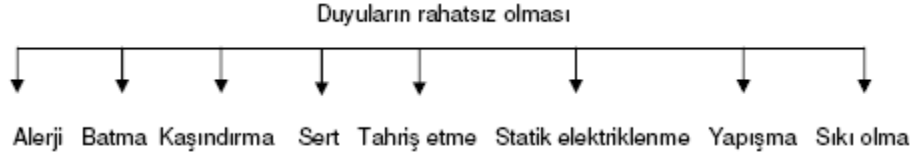
1.1.2. Fiziksel Konfor

Fiziksel konfor, vücudun tekstil yüzeyi ile direkt teması anında duyulan hislerin (vücutla mekanik temas) bir sonucudur. Bu temas sonucu hissedilen kumaşın yumuşaklığı, sağladığı hareket serbestliği ve ıslak kumaşın neden olduğu batma, kaşıntı ve yapışma gibi giysi konforunu negatif yönde etkileyen faktörleri içerir. Bu hisleri belirleyen kumaş özellikleri ise yüzey pürüzsüzlüğü, ağırlık, yumuşaklık, yoğunluk ve rijitlik olarak sıralanabilir [13].

Slater, fiziksel konforu giysi şartlarının insan vücuduna olan etkileriyle ilişkilendirmiştir. Bir tekstil ürünün hareket serbestliğine izin vermesi, istendiğinde vücudun şeklini alması ve vücuda fazla yük bindirmemesi durumunda, fiziksel olarak konfordan söz edilebilir [2].

Kumaş yapısı ve giysi dizaynı, giysinin fiziksel konforu için çok önemlidir. Çünkü bunların deriye sürtünme, sıkı oturma, kaşıntı ve batma gibi etkileri vardır. Bu etkiler (fiziksel konforsuzluk), deriyle temas anında açığa çıkan hislerden veya giysinin vücuda oturmaması, şekil uygunsuzluğundan kaynaklanabilir [11].

Şekil 1.2’de, fiziksel konforsuzluk haline ait durumlar örneklenmiştir.



Şekil 1.2: Fiziksel olarak konforlu olmama [11].

Vücuda oturan, yumuşak, aşındırmayan giysiler fiziksel olarak konforludur. Fiziksel konfor algısına lif, iplik ve kumaş yapısal özellikleri yanında kumaşa uygulanan terbiye, kaplama, laminasyon vb. işlemler etkilidir [12].

1.1.3. Fizyolojik / Termofizyolojik / Termal Konfor

Grabowska, fizyolojik konforu insan vücudu ile çevre arasındaki termal enerji dengesinin kurulmasıyla ilişkilendirmiştir; fizyolojik konfor, hava geçirgenliği, termal izolasyon, buhar geçirgenliği, nem sorbsiyonu, nem iletimi gibi kumaş özelliklerinden etkilenmektedir [14].

İnsanların giysilerinde fizyolojik olarak kendilerini konforlu hissetmeleri terin buharlaşarak uzaklaşması ve sıcak iklimlerde veya faal durumlarda aşırı ısınmanın önlenmesine bağlı olup vücut, dış sıcaklık veya aktivite düzeyi artınca nem buharlaştırarak konforunu korur. Bazı durumlarda ıslak vücuttan terin buharlaşma hızı ter salgılama hızından düşük olabilir. Vücut (deri) üzerinde terin birikmesi ve yetersiz buharlaşma ısı kaybı ise konforsuzluk hissi verir [15].

Sabit deri sıcaklığı, gövde için yaklaşık 34-36.50C, eller ve ayaklar için 25.5-27.50C, kollar ve bacaklar için 27-300C olarak ifade edilebilir[16].

Fizyolojik konforu oluşturan ısı izolasyon, buharlaşma direnci, sıvı transferi, kuruma ve hava geçirgenliği gibi özellikler giysi sisteminin sağladığı aşağıdaki performanslarla alakalıdır:

- Giysilerin toplam kalınlığı ile vücutla dış ortam arasında kalan hava boşluğu,

- Hareketle veya rüzgarla havanın içeriye girebilme mesafesi,
- Buharlaşan terin uzaklaştırılabilme kabiliyeti,
- Dışarıdan içeriye sıvı girişinin engellenebilmesi ve çabuk kuruma.
- Bu performansları etkileyen parametreler ise giysi siteminde bulunan kumaş katmanı miktarı, kumaşların geometrisi, kumaşların elyaf içeriği ve dış ortamın durumu olarak sıralanabilir.

Birçok araştırmacı fizyolojik konforu etkileyen ana etkenlerin giysilerdeki ısı ve nem hareketlerinin olduğu konusunda birleşmişlerdir. Bu yüzden araştırmaların çoğu bu iki parametreyi incelemek üzerine olmuştur. Bu iki özelliği etkileyen faktörler ise giyen kişinin hareketliliği, çevredeki rutubet, dış hava akımı, kumaş kalınlığı, hava boşlukları, kumaş geometrisi ve elyaf cinsidir [2].

1.2.Konforun Tespitine Yönelik Yapılmış Çalışmalar

1.2.1.Nem transferi:

Normal giyim şartlarında, yani ortalama bir ortam sıcaklığı ve nem ile düşük fiziksel aktivite olması durumunda, insan vücudu deri gözeneklerinden sürekli bir su buharı üretir. Dış ortamla terleyen deri yüzeyi arasında oluşan basınç farkı su buharı moleküllerinin giysi içinden geçerek düşük basınçta olan dış çevreye doğru hareket etmesine yol açar [17].

Belirli bir durumdaki nem transmisyonu kumaşın nem içeriğine, kullanılan malzeme tipine, terleme hızına, rutubet, sıcaklık ve rüzgar hızı gibi atmosferik koşullara bağlıdır. Yüksek aktivite seviyesi ve/veya hava sıcaklığında vücut ısı üretimi çok yüksektir ve ter bezleri sıvı ter üretimi için uyarılır. Terin buhar formuna hissedilmeyen terleme denir, sıvı ter ise hissedilir terleme olarak adlandırılır. Terin atmosfere transferi sırasında ise vücuttan ısı çekilerek serinleme sağlanır. Bunun için de terin vücuttan dışarıya transferinin kumaş tarafından engellenmemesi gerekir. Terleme sırasında eğer ter iletim hızı yavaşsa giysi mikro iklimasının bağıl ve mutlak nem seviyesi terin buharlaşmasını baskılayarak ısı stresine sebep olur. Tekstil

kumaşlarındaki nem transferi iki ana prensibe ayrılır: nem buhar iletimi ve sıvı ter iletimi. Buhar ve sıvı nem iletiminde etkili olan mekanizmalar birbirinden farklıdır[18].

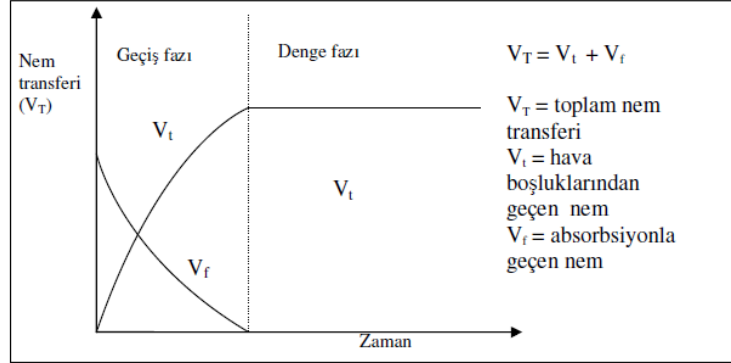
Mechels, giysideki bu geçişin dört şekilde olduğunu tanımlamıştır:

- Lifler arasındaki hava boşluğundan geçiş
- Liflerin sıvıyı emmesi ve geri vermesi
- Lif ve iplik arasında sıvı haldeki suyun kılcal hareketi
- Lif yüzeyinde sıvı haldeki suyun hareketi

Bunların içinde nem geçişini en çok belirleyen faktör hava boşlukları arasında oluşan difüzyondur. Diğer mekanizmaların katkısı daha düşüktür. Ancak burada bahsedilen mekanizmalar bilinen difüzyondan daha kompleks bir yapıya sahiptir [19].

Nem geçişini etkileyen faktörlerden biri de kumaşta kullanılan liflerin hidroskopi (sıvı severlilik) seviyeleridir. Liflerin içindeki nem miktarının ağırlığının kuru haldeki ağırlığına oranı “nem kazanımı – moisture regain” olarak tanımlanır. “Sıvısever” olarak adlandırılan liflerde bu oran yüksek olmaktadır. Dolayısıyla yüksek nem kazanımına sahip lifler deri üzerindeki nemi daha fazla miktarda absorbe ederek nemin deriden uzaklaşmasını sağlar. Diğer taraftan yüksek nem kazanımı, kumaşın kuruma süresinin uzamasına yol açar, bu da kumaşın nemli ve serin hissi vermesine sebep olur [20].

Nemin kumaştan geçişi iki fazda gerçekleşir. Geçiş fazı olarak adlandırılan birinci aşama, giysi yeni giyildiğinde ya da fiziksel aktivasyon gibi denge halindeki bir bozulma sonucunda nemin kumaştan geçmeye başladığı anı temsil eder. Deriden kumaşla deri arasındaki mikro iklimde geçen nem, kumaştaki lifler tarafından absorbe edilir veya lifler ve iplikler arasındaki hava boşluklarından geçer. Liflerin nem bakımından doygunluğa ulaşmasıyla nem geçişi sadece kumaş boşluklarında gerçekleşir. Bu aşama da denge fazı olarak adlandırılır (Şekil 1.3).



Şekil.1.3: Nem Geçiş Fazları

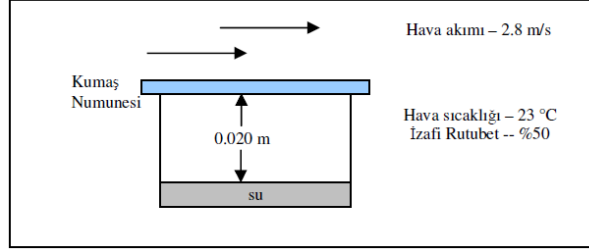
Pamuk ve yün gibi doğal içerikli kumaşların kullanıldığı durumlarda mikroiklimdeki basıncın yükselmesi geç olur, bu da denge haline ulaşmanın uzamasına yol açar. Bunun aksine sentetikler gibi su itici lifler basıncın hızlı yükselmesini sağlayarak nem transferini hızlandırır. Ayrıca bu tür lifler absorpsiyon yapmadığı için nemin direkt olarak hava boşluklarından geçmesini olanak tanır [17].

Kumaşların nem transfer özelliklerine yönelik yapılan çalışmalardan öne çıkan metodlardan biri, ASTM E96 standardında belirtilmiş olan Kap Metodu (Upright Cup Method)' dur [17].

Kap Metodu, üzeri test edilecek malzeme ile kapatılmış içi malzemeye değmeyecek şekilde su ile doldurulmuş bir kabın içindeki suyun zamana göre azalmasıyla tespit edilen Su Buharı Geçirme Oranının (MVTR), Denklem 1.1' de görüldüğü gibi, g/m²/saat cinsinden belirlenmesine dayanan bir yöntemdir.

$$MVTR = \frac{G}{t.A} \quad (1.1)$$

Burada, G; kaybolan su miktarı (g), t; test süresi (saat), A; etkin olan kumaş alanını (m²) göstermektedir. Çevrenin ve kabın sıcaklığı 23 °C olup çevrenin izafi nemi 50olarak ayarlanır. Kabın içine yaklaşık 5 mm yüksekliğinde su konularak su ile kumaş arasında 20 ± 5 mm lik bir boşluk bırakılır (Şekil 1.4).



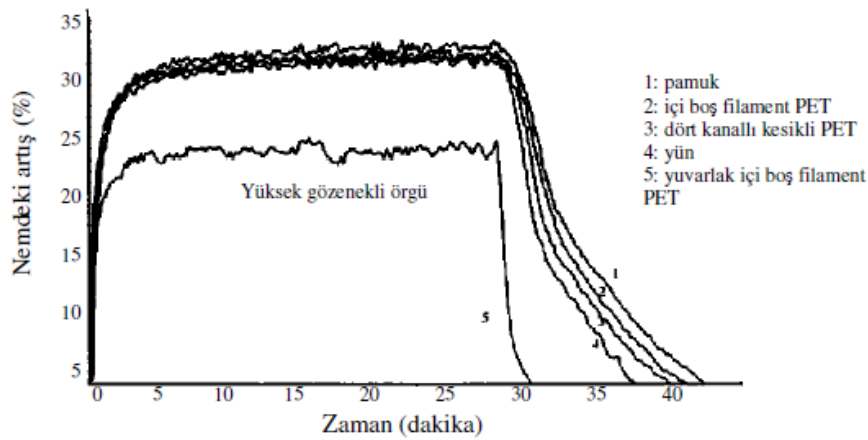
Şekil 1.4: ASTM E96 Metoduna Göre “Açık Kap” Nem Ölçüm Düzeneği [21].

Rossi ve Grass, giysilerdeki nem transferi özelliklerini çeşitli sıcaklıklarda, özellikle düşük sıcaklıklarda, araştırmıştır. Deney için vücudu simule etmesi bakımından dikey olarak hazırlanmış iki bölümden oluşan bir cansız manken kol düzeneği hazırlanmıştır. Bu kol üzerinde yerleştirilen 22 ayrı noktadaki gözenekten kontrollü bir su buharı çıkışı sağlanarak terleme modellenmiştir. Dört kat kumaş kullanılmış, bunların ilk iki katı su iticiliği yüksek olan polyesterden diğer ikisi de farklı su geçirgenliğine sahip kumaşlardan seçilmiştir. Birim zamanda harcanan su buharı miktarından elde edilen veriler sonucunda dış ortam sıcaklığındaki düşüşün su buharı geçirgenliğini düşürdüğü tespit edilmiştir. Ayrıca son katta kullanılan malzemenin su iticiliği arttıkça direncin daha da arttığı tespit edilmiştir [22].

Barker’ın yaptığı diğer bir cansız manken modellemesinde de tam bir vücut mankeninden 187 noktadan verilen su buharı ile mankendeki ve giysideki test öncesi ve sonrası ağırlık değişimlerinin ölçülmesiyle giysinin su buharı geçirgenliği komple bir giysi olarak ele alınması suretiyle hesaplanması sağlanmış. Böylece nem geçirgenliği hesabında kumaş haricinde olabilecek giysi faktörlerinin etkisinin de dahil edilmesi amaçlanmıştır [21].

Pharsarn, çalışmasında pamuk, yün, çeşitli lif kesitlerinde kesikli ve filament polyester ve polipropilen elyaf gruplarını kullanılarak örülen çeşitli kalınlıktaki suprem ve lacoste kumaşlara yukarıdaki test metodlarının kullanımıyla çeşitli kumaş parametrelerinin nem geçirgenliğine olan etkisi incelenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre nemli ısı direnci ve su buharı geçirgenlik katsayısı, kumaşın kalınlığı ve yoğunluğundan direkt olarak etkilenmektedir; ancak kumaşın hava geçirgenliğiyle bir korelasyona sahip değildir. Bunun sebebi de örme kumaşlarının sahip olduğu açık

yapı nedeniyle birbirine kıyasla önemli bir fark yaratmaması olarak açıklanmıştır. Hava geçirgenliği daha çok kurumayı etkilemektedir. İplik cinsi de, kumaş yapısına olan etkisi nedeniyle, nem transferini etkileyen bir faktör olarak gözükmektedir. Yüzeyinde lif çıkması düşük olan, düzgün yüzeyli, ince filament bir iplik daha geniş hava boşlukları oluşturacağından stapel liflere göre daha fazla nem geçişine müsaade eder (Şekil 1.5) [17].



Şekil 1.5: Bazı Elyaf Cinslerinin Mikroiklimde Oluşturdukları Nem Değişimleri [17]

Ruckman, kötü hava şartlarında ve spor giysilerinde kullanılan su geçirmeyen nefes alabilen kumaşların, Kap Metodu' nu kullanarak, nem geçirgenlik seviyelerini tespit etmiştir. Buna göre en yüksek nem geçişini su itici apre uygulanmış sıkı dokunmuş kumaşların gösterdiği bunun yanında en az nem geçirenin ise poliüretan kaplı kumaşın olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bulunan diğer bir sonuca göre, su buharı transferi direkt olarak hava sıcaklığına bağlı olmayıp su buharı basıncına bağlı olmaktadır. Kumaş yüzeyleri arasında ne kadar çok su buharı basınç farkı varsa nem transferi de o kadar fazla olmaktadır [23].

1.2.2 Isı Transferi

İnsan vücudunun kendi sıcaklığını sabit tutma ihtiyacından dolayı giysilerin sağlayacağı ısı yalıtımı vücudun ısıl konforunu etkiler. Metabolizma hızı sebebiyle vücudumuz sürekli ısı enerjisi üretir. Vücut sıcaklığının sabit tutulabilmesi için

üretile bu enerji iletim, tasınım ve ısınım mekanizmaları ile vücuttan dışarıya atılmak zorundadır. Vücuttan dışarıya atılan ısı enerjisi miktarı giysi özelliklerine ve dış ortam şartlarına göre değişir. Soğuk havalarda dış ortama geçen ısının vücutta üretilen ısı enerjiden fazla olmaması için giyiniriz. Bu durumda giysinin ısı yalıtım özelliği önem kazanır. Sıcak havalarda ise vücuttan dış ortama ısı geçişi zorlaşır. Sıcak havalarda ise ısı geçişini engellemek için daha ince ve ısı geçirgenliği yüksek giysiler tercih edilir. Vücut, dış ortama atılması gereken ısıyı normal yollarla(iletim, tasınım ve ısınım) atamıyorsa terleme meydana gelir. Terleme ile meydana gelen kütle difüzyonu ile birlikte buharlaşma sıcak havalarda vücuttan dış ortama doğru ısı geçişini arttırır. Hem soğuk hem de sıcak havalarda giysilerin ısı yalıtımı ve geçirgenlik gibi özellikleri önem kazanır [26].

Bir cisimden gerçekleşen ısı transferi üç şekilde olur: iletim, ısınım ve tasınım. Bunlardan; radyasyon vücut sıcaklığı mertebesinde ihmal edilebilecek seviyededir. Tekstil malzemesi düşünüldüğünde ısı transferi giysi katmanları arasında ve vücudun zemin gibi herhangi bir dış ortamla teması söz konusu olduğunda iletim etkili olurken, giysiyle dış ortamdaki hava arasında ise tasınım etkili olmaktadır.

Bir tekstil malzemesinin yapısı temel olarak lifler, hava ve nemden oluşmaktadır,dolayısıyla her biri farklı ısı özellik sergileyen bu yapıların birleşmesi ve karşılıklı etkileşmesi tekstil malzemesinin ısı davranışını belirler [27]. Giysiler arasında ve giysi içlerinde giysi tarafından tutulan hava ısı iletimini engeller. Giysiler vücuttan dışarıya ve çevreden vücuda olacak akımlar için bir bariyer oluşturduğundan ısı taşınımı için de bir direnç oluşturur. Son olarak da vücuttan terin buharlaşmasını kısıtlayarak nemsel ısı kaybını da azaltır [28].

Isı iletimi katı bir cisim üzerinde bir sıcaklık farkı olması durumunda sıcaklığı yüksek olan yerden düşük olan yere doğru gerçekleşen bir enerji transferini belirtir. Isı iletimi, Denklem 1.2' de gösterildiği gibi, Fourier Yasasına göre hesaplanabilir;

$$Q = k. \frac{A.\Delta T}{\lambda} \quad (1.2)$$

Q = birim zamanda transfer edilen ısı miktarı (Watt)

A = transferi gerçekleştirdiği yüzey alanı

k = malzemenin ısı iletkenliği (Watt/m°C)

ΔT = malzemenin iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı (°C)

λ = malzemenin kalınlığı (m)

dolayısıyla Denklem 1.2 den çekilerek aşağıdaki şekilde malzemenin ısı iletkenliği (Denklem 1.3) hesaplanabilir:

$$k = \frac{Q \cdot \lambda}{A \cdot \Delta T} \quad (\text{Watt/mC}) \quad (1.3)$$

Cisimlerin ısı izolasyonunu ifade eden ısı direnç de buradan yola çıkarak aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$R = \frac{\lambda}{k} = \frac{A \cdot \Delta T}{Q} \quad (\text{m}^2 \text{ C/Watt}) \quad (1.4)$$

Isı taşınım katsayısı iletim katsayısından farklı olarak kumaş kalınlığından bağımsız bir katsayıdır.

$$h = \frac{Q}{A \cdot \Delta T} \quad (1.5)$$

Giysilerin ısı davranışını belirleyen parametrelerden biri de “emilim ısısidir”. Tekstil malzemeleri üzerlerine su buharını bağlamaları durumunda bir ısı açığa çıkarır. Buna “emilim ısısı” adı verilir. Bu ısı sayesinde giysiler sıcak tutma özelliği kazanır. Ancak çok yüksek nem oranlarında (ıslanma gibi) bu ısı sıfır olana kadar düşer. Pamuk, yün gibi doğal liflerin nem tutma oranları yüksek olduğu için emilim ısısı değerleri de yüksektir (10-13 kJoule/gr). Polyester gibi su itici lifler düşük nem kazanım oranına sahip oldukları için emilim ısısı değerleri de düşüktür. Bu yüzden

doğal liflere göre ısı izolasyonu daha düşüktür. Su sever liflerin bu avantajı ıslandıklarında düşen emilim ısı ve geç kuruma nedeniyle dezavantaja dönüşmektedir, bu durumda da su tutmamaları ve çabuk kurumaları nedeniyle polyester ve benzeri sentetikler ön plana çıkmaktadır. Benzer bir etki de kumasın dokunmayla verdiği hisse görülmektedir. Pamuk ve benzeri lifler dokunulduğunda daha serin hissi vermesi bu nedendir [29].

Frydrych ve arkadaşları, Alambeta adı verilen bir cihaz yardımıyla yaptıkları deneylerde, pamuk ve Tencel hammaddeli dokuma kumaşların çeşitli ısı parametreleri – ısı iletimi, ısı direnç, ısı difüzyon miktarı, ısı emilimi gibi – bakımından karşılaştırmalarını yapmışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda ısı iletimi ve ısı emilimi bakımından pamuklu kumaşlar daha yüksek değerler verirken, ısı difüzyon ve ısı direnç bakımından Tencel’ in daha yüksek değerler verdiği gözlemlenmiştir. Dolayısıyla, yazlık giysilerde kullanılan pamuklu kumaşların ısıyı daha iyi ilettikleri, bunun yanında Tencel kumaşların da daha iyi serin hissi verdikleri söylenebilmektedir [30].

Uçar ve Yılmaz’ın yaptığı çalışmada ise, üç farklı rib düzeninde ribana kumaşlar kullanılarak plaka-kumaş modeline benzer geliştirilen bir sistem yardımıyla ısı transfer katsayıları doğal ve zorlanmış haller olmak üzere iki duruma göre hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre aynı yapıya sahip kumaşlarda örgü sıklığı arttıkça ısı transferi düşmektedir. Bunun sebebi de sıkılaşan kumaştaki düşük hava geçirgenliği olarak belirtilmiştir. Aynı şekilde, rib oranı arttıkça hava geçirgenliği de artacağı için daha yüksek rib düzenindeki kumaşların ısı geçirgenliğinin daha yüksek olduğu ifade edilmektedir [31].

Schneider, kumaşların nem oranlarının ısı iletimi üzerine olan etkisini incelemiştir. Bunun için geliştirdiği ısı geçiş düzeneğinde yün, pamuk, akrilik ve polipropilen kumaşlar kullanmıştır. Düşük nem oranlarında ısı iletiminin nemden çok etkilenmediği görülmüş; ancak özellikle polipropilen ve akrilik gibi su itici malzemelerin doyma noktalarında kuru halinden iki katı bir ısı iletimi sağladığı görülmüştür. %200’ ün yukarıdaki nem oranlarında ise bu artışın yavaşladığı

görülmektedir. 0 ile %100 arasındaki nem oranlarında yünün en düşük ısı iletimini gösterdiği tespit edilmiştir. Suyun lif içine absorbe olması, lif yüzeylerindeki mikroboşluklara girmesi, lif ve iplikler arasında serbest olarak tutulması gibi farklı mekanizmalar, nemin ısı iletimini etkilemesindeki ana parametreler olduğubelirtilmektedir [32].

1.2.3 Isı ve Nemin Birlikte Transferi

Her ne kadar ısı ve nem transferinin ölçümünde ayrı ayrı yöntemler kullanılsa da gerçek giyim koşullarında bu iki parametre birbirine bağlı oldukları için (vücuttan ısı kaybı terleme sonucu buharlaşmayla olmaktadır) nemin ve ısının aynı anda tespitini yapabilmek daha gerçekçi sonuçlar vereceğinden bu doğrultuda çalışmalar yaygın olarak görülmektedir [26].

Su moleküllerinin iletimi sırasında bu moleküller kimyasal doğa ve yapılarına göre lif tarafından absorbe edilir. Suyun absorpsiyonu ile absorpsiyon ısısı denilen bir miktar ısı serbest bırakılır. Isı üretimi sırasında malzeme yüzeyindeki sıcaklık arttıkça nem buhar iletim hızı azalır. Nem sorpsiyonu ve difüzyonunun geçici koşullarında ısı transferine nem transferinin dört farklı şekli eşlik eder. Isı ve nem transferi arasındaki bu bağlantı nem sorpsiyon kapasitesi, lif çapı, su buhar difüzyon katsayısı, yoğunluk ve sorpsiyon ısısına bağlıdır. Selülozik liflerin ıslanma ısısı ise nem içeriği ve kristalin yapısına bağlıdır ve liflerin kristalinitesinin artışına orantılı olarak azalır [18].

Lifli yapılardaki iki geçici durum tamponlama ve üşütme eş zamanlı ısı ve nem taşınımıyla ilgilidir. Serinletme ya da tamponlama efekti sıcak havada terlemenin, üşütme ise soğuk havalarda egzersizle terlemenin sonucudur. Bağlı nemdeki ani yükselme durumunda kumaşlar nem absorbe ederek mikroklima koşullarını korur ve ısı açığa çıkarırlar [33].

Hatch ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada terlemeyi simule eden bir sıvı besleme ünitesi olan sıcak plaka kullanılmış; giysi teması olmadan ıslak, giysi teması olarak ıslak ve kuru olmak üzere üç farklı durum simulasyonu yaparak çeşitli konfor

parametrelerini ölçmeyi başarmışlardır. Deney grubundaki kumaşlara yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçların birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebi kumaşların birbirlerine yakın geometrik yapılara sahip olmaları şeklinde açıklanmaktadır. Ancak, lif içeriğindeki değişmelerin sıvı transfer özelliğinde belirgin bir fark yarattığı gözlemlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar giyim testleriyle de desteklenmiştir [34].

Cheng ve Cheung, giysinin ısı izolasyonunda terlemenin etkisini incelemiştir. Manken kullanılarak yapılan bu çalışmada düşük ve yüksek nefes alma özelliklerine sahip çeşitli kumaşlar üzerine düşük terleme ve fazla terleme durumları incelenmiş ve çok terleme durumunda giysinin ısı izolasyonunda az terleme durumuna göre %2-8 arasında bir düşüşün ortaya çıktığı görülmüştür. Bu veriden yola çıkılarak, ağır bir çalışmadan sonra terleyen kişinin üşmesi sadece giysideki suyun buharlaşması için ısı çekilmesinden değil aynı zamanda düşen ısı izolasyondan olduğu açıklanabilmektedir [35].

1.2.4 Islanma ve Kılcal Islanma (Wicking)

Aşırı sıcak ve nemli bir ortamda veya yoğun bir aktivasyondan sonra oluşan sıvı haldeki terin deri üzerinden atılması giysinin ıslanma ve kuruma performansı ile sağlanır. Bu giysi konforu açısından önemli bir faktördür. Bu performans kumasın ıslanabilirliği ve kılcal ıslanmasıyla alakalı bir durumdur. Sıvı ile tekstil malzemeleri arasındaki ilişki dört mekanizmayla açıklanabilir: lif yüzeyinin ıslanması, sıvının lifler arasından taşınması, sıvının lif yüzeyinde tutunması ve sıvının lif içine difüzyonu.

Kıssa, ıslanmayı katı-hava ara yüzünün katı-sıvı ara yüzüyle değişimi olarak tanımlamaktadır. Islanma dinamik bir süreçtir. İhtiyari ıslanma sıvının katı bir yüzey üzerinde termodinamik denge yönüne doğru yer değişimidir. Kuvvet altında ıslanma dış hidrodinamik veya mekanik kuvvetler vasıtasıyla katı-sıvı ara yüzünün artmasıdır [36]. Liflerin ıslanması ise lif-hava ara yüzünün lif-sıvı ara yüzüyle değişimidir. Kumaş gibi liflerden oluşan bir topluluğun ıslanması kompleks bir

işlemdir. Böyle bir proseste yayılma, batma, adhezyon, kılcal penetrasyon gibi farklı ıslatma mekanizmaları eş zamanlı olarak işleyebilir. Katı-sıvı sınırında dengedeki kuvvetler Young-Dupré eşitliğinde Denklem 2.6 daki gibi ifade edilmiştir:

$$\gamma_{SV} - \gamma_{SL} = \gamma_{LV} \cos \theta \quad (2.6)$$

γ : ara yüz gerilimi

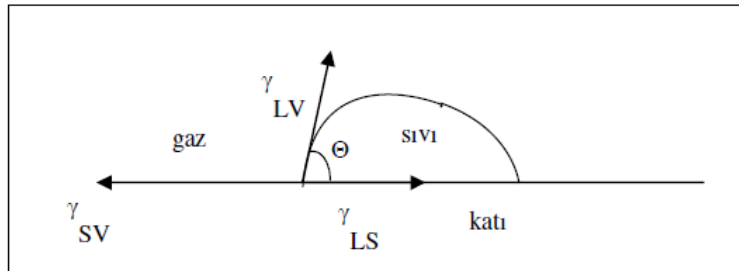
L: sıvı

S: katı

V: buhar

θ : temas açısı

$\gamma_{LV} \cos \theta$: adhezyon gerilimi ve spesifik ıslanabilirlik



Şekil 1.6: Termodinamik Denge Halinde Yüzey Gerilimleri ve Temas Açısı

Young-Dupré eşitliği ıslanma ve sıvı iletim olayını açıklamak üzere kullanılmaktadır. Temas açısı γ_{SV} , γ_{SL} ve γ_{LV} ara yüz gerilimlerine göre değişir. Eğer γ_{SV} , γ_{SL} 'den daha büyükse $\cos \theta$ pozitif olur ve temas açısı 0° ile 90° arasında değer alır. Eğer γ_{SV} , γ_{SL} 'den daha küçük olursa temas açısı 90° ile 180° arasında olur. Islanabilirliğin artışıyla temas açısı küçülür $\cos \theta$ ise büyür. Temas açısı sıfıra yaklaştığında ıslanabilirlik maksimum seviyeye çıkar.

Temas açısı terimi sıvı-hava (buhar) ve katı-sıvı ara yüzünün teğetleri arasında kalan açıdır. Temas açısı üç ara yüzün (katı-buhar, katı-sıvı, sıvı-buhar ara yüzleri) kesiştiği temas çizgisinde oluşur. Şekil 1.6 da görülmektedir.

Kumaşların ıslanabilirliği lifin sıvıyla olan etkileşmesinden doğan yüzey enerjisiyle belirlenir. Bu yüzey enerjisi de temas açısıyla tespit edilir. Su sever lifler yüksek yüzey enerjisine ve düşük temas açısına sahiptir, daha çok sıvıyı kolayca emebilirler. Su itici lifler ise düşük yüzey enerjileri ve yüksek temas açısı (90 dereceden fazla) nedeniyle sıvı emişi yapamazlar. Kumaş yüzey yapısının sıvı emilebilirliğine uygun olmadığı durumlarda kumaş su sever liflerden oluşsa bile sıvı emme kapasitesi düşük olmaktadır.

İplik veya kumaş gibi lifli bir yapıya sahip cisimlerde sıvı transferinde kılcal yollar ve kuvvetler etkili olabilir. Bu kılcal kuvvetler sayesinde sıvının kendiliğinden gözenekli yapıda ilerlemesine kılcal ıslanma (wicking) adı verilir. Islanma ile kılcal ıslanma birbirinden ayrı mekanizmalar değildir. Islanamayan bir kumaşta kılcal ıslanma olması beklenemez. Kılcal ıslanmanın devam edebilmesi için de kumaşın sürekli ıslak kalması gerekmektedir.

Kumaşlarda sıvı haldeki nemin transferi iki parametre ile değerlendirilir: Absorbe kapasitesi ve absorbe oranı. Birinci terim, kumaşın içine emip tutabileceği maksimum seviyedeki sıvı haldeki nemi, diğeri ise kumaşın suyu emme hızını belirtir. Absorbe kapasitesi (A), suya daldırılan bir kumaşın suya daldırılmadan önceki ağırlığı (W_d) ve sonraki ağırlığının (W_w) ölçülmesiyle Denklem 1.7' e göre hesaplanır:

$$A = \frac{W_w - W_d}{W_d} \quad (1.7)$$

Absorbe oranı ise, sıvının deri yüzeyinden alınıp kumaş yapısı boyunca transfer edilip dış ortama verilebilme yeteneğini belirtir. Dolayısıyla yüksek absorbe oranına sahip olan kumaşlar hızla deride serinleme ve kuruma hissi verir. Diğer yandan absorbe kapasitesi yüksek olan kumaşlar da deriden sıvının hızlı bir emilimini sağlar. Ancak kumaşın emilen bu sıvıyı uzaklaştırabilme yeteneği iyi değilse bu bir dezavantaj haline dönüşür ve ıslaklık hissi gibi bir konforsuzluk hissinin oluşmasına yol açar [36].

Pharsarn' in yaptığı deneysel çalışmada elde edilen sonuçlar da bunu doğrular nitelikte görülmektedir. Pamuk ve kesikli polyesterin absorbe kapasiteleri yüksek olmasına rağmen filament polyesterin absorbe oranının bu iki gruptan çok büyük olduğu gözlemlenmiştir. Buna sebep olarak da filament liflerin çok düzgün yüzeylerinde daha temiz ve düzgün kılcal yollar oluşması sonucu hızlı bir transferin gerçekleşmesi gösterilmektedir [17].

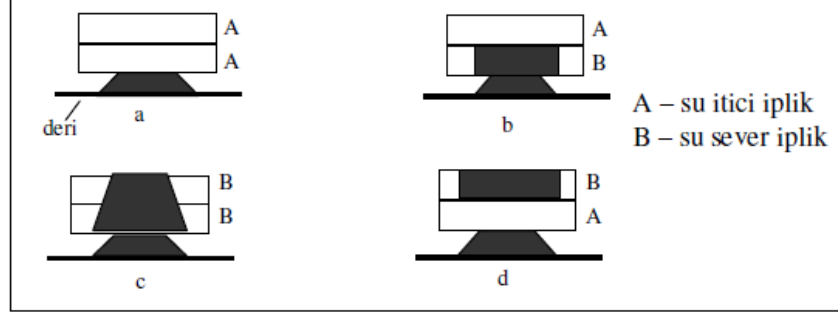
Long, çift tabakalı kumaşların su buharı ve sıvı geçirgenliğiyle ilgili olarak aşağıdaki tespitlerde bulunmuştur:

1- Her iki katmanında da su itici elyaf kullanılan bir kumaşta, kumasın suyu çekmesi zorlaşmaktadır, sadece su buharı kumaş gözenekleri arasından geçebilir, bu da yavaş bir buharlaşmaya yol açacağından giyen kişi tarafından sıcaklık ve ıslaklık bakımından konforsuzluğa yol açmaktadır (Şekil 1.7a).

2- Alt katmanında su sever üst katmanında su itici elyaf kullanılan kumaşta, suyu emen iç tabaka dış taraftaki su itici malzeme yüzünden suyu uzaklaştıramaz, kumasın hava boşluklarını dolduran su giysinin ısı izolasyonunu azaltarak kumasın serin ve ıslak hissettirmesine yol açar (Şekil 1.7b).

3- Her iki katmanında da su sever elyaf kullanılan bir kumaşta, su alttaki tabaka tarafından emilir ve üst tabakaya transfer edilir, üst tabakadan da buharlaşma sağlanır. Ancak iç tabakadaki sıvı alanının dış tabakadakinden büyük olması yavaş bir buharlaşmaya yol açar, bu da kumasın ıslak ve serin hissettirmesine yol açar (Şekil 1.7c).

4- Alt tabakada su itici üst tabakada su sever elyaf kullanılan bir kumaşta, suyun alttabaka tarafından direkt emilmesi güçtür. Ancak dış tabakadan iç tabakaya doğrugiren liflerinin kılcal etkisiyle su dış tabakaya transfer olur. Dış tabakada oluşan geniş ıslak alan sayesinde su kolaylıkla buharlaşır. İç tabaka sadece iletim rolüüstlenir ve derinin kuru olmasını sağlar. Bu sistemle giysi konforu sağlanmış olur (Şekil 1.7d).



Şekil 1.7 Sıvı Transfer Modelleri

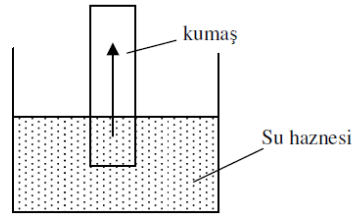
Long, ortaya koyduğu bu model doğrultusunda, pamuk, polyester, polipropilen ve yün elyaf gruplarıyla elde ettiği farklı kombinasyonlardaki çift tabakalı kumaşlar üzerine su buharı ve sıvı geçirgenliğiyle ilgili deneysel çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, su buharı geçirgenliğini en çok etkileyen faktörün kumaşın gözenekliliği olduğu belirtilmektedir. Kullanılan elyafın su absorpsiyon kapasitesinin de bunda etkili olduğu söylenmektedir. İç tabakadan dış tabakaya olan sıvı transferi ise, bu iki tabakada kullanılan lif cinslerinin su emme kapasitesine bağlı olduğunu, dış tabakanın ne kadar su emici iç tabakanın da ne kadar su itici olursa transfer edilen su miktarının o kadar fazla olduğu gözlemlenmiştir [37].

Sıvı transferi (wicking) sıvının lif yüzeyi boyunca aktarılacak lifin içine absorbe edilmediği durumda gerçekleşmektedir. Sıvı transferi sıvının gözenekli bir yapıda kılcal kuvvetlerin etkisiyle spontan akışıdır. Gözenekli yapıda bu tip bir akış sıvının, sıvı-yapı arasındaki yüzey etkileşiminin ve yapı içindeki gözeneklerin geometrik konfigürasyonunun özellikleri tarafından yönetilir [38]. Sıvının iplik ya da kumaş gibi bir lif topluluğunda transferi dış kuvvetler veya kılcal kuvvetlerden kaynaklanabilir. Gözenekli bir yüzeye verilen sıvının kılcal kuvvetler sayesinde spontan transferi “sıvı transferi” olarak adlandırılır. Islanma ile ortaya çıkan kılcal kuvvetler spontan ıslanma sonucunda sıvı transferini sağlar. Sıvı transferi ve ıslanma farklı olaylardır. Sıvı transferinin ön koşulu ıslanmadır. Lifleri ıslatamayan bir sıvının iletilmesi de söz konusu olamaz. Sıvının iletilmesi lifleri birleştiren kılcal

boşlukların sıvı tarafından ıslatılması ile gerçekleşir. Bu ıslanma sonucunda ortaya çıkan kılcal kuvvetler sıvının kılcal boşluklarda ilerlemesini sağlar [36].

Sıvı transferini tespit amaçlı çeşitli yöntemler bulunmaktadır.

En yaygın ve kullanımı en kolay yöntem olan dikey kılcal ıslanma testinin esası 1x6inç ebadında hazırlanmış şerit halindeki kumaşların 21 °C deki saf suya ucundan batırılmasına dayanmaktadır. 5 dakika müddetince, aralıklarla yapılan seviyeölçümleriyle suyun yükselme hızı ölçülebilmektedir (Şekil 1.8).

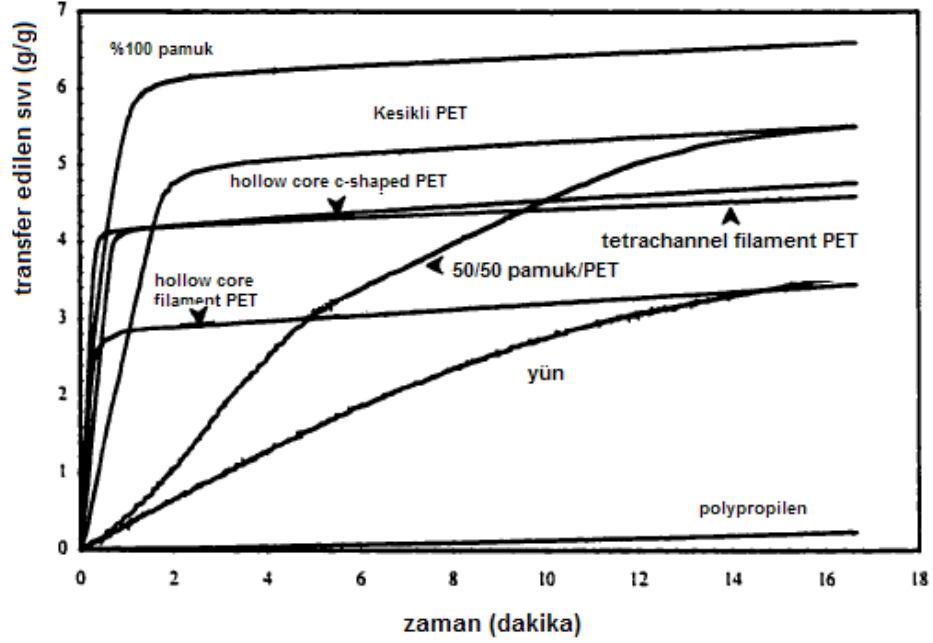


Şekil 1.8: Dikey Kılcal Islanma Testi

Damla testinde kumaş üzerine damlatılan bir damlanın görülmez hale gelinceye kadarki geçen zaman ıslanma süresini, damla damlatıldıktan bir dakika sonraki enine ve boyuna olan yayılma mesafesi de cm/min olarak yayılma hızını vermektedir.

Yatay kılcal ıslanma testlerinde yöntemin esası, sabit bir su haznesinden sürekli bir sıvı akışının sağlandığı gözenekli bir yapı üzerine yerleştirilen kumaşa üstten de belli bir basınç uygulanmak suretiyle kumasın emdiği su miktarının tespitine yöneliktir. Bu miktarı tespit etmek için su haznesinde azalan suyun miktarı ölçülmektedir. Yatay kılcal test yöntemlerinin dikey yöntemle göre avantajı yerçekimi kuvvetinin etkisini ortadan kaldırmasıdır [26].

Pharsarn, yaptığı çalışmada GATS (Gravimetric Absorbency Testing System – ağırlık ölçerek emilim testi) sistemini kullanarak çeşitli liflerin sıvı transfer özelliklerini karşılaştırmıştır. Şekil 1.9’ daki grafikten de görüldüğü gibi pamuk en çok su emen lif, polipropilen ise neredeyse hiç su emmeyen bir lif olarak karşımıza çıkmaktadır [17].



Şekil 1.9: GATS Verilerine Göre Çeşitli Liflerin Sıvı Emme Değerleri [17]

Pharsarn, elde ettiği sonuçlardan yola çıkarak su tezi ortaya koymaktadır. En iyi sıvı kontrol özelliğini elde edebilmek için, en iyi sıvı transferini sağlayacak ideal örgünün yüksek absorbe oranı, düşük absorbe kapasitesi, yüksek buharlaşma oranına sahip olması gerekmektedir. Bu performansı elde etmek için örgünün ıslanabilir lif içermesi gerekmektedir. Diğer yandan absorbe oranını arttırabilmek için filament iplik kullanılması da gerekmektedir [17].

Zhuang, yaptığı çalışmada kumaş tabakaları arasındaki sıvı transferini incelemiştir. Hazırladıkları düzenek ile - aynı cinsten hazırlanan aynı ebattaki iki kumaş parçası biri ıslak biri kuru olmak üzere üst üste konmuş ve belli bir dış basınç uygulanmış (bu dikey konumlandırmada yay vasıtasıyla, yatay konumlandırmada içi kum dolu aynı ebatta bir kap vasıtasıyla sağlanmış) - ıslak kumaştan kuru kumaşa olan sıvı transferi tespit etmeye çalışılmışlardır. Çalışmada 4.59, 9.18, 13.77, 18.36 ve 27.54 kg/m² lik dış kuvvetler uygulanmış ve çalışmalar sonucunda en iyi sıvı transferinin optimum bir dış basınç değerinde elde edildiğini ve bunun da 14 kg/m²civarında bir

basınç olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı zamanda ıslak kumaşta bulunan başlangıç sıvı miktarı arttıkça transfer edilen sıvı miktarının da arttığı belirtilmektedir.

Yapılan bu çalışmada ıslak ve kuru tabakalar yüz-yüze, yüz-arka ve arka-arka şeklinde yerleştirmeler yapılarak sıvı transferleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre en iyi transfer ıslak ve kuru kumasın yüzlerinin karşılıklı geldiği pozisyonda gerçekleşmektedir. Arka-yüz ve arka-arka temaslarında ciddi bir sıvı transferi gözlemlenmemiştir.

Sıvı transferi, kumasın farklı yapıdaki katmanlarının gösterdiği transfer özelliklerine ve bu katmanların birbiriyle olan temas sekline bağlıdır. Sıvı önce kumasın birinci tabakasındaki boşlukları doldurmaya baslar, yeteri kadar sıvı varsa bu kumaş doyuncaya kadar devam eder. Kritik bir noktadan sonra sıvı birinci tabakadan ikinci tabakaya transfer olmaya baslar. Bu yüzden, birinci tabaka daha çok sıvı emmektedir [39].

Transfer kılcal sıvı transferini etkileyen en önemli parametrelerden birinin ıslak tabakanın başlangıç ağırlığı olduğundan, Adler bu parametrenin etkisini kaldırmak için Denklem 1.7’ deki formülü tanımlamıştır:

$$C = \frac{C_1 - C_0}{C_r - C_0} \quad (1.7)$$

Buna göre, C_0 , başlangıç kuru numune ağırlığı; C_r , ölçüm anındaki ıslak numune ağırlığı ve C_1 , ölçüm anındaki kuru numune ağırlığı şeklinde tanımlanarak sıvı transfer oranı C hesaplanmıştır. Bu oran vasıtası ile ıslak zeminde bulunan suyun ne kadarlık kısmının kuru zemine geçtiği tespit edilmiş olmaktadır [40].

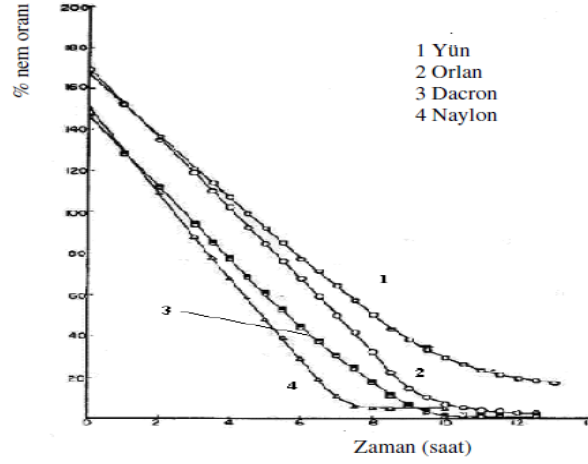
Çil vd (2009), kumaşların su buharı geçirgenliği, su emiciliği ve kuruma karakteristikleri gibi su ile kumaş arasındaki ilişkiyi belirleyen bazı konfor özelliklerini, pamuk, akrilik ve pamuk/akrilik karışımı kumaşlarda incelemişlerdir. Aynı zamanda konfor özelliklerine etkisi olan lif karışımı, iplik numarası ve sıklık gibi parametreler de dikkate alınmıştır. Deneysel çalışmaların sonuçlarına göre kumaşların dikey su emiciliğinin ve sıvı transfer yeteneğinin kalın

iplik kullanımı ile arttığı, ince iplik kullanımı ile kuruma oranının arttığı belirlenmiştir. Bunun dışında karışımda akrilik lifi oranının artmasıyla kumaşın kuruma oranının ve dikey su emicilik ile sıvı transfer yeteneğinin arttığı görülmüştür [41].

1.2.5.Kuruma

Kumaş tarafından deriden emilen nemin veya sıvının ya da dış ortamdan kumaşa gelen sıvının hızlı bir şekilde kumaştan uzaklaşması konforu sağlayan parametrelerden biridir. Bu da kumaşın denge halinde sahip olduğundan fazla sıvıyı buharlaştırmasıyla mümkün olabilmektedir. Genel olarak kurumanın üç evreden oluştuğu belirtilir. Birinci evrede ıslak kumaş çevresine göre sıcaklığını denge haline getirir, ikinci evrede sabit bir kuruma periyodu olur. Bu periyotta kumaş içindeki su hızla yüzeye doğru çıkar ve sabit bir hızda buharlaşma gerçekleşir. Kritik nem oranına ulaştığında bu sabit kuruma biter ve daha yavaş bir kuruma gerçekleşir. Çünkü yüzeydeki su artık buharlaşmış ve dengeye ulaşmıştır ancak yüzeyin altında hala kuruma devam etmektedir [42].

Coplan, yün, naylon, Dacron, orlon, pamuk gibi liflerden oluşan kumaşlar üzerine kuruma testleri yapmıştır. Bunun için kumaşlar önce tamamen ıslatılıp daha sonra fazla suları alındıktan sonra standart laboratuvar koşullarında kuruması için bekletilmeye alınmıştır. Aralıklarla yapılan ölçümlerde Şekil 1.10' daki kuruma eğrileri elde edilmiştir. Kumaşların kuruma hızlarının sabit bir hızda olduğu görülmektedir ve g/cm^2 saat cinsinden belirtilen bu sabit elyaf cinsine bağlı değildir. Ancak yüzeyi çok düzgün ve lifsiz bir yapıda olan kumaşlarda bu sabit değer daha yüksektir. Toplam kuruma süresi ise kumaşların başlangıçta aldıkları sıvı miktarına bağlıdır. Sıvı miktarı ne kadar fazlaysa kuruma da o kadar geç olmaktadır. Hissel olarak kuruma ise nem oranının %100' ün altına düşmesiyle gerçekleşmektedir [43].



Şekil 1.10: Çeşitli Kumaşların Kuruma Davranışları [43]

1.2.6. Hava Geçirgenliği

ASTM hava geçirgenliğini bilinen bir alanda malzemenin yüzleri arasında öngörölmüş hava basınç farklılığı altında dik olarak geçen hava akım oranı olarak tanımlamıştır. $\text{cm}^3/\text{s}/\text{cm}^2$ veya $\text{ft}^3/\text{min}/\text{ft}^2$ birimleriyle ifade edilir. Hava geçirgenliği kavramı özellikle yağmurluk, çadır ve üniforma gibi son kullanım alanları için çeşitli kumaşların “nefes alabilirlik” özelliklerinin karşılaştırılması için kullanılır [44].

Giysilerin hava geçirgenliği vücut geometrisine, havanın hızına, kumaşın hava geçirgenliğine ve giysi katmanları arasındaki boşluklara önemli ölçüde bağlıdır [26].

Cheng ve Cheung, ASTM D737 test yöntemini kullanarak kumaşların hava geçirgenliklerini tespit etmeye çalışmışlardır. Kumaşın hava geçirgenliğini etkileyen ana faktörün kumaş gözenekliliği olduğunu, bunun da kumaş içindeki lifler ve iplikler arasındaki boşluklar tarafından desteklendiği belirtilmektedir [35].

Bir kumaşın hava geçirgenliği konfor özelliklerini de pek çok açıdan etkiler. İlk olarak hava geçirgen bir malzeme buhar ya da sıvı fazdaki su için de geçirgendir. Nem buharı transferi ve sıvı nem transferi hava geçirgenliği ile yakından ilgili kavramlardır. Ayrıca kumaşın termal direnci kapalı durgun havaya bağlıdır ve bu da kumaş yapısı ve dolayısıyla hava geçirgenliğinden etkilenir. Çok açık yapıdaki

kumaş soğuk rüzgarlı havada ciddi yaşamsal problemlere yol açan rüzgar üşütmesine neden olur. Son olarak giysiler için hava geçirgenliği yüksek olan kumaş şeffaf ya da çok açık yapıda olabilir, bu da psikolojik ve fiziksel açıdan konforsuzluğa yol açar [45].

Hava geçirgenliğinin ölçümü için kullanılan cihazlar ikiye ayrılmaktadır. Bir sistemde numune kumaşın farklı yüzleri arasındaki basınç farkı sabit tutulur ve malzeme içinden geçen hava akımı ölçülür. Diğer sistemde ise malzeme içinden geçen havanın hızı sabit tutulur ve basınç farkı ölçülür. Tekstil endüstrisinde kumaş hava geçirgenliği ölçümünde kullanılan ölçüm prensibi kumaşın belirli bir alanına havanın gönderilmesidir. Hava akımının hızı kumaşın ön ve arka yüzleri arasındaki basınç farkının belirlenen değerine göre ayarlanır. Hava akımı ölçülerek kumaşın hava geçirgenliği hesaplanır [46].

Gibson ve ark. tekstil malzemelerinde rutubetli ortamlarda lif şişmesinin hava geçirgenliği değerinde yaptığı değişikliği incelemişlerdir. Çalışmalarında higroskopik dokuma kumaşların hava geçirgenliğinin bağıl neme bağıllığını değerlendirmişlerdir. Özellikle koruyucu giysilerde buhar ya da aerosol formdaki zehirli maddelerin kumaştan geçmemesi gerektiği için hava geçirgenliğinin rutubet karşısındaki davranışı önemlidir. Çalışma kapsamında dokuma kumaş, nonwoven vatka ve electrospun nonwoven kullanarak bu kumaşların bağıl rutubet değişimiyle geçirgenliklerinin nasıl değiştiği değerlendirilmiş, ayrıca geçici koşullar altında hava geçirgenliğini ölçen bir test metodu geliştirilmiştir [47]. Çift yüzölöl örme kumaşların hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği gibi özellikleri Halgas ve arkadaşlarının çalışmasında incelenmiştir. Farklı hammaddelerde düz ve kanallı astarlı örme kumaşlar üretilmiş ve bu kumaşların yüzey gözenekliliği, hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği ölçülmüştür [48].

Frydrych, yaptığı çalışmada dimi kumaşların bezayağı kumaşlara göre daha yüksek hava geçirgenliğine sahip olduğu, aynı şekilde Tencel kumaşların da aynı yapıdaki pamuklu kumaşlara göre daha yüksek hava geçirgenliğine sahip olduğunu

belirtmektedir. Dolayısıyla yaz kıyafetleri için Tencel kullanımının pamuk kullanımından daha uygun olduğunu belirtmişlerdir [30].

2. KONFOR ÖZELLİKLERİ AÇISINDAN ELYAF TEKNOLOJİSİ:

2.1. Tekstil Lifleri:

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.

Tekstil lifleri genel olarak ikiye ayrılır: Doğal lifler ve yapay lifler

Çizelge 2.1 ve 2.2’de doğal ve yapay tekstil liflerinin sınıflandırılmasından bahsedilmiştir. [49]

Çizelge2.1.: Doğal liflerin sınıflandırılması [49].

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		

Çizelge2.2 : Yapay liflerin sınıflandırılması

YAPAY LİFLER		
Organik Lifler		Anorganik Lifler
Doğal Polimer Esaslı Lifler	Sentetik Polimer Esaslı Lifler	
Viskon	Polyamid	Karbon
Alginat	Polyester	Seramik
Asetat	Akrilik	Cam
Triasetat	Modakrilik	Metal
Kupro	Polietilen	
Modal	Polipropilen	
Liyosel	Poliüretan	
Zein	Aramid	
Kazein	Floro	
	Polivinil	
	Poliüretan	

Doğal polimerlerden elde edilen rejenere liflerin başlıcaları, hammaddeleri doğada mevcut makromoleküllü maddelerden elde edilen selüloz ve protein polimerleridir. Selüloz doğada en yaygın bulunan molekül zinciridir. Bu liflerin doğal liflerden tek farkı çeşitli fiziksel ve kimyasal yollarla tekstil lif özelliği ve formasyonu kazandırılmasıdır. Temel kimyasal yapısı değişmez.

Buna karşılık sentetik lifler ise, yine doğadan (petrol ve kömür) elde edilen farklı iki veya daha fazla kimyasal maddenin insanlar tarafından laboratuvarlarda sentezlenmesi yolu ile elde edilen sentetik polimerlerdir [63].

Bu bölümde tekstil liflerinden bu çalışmada kullanılan aşağıdaki lifleri konfor ve performans özellikleri açısından önemli özelliklerine yer verilecektir.

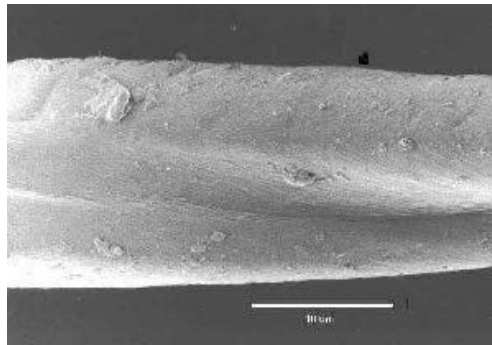
2.1. 1. Pamuk

Pamuk; bir yıllık ömrü olan 1-2 m boyunda bir bitkidir. Lif uzunluğu, kısa (26mm), orta (27-29 mm), uzun (30-38 mm) ve çok uzun (38 mm ve daha fazla) şeklinde

olabilir. Lif inceliği, lifin uzunluğu ile doğru orantılıdır. Uzunluğu arttıkça inceliği de artar. Pamuğun mukavemeti daha çok nemden etkilenir. Suya doymuş pamuk liflerinin kuru hallerine kıyasla % 20 oranında daha iyi bir mukavemeti vardır. Esnekliği çok fazla iyi değildir. %5-10 civarlarında bir kopma uzama oranına sahiptir. % 2'lik esnemedede elastik geri dönüşümü %74, %5'lik esnemedede 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 yetiştigi bölgeye göre değişir. Kar beyaz, beyaz, krem, gri, sarı, kahverengi şeklinde olabilir. Merserizasyon işlemi ile parlak hale getirilir. Standart ortamda kendi ağırlığının %8,5'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.



Şekil 2.1 : Pamuk lifinin mikroskop altında görünümü.

Şekil 2.1 de görüldüğü gibi 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 [50].

2.1.2. Viskon

Viskonun hammaddesi kayın ağacıdır. Viskon üretimi sürecinde akışkan hale gelen selülozun yapısında, hemen hemen hiç kimyasal değişiklik olmamaktadır. Filament olarak sertleştikten sonra yine selüloz olarak kalmaktadır.

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.

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, pamuğa göre iki kat daha yüksektir.

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. Suyu 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.

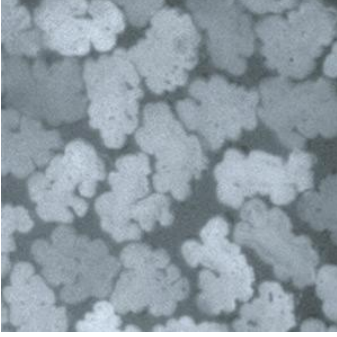
Viskon kolay yanar ve karakteristik bir kağıt kokusu çıkarır. Güneş ışığına maruz kalan viskon lifinin rengi bozulmaz fakat uzun süre güneş ışığı karşısında kalırsa mukavemeti gittikçe azalır.

Esası selüloz olduğundan kimyasal özellikleri pamuğa benzer. Viskonun enine kesit görünümü ise Şekil 2.2 deki gibidir.

Bu lifler kimyasal yollarla elde edilen lifler arasında doğal liflere en yakın özellikleri bulunan liflerdendir. Ucuz olmasıyla kullanma alanını genişletmişlerdir. Tekstil endüstrisinin hemen her dalında yararlı şekilde kullanılabilir. Filament veya şapnel halinde de tutumu yumuşak ve kullanışlı mamullerin yapılmasına elverişlidir.

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.

Viskon daha ziyade pamuk, keten ve yün gibi diğer elyaf türleriyle karıştırılarak kullanılır [50,51].



Şekil 2.2. : Viskon enine kesit görünümü.

Stankovic vd (2008), doğal ve rejenere selüloz liflerinin termal konfor özelliklerini kıyaslamak için keten, pamuk ve viskon liflerinden üretilen ipliklerle ve bu ipliklerin karışımlarıyla örülen kumaşları incelemiştir. Sonuçlara bakıldığında lifler termal direnç açısından pamuk, keten, viskon, keten/viskon, keten/pamuk şeklinde sıralanırken, termal iletkenlik açısından keten/pamuk, viskon, keten/viskon, pamuk, keten şeklinde sıralanmıştır [52].

Üte vd (2008)'nin yaptıkları çalışmada, doğal renkli pamuk lifi ile Angora Tavşanı lifi farklı oranlarda karıştırılarak iplikler üretilmiş ve bu ipliklerden çift yüzlü örme kumaşlar elde edilmiştir. Üretilen kumaşların termal konfor özellikleri ölçülmüş; farklı yüzlerin iç veya dış katman olarak kullanılmasının ve değişik Angora oranının bu özelliklere etkisi incelenmiştir. Yapılan ölçümler, kumaşlarda Angora karışımı iplik kullanılan yüzün termal absorpsiyon değerinin daha düşük olduğunu ve dolayısıyla ilk temas anında daha sıcak bir his verdiğini ortaya koymuştur [53].

2.1.3.Tencel:

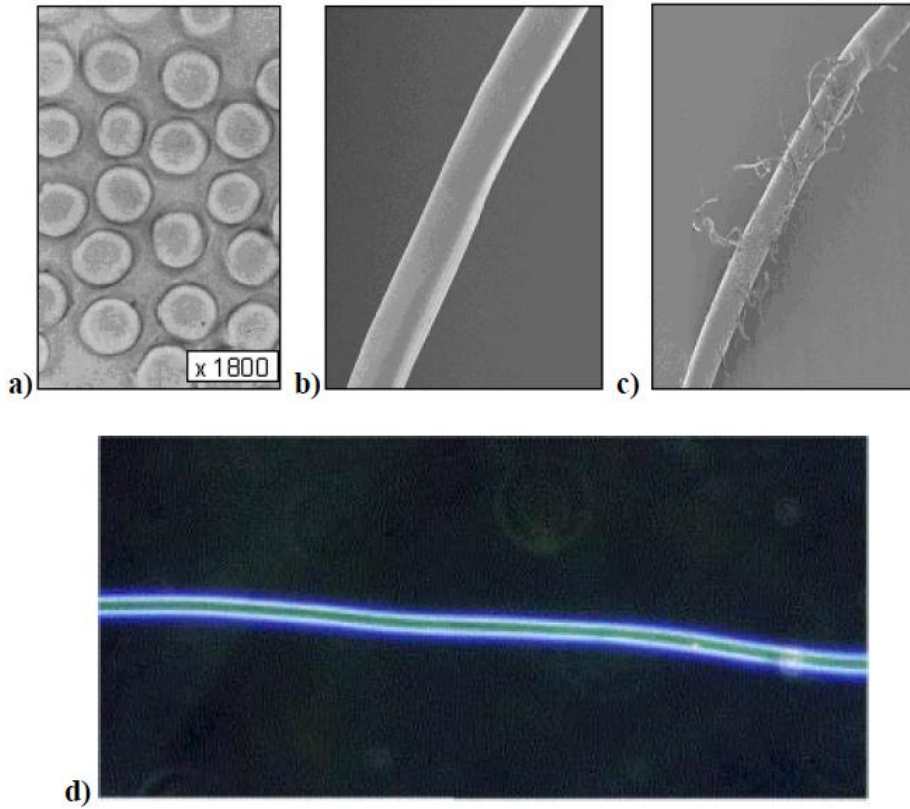
Lyocell'in üretimi, odun hamurunun aminoksit çözeltisi içinde çözünmesinden sonra seyreltik aminoksit çözeltisi içinde çekilerek lif eldesi esasına dayanır.[54].

Son yıllarda viskoz prosesine alternatif olarak çıkan ve rejenere selülozik elyaf teknolojisindeki en önemli gelişme, organik bir çözücü kullanarak rejenerasyonun başarıyla yapılabildiğinin gösterilmesidir. Çeşitli çözücülerin içinde en başarılı olan N-Metil-Morfolin-N-oksidi(NMMO) çözücü olarak kullanan ve Courtaulds PLC firmasının geliştirdiği “Tencel” elyaf prosesidir. Tencel, Courtaulds firmasının

tescilli markasıdır. Bu tip proseslerle rejenere edilmiş selülozik liflere verilen genel isim ise “Lyocell”dir [55,56] .

Ticari olarak ilk Lyocell olan Tencel, Courtaulds firması tarafından 1991’de İngiltere’de üretilmeye başlanmış ve rejenere selülozik liflerin üçüncü jenerasyonu olarak ortaya çıkmıştır [57] .

Lyocell lifleri, lif eksenine paralel olarak yerleşmiş fibrillerden oluşmuştur. Enine kesiti dairesel ve yüzeyi düzgündür (Şekil 2.3).[58,59].



Şekil 2.3.: Tencel Lifinin Mikroskopik Görünüşleri; a) Tencel lifinin enine kesiti, b) Tencel, c) Fibrillenmiş Tencel, d) Lekeleme yöntemiyle lyocell lifinin boyuna görünüşü [60]

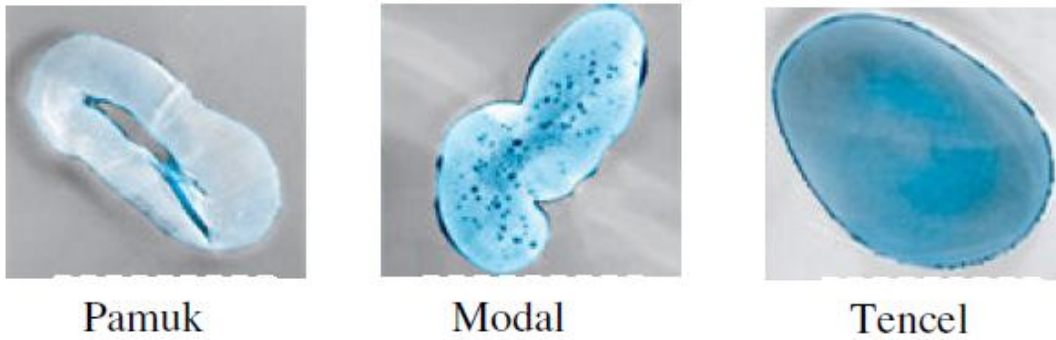
Çizelge 2.3.’de de görüldüğü gibi Lyocell lifleri yüksek bir mukavemet özelliği gösterir. Yaş mukavemeti de diğer rejenere selülozik liflere oranla yüksek ve kuru mukavemetinin yaklaşık % 85’i kadardır. Islakken pamuktan daha mukavim olan tektiftir. Düşük bir yıkama çekmesine sahiptir ve fazla miktarda rutubet

absorbeedebilir. Lyocell lifleri, yüksek ıslak modülleri sebebiyle polynozik ve pamuklukumaşlar kadar iyi bir boyutsal stabiliteye sahiptir [55,61].

Çizelge2.3. Liflerin Mukavemet Karşılaştırmaları [62]

Özellikler	Tencel	Viskon	Pamuk	Polyester
İncelik (dtex)	1,7	1,7	-	1,7
Kuru Mukavemet (cN/tex)	38-42	22-26	20-24	55-60
Kuru Uzaman (%)	14-16	20-25	7- 9	25-30
Yaş Mukavemet (cN/Tex)	34-38	10- 15	26-30	54-58
Yaş Uzama (%)	16-18	25-30	12- 14	25-30

Şekil 2.4.' de Pamuk, Modal, Tencel liflerin emdiği su miktarlarının lif kesitlerindeki görünümü yer almaktadır.



Şekil 2.4: Liflerin Emdiği Su Miktarlarının Lif Kesitlerindeki Görünümü

Tencel ipek gibi ince, polyester kadar sağlam, keten gibi serin, yün kadar sıcak tutan ve pamuktan daha çok nem emen çaları aşan elyaf olarak tanımlanmıştır. Tencel hızlı ve yüksek nem emme kapasitesi sayesinde ciltte su artığının kalmamasını sağlamaktadır. Böylece cilt içinde bakterilerin oluşabileceği bir ortam kalmamaktadır. Bu özelliğini hiçbir kimyasal madde kullanmadan sağlaması nedeniyle Tencel doğal hijyen elyafı olarak sınıflandırılmaktadır. Sentetik elyaflar da bakterilerin büyümesi Tencel'e oranla 2000 kat daha fazla olabilmektedir. Tencel

nem alma, tutma ve bırakma özelliğinin yanı sıra cildi tahriş etmeyen lif yüzeyi ile hijyen bezlerinde kullanıma son derece uygundur.

Doğal hammaddeden elde edilmesi, klor içermemesi ve tamamen biyobozunur olması Lenzing firmasının birçok eko etiket almasını ve Avrupa Çevre Ödülünü kazanmasını sağlamıştır.

Tencel, kumaşı mukavemetli, dayanıklı, düşük tiftiklenme özellikte ve emici yapması nedeniyle medikal uygulamalarda tercih edilmektedir. Tencel ile 20 g/m²'ye kadar gramajda dokusuz yüzeyler düşük basınçta su jeti yöntemi ile elde edilebilmektedir. Bu sayede son derece yumuşak ve dökümlü kumaşlar binder kullanılmadan elde edilebilmektedir. Medikal tekstiller açısından önemli olan sterilizasyon sonrası mukavemet açısından da Tencel'in pamuğa olan üstünlüğü yukarıdaki grafikte görülmektedir [64].

Lyocell lifleri, selülozik ve sentetik lif gruplarıyla harmanlanarak kullanılmak üzere çok uygundur. Lyocell'in küçük oranlardaki karışımlarında dahi liflerin dayanıklılık ve düzgünlük performanslarına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır.

Çizelge 2.4. Tencel Lifinin Diğer Liflerle Karışımları Sonucu Oluşan Kumaş Özellikleri [67].

Karışım	Özellikler
Tencel-yün	Yumuşaklık, incelik, akıcılık, dökümlülük
Tencel-pamuk	Yumuşaklık, parlaklık, dökümlülük , eşsiz bir tutum
Tencel-keten	Buruşmazlık yeteneği, performans artışı
Tencel-ipek	Düşük gramajlı rahat ve lüks kumaşlar
Tencel-naylon & polyester	Doğal bir tutum teknik kullanımlı tekstil yüzeyleri
Tencel- elastan	Hafif bir esneklik hareket kabiliyeti artışı

Kumaşın içinde kullanılan Tencel miktarının yüzdesi, kumaşın niteliğini değiştirebilmektedir. Diğer liflerle birleştirildiğinde , Tencel'in kendi özellikleri daha da ön plana çıkmaktadır. Tencel'in dayanıklılığı ve gücü sayesinde bu bileşimlerde daha ince, yumuşak ve az buruşan kumaş çeşitleri elde etmek mümkün olmaktadır. [65,66]

2.1.4. Modal

Günlük giyimde yaygın olarak kullanılmaya başlanan, Lenzing-Avusturya firmasının ürettiği rejenere selülozik esaslı bir liftir [68].

Kayın ağacından üretilen ve %100 selüloz esaslı olan modal liflerin, ipeksi görünüm, dayanıklılık, giyimde konfor sağlaması, yüksek nem alıp verme özelliği ve bakım kolaylığı gibi nedenlerle, son yıllarda kullanımı giderek artmaktadır. Lenzing firması tarafından geliştirilen ve selülozik esaslı bir lif olan modal lifler, terlemeyi önlediği için genelde tene yakın giysilerde özellikle tercih edilmektedir (Turhan ve Karaaslan, 2005) [69].

Tekstil sektöründe oldukça yaygın olarak kullanılan bu lifin en öne çıkan özellikleri oldukça yumuşak ve parlak olmasıdır. Bunun yanında, diğer doğal liflerde görünen yıkama ve kullanım sonucu sertleşme Modal' dan elde edilen giysilerde görünmemekte ve aynı yumuşaklığını koruyabilmektedir. Düşük lif katılığı, düzgün lif yüzeyi, düşük iplik düzgünsüzlüğü, yüksek mukavemeti, doğal yumuşaklık maddesi içermesi, yüksek renk parlaklığı da diğer özellikleri olarak sayılabilir [70].

Modal liflerinin önemli bir avantajı da, bu liflerden üretilen kumaşların yıkandığında normal viskoza oranla daha az çekmesidir[69].

Çok iyi nem transfer özelliği nedeniyle sıcak, rutubetli iklimlerde dahi giyim konforu sunar.

Modal lifler, pamuğa kıyasla %50 daha fazla nem tutma oranına sahiptir. Böylece teri iyi tutar, konfor sağlar. Modal lif, düzgün yüzeye sahip olması nedeniyle yıkama sırasındaki kireç yığılmalarını da sebep olmaz. Modal ipliğin bir başka özelliği de

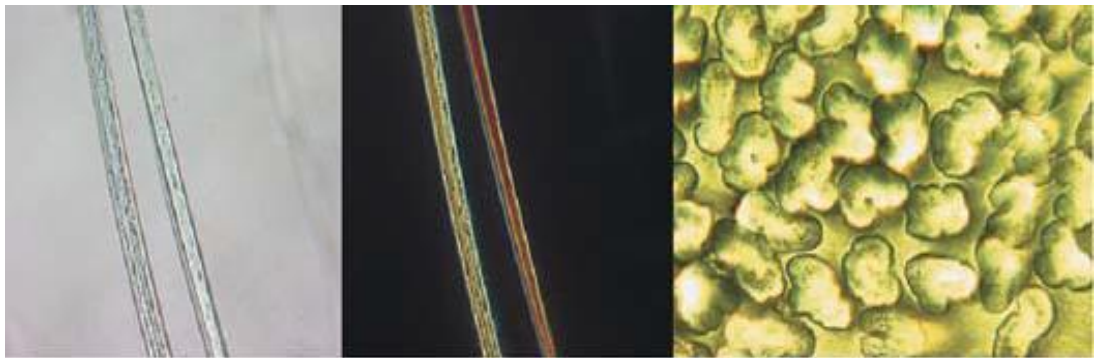
pamuklu karışımlarda, kumaşın çok yıkamadan sonra sertleşmesini ve sararmasını önlemesidir. Kısacası modal, yumuşak, canlı, dayanıklı, bakım ve yıkanabilme kolaylığı, yüksek nem alma ve bırakma özelliklerine sahip bir rejenere liftir. Bu nedenle hazır giyim sektöründe tercih edilen ürünler arasında ilk sıralardadır.

Termoplastik özellikte olmaması ve rejenere selülozik esaslı olması nedeniyle terbiye işlemleri sırasındaki davranışı pamuk lifine benzerdir. Doğal bir beyazlığa sahip olması nedeniyle ağartma işlemi gerektirmez [69].

Şekil.2.5 de Modal lifinin kesit görünüşleri ve Çizelge.2.5’de Modal lifinin fiziksel değerleri gösterilmiştir.

Çizelge2.5 Lenzing modal 1,3 dtex’e göre lif özellikleri (Lenzing, 2007) [69].

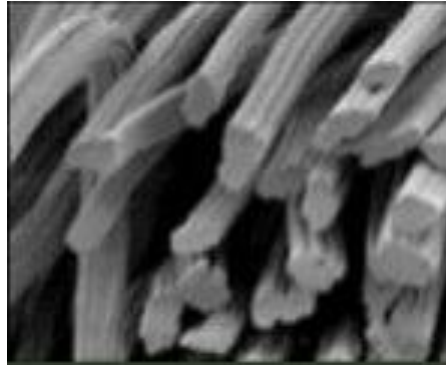
Mukavemet (cN/tex)	35
Uzama (%)	13
Mukavemet(yaş) (cN/tex)	20
Uzama(yaş) (%)	15



Şekil 2.5: Modal lifinin kesit görünüşleri [73]

2.1.5.Bambu:

Bambu lifi, rejenere selüloz bir lif olup, bambu ağacının hamurundan üretilmektedir. Bambu lifinin enine kesitinde çok miktarda mikro boşluk ve çukurlar bulunmaktadır. Bu sayede bambu, yüksek miktarda nem tutma ve hava geçirgenliğine sahiptir. Bambu lifinin enine kesiti Şekil 2.6’da verilmiştir [71].



Şekil 2.6: Bambu Liflerinin Enine Kesiti [71]

Bu mikroboşluklar sayesinde bambu lifi kendi ağırlığının 3 katına kadar su emiciliğe sahiptir. Bu oran çok yüksek bir orandır. vücuttaki teri çok kolay dışarı atar ve sıcak havalarda serinlik hissi verir. Sıcak havalarda vücuda yapışmaz.

Bambu kumaşlar çok yumuşaktırlar ve vücutla temas edecek şekilde giyilebilirler. Yumuşaklığı ipek seviyesine yakındır. Yün ve kenevir gibi bazı doğal liflerin aksine alerji yapmazlar.

Bambu lifi sahip olduğu parlaklık sayesinde merserizasyon işlemine gerek duymamaktadır.

Bilim adamları, bambu lifinin yapısında “bambu kun” adını verdikleri ve life antibakteriyellik özelliği veren bir madde bulmuşlardır. Bu madde selüloz moleküllerine sıkı bir şekilde yapıştığı için mamul kumaş formunda da bu özelliğini korumaktadır.

Japan Textile Inspection Association tarafından kumasın 50 yıkamadan sonra bile anti-bakteriyel özelliğini %70 oranında koruduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bambu

kumaşlarına kimyasal olarak anti-bakteriyel özellik katılmasına gerek olmadığı için vücutta alerji yapmaz.

Ayrıca China Industrial Testing Center tarafından 2003 yılında yapılan testler sonucu bakteri eklenmiş %100 bambu kumaşta 24 saat sonra bakterilerin %99,8'inin öldüğü gözlenmiştir.

Diğer yandan bambu lifinin anti-UV karakteri, UV ısınlarnı kırarak bu ısınlarn vücuda zarar vermesini engellemektedir.

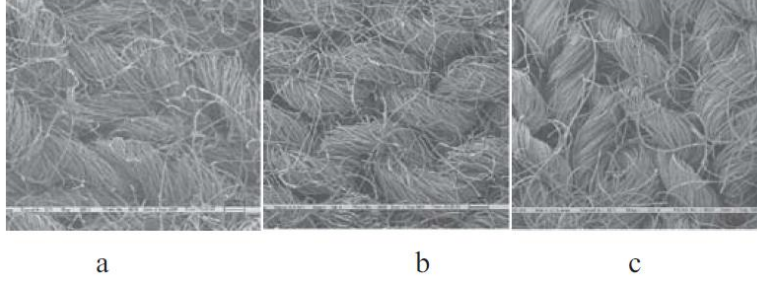
Bambu lifinin üretimi boyunca çevreye zarar verecek herhangi bir kimyasal kullanımı yoktur ve üretimi boyunca herhangi bir çevre kirliliği yaratmaz. Elyaf üretiminde kullanılan çözücülerin tamamına yakını geri dönüşebilir özelliktedir. %100 doğal selülozdan oluşması sayesinde topraktaki mikroorganizmalar ve de güneş ışığı tarafından biyolojik olarak ayrıştırılabilir. Tamamen doğadan gelir ve doğaya geri döner [72].

Majumdar vd (2010), pamuk, rejenere bambu ve pamuk/ bambu karışımı ipliklerden üretilen farklı örme kumaş yapılarının termal özelliklerini araştırmışlardır. Bunun için 3 lif grubundan (%100 pamuk, %50-%50 pamuk bambu ve %100 bambu) üretilen 3 farklı numarada iplikler (30 tex, 24 tex, 20 tex) kullanılmıştır. Her bir iplikten 3 tip örme yapısında (düz-rib-interlok) kumaşlar örülmüştür.

Pamuk, bambu ve pamuk/bambu karışımından üretilen düz örme kumaşların SEM fotoğrafları Şekil.2.7 'deki gibidir.

Sonuçlarda bambu lifi oranının artışının örme kumaşların termal iletimini azalttığı görülmüştür. Aynı lif karışımları için daha ince ipliklerden üretilen kumaşların termal iletkenliği daha düşük çıkmıştır. En yüksek termal direnç değeri interlok örgüye sahip kumaşlarda elde edilmiştir.

Bambu lifi oranı arttıkça kumaşın su buharı ve hava geçirgenliğinin arttığı görülmüştür. En yüksek su buharı ve hava geçirgenliği değerleri düz örme yapılarda elde edilmiştir [73].



Şekil 2.7: (a) Pamuk, (b) Bambu, (c) Pamuk/.Bambudüz örme kumaşların SEM fotoğrafları [73]

2.1.6.Soya

Soya bitkisinin çekirdeklerinden elde edilen bu elyaf yukarıda bahsi geçen liflerden farklı olarak selüloz değil protein esaslıdır. Soya lifinin kesit görünüşü Şekil 2.8’ de gösterilmiştir. Boyuna kesiti içinde yarıklar bulunan bir yapıya sahipken enine kesiti bir halter görünümündedir. En belirgin özelliği ipek yumuşaklığı ve tuşesine sahip olmasıdır. Bu sayede dökümü ve görünümü iyi olan hafif kumaşlar elde edilebilmektedir. Bununla birlikte iyi nem emme ve transfer etme özelliklerine de sahiptir [74].



Şekil 2.8: Soya Lifinin Enine ve Boyuna Kesit Görüntüleri

Soyanın dikkat çekici diğer bir özelliği ise bambuda olduğu gibi içinde bulundurduğu doğal maddeler sayesinde deri sağlığı ve hijyeni açısından katkı sağlayıcı olmasıdır. Soyanın içinde insan vücuduna faydalı 18 çeşit madde ihtiva ettiği belirtilmektedir. Fiziksel özellikleri açısından iyi sonuçlar vermekte olan soya

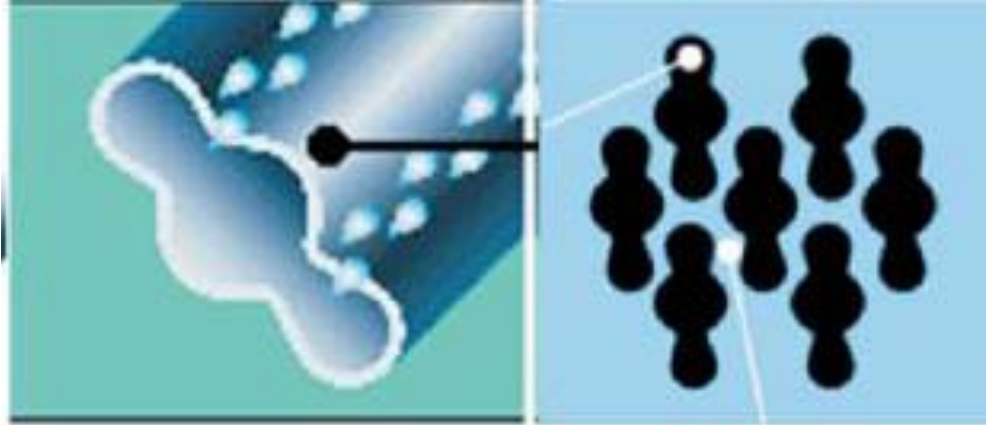
yumuşaklık, kırılmazlık, kolay yıkama ve hızlı kuruma gibi özelliklere de sahiptir (Çizelge2.6).

Çizelge2.6 : Soya Lifinin Fiziksel Özellikleri

Mukavemet (cN/tex)	38-40
Mukavemet(yaş) (cN/tex)	25-30
Kopma uzaması (%)	18-21
Nem kazanımı (%)	8.6

2.1.7. Coolmax:

1986'da DuPont Firması tarafından piyasaya çıkarılan yüksek performanslı, poliester esaslı bir liftir. Çabuk kuruma özelliğine sahip,buharlaşmayı kolaylaştıran, nefes alabilirlik özellikte bir liftir. [73].



Şekil 2.9: Coolmax lifinin kesit görünüşleri [73]

Coolmax Şekil 2.9'da gösterilen dört kanallı lif kesit yapısı sayesinde lif yüzeyinde alanında %20'ye varan artış sağlayarak çok hızlı bir kılcal transfere olanak verirken polyester özelliği sayesinde transfer ettiği bu sıvıyı çok çabuk bir şekilde buharlaştırarak uzaklaşmasını sağlar. Pamuk lifinin, Coolmax' e göre 14 kat daha

fazla su emiş içinde tutmakta olup 4 kat daha fazla sürede kuruması bunun bir göstergesi olarak düşünülebilir. Ayrıca Coolmax' in normal bir poliestere göre de daha hızlı kuruma sağladığı görülmektedir [75].

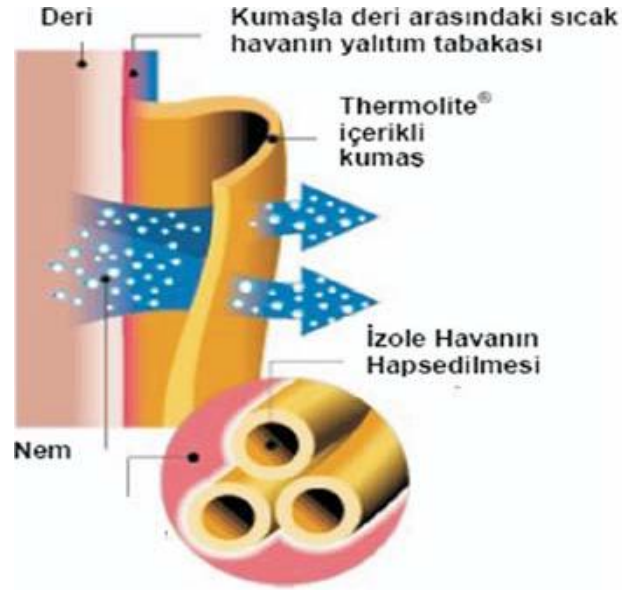
Kaplan (2009)'ın çalışmasında objektif ve subjektif termal konfor değerlendirmelerinde farklı özelliklerdeki örme kumaşlar incelenmiştir. Sıvı absorpsiyonu ve transferi açısından avantajlı olduğu ileri sürülen modifiye poliester lifinden (Coolmax) üretilmiş kumaşın (% 95-5 modifiye poliester (Coolmax)-Elastan) klasik poliester lifinden jakarlı örgü ile üretilen kumaşlardan (%100 poliester) ıslaklık performansı açısından farklı olmadığı tespit edilmiştir.

Ayrıca subjektif giyim denemelerinde konfor değerlendirmeleri açısından avantaja sahip olan klasik poliesterden üretilmiş ve jakarlı interlok orguye sahip kumaşlar (%100 poliester) ile süprem örgüye sahip Coolmax kumaşın (% 95-5 modifiye poliester (Coolmax)-elastan) diğerlerinden daha yüksek su buharı geçirgenliği değerlerine sahip oldukları gözlenmiştir. Subjektif giyim denemeleri sırasında sıvı transferi konusunda belirtilen avantajları gözlenmeyen Coolmax kumaşın su buharı geçirme performansı konusundaki avantajının hammaddesinden çok yapısal özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. [73]

2.1.8. Thermolite:

DuPont firması tarafından geliştirilen poliester esaslı bir liftir. Kutup ayılarının kürkünde bulunan, mükemmel bir yalıtım sağlayan, içinde binlerce küçük hava kesecikleri olan içi boş tüylerden esinlenerek üretilmiştir.

Geniş yüzey alanı sayesinde nemi hızlıca deriden kumaş yüzeyine aktararak hızlı buharlaşmayı sağladığı, soğuk havalarda vücudun sıcaklığını koruyarak konforun devamlılığını sağladığı için tercih edilmektedir. [73].



Şekil 2.10. Thermolite lifinin kesit görünüşü [73]

İçi boşluklu bir yapıya sahip olması sayesinde lif havayı içinde tutar ve böylece yüksek bir ısı izolasyonu sağlanmış olur. Böylece %20'ye varan bir ağırlık düşüşü sağlayarak düşük ağırlıklarda yüksek ısı izolasyonu sağlamış olur. Bu da kullanıcıya soğuk ortamlarda kat kat giyinmeyi gerektirmeyerek hareket özgürlüğü sağlar.[76]

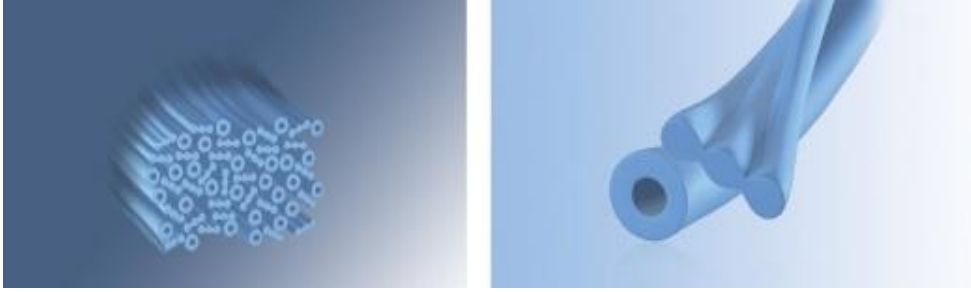
2.1.9. Thermocool

Thermocool, Advansa'nın geliştirdiği bir markadır. Kesit yapısı sayesinde, nem transferi ve ısı yalıtımını birlikte yapabilme özelliğini göstermektedir. Genelde özellikli spor giysilerinde kullanılmaktadır. Nem transferi yapılırken aynı zamanda ortası boşluklu elyaf yapısı nedeniyle vücudun dışındaki ortamla bir tampon oluşturulduğu görülmektedir. Böylelikle Thermocool ile ısı kaybını azaltmak da mümkün olmaktadır.

Artırılmış buharlaşma yüzeyine sahip elyaflarla üretilen Thermocool, nemi diğer kumaşlardan daha hızlı buharlaştırabilmektedir. Şekil 2.11 de kesit görüntüleri verilen Thermocool lifinin teknolojisinde yer alan çok kanallı yüzey ile hızlı nem transferi sunan içi boş elyaflar, hava sirkülasyonunu maksimize

ederek etkin serinleme sağlar. Bu sayede bedenin ısıya dönüşen enerjisini transfer etmeye sağlayan Thermocool ortam sıcaklığıı yuıkseldiginde, vücud harareti ne kadar artarsa artsın buharlasarak serinleme hissi sunar.

Thermocool mevsim ne olursa olsun ikili termo-regulasyon islevi ile uıstun konfor sunan akıllı bir teknolojidir. Sogukken ani sıcaklık degisikliklerini bloke ederek uısuıme hissini oınleyen ve sıcakken harareti ve nemi uzak tutan ideal bir teknolojidir [77].



Şekil 2.11: Thermocool lifinin kesit görüntüleri.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR:

3.1.Deneysel Çalışmada Kullanılan Malzemeler

Deneysel çalışma için Çizelge3.1 de belirtilen 16 farklı iplikten 2 farklı sıklıkta, orta ve gevşek ayarda örülmüş toplam 32 adet numune kullanılmıştır.

Yapılan deneylerde çorapların konfor ve fiziksel özelliklerine elyaf cinsinin ve örgü ayarının etkileri incelendiğinden diğer iplik ve kumaş parametrelerinin sabit tutulması sağlanmaya çalışılmıştır. Çoraplar hepsi aynı makinada, aynı besleme ve ayarda arka arkaya örülmüştür. Makine olarak 14 gauge, 156 iğne, Lonati 615 marka çorap makinası kullanılmıştır. İplikler ham olarak tedarik edilmiş ve örülmüştür. Örülen çoraplar, burun dikişleri yapıp, son olarak da ütüleme (forma) işlemiyle hazır hale getirilmiştir.

3.2.Metod

3.2.1.Hazırlık

Ham olarak ördürülmüş tüm numuneler öncelikle 1 den 32 ye kadar numaralandırılarak Waskator yıkama makinasında TSE 6330 standardına göre 40⁰C de5 kere yıkanmış ve her yıkamadan sonra sererek kurutulmuştur. Hazırlanan tüm çoraplar; deneylere başlamadan önce 21⁰Cve %60 RH standart şartlarında bir gün süreyle kondisyona tabi tutulmuştur.

Çizelge3.1.: Kullanılan İplik Türleri ve Kodları

Kod	Hammadde	Örgü Sıklığı	İplik no	Tedarikçi
M1	%100 Modal	gevşek	20/1	Karsu
M2	%100 Modal	orta	20/1	Karsu
MP1	%50 Modal - %50 pamuk	gevşek	20/1	Karsu
MP2	%50 Modal - %50 pamuk	orta	20/1	Karsu
B1	%100 Bambu	gevşek	20/1	Karsu
B2	%100 Bambu	orta	20/1	Karsu
BP1	%50 Bambu - %50 Pamuk	gevşek	20/1	Karacasu
BP2	%50 Bambu - %50 Pamuk	orta	20/1	Karacasu
Pk1	%100 Pamuk karde	gevşek	20/1	Mersu
Pk2	%100 Pamuk karde	orta	20/1	Mersu
Pp1	%100 Pamuk Penye	gevşek	20/1	Mersu
Pp2	%100 Pamuk Penye	orta	20/1	Mersu
Ppo1	%100 Pamuk Penye Organik	gevşek	20/1	Mersu
Ppo2	%100 Pamuk Penye Organik	orta	20/1	Mersu
V1	%100 Viskon	gevşek	20/1	Mersu
V2	%100 Viskon	orta	20/1	Mersu
VA1	%85 Viskon - %15 Angora	gevşek	20/1	Göl İplik
VA2	%85 Viskon - %15 Angora	orta	20/1	Göl İplik
VK1	% 80 Viskon - %20 Keten	gevşek	20/1	Göl İplik
VK2	% 80 Viskon - %20 Keten	orta	20/1	Göl İplik
S1	%100 Soya	gevşek	20/1	Hayteks
S2	%100 Soya	orta	20/1	Hayteks
Tl1	%100 Termolite	gevşek	18/1	Karsu
Tl2	%100 Termolite	orta	18/1	Karsu
TeP1	% 65 Tencel - % 35 Pamuk	gevşek	20/1	Karacasu
TeP2	% 65 Tencel - % 35 Pamuk	orta	20/1	Karacasu
Te1	%100 Tencel LF	gevşek	20/1	Karsu
Te2	%100 Tencel LF	orta	20/1	Karsu
Tc1	%100 Termocool	gevşek	20/1	Karsu
Tc2	%100 Termocool	orta	20/1	Karsu
Co1	%100 Coolmax	gevşek	18/1	Karsu
Co2	%100 Coolmax	orta	18/1	Karsu

3.2.2. Yapılan testler

Deney gruplarına yapılan testleri iki başlık altında toplayabiliriz.

- Fiziksel performans testleri:

İplik büküm, iplik kopma mukavemeti, ilmek sıklığı, gramaj, boyutsal değişim, kalınlık, patlama mukavemeti, aşınma dayanımı, boncuklanma

- Konfor özelliklerini tespit testleri

Su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği, kuruma hızı, kılcal ıslanma, transfer ıslanma

3.2.3. Değerlendirme

Testler sonucu elde edilen verilerden IBM SPSS 22 programı kullanılarak istatistiksel analizler ve Excell programı kullanılarak grafiksel dökümler elde edilmiştir.

3.3. Fiziksel Performans Testleri

3.3.1. Gramaj ölçümü

Kumaş gramaj ölçümü için gramaj kesim aletiyle (Şekil 3.1) 100 cm lik daire numuneler kesilerek elde edilen parçaların ağırlıkları korunaklı hassas terazide (Şekil 3.2) ölçülür. Numunenin gr/m cinsinden gramajını elde etmek için numune ağırlıkları 100 ile çarpılır.



Şekil 3.1.: Kumaş gramaj kesim aleti



Şekil 3.2.: Hassas terazi

3.3.2. İlmek yoğunluğu

Yıkamamış numunelerde ve 5 yıkama sonrası kondisyonlanmış numunelerde enine 5 cm, boyuna 10 cm uzunluk işaretlenir ve mikroskop altında 5 cm deki may sayısı, 10 cm' deki sıra sayısı belirlenir. Daha sonra cm^2 'deki ilmek yoğunluğu hesaplanır.



Şekil 3.3 Mikroskop

3.3.3 Boyutsal değişim

Ham iplikten örülmüş yıkamamış numuneler boyası çıkmayan kalemle kodlandıktan sonra her gruptan 5 farklı yerden enine 5 cm ve boyuna 10 cm aralıklar işaretlenir. Numuneler çorap formunda olduğu için işaretlenen uzunluklar çorabın imkan verdiği ölçüde belirlenmiştir. ISO 6330 standartına göre Wascator Lab Washer da 40°C de 5A programında 5 kez yıkama yapılmıştır, her yıkama sonrasında numuneler standart şartlarda sererek kurutulmuştur ve işaretli yerler ölçülerek kaydedilmiştir. Boyutsal çekme enine ve boyuna % olarak belirlenmiştir.

$$\text{Boyutsal \% çekme} = \frac{D_s - D_i}{D_i} \times 100$$

Hesaplanan en ve boy çekme değerlerinin karelerinin toplamının karekökü alınarak toplam çekme değeri elde edilmiştir.

3.3.4 Kalınlık ölçümü

BS 2544 standardı baz alınarak, kumaş kalınlıklarının tespitinde Şekil 3.4 deki R&B Cloth Thickness Tester James H. Heal marka kalınlık ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçümler için makina basıncı 40 g/cm² olarak ayarlanmıştır. Her bir grup için 5 ölçüm yapılmış ve bunların ortalama değeri kumasın kalınlığı olarak kaydedilmiştir.



Şekil 3.4: Kalınlık ölçüm cihazı

3.3.5 Patlama mukavemeti testi

TS393 standardına göre yapılan testlerde çorap numuneleri 33 mm lik çapa sahip bir diyafram üzerine yerleştirilmiş ve 5 kg/cm² lik bir basınç altında sıkıştırılmıştır. Diyafram şişirilmeye başlanarak kumaş patlatılmaya zorlanmıştır. Kumaşların patladığı andaki gösterge panelindeki kg/m² cinsinden basınç değeri kumaşların patlama mukavemeti olarak kaydedilmiştir. (Şekil 3.5)



Şekil 3.5: Patlama mukavemeti ölçüm cihazı

3.3.6 Boncuklanma testi

Boncuklanma testi için ISO 12945-1 standardı esas alınarak ICI Boncuklanma test cihazı (Şekil 3.6) kullanılmıştır. Numuneler 12.5x12.5 cm ebadında kesilip bir tüp formu oluşturacak şekilde dikilmiştir. Dikilen her numune bir poliüretan tüpe geçirilerek iki ucundan sıkıca tüpe bantlanmıştır. Her gruptan 4 er tane hazırlanan numuneler cihaz üzerinde bulunan iç yüzeyi mantar kaplı kapakları kelepçeli iki kutuya yerleştirilmiştir. Örme kumaşlar için belirtilen 7000 turkutular döndürüldükten sonra tüplerden çıkarılan numuneler ışık kabinde D-65 gün ışığı altında 45° lik açıyla yerleştirilmiş platform üzerine konarak Standard boncuklanma tablosuna göre değerlendirilmiştir. Sonuçlar 1 en kötü 5 en iyi olmak üzere 1 ile 5 arasında değerlendirilmiştir.



Şekil 3.6: Boncuklanma test cihazı

3.3.7Aşınma Dayanımı Testi

Test, ISO 12947-2 standardı esas alınarak ve Martindale aşınma test cihazında (Şekil 3.7) yapılmıştır. Kesme aparatıyla 38 mm çapında hazırlanan numuneler 9 Pa' lık basınç altında 15.000 tur aşınmaya maruz bırakılmıştır. 1000, 2500, 5000, 7500, 10.000,15.000 turdan sonra ağırlıkları ölçülen numunelerin başlangıç ağırlıklarına göre kaybettikleri kütleleri hesaplanarak aşınma değerlendirilmesi yapılmıştır.



Şekil 3.7: Aşınma dayanımı test cihazı

3.4. Konfor Özelliklerini Tespit Testleri

3.4.1. Su buharı geçirgenliği

Su buharı geçirgenliği testi BS 7209:1990 standardına göre Döner Platform metoduna göre yapılmıştır (Şekil 3.8). Her kumaştan üçer adet numune kesilerek ağırlıkları ölçülür. Test süresince kumaşların yerleştirileceği test kaplarının ağırlıkları

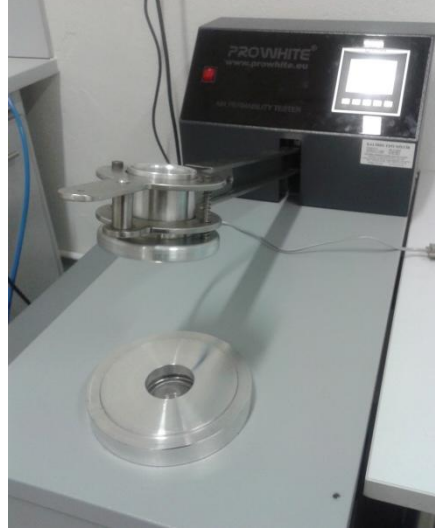
da ölçülür. Deney kapları standart su seviyesine kadar saf su ile doldurularak tekrar tartılır. Kumaş numuneleri ön yüzleri üstte kalacak şekilde deney kaplarına yerleştirilerek deney bilezikleriyle sabitlenir. Deney kapları döner platform üzerine konur. Standart atmosfer şartlarında 5 saatlik deney süresi sonunda numuneler deney kaplarından çıkarılarak tartılır. Deney kapları da içlerindeki su ile beraber tartılır.



Şekil 3.8: Su buharı geçirgenliği test cihazı

3.4.2. Hava geçirgenliği

Hava geçirgenliği ölçümleri TS 391 EN ISO 9237' ye göre Prowhite Air Permability Tester cihazında yapılmıştır. Standartta tanımlanan değerlerden örme kumaşlar için uygun olan değerler alınmıştır. Ölçüm alanı 20 cm^2 , deney alanından kullanılacak basınç farkları 100 Pa olarak alınmıştır. Numuneler dairesel alana yerleştirilir ve üst kol indirilerek sıkıştırılmış olur. Ön ayarlı test basıncı otomatik olarak düzenli bir şekilde sağlanırken, test numunesinin hava geçirgenliği önceden seçilmiş birim cinsinden (mm/s) ölçülerek birkaç saniye zarfında dijital ekranda gösterilir.



Şekil 3.9: Prowhite hava geçirgenliği test cihazı

3.4.3. Kuruma hızı

Kuruma hızı testi için Fourt ve Coplan' ın yaptığı çalışmalar baz alınmıştır. 8X16 cm ebadında kesilen numunelerin ağırlıkları tespit edilmiştir. Daha sonra numuneler saf su içinde 1 saat bekletilerek tamamen ıslanması ve üzerinde hiç hava kabarcığı kalmaması sağlanmıştır. Sudan çıkarılan numunelerin fazla suyu hafifçe sıkılarak kalan suyun uzaklaştırılması için numunelerin her iki yüzü 2 şer dakika kurutma kağıdı üzerinde bekletilmiştir. Fazla suyu alınan numuneler, ıslak ağırlığı tespit edildikten sonra, kurumaları için, standart atmosfer şartlarında kurutma telleri üzerine serilmiştir. 4 saat ve 6 saat sonra alınan ağırlık ölçümleri yardımıyla kumaştaki fazla nem miktarının ve kuruma oranı tespit edilmiştir.

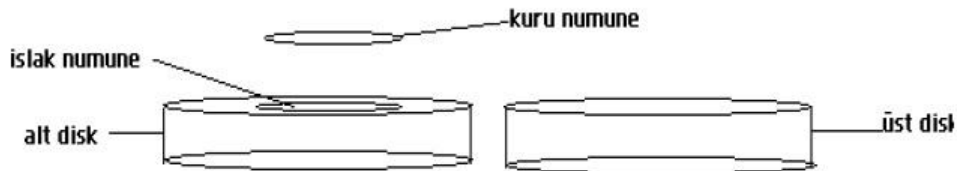
3.4.4. Dikey Kılcal Islanma

Testler DIN 53924 no'lu standarda göre yapılmıştır. Numuneler 25x100 mm ebatlarında şeritler halinde hazırlanmıştır. Kumaşların üzerine ölçüm kolaylığı için mesafeler işaretlenmiştir. İçine saf su konmuş bir kabın içerisine kırmızı boya damlatılarak numunelerde suyun yükselişinin takibi kolaylaştırılmıştır. Kabin üstünde numuneler suya 3 mm dalacak şekilde sabitlenmiştir. Suyun seviyesini sabitlemek için numunenin alt ucundan da klips takılmıştır. 5 dakika sonunda suyun

kumaş üzerinde yükseldiği nokta ölçülmüştür. Yükselme değerleri ve ortalama yükselme hızı belirlenmiştir.

3.4.5. Transfer Islanma

Transfer ıslanma testi için, Zhuang ve arkadaşlarının kullandıkları test yöntemi esas alınmıştır. Transfer ıslanma test düzeneği Şekil 3.10 da gösterilmiştir. Bunun için 7.45 cm çapında dairesel numuneler hazırlanmıştır. Aynı kumaştan kesilen her numune çiftinden biri saf su ile tamamen ıslatılır. Fazla suyu almak amacıyla ıslak numunelerin her bir yüzü 2 şer dakika kurutma kağıdında bekletilir. Yaş tabaka olarak ön yüzü üstte kalacak şekilde kauçuk disk üzerine yerleştirilmiştir. Kuru kalan kumaş da yine önyüzü üstte kalacak şekilde yaş tabakanın üzerine konulduktan sonra en üste sabit bir basınç sağlaması açısından bir ağırlık olarak ikinci bir kauçuk disk konmuştur. Kullanılan ağırlık, Zhuang' ın çalışmasında belirttiği optimum aralık içinde bulunan 15.6 kg/m² lık bir ağırlık seçilmiştir. 5, 10, 15, 20, 25, 30. dakikalarda ıslanan ve ıslatan numunelerin ağırlıkları kaydedilerek, ıslak numuneden kuru numuneye sıvı transferi incelenir.

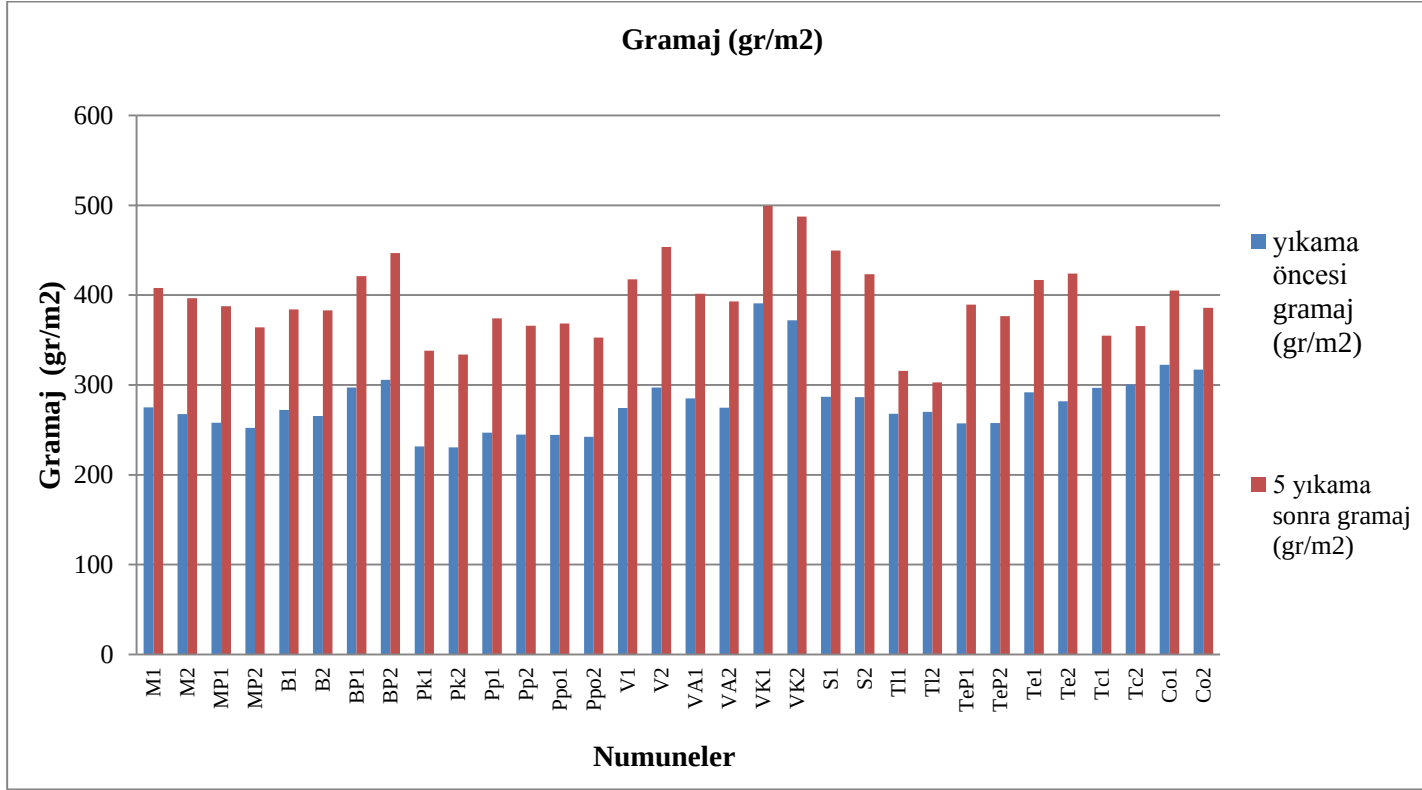


Şekil.3.10: Transfer ıslanma test düzeneği

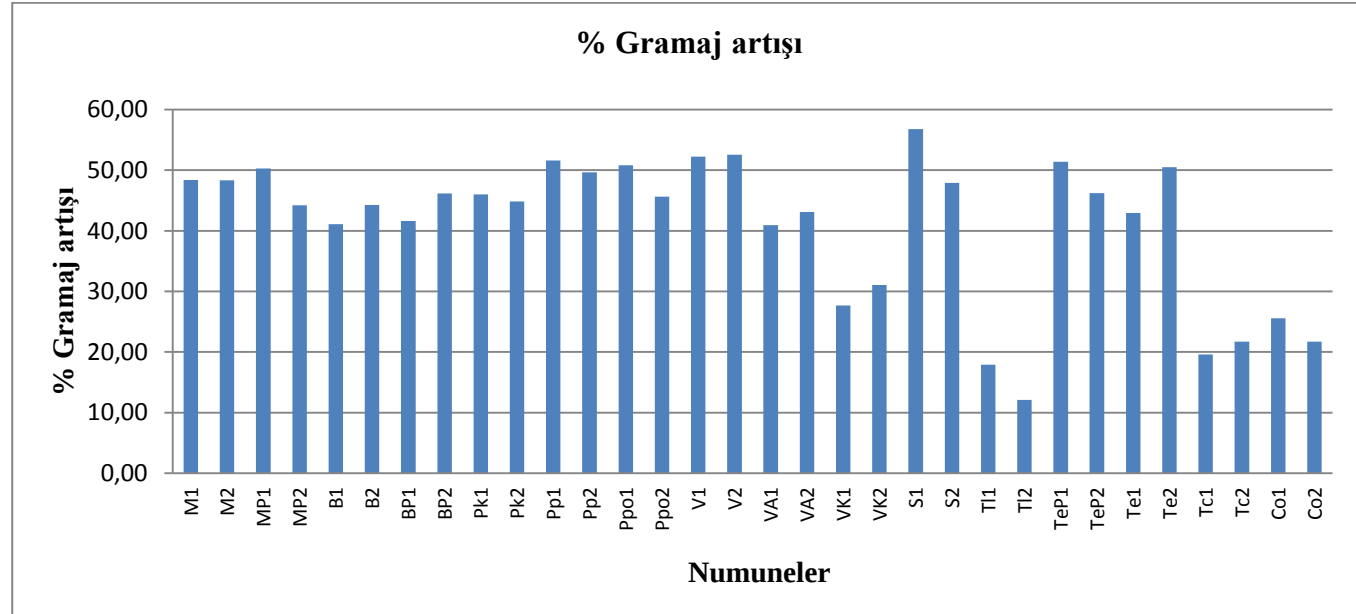
3.5 Deneysel Sonuçlar

3.5.1 Numunelerin gramaj lümleri

Gramaj kesim aletiyle kesilen numuneler hassas terazide tartılarak gramaj değerleri elde edilmiştir. Ölçümler yıkanmamış numuneler ve 5 defa yıkanıp sererek kurutulan kondisyonlanmış numunelerde ayrı ayrı yapılmış. Ortaya çıkan % gramaj artışı ile birlikte izelge 3.2 de verilmektedir.



Şekil.3.11: Yıkama Öncesi ve 5 yıkama sonrası gramaj değerleri



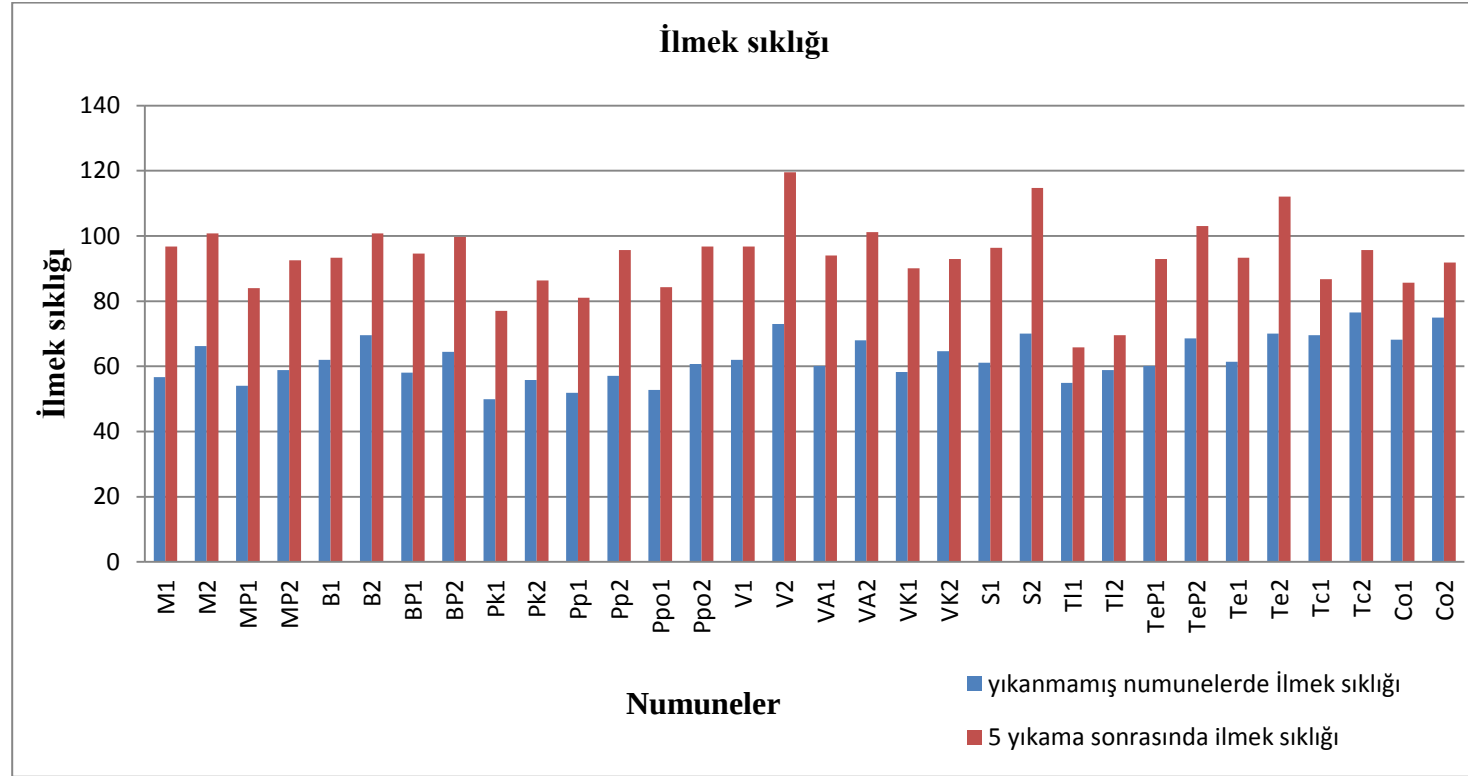
Şekil.3.12: Yıkama öncesi ve 5 yıkama sonrası gramaj artışının % değerleri

Çizelge.3.2: Numunelerin yıkanmamış ve 5 yıkama sonrası gramajları ve %gramaj artışı

Kod	yıkamadan önce gramaj (gr/m ²)	5 yıkamadan sonra gramaj (gr/m ²)	% gramaj artışı
M1	275	408	48,36
M2	267,4	396,6	48,32
MP1	258	387,7	50,27
MP2	252,4	364	44,22
B1	272,2	384	41,07
B2	265,5	383	44,26
BP1	297,3	421	41,61
BP2	305,7	446,8	46,16
Pk1	231,5	338	46,00
Pk2	230,6	334	44,84
Pp1	246,8	374,2	51,62
Pp2	244,6	366	49,63
Ppo1	244,3	368,5	50,84
Ppo2	242,2	352,8	45,66
V1	274,4	417,7	52,22
V2	297,3	453,5	52,54
VA1	285	401,7	40,95
VA2	274,6	392,9	43,08
VK1	391	499,2	27,67
VK2	371,9	487,4	31,06
S1	286,8	449,7	56,80
S2	286,3	423,4	47,89
Tl1	267,9	315,8	17,88
Tl2	270	302,7	12,11
TeP1	257,1	389,3	51,42
TeP2	257,5	376,5	46,21
Te1	291,7	417	42,96
Te2	281,7	424	50,51
Tc1	296,8	355	19,61
Tc2	300,5	365,7	21,70
Co1	322,5	405	25,58
Co2	317,1	386	21,73

3.5.2 İlmek sıklığı

Yıkamadan önce ve 5 yıkamadan sonra standart şartlarda kondisyonlanmış numunelerde enine 5 cm'deki ilmek sayısı ve boyuna 10 cm'deki sıra sayısı belirlenmiştir ve cm^2 deki ilmek sıklığı hesaplanmıştır. Çizelge 3.3 de bu değerler gösterilmiştir. Şekil.3.13 de ise yıkama öncesi ve 5 yıkama sonrası ilmek sıklığı değerleri grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil.3.13: Yıkama öncesi ve 5 yıkama sonrası numunelerde ilmeç sıklığı değerleri

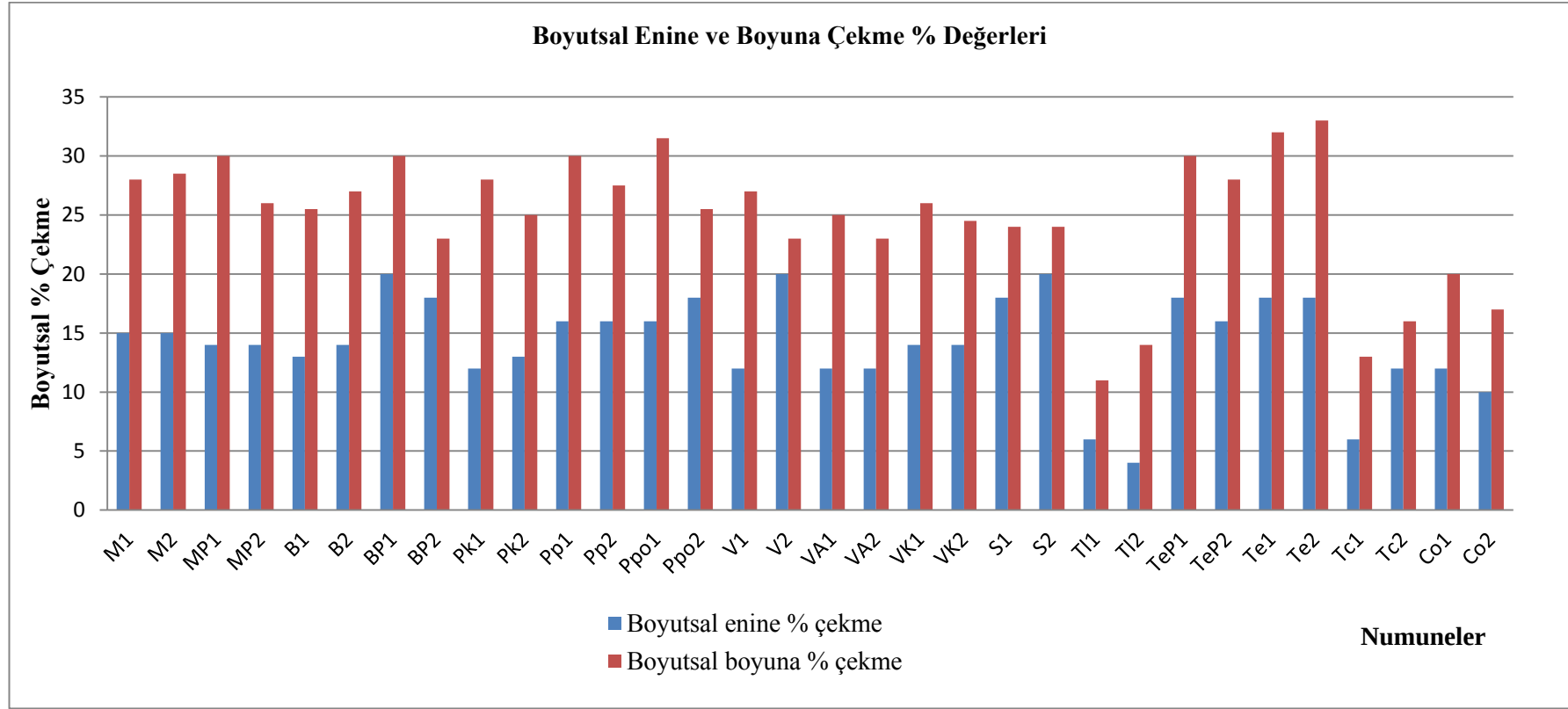
Çizelge3.3: Yıkama öncesi ve 5 yıkamadan sonra den işaretlenen enine 5 cm ve boyuna 10 cm lik mesafede ilmek ve sıra sayıları

Kod	Yıkamadan önce			5 yıkamadan sonra		
	İlmek sayısı (1/5cm)	Sıra sayısı (1/10cm)	İlmek sıklığı (1/cm ²)	İlmek sayısı (1/5cm)	Sıra sayısı (1/10cm)	İlmek sıklığı (1/cm ²)
M1	45	63	56,7	55	88	96,8
M2	48	69	66,24	56	90	100,8
MP1	45	60	54	50	84	84
MP2	46	64	58,88	52	89	92,56
B1	47	66	62,04	53	88	93,28
B2	49	71	69,58	56	90	100,8
BP1	44	66	58,08	55	86	94,6
BP2	46	70	64,4	56	89	99,68
Pk1	43	58	49,88	50	77	77
Pk2	45	62	55,8	52	83	86,32
Pp1	44	59	51,92	50	81	81
Pp2	46	62	57,04	55	87	95,7
Ppo1	44	60	52,8	52	81	84,24
Ppo2	46	66	60,72	55	88	96,8
V1	47	66	62,04	55	88	96,8
V2	50	73	73	61	98	119,56
VA1	47	64	60,16	54	87	93,96
VA2	50	68	68	55	92	101,2
VK1	47	62	58,28	53	85	90,1
VK2	49	66	64,68	54	86	92,88
S1	47	65	61,1	56	86	96,32
S2	50	70	70	61	94	114,68
TI1	45	61	54,9	47	70	65,8
TI2	46	64	58,88	49	71	69,58
TeP1	47	64	60,16	56	83	92,96
TeP2	49	70	68,6	56	92	103,04
Te1	48	64	61,44	53	88	93,28
Te2	50	70	70	59	95	112,1
Tc1	49	71	69,58	51	85	86,7
Tc2	51	75	76,5	55	87	95,7
Co1	48	71	68,16	51	84	85,68
Co2	50	75	75	54	85	91,8

3.5.3 Boyutsal değişim testi

Ham iplikten örölmüş yıkanmamış numunelerde işaretilenen enine 5 cm ve boyuna 10 cm aralıklar, her yıkama sonrası sererek kurutulduktan sonra ölçüler ek kaydedilmiştir. Belirlenen boyutsal çekme enine ve boyuna % çekme değeri ile birlikte Çizelge 3.4 de gösterilmiştir. Şekil.3.14 de ise boyutsal enine ve boyuna % çekme değeri yer almaktadır.

Boyutsal değişim testinde en yüksek değeri % 100 Tencel, %100 Penye organik Pamuk ve üçüncü sırada % 65 Tencel - % 35 Pamuk karışımında gözlenmiştir. En düşük değeri ise %100 Thermolite, %100 Thermocool, %100 Coolmax iplikten örölmüş çoraplarda görölmüştür.



Şekil.3.14: Boyutsal enine ve boyuna %çekme değerler

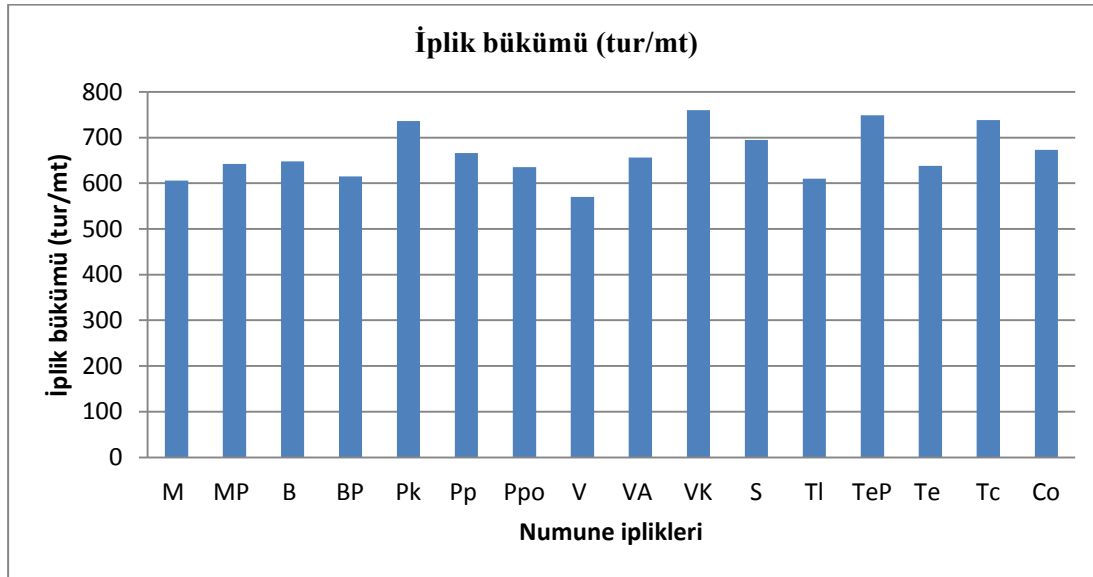
Çizelge.3.4: Yıkama öncesi ve her yıkamadan sonra enden ve boydan işaretlenen boyut ölçümleri ve % çekme değerleri (syf.64-65)

Kod	Yıkama Öncesi En (cm)	Yıkama Öncesi Boy (cm)	1. Yıkama Sonunda En (cm)	1. Yıkama Sonunda Boy (cm)	2. Yıkama Sonunda En (cm)	2. Yıkama Sonunda Boy (cm)	3. Yıkama Sonunda En (cm)	3. Yıkama Sonunda Boy (cm)	4. Yıkama Sonunda En (cm)	4. Yıkama Sonunda Boy (cm)	5. Yıkama Sonunda En (cm)	5. Yıkama Sonunda Boy (cm)	Boyutsal enine % çekme	Boyutsal boyuna % çekme
M1	5	10	4,5	7,7	4,4	7,7	4,3	7,5	4,25	7,4	4,25	7,2	15	28
M2	5	10	4,4	7,6	4,4	7,55	4,3	7,4	4,3	7,35	4,25	7,15	15	28,5
MP1	5	10	4,5	7,3	4,4	7,3	4,3	7,2	4,3	7,1	4,3	7	14	30
MP2	5	10	4,5	7,8	4,45	7,6	4,4	7,5	4,35	7,5	4,3	7,4	14	26
B1	5	10	4,6	7,9	4,55	7,9	4,45	7,8	4,4	7,7	4,35	7,45	13	25,5
B2	5	10	4,5	7,9	4,5	7,8	4,4	7,8	4,4	7,6	4,3	7,3	14	27
BP1	5	10	4,1	7,3	4	7,2	4	7,1	4	7,05	4	7	20	30
BP2	5	10	4,2	8	4,1	7,8	4,1	7,7	4,1	7,6	4,1	7,7	18	23
Pk1	5	10	4,5	7,6	4,4	7,45	4,4	7,35	4,4	7,3	4,4	7,2	12	28
Pk2	5	10	4,55	7,9	4,4	7,7	4,35	7,6	4,35	7,6	4,35	7,5	13	25
Pp1	5	10	4,3	7,45	4,3	7,15	4,3	7,1	4,3	7	4,2	7	16	30
Pp2	5	10	4,3	7,6	4,3	7,5	4,2	7,35	4,2	7,3	4,2	7,25	16	27,5
Ppo1	5	10	4,3	7,45	4,3	7,15	4,25	7,1	4,2	6,9	4,2	6,85	16	31,5
Ppo2	5	10	4,4	7,9	4,2	7,7	4,2	7,5	4,2	7,5	4,1	7,45	18	25,5
V1	5	10	4,4	7,9	4,4	7,5	4,4	7,5	4,4	7,45	4,4	7,3	12	27
V2	5	10	4,2	8	4,1	7,8	4,1	7,7	4,1	7,7	4	7,7	20	23
VA1	5	10	4,5	8,1	4,5	8	4,5	7,8	4,45	7,7	4,4	7,5	12	25

Kod	Yıkama Öncesi En (cm)	Yıkama Öncesi Boy (cm)	1. Yıkama Sonunda En (cm)	1. Yıkama Sonunda Boy (cm)	2. Yıkama Sonunda En (cm)	2. Yıkama Sonunda Boy (cm)	3. Yıkama Sonunda En (cm)	3. Yıkama Sonunda Boy (cm)	4. Yıkama Sonunda En (cm)	4. Yıkama Sonunda Boy (cm)	5. Yıkama Sonunda En (cm)	5. Yıkama Sonunda Boy (cm)	Boyutsal enine % çekme	Boyutsal boyuna % çekme
VA2	5	10	4,55	8,15	4,55	8,15	4,5	8	4,5	7,9	4,4	7,7	12	23
VK1	5	10	4,5	7,8	4,4	7,75	4,4	7,7	4,3	7,5	4,3	7,4	14	26
VK2	5	10	4,5	8	4,45	7,9	4,4	7,8	4,35	7,8	4,3	7,55	14	24,5
S1	5	10	4,3	8,1	4,25	7,8	4,2	7,7	4,1	7,7	4,1	7,6	18	24
S2	5	10	4,17	8	4,1	7,8	4	7,6	4	7,6	4	7,6	20	24
Tl1	5	10	4,8	9,1	4,8	9	4,7	9	4,7	8,95	4,7	8,9	6	11
Tl2	5	10	4,8	9,1	4,8	9	4,8	8,9	4,8	8,8	4,8	8,6	4	14
TeP1	5	10	4,2	7,3	4,1	7,2	4,1	7,1	4,1	7,05	4,1	7	18	30
TeP2	5	10	4,3	7,5	4,2	7,3	4,2	7,3	4,2	7,3	4,2	7,2	16	28
Te1	5	10	4,1	7,15	4,1	7	4,1	7	4,1	6,8	4,1	6,8	18	32
Te2	5	10	4,1	7,15	4,1	7	4,1	6,9	4,1	6,75	4,1	6,7	18	33
Tc1	5	10	4,75	8,9	4,7	8,8	4,7	8,8	4,7	8,7	4,7	8,7	6	13
Tc2	5	10	4,6	8,7	4,5	8,6	4,4	8,4	4,4	8,4	4,4	8,4	12	16
Co1	5	10	4,5	8,3	4,5	8,15	4,5	8,1	4,45	8,05	4,4	8	12	20
Co2	5	10	4,6	8,6	4,5	8,5	4,5	8,45	4,5	8,3	4,5	8,3	10	17

3.5.4 İplik büküm testi

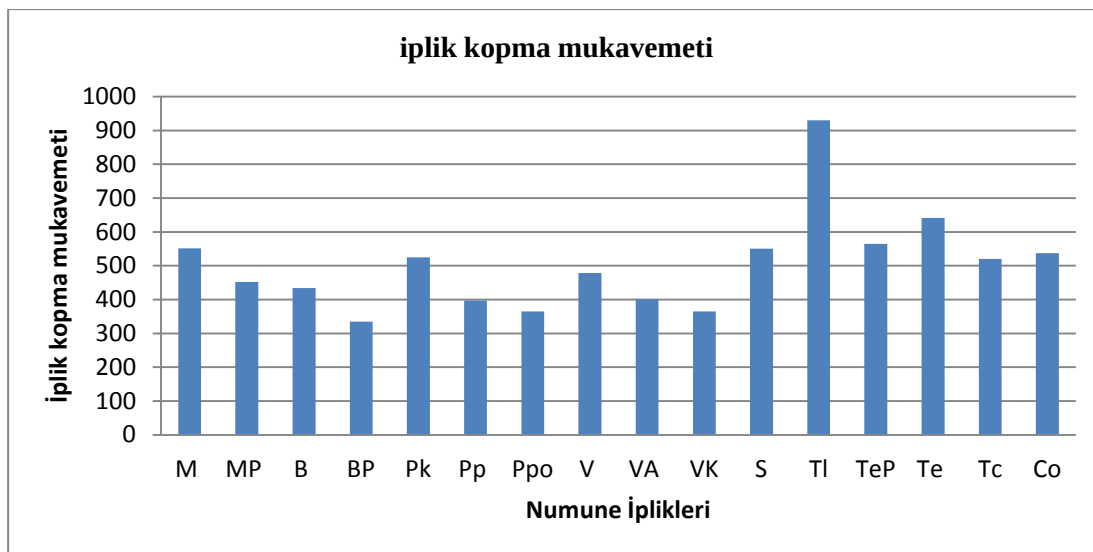
Örülen numunelerde kullanılan ipliklerin büküm değerleri ise şöyle tespit edilmiştir.



Şekil.3.15: Numunelerde kullanılan ipliklerin büküm değerleri

3.5.5 İplik kopma mukavemeti testi

Örülen numunelerde kullanılan ipliklerin kopma mukavemeti değerleri ise şöyle tespit edilmiştir. Şekil 3.16 da yer almaktadır.

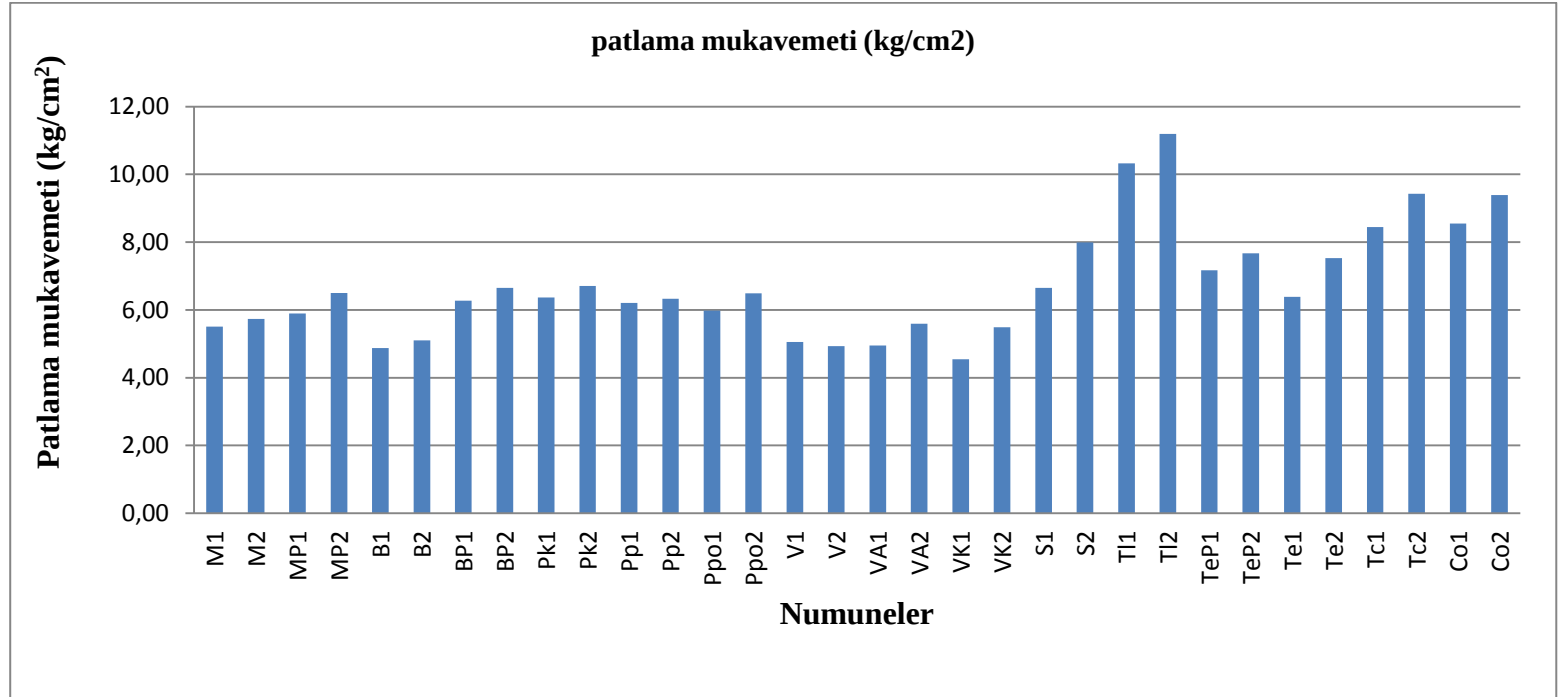


Şekil.3.16: Numunelerde kullanılan ipliklerin kopma mukavemeti değerleri

En yüksek iplik kopma mukavemeti %100 Thermolite iplikte ölçülmüştür. Sırayla Tencel, Modal, Coolmax, Thermocool ipliklerin mukavemet değerleri diğer yüksek mukavemetli ipliklerdir. %100 ipliklerde elde edilen iplik kopma mukavemet değerlerinde karışım olduğu takdirde düşme gözlenmiştir. Tencel ve modal ipliklerin pamuk karışımlı olduklarında %100 oldukları değere göre düşüktür. Aynı şekilde %100 Viskon iplikte de Viskon-Angora ve Viskon-Keten karışıma göre daha yüksek kopma mukavemet değerleri ölçülmüştür.

3.5.6 Patlama mukavemeti testi

Numunelerin patlama mukavemeti ölçüm değerleri Şekil 3.17 de gösterilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde iplik kopma mukavemeti test sonuçlarına paralel olarak en yüksek patlama mukavemeti %100 Thermolite iplikten örülen çoraplarda ölçülmüştür. %100 Tencel, %100 Coolmax ve %100 Thermocool ipliklerin örülen numuneler ise patlama mukavemet değerlerinin yüksek olduğu diğer gruplardır.

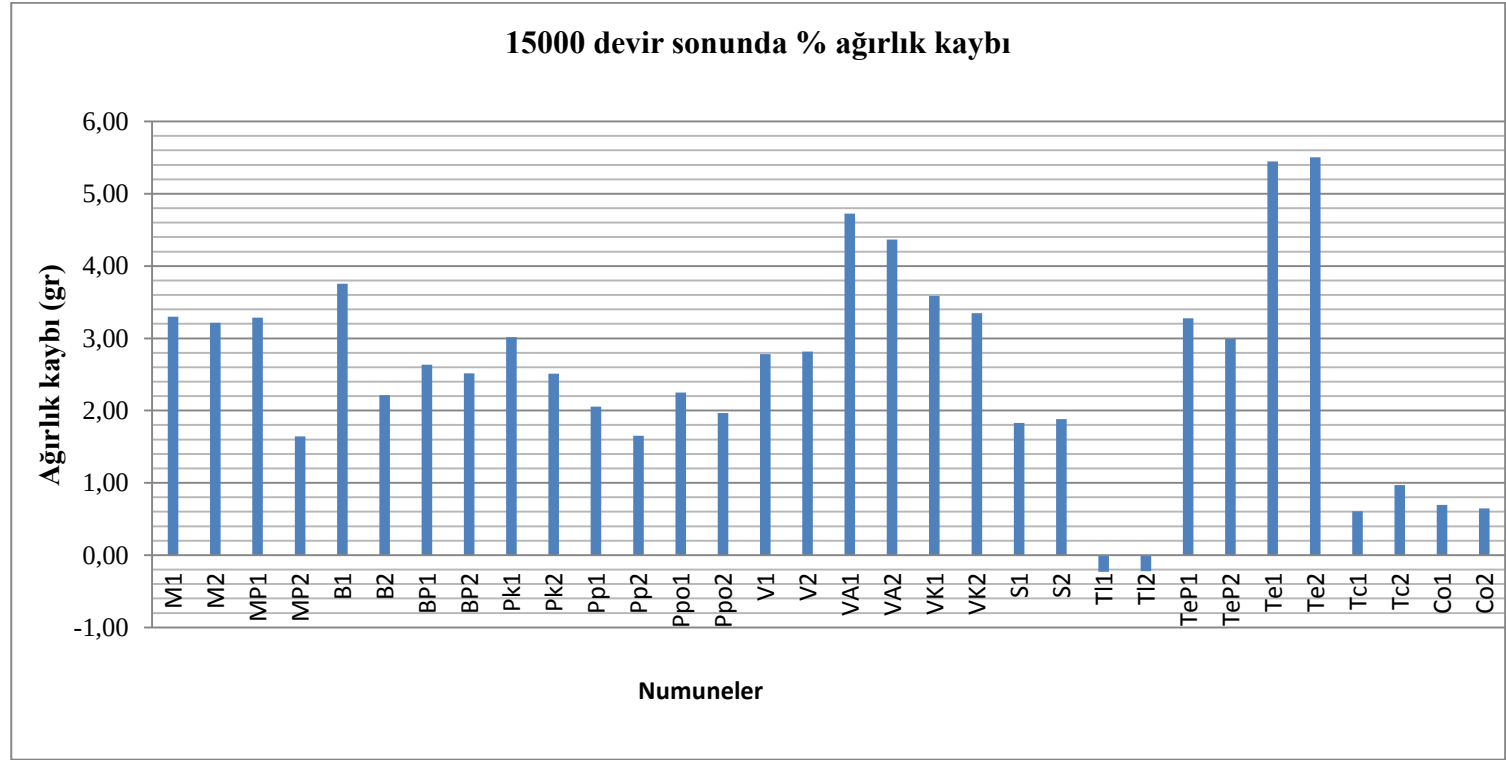


Şekil.3.17: Patlama mukavemeti testi sonuçları

3.5.7 Aşınma dayanımı testi

Aşındırma mukavemeti testi değerleri ölçülürken test cihazı 1000 devir, 2500 devir, 5000 devir, 7500 devir, 10000 devir ve 15000 devir sonunda durdurularak numunelerin ağırlıkları ölçülmüştür. Çizelge 3.5 de değerler toplu olarak yazılarak karşılaştırılmıştır. Şekil 3.18 de ise 15000 devir sonunda numunelerde başlangıç ağırlığına göre gerçekleşen ağırlık kaybı % olarak gösterilmiştir.

15000 devir sonunda % ağırlık kaybı en düşük Thermolite, Thermocool, ve Coolmax ipliklerinden örülmüş numunelerdir. Thermolite numunelerde ilk 15000 devirde aşınma başlamamış, ağırlık kaybı görülmemiş, cihazda aşındırma malzemesi olarak kullanılan kumaştan kaynaklanan düşük miktarda ağırlık artışı gözlenmiştir. Diğer aşınma dayanımı yüksek gruplar ise penye pamuk ve Soya iplikten örülmüş numunelerdir. Ayrıca %100 Tencel ve %100 Bambuya göre Tencel-pamuk ve bambu-pamuk karışımli ipliklerden örülen çoraplarda aşınma dayanımı arttığı gözlenmiştir.



Şekil.3.18: Aşındırma testinde 15000 devir sonunda numunelerdeki % ağırlık kaybı

Çizelge 3.5: Aşındırma testi ölçümleri

Kod	Başlangıç ağırlığı (gr)	1000 devir sonunda ağırlık (gr)	2500 devir sonunda ağırlık (gr)	5000 devir sonunda ağırlık (gr)	7500 devir sonunda ağırlık (gr)	10000 devir sonunda ağırlık (gr)	15000 devir sonunda ağırlık (gr)	15000 devir sonra % ağırlık kaybı
M1	0,606	0,603	0,601	0,598	0,594	0,591	0,586	3,30
M2	0,591	0,590	0,589	0,584	0,580	0,577	0,572	3,21
MP1	0,487	0,484	0,481	0,478	0,476	0,474	0,471	3,29
MP2	0,542	0,541	0,539	0,536	0,534	0,533	0,533	1,64
B1	0,506	0,504	0,500	0,497	0,493	0,490	0,487	3,75
B2	0,587	0,586	0,584	0,581	0,577	0,575	0,574	2,21
BP1	0,683	0,682	0,680	0,677	0,673	0,670	0,665	2,64
BP2	0,557	0,556	0,554	0,551	0,547	0,545	0,543	2,51
Pk1	0,464	0,462	0,460	0,457	0,456	0,453	0,450	3,02
Pk2	0,398	0,397	0,396	0,394	0,393	0,391	0,388	2,51
Pp1	0,535	0,533	0,531	0,529	0,528	0,527	0,524	2,06
Pp2	0,545	0,544	0,543	0,540	0,538	0,539	0,536	1,65
Ppo1	0,533	0,530	0,530	0,529	0,526	0,525	0,521	2,25
Ppo2	0,509	0,509	0,508	0,506	0,503	0,501	0,499	1,96
V1	0,611	0,609	0,606	0,604	0,602	0,600	0,594	2,78
V2	0,639	0,637	0,636	0,633	0,630	0,626	0,621	2,82
VA1	0,550	0,545	0,540	0,536	0,532	0,528	0,524	4,73
VA2	0,504	0,502	0,499	0,495	0,491	0,488	0,482	4,37
VK1	0,502	0,500	0,498	0,493	0,490	0,488	0,484	3,59
VK2	0,478	0,476	0,473	0,469	0,466	0,464	0,462	3,35
S1	0,601	0,600	0,600	0,598	0,596	0,595	0,590	1,83
S2	0,584	0,584	0,583	0,582	0,579	0,577	0,573	1,88
Tl1	0,437	0,439	0,438	0,438	0,438	0,438	0,438	-0,23
Tl2	0,453	0,455	0,456	0,454	0,454	0,454	0,454	-0,22
TeP1	0,549	0,545	0,543	0,539	0,536	0,534	0,531	3,28
TeP2	0,568	0,567	0,563	0,559	0,557	0,555	0,551	2,99
Te1	0,569	0,567	0,564	0,558	0,550	0,542	0,538	5,45
Te2	0,563	0,559	0,554	0,549	0,545	0,539	0,532	5,51
Tc1	0,495	0,495	0,498	0,497	0,493	0,493	0,492	0,61
Tc2	0,516	0,517	0,517	0,517	0,515	0,514	0,511	0,97
Co1	0,577	0,578	0,579	0,577	0,576	0,575	0,573	0,69
Co2	0,619	0,620	0,620	0,618	0,617	0,617	0,615	0,65

Mukavemet değerlerine genel olarak baktığımızda yüksek mukavemet değerlerini polyester esaslı ipliklerden örülmüş numunelerde görmekteyiz. Doğal elyaflardan üretilen numuneler içerisinde ise en yüksek değeri Soya ipliğinden üretilen numunelerde gözlenmiştir. Selülozik esaslı rejenere iplik olan Tencel ise polyester esaslı ipliklerden üretilen numunelere en yakın yüksek mukavemet değerlerine sahiptir.

3.5.8 Boncuklanma testi

Elde edilen boncuklanma değerleri Çizelge 3.6 da gösterilmektedir. Sonuçlar 1 en kötü 5 en iyi olmak üzere 1 ile 5 arasında değerlendirilmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde boncuklanmanın en yüksek düzeyde görüldüğü Thermocool ve Coolmax iplikten örülmüş numunelerdir. Viskon iplikten örülen numunelerde düşük seviyede bonucuklanma görülürken Viskon-keten karışımli iplikten örülen numunelerde de Coolmax e yakın seviyede yüksek bir boncuklanma görülmüştür. Viskon-Angora karışımında ise %100 Viskona göre boncuklanma değerinde iyileşme görülmüştür. Orta ve gevşek ayarda aynı tür iplikten örülen numunelerde yaklaşık boncuklanma değerleri elde edilmekle birlikte orta ayarda örülen çoraplarda boncuklanma değerleri biraz daha iyi olduğu görülmüştür.

Özdil çalışmasında da benzer şekilde şöyle belirtmiştir. Bütün doğal, suni ve sentetik liflerin az ya da çok boncuklanma eğilimi vardır. Özellikle yünlü kumaşlarda düşük mukavemet nedeniyle oluşan boncuklar kolayca kopmakta ve kumaş yüzeyinden uzaklaşmaktadır. Oysa polyester esaslı sentetik liflerden yapılmış kumaşlarda lifler kopmadan daha yüksek kuvvetlere direnmektedir. Bu nedenle bu tür kumaşlarda boncuk miktarı ve dayanıklılık süresi daha fazladır [78].

Polyester yüksek mukavemeti, orta düzeydeki lif - lif sürtünmesi ve düşük sertlik özelliği nedeniyle havlanmaya eğilimi olan lifler arasındadır. Yün ve asetat lifleri düşük mukavemetli liflerdir ve bu nedenle lifler dışarı çıkmak yerine kırılırlar ve bunun sonucunda kısa havlar oluşturmaktadır. Viskon liflerinden üretilen kumaşlarda ise orta düzeyde bir eğilim görülmektedir. Genelde farklı lif karışımlarından yapılmış

kumaşlarda lifler arasındaki uyumsuzluk nedeniyle, tek bir lif çeşidinden yapılmış kumaşlara göre daha fazla boncuklanma görülmektedir [79].

Çizelge.3.6: Boncuklanma değerleri

Kod	Boncuklanma
M1	4-5
M2	4-5
MP1	4
MP2	4
B1	4
B2	4
BP1	4
BP2	4-5
Pk1	3-4
Pk2	3-4
Pp1	3-4
Pp2	3-4
Ppo1	4
Ppo2	4
V1	4
V2	4-5
VA1	4-5
VA2	4-5
VK1	2-3
VK2	2-3
S1	4-5
S2	4-5
TI1	4
TI2	4
TeP1	4
TeP2	4
Te1	3-4
Te2	3-4
Tc1	1-2
Tc2	2
Co1	2
Co2	2-3

3.5.9 Su buharı geçirgenliği testi

24 saatlik periyot sonunda deney kabında meydana gelen ağırlık değişimleri ve numunelerin su buharı geçiş miktarları Çizelge.3.7 de verilmiştir.

Çizelge 3.7 : Kumaşların ortalama su buharı geçirgenlik indeks değerleri.

Kod	Test kabında meydana gelen ağırlık kaybı (gr)	WVP (gr/m ² /gün)
M1	0,996	2390,4
M2	1,076	2582,4
MP1	1,034	2481,6
MP2	1,126	2702,4
B1	1,113	2671,2
B2	1,244	2985,6
BP1	1,061	2546,4
BP2	1,101	2642,4
Pk1	1,223	2935,2
Pk2	1,142	2740,8
Pp1	1,166	2798,4
Pp2	1,097	2632,8
Ppo1	1,117	2680,8
Ppo2	1,202	2884,8
V1	1,123	2695,2
V2	1,011	2426,4
VA1	1,012	2428,8
VA2	1,088	2611,2
VK1	1,13	2712
VK2	1,217	2920,8
S1	1,159	2781,6
S2	1,147	2752,8
TI1	1,014	2433,6
TI2	1,195	2868
TeP1	1,099	2637,6
TeP2	1,203	2887,2
Te1	1,008	2419,2
Te2	1,073	2575,2
Tc1	1,167	2800,8
Tc2	1,13	2712
Co1	1,032	2476,8
Co2	1,145	2748

Çizelge.3.7 deki gösterilen su buharı geçirgenliği indeks değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$WVP = 24 * (M / A) * t \text{ (g / m}^2 \text{ / gün)}$$

WVP: su buharı geçirgenliği

M: T (saat) süresinde deney kabında meydana gelen ağırlık kaybı,

A: Teste tabi tutulan kumaş alanı (m²)

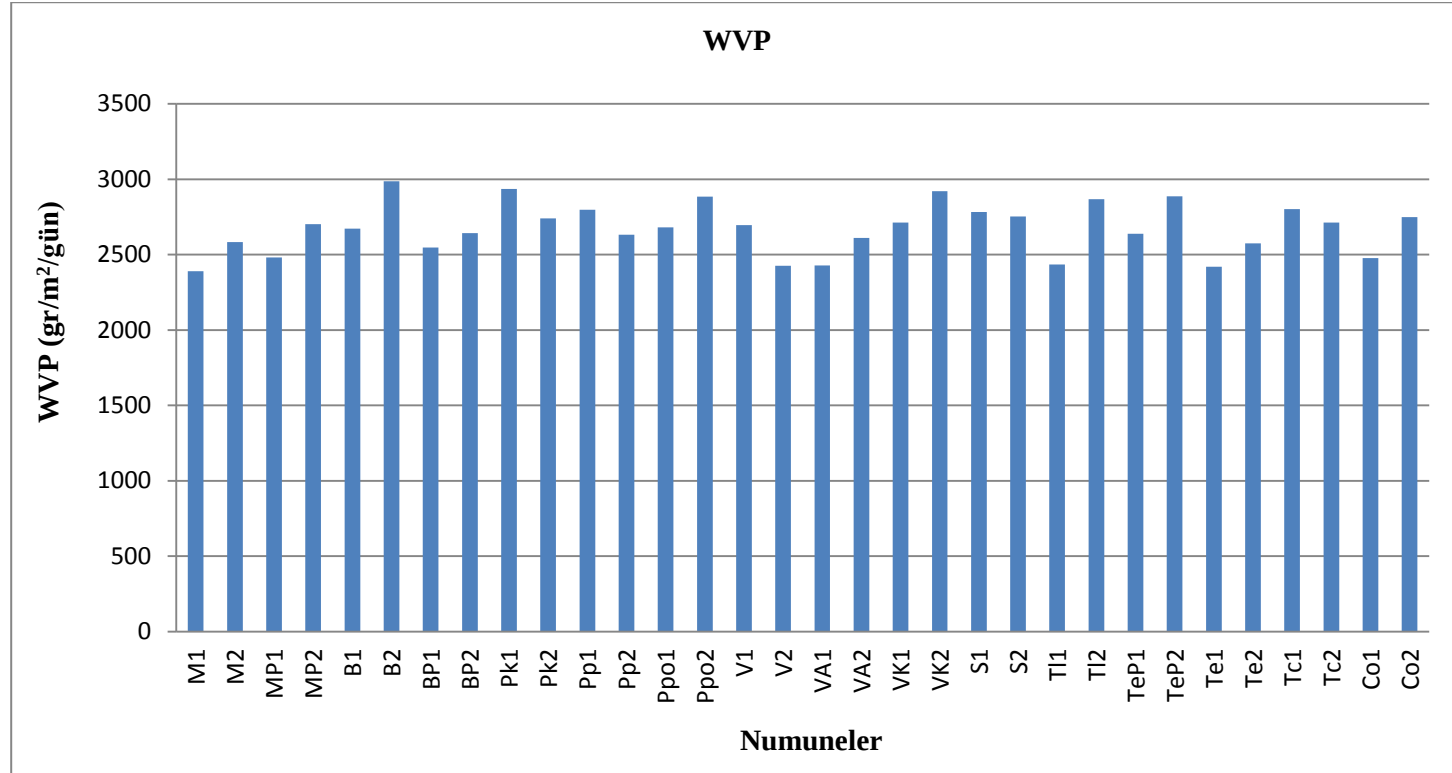
Şekil 3.19 da grafiksel olarak gösterilen su buharı geçirgenliği değerleri incelendiğinde en yüksek değer Bambu ve pamuktan örülmüş çoraplarda, ikinci sırada ise pamuk karışımı Bambu-pamuk ve Tencel-pamuk ipliklerinden örülmüş çoraplarda görülmüştür. Benzer şekilde bambu ve pamuğa göre daha düşük su buharı geçirgenliğine sahip olan modal iplik değerlerinin modal-pamuk karışımında iyileştiği görülmektedir.

Ayrıca %100 Viskona göre viskon-keten ve viskon-angora karışım ipliklerinde ise su buharı geçirgenliği değerinin arttığı gözlenmiştir.

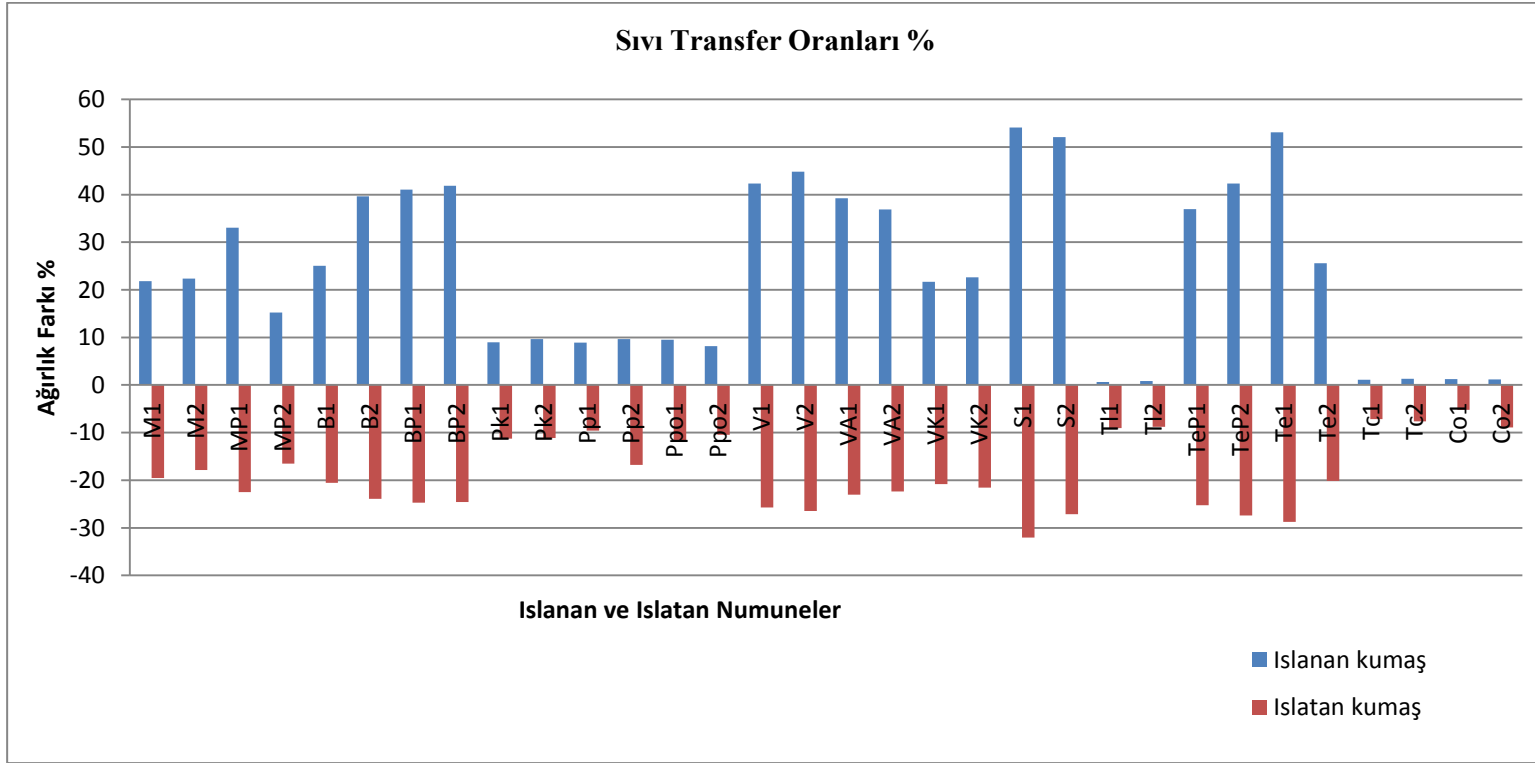
3.5.10 Transfer ıslanma testi

Her numune grubu için ıslak ve kuru numuneler arasındaki 5., 10., 15., 20., 25., 30. dakikalarda yapılan ölçümlerde belirlenen sıvı transfer miktarları ağırlık olarak Çizelge 3.8 de gösterilmiştir.

Islanan ve ıslatan kumaşlarda 30.dakika sonunda görülen % ağırlık farkı ise grafiksel olarak Şekil.3.20 de gösterilmiştir.



Şekil3.19: Su buharı geçirgenliği WVP değerleri.



Şekil. 3.20: Islanan ve ıslatan numunelerde sıvı transfer oranları

En düşük sıvı transfer yüzdesi Thermolite, Thermocool ve Coolmax iplikten örülmüş çoraplarda gözlenmiştir. Bunun sebebi Polyester lifinin yüzeyinin su moleküllerini tutabilecek çok az bağlantıya sahip olması ve ıslanmama durumuna eğilim göstermeleridir. En yüksek düzeyde sıvı transferi ise Soya, Viskon ve Bambu iplikten örülmüş çoraplarda gözlenmiştir. Bu seviye farkı bu liflerin yüksek nem kazanımı özelliğinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge.3.8: Transfer ıslanma yüz yüze numune ağırlık değişimleri (syf.78-79)

Kod	Kumaş	0 dakika	5 dakika	10 dakika	15 dakika	20 dakika	25 dakika	30 dakika
M1	Islanan	1,804	2,163	2,188	2,198	2,191	2,183	2,156
	Islatan	3,541	3,137	3,069	3,015	2,966	2,914	2,849
M2	Islanan	1,784	2,069	2,135	2,163	2,169	2,176	2,183
	Islatan	3,396	3,062	2,964	2,905	2,862	2,824	2,790
MP1	Islanan	1,680	2,183	2,229	2,231	2,231	2,234	2,235
	Islatan	3,648	3,099	3,016	2,951	2,908	2,863	2,827
MP2	Islanan	1,612	1,779	1,816	1,845	1,848	1,857	1,839
	Islatan	3,237	3,038	2,951	2,883	2,825	2,765	2,702
B1	Islanan	1,689	2,003	2,054	2,084	2,105	2,112	2,103
	Islatan	3,543	3,185	3,085	3,008	2,938	2,888	2,816
B2	Islanan	1,705	2,307	2,368	2,380	2,381	2,373	2,369
	Islatan	3,875	3,212	3,132	3,075	3,019	2,978	2,948
BP1	Islanan	1,982	2,632	2,731	2,788	2,797	2,798	2,795
	Islatan	4,835	4,122	3,961	3,831	3,778	3,707	3,639
BP2	Islanan	1,838	2,481	2,573	2,597	2,607	2,583	2,574
	Islatan	4,423	3,723	3,570	3,506	3,443	3,378	3,336
Pk1	Islanan	1,543	1,623	1,647	1,665	1,677	1,681	1,677
	Islatan	3,065	2,947	2,881	2,835	2,793	2,761	2,720
Pk2	Islanan	1,463	1,545	1,577	1,583	1,595	1,597	1,604
	Islatan	2,905	2,786	2,722	2,687	2,647	2,617	2,581
Pp1	Islanan	1,655	1,738	1,766	1,786	1,791	1,798	1,802
	Islatan	4,266	4,151	4,065	4,010	3,963	3,901	3,856
Pp2	Islanan	1,607	1,703	1,724	1,729	1,737	1,748	1,762
	Islatan	3,128	2,990	2,921	2,856	2,729	2,670	2,602
Ppo1	Islanan	1,586	1,654	1,681	1,706	1,715	1,730	1,737
	Islatan	3,702	3,564	3,467	3,396	3,356	3,303	3,267
Ppo2	Islanan	1,591	1,669	1,697	1,708	1,709	1,719	1,721
	Islatan	3,747	3,634	3,560	3,502	3,453	3,402	3,356

Kod	Kumaş	0 dakika	5 dakika	10 dakika	15 dakika	20 dakika	25 dakika	30 dakika
V1	Islanan	1,805	2,501	2,527	2,558	2,561	2,569	2,559
	Islatan	4,149	3,415	3,310	3,239	3,186	3,131	3,081
V2	Islanan	1,990	2,813	2,867	2,877	2,873	2,882	2,863
	Islatan	4,740	3,862	3,744	3,669	3,606	3,551	3,484
VA1	Islanan	1,760	2,383	2,409	2,446	2,448	2,451	2,435
	Islatan	4,196	3,537	3,455	3,376	3,326	3,282	3,230
VA2	Islanan	1,690	2,195	2,259	2,296	2,313	2,312	2,304
	Islatan	3,839	3,305	3,199	3,127	3,069	3,024	2,981
VK1	Islanan	1,681	2,037	2,055	2,051	2,046	2,041	2,028
	Islatan	3,362	2,953	2,891	2,832	2,768	2,722	2,663
VK2	Islanan	1,625	1,987	1,993	1,993	1,990	1,988	1,980
	Islatan	3,171	2,772	2,698	2,643	2,587	2,536	2,488
S1	Islanan	1,890	2,847	2,895	2,909	2,912	2,896	2,835
	Islatan	4,720	3,659	3,510	3,407	3,339	3,272	3,206
S2	Islanan	1,881	2,629	2,767	2,824	2,846	2,860	2,861
	Islatan	4,604	3,812	3,632	3,523	3,452	3,401	3,354
TI1	Islanan	1,384	1,390	1,391	1,391	1,392	1,392	1,393
	Islatan	3,045	2,970	2,932	2,901	2,853	2,812	2,769
TI2	Islanan	1,315	1,324	1,326	1,329	1,326	1,326	1,326
	Islatan	2,588	2,520	2,482	2,455	2,426	2,395	2,360
TeP1	Islanan	1,747	2,333	2,383	2,384	2,393	2,386	2,384
	Islatan	3,619	3,000	2,905	2,846	2,795	2,751	2,705
TeP2	Islanan	1,666	2,351	2,384	2,403	2,401	2,380	2,371
	Islatan	3,828	3,105	3,007	2,932	2,873	2,821	2,780
Te1	Islanan	1,844	2,781	2,816	2,823	2,813	2,795	2,766
	Islatan	4,417	3,441	3,350	3,284	3,235	3,197	3,146
Te2	Islanan	1,882	2,339	2,360	2,364	2,361	2,361	2,353
	Islatan	3,808	3,311	3,235	3,182	3,128	3,085	3,041
Tc1	Islanan	1,607	1,623	1,626	1,625	1,623	1,622	1,622
	Islatan	3,818	3,762	3,722	3,680	3,637	3,602	3,545
Tc2	Islanan	1,634	1,644	1,652	1,652	1,655	1,645	1,650
	Islatan	3,397	3,344	3,305	3,266	3,225	3,194	3,137
Co1	Islanan	1,743	1,760	1,762	1,764	1,763	1,761	1,762
	Islatan	4,254	4,209	4,181	4,130	4,098	4,066	4,032
Co2	Islanan	1,722	1,742	1,736	1,740	1,741	1,737	1,735
	Islatan	4,613	4,517	4,424	4,371	4,323	4,274	4,202

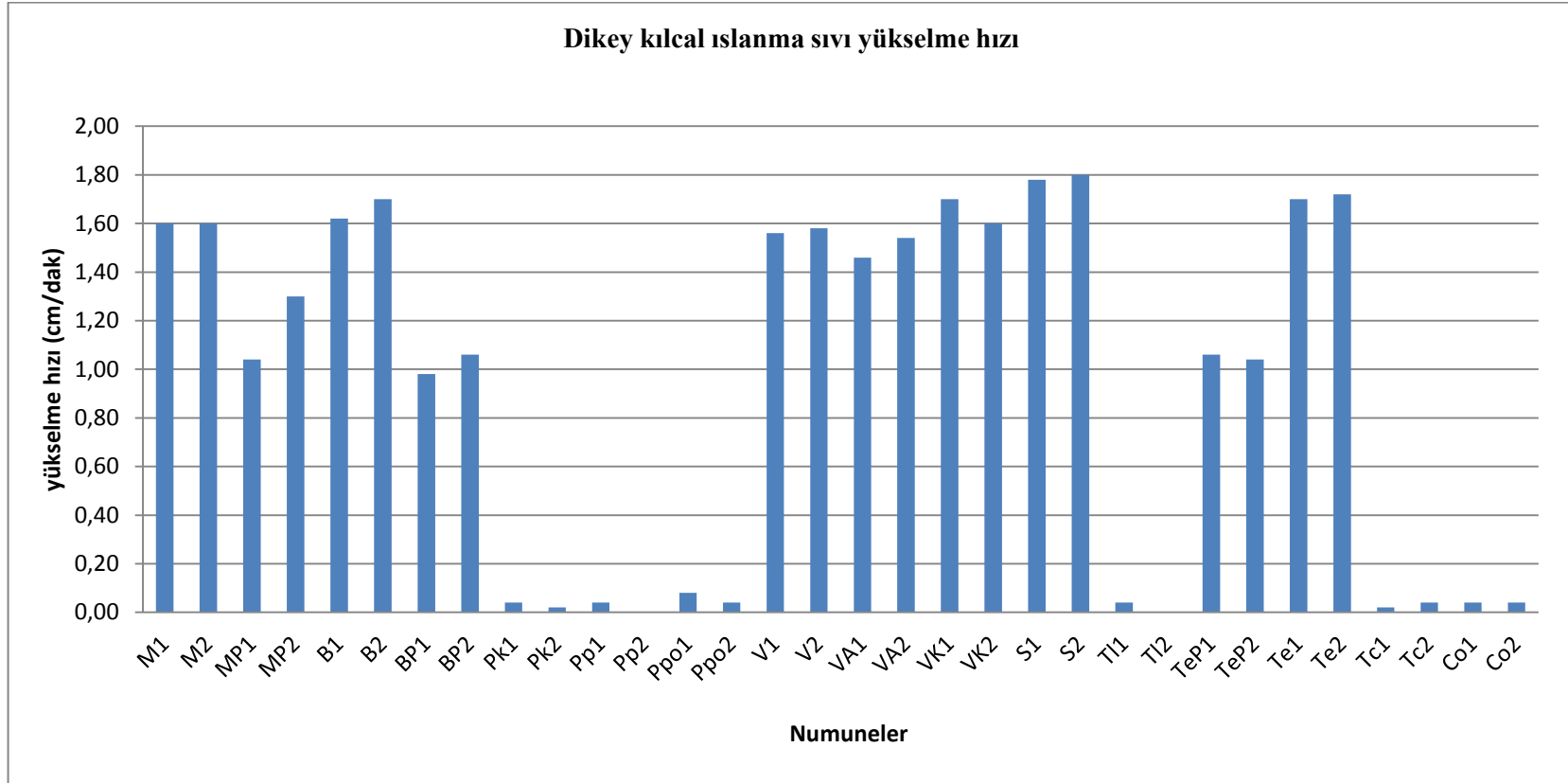
3.5.11 Dikey Kılcal Islanma Testi

Dikey kılcal ıslanma testinde elde edilen sıvı yükseliş değerleri ve hesaplanan dakikadaki yükselme hızı Çizelge.3.9 da gösterilmiştir.

Dikey kılcal ıslanma seviyeleri transfer ıslanma değerleri ile paralellik göstermektedir.

Çizelge.3.9: Dikey kılcal ıslanma sıvı yükseliş değerleri

Kod	Sıvı yükseliş değerleri (cm)	Ortalama yükselme hızı (cm/dak)
M1	8	1,60
M2	8	1,60
MP1	5,2	1,04
MP2	6,5	1,30
B1	8,1	1,62
B2	8,5	1,70
BP1	4,9	0,98
BP2	5,3	1,06
Pk1	0,2	0,04
Pk2	0,1	0,02
Pp1	0,2	0,04
Pp2	0	0,00
Ppo1	0,4	0,08
Ppo2	0,2	0,04
V1	7,8	1,56
V2	7,9	1,58
VA1	7,3	1,46
VA2	7,7	1,54
VK1	8,5	1,70
VK2	8	1,60
S1	8,9	1,78
S2	9	1,80
Tl1	0,2	0,04
Tl2	0	0,00
TeP1	5,3	1,06
TeP2	5,2	1,04
Te1	8,5	1,70
Te2	8,6	1,72
Tc1	0,1	0,02
Tc2	0,2	0,04
Co1	0,2	0,04
Co2	0,2	0,04



Şekil.3.21: Dikey kılcal ıslanma sıvı yükselme değerleri

Normalde pamuk lifinin yüksek nem içeriği ve düzensiz gözenek yapısı nedeniyle dikey ıslanma özelliği zayıftır. Ancak hem transfer ıslanma, hem dikey kılcal ıslanma özelliği incelendiğinde gevşek ayarda örölmüş çoraplarda daha yüksek ıslanma değeri olduğu gözlenmiştir. Düşük değere sahip kumaşlarda gevşek örme ayarıyla ıslanma özelliği iyileştirilebilir.

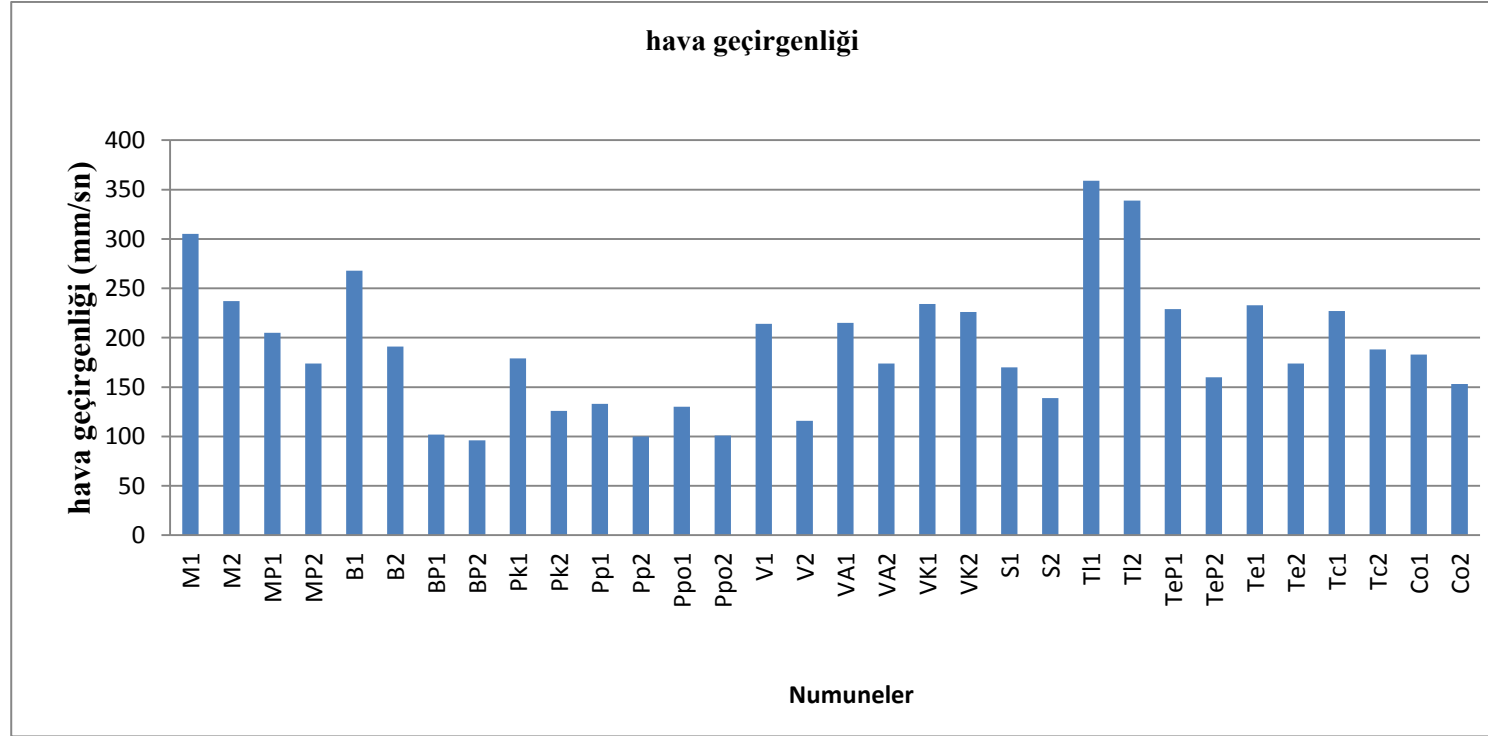
3.5.12 Hava geçirgenliği testi

Numunelerin hava geçirgenlik değeri Çizelge 3.10 da gösterilmiştir. Grafiksel olarak Şekil.3.22 de incelenmiştir.

Thermolite iplikten örölmüş çoraplarda en yüksek hava geçirgenliği görülürken, en düşük değeri ise Pamuk ve Bambu-Pamuk karışımı ipliklerden örölen çoraplarda görölmektedir. Kumaşlarda hava geçirgenliğini etkileyen en önemli parametrenin lifler ve iplikler arası boşluklar neticesinde oluşan kumaşgözenekliliği olduğu bilinmektedir. Gevşek ayarda örölen çoraplarda aynı lif tipinde daha yüksek hava geçirgenliği değeri elde edilmiştir.

Çizelge.3.10: Hava geçirgenliği değerleri

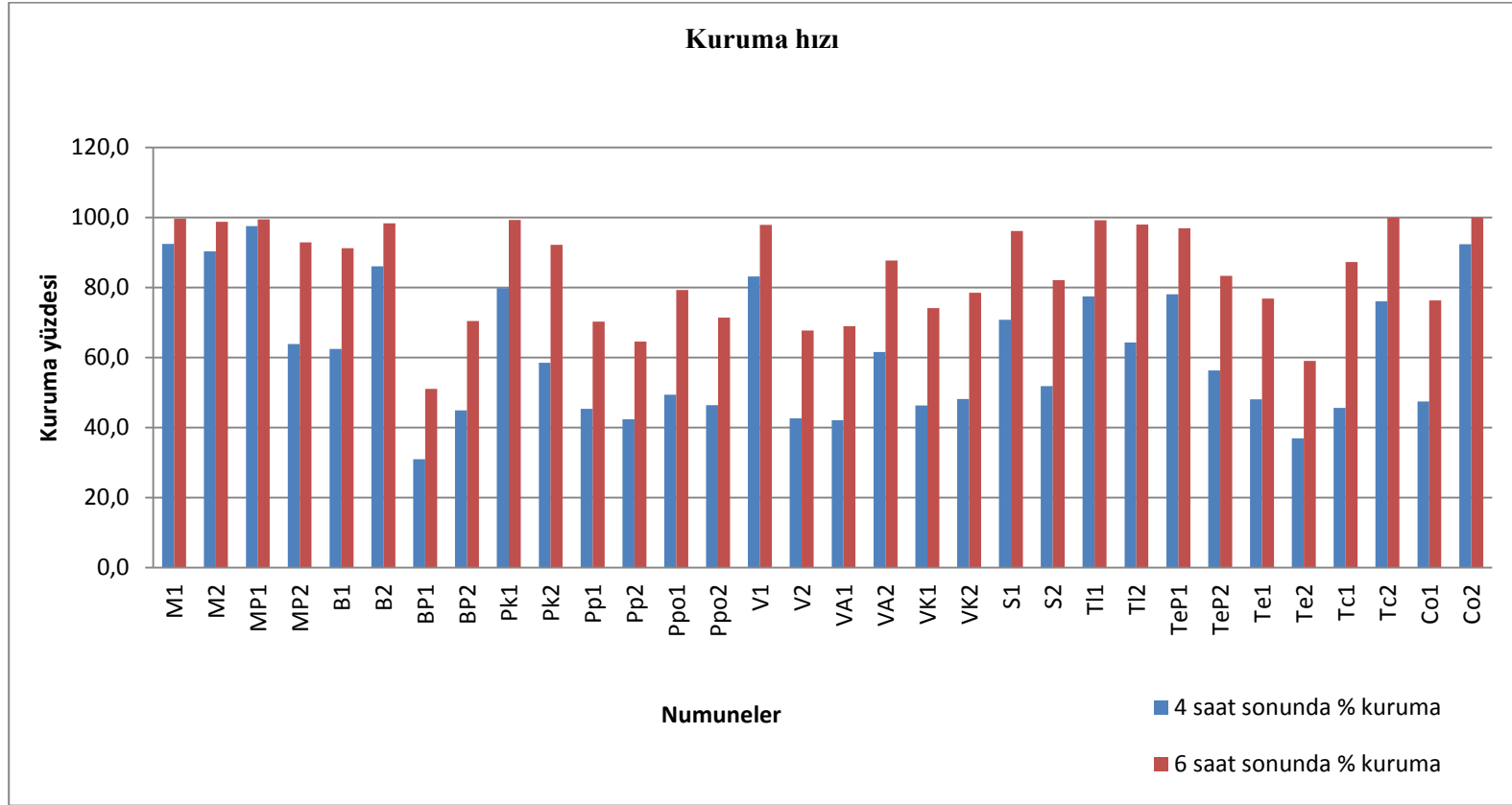
Kod	hava geçirgenliği (mm/sn)
M1	305
M2	237
MP1	205
MP2	174
B1	268
B2	191
BP1	102
BP2	96
Pk1	179
Pk2	126
Pp1	133
Pp2	100
Ppo1	130
Ppo2	101
V1	214
V2	116
VA1	215
VA2	174
VK1	234
VK2	226
S1	170
S2	139
TI1	359
TI2	339
TeP1	229
TeP2	160
Te1	233
Te2	174
Tc1	227
Tc2	188
Co1	183
Co2	153



Şekil.3.22: Hava geçirgenliği değerleri

3.5.13 Kuruma hızı testi

Çizelge 3.11 de numunlerin kuru ve ıslak ağırlıkları ve 4. ve 6. saat sonunda yüzde kuruma değerleri gösterilmiştir. Ayrıca Şekil.3.23 denumunelerin kuruma davranışları grafiksel olarak incelenmektedir.



Şekil.3.23: 4 ve 6 saat sonra numunelerdeki kuruma yüzdesi değerleri

Çizelge.3.11: 4 saat ve 6 saat sonra % kuruma değerleri

Kod	Kuru (gr)	Islak (gr)	Aldığı su miktarı (gr)	4 saat sonunda % kuruma	6 saat sonunda % kuruma
M1	4,14	7,97	3,8	92,46	99,67
M2	4,06	8,05	4,0	90,31	98,79
MP1	3,68	7,41	3,7	97,51	99,48
MP2	3,65	7,29	3,6	63,83	92,92
B1	3,83	8,31	4,5	62,42	91,20
B2	3,77	8,35	4,6	86,06	98,36
BP1	4,38	10,60	6,2	31,02	51,07
BP2	4,15	9,18	5,0	44,95	70,46
Pk1	3,38	6,78	3,4	79,79	99,24
Pk2	3,07	6,32	3,2	58,48	92,20
Pp1	4,84	9,62	4,8	45,33	70,30
Pp2	3,71	8,76	5,0	42,40	64,53
Ppo1	3,66	7,82	4,2	49,43	79,33
Ppo2	3,62	8,03	4,4	46,41	71,43
V1	4,03	9,01	5,0	83,15	97,85
V2	4,28	9,43	5,2	42,65	67,69
VA1	3,99	8,70	4,7	42,10	68,90
VA2	3,73	8,19	4,5	61,58	87,72
VK1	3,84	8,46	4,6	46,35	74,16
VK2	3,58	7,64	4,1	48,14	78,53
S1	4,39	9,16	4,8	70,80	96,15
S2	4,11	8,45	4,3	51,84	82,13
TI1	3,27	6,06	2,8	77,41	99,17
TI2	3,02	5,76	2,7	64,30	97,95
TeP1	3,90	7,51	3,6	78,09	96,95
TeP2	3,92	7,98	4,1	56,33	83,35
Te1	4,24	9,62	5,4	48,05	76,87
Te2	4,16	9,46	5,3	36,92	59,02
Tc1	3,60	7,53	3,9	45,61	87,23
Tc2	3,64	6,32	2,7	76,01	99,88
Co1	4,05	8,02	4,0	47,50	76,30
Co2	3,83	7,45	3,6	92,40	99,98

Kumaşların kuruma davranışlarını başlangıçta üzerine aldıkları sıvı miktarı belirler. Az miktarda sıvı almış olan kumaş daha çabuk kurur. Kumaşlar iplik cinsine bağlı olmaksızın sabit ve aynı oranda bir hızla kuruma gösterirler [42, 43].

Yaptığımız çalışmada önceki çalışmalarda bulunan sonuçları doğrular nitelikte sonuçlar elde edilmiştir. Thermocol ve Thermolite ipliklerden örülmüş çoraplar ıslanma davranışlarına paralel olarak daha az su almışlar ve daha hızlı kurumuşlardır.

Genele bakıldığında İlk 4 saatte hızlı bir kuruma gerçekleştikten sonra son 2 saatte daha yavaş bir kuruma gerçekleşmiş, zaman geçtikçe kuruma hızı düşmüştür.

3.6 İstatistik Değerlendirme

Bu bölümde deneysel çalışmada yapılan tüm testlerin istatistiksel değerlendirmesi SPSS 22 programında analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. Çizelge 3.12 de yapılan testlerin sonuçları arasındaki korelasyon katsayıları verilmiştir.

İstatistiksel değerlendirme için yapılan çalışmada 0.01 ve 0.05 düzeyinde anlamlı bulunan değişkenler arasındaki ilişkiler ikili değişkenler arasında grafiksel olarak incelenmiştir. Hesaplatılan regresyon denklemlerinde pozitif ve negatif yönlü eğilim çizgileri belirlenmiş ve değişkenlerin birbiri ile ne yönde bir ilişkide oldukları grafiksel olarak belirlenmiştir. R^2 değeri korelasyon katsayısının karesini ifade eder ve bulunan değer doğru hesaplanmışsa 0 ile +1 arasında olmalıdır. R^2 değeri 1'e ne kadar yakınsa ortaya çıkan regresyon doğrusunun gözlemleri doğru yansıttığı anlaşılır.

Çizelge.3.12: Yapılan testlerde değişkenler arasındaki ilişki (syf. 90-91)

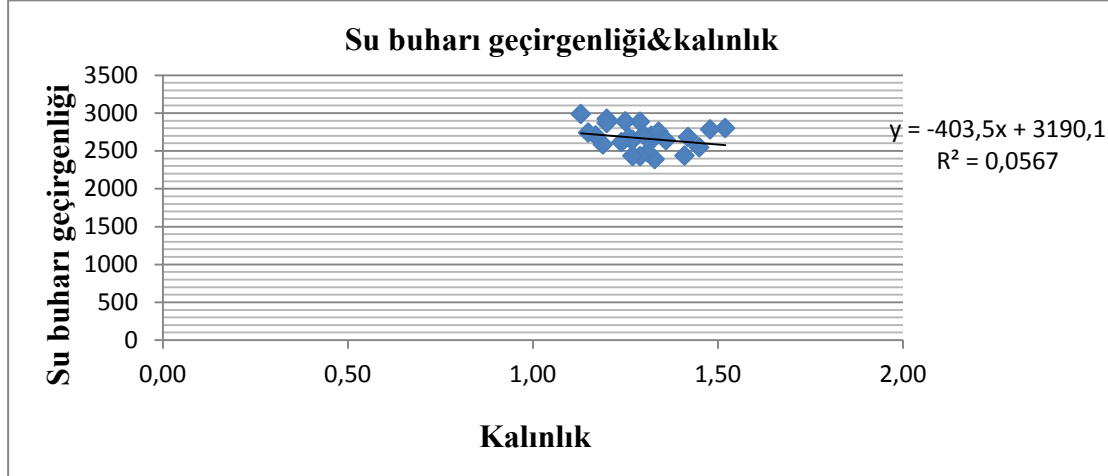
		iplik_buku m	iplik_kop ma_muka vemeti	ilmek_ sikligi	gramaj	enine_c ekme	boyun a_cek me	kalinli k	hava_ge cirgenli gi	asinma	patlama _mukav emeti	boncukl anma	su_buh ari_gec irgenli gi	transfer _islanm a	dikey_ki lcal_isla nma	kuruma _hizi
iplik_buku m	PearsonCorrelation Sig. (2-tailed)	1	-.127 .490	-.115 .532	.059 .749	-.078 .673	-.072 .694	-.046 .804	-.069 .708	-.034 .855	.117 .525	-.542** .001	.368* .038	-.158 .388	-.173 .344	.076 .680
iplik_kopm a_mu	PearsonCorrelation Sig. (2-tailed)	-.127 .490	1	-.376* .034	-.468** .007	-.498** .004	-.463** .008	.024 .895	.664** .000	-.297 .099	.723** .000	-.041 .824	-.138 .451	-.243 .180	-.190 .297	.450** .010
ilmek_sikligi	PearsonCorrelation Sig. (2-tailed)	-.115 .532	-.376* .034	1	.572** .001	.686** .000	.350* .050	-.166 .365	-.471** .007	.427* .015	-.404* .022	.236 .193	.037 .841	.627** .000	.638** .000	-.341 .056
gramaj	PearsonCorrelation Sig. (2-tailed)	.059 .749	-.468** .007	.572** .001	1	.552** .001	.329 .066	.140 .445	-.197 .280	.461** .008	-.535** .002	-.035 .850	-.062 .735	.554** .001	.708** .000	-.368* .038
enine_cekme	PearsonCorrelation Sig. (2-tailed)	-.078 .673	-.498** .004	.686** .000	.552** .001	1	.723** .000	.353* .048	-.631** .000	.471** .007	-.506** .003	.424* .016	-.091 .620	.638** .000	.467** .007	-.526** .002
boyuna_cekme	PearsonCorrelation Sig. (2-tailed)	-.072 .694	-.463** .008	.350* .050	.329 .066	.723** .000	1	.221 .224	-.360* .043	.722** .000	-.681** .000	.424* .015	-.146 .426	.516** .003	.429* .014	-.345 .053
kalinlik	PearsonCorrelation Sig. (2-tailed)	-.046 .804	.024 .895	-.166 .365	.140 .445	.353* .048	.221 .224	1	-.099 .588	.057 .756	.044 .812	.086 .641	-.354* .047	.167 .360	-.089 .628	-.317 .077
hava_gecirenligi	PearsonCorrelation Sig. (2-tailed)	-.069 .708	.664** .000	-.471** .007	-.197 .280	-.631** .000	-.360* .043	-.099 .588	1	-.036 .845	.259 .152	-.127 .489	-.170 .352	-.192 .292	.114 .536	.563** .001

		iplik_buku m	iplik_kop ma_muka vemeti	ilmek_ sikligi	gramaj	enine_c ekme	boyun a_cek me	kalinli k	hava_ge cirgenli gi	asinma	patlama _mukav emeti	boncu klanm a	su_buha ri_gecir genligi	transfer _islanm a	dikey_ki lcal_isla nma	kuruma _hizi
asinma	PearsonCorrelation Sig. (2-tailed)	-.034 .855	-.297 .099	.427* .015	.461** .008	.471** .007	.722** .000	.057 .756	-.036 .845	1	-.665** .000	.285 .114	-.333 .062	.623** .000	.661** .000	-.288 .110
patlama_mu kavemeti	PearsonCorrelation Sig. (2-tailed)	.117 .525	.723** .000	-.404* .022	-.535** .002	-.506** .003	-.681** .000	.044 .812	.259 .152	.665** .000	1	-.355* .046	.133 .468	-.514** .003	-.591** .000	.259 .153
boncuklanm a	PearsonCorrelation Sig. (2-tailed)	-.542** .001	-.041 .824	.236 .193	-.035 .850	.424* .016	.424* .015	.086 .641	-.127 .489	.285 .114	-.355* .046	1	-.172 .348	.529** .002	.351* .049	-.102 .578
su_buhari_g ecirgenligi	PearsonCorrelation Sig. (2-tailed)	.368* .038	-.138 .451	.037 .841	-.062 .735	-.091 .620	-.146 .426	-.354* .047	-.170 .352	-.333 .062	.133 .468	-.172 .348	1	-.095 .604	-.093 .611	.072 .694
transfer_isla nma	PearsonCorrelation Sig. (2-tailed)	-.158 .388	-.243 .180	.627** .000	.554** .001	.638** .000	.516** .003	.167 .360	-.192 .292	.623** .000	-.514** .003	.529** .002	-.095 .604	1	.826** .000	-.177 .331
dikey_kilcal _islanma	PearsonCorrelation Sig. (2-tailed)	-.173 .344	-.190 .297	.638** .000	.708** .000	.467** .007	.429* .014	-.089 .628	.114 .536	.661** .000	-.591** .000	.351* .049	-.093 .611	.826** .000	1	-.058 .754
kuruma_hiz i	PearsonCorrelation Sig. (2-tailed)	.076 .680	.450** .010	-.341 .056	-.368* .038	-.526** .002	-.345 .053	-.317 .077	.563** .001	-.288 .110	.259 .153	-.102 .578	.072 .694	-.177 .331	-.058 .754	1

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

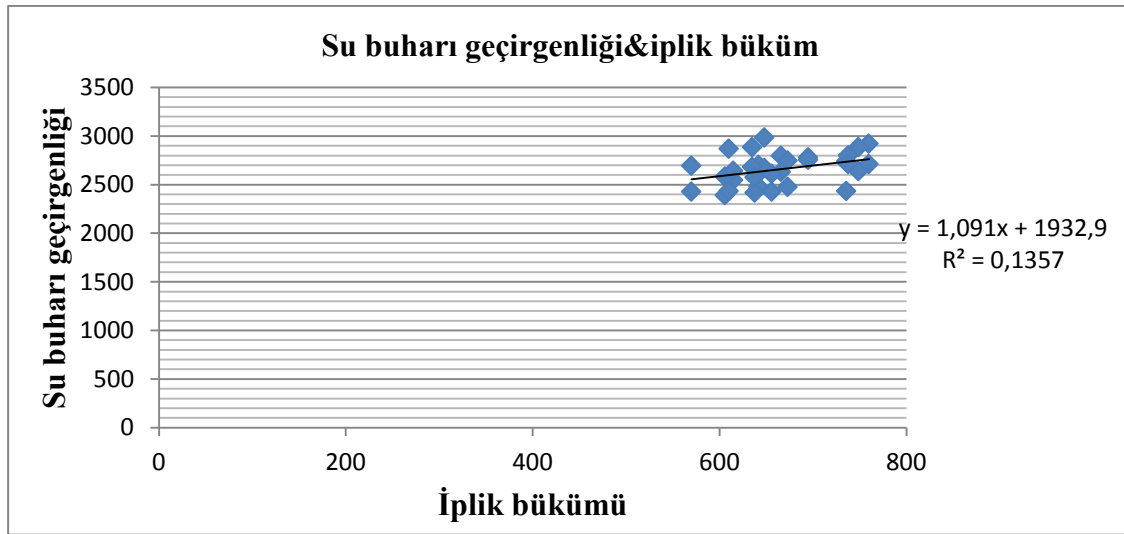
* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

3.6.1 Su buharı geçirgenliği&kalınlık



Şekil.3.24: Su buharı geçirgenliği - kalınlık arasındaki ilişki

3.6.2 Su buharı geçirgenliği&iplik büküm

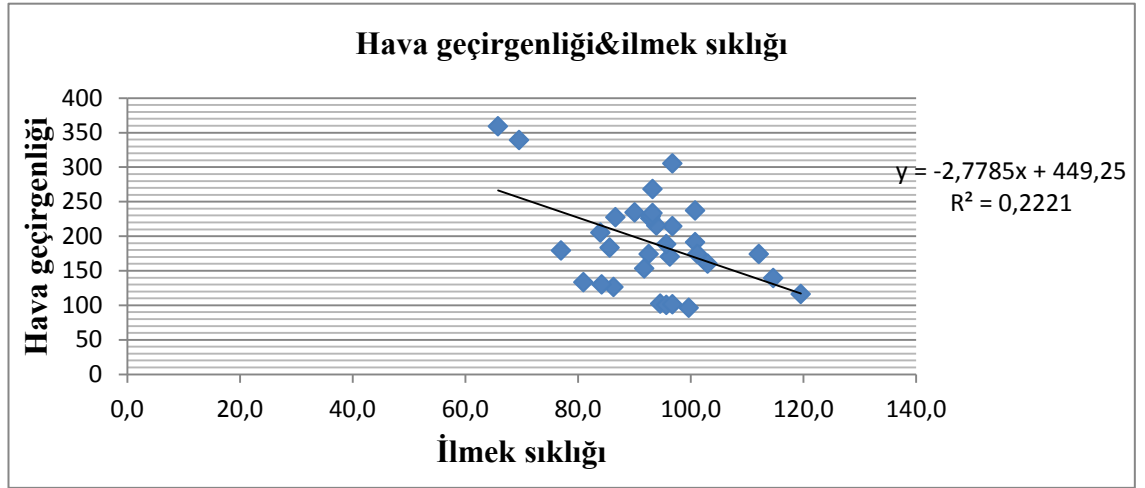


Şekil.3.25: Su buharı geçirgenliği - iplik büküm arasındaki ilişki

Prahsarn, Kap Metodu' yla yaptığı çalışmada su buharı geçirgenliği değerlerinin kumaş kalınlığı ve yoğunluğu ile yüksek korelasyona sahip olduğu ancak hava geçirgenliği ile korelasyon bulunmadığını belirtmiştir. Hava geçirgenliği ile korelasyonun olmamasının sebebini, kullanılan kumaşların birim alandaki elyaf hacminin kumaş hacmine olan oranlarının %20' den düşük olması nedeniyle açık yapıda olmasını göstermiştir[17].

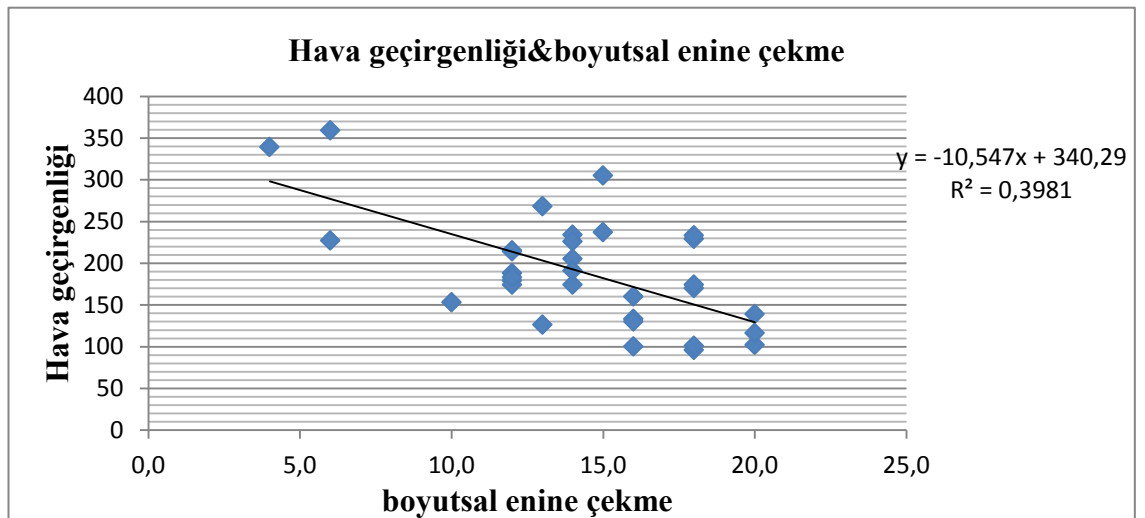
Bu doğrultuda, yaptığımız çalışmada elde edilen değerlerin korelasyon analizlerinde de benzer bir sonuç elde edilerek havageçirgenliği ile bir korelasyon elde edilmezken kumaşkalınlığı ile %95 anlamlılık seviyesinde -.354 seviyesinde korelasyona katsayısına sahip anlamlı bir ilişki gözlenmiştir. Benzer şekilde su buharı geçirgenliği ile iplik bükümü arasında .368 seviyesinde korelasyon katsayısına sahip pozitif yönde bir ilişki gözlenmiştir.

3.6.3 Hava geçirgenliği&ilmek sıklığı



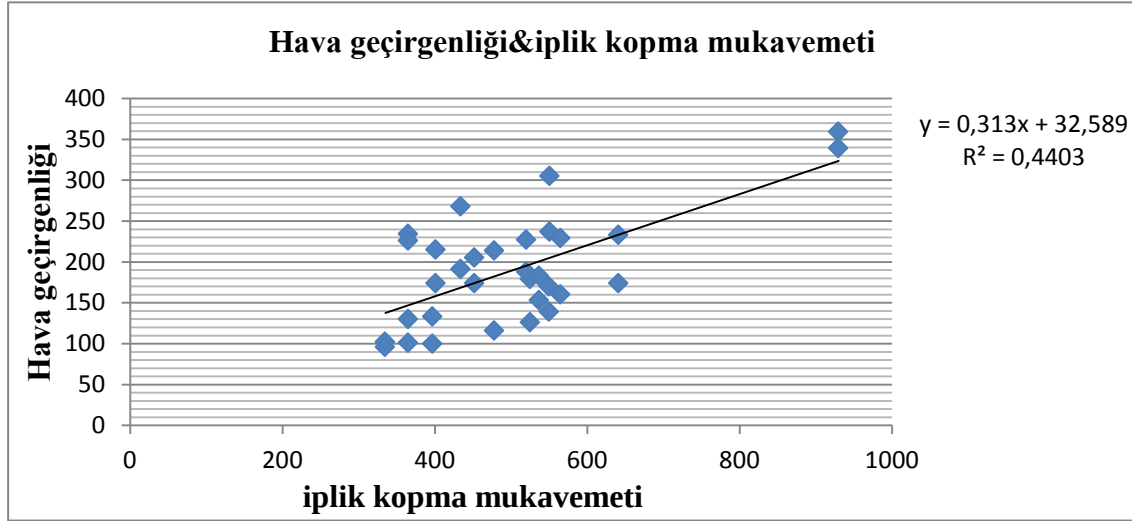
Şekil.3.26: Hava geçirgenliği - ilmek sıklığı arasındaki ilişki

3.6.4 Hava geçirgenliği & boyutsal enine çekme



Şekil.3.27: Hava geçirgenliği - boyutsal enine çekme arasındaki ilişki

3.6.5 Hava geçirgenliği&iplik kopma mukavemeti

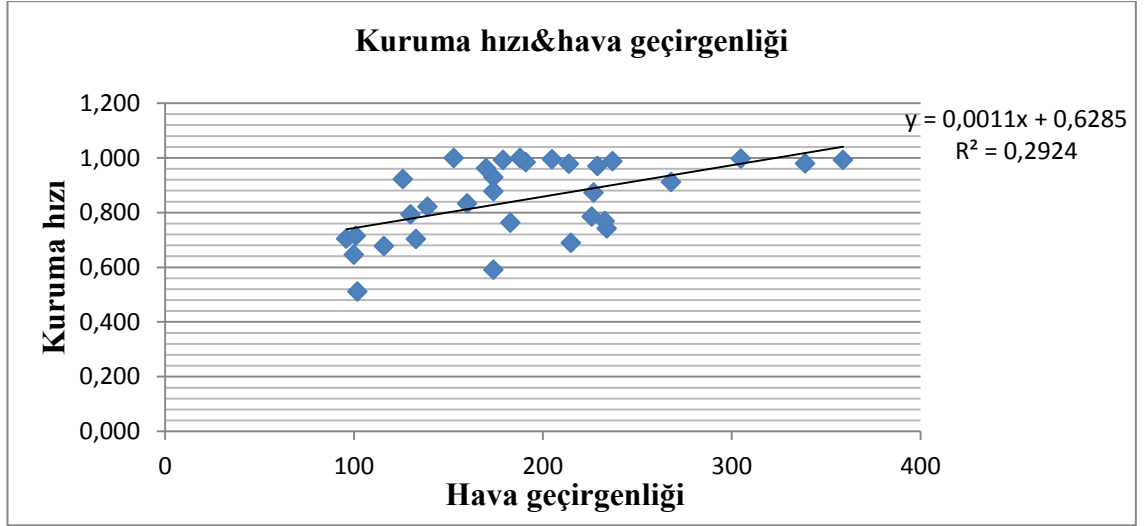


Şekil.3.28: Hava geçirgenliği - iplik kopma mukavemeti arasındaki ilişki

Kumaşlarda hava geçirgenliğini etkileyen en önemli parametrenin lifler ve iplikler arası boşluklar neticesinde oluşan kumaşgözenekliliği olduğu bilinmektedir. Buna paralel olarak yapılan çalışma sonucunda da %95 anlamlılık seviyesinde -.471 seviyesinde negatif yönde bir korelasyona sahip olduğu görölmüştür. Benzer şekilde boyutsal çekme değeri ile hava geçirgenliği arasında da daha yüksek değerde -.631 seviyesinde anlamlı bir korelasyon gözlenmiştir. Diğer dikkati çeken bir ilişki de hava geçirgenliği ile iplik büküm değeri arasında gözlenen pozitif yönde bir ilişkidir.

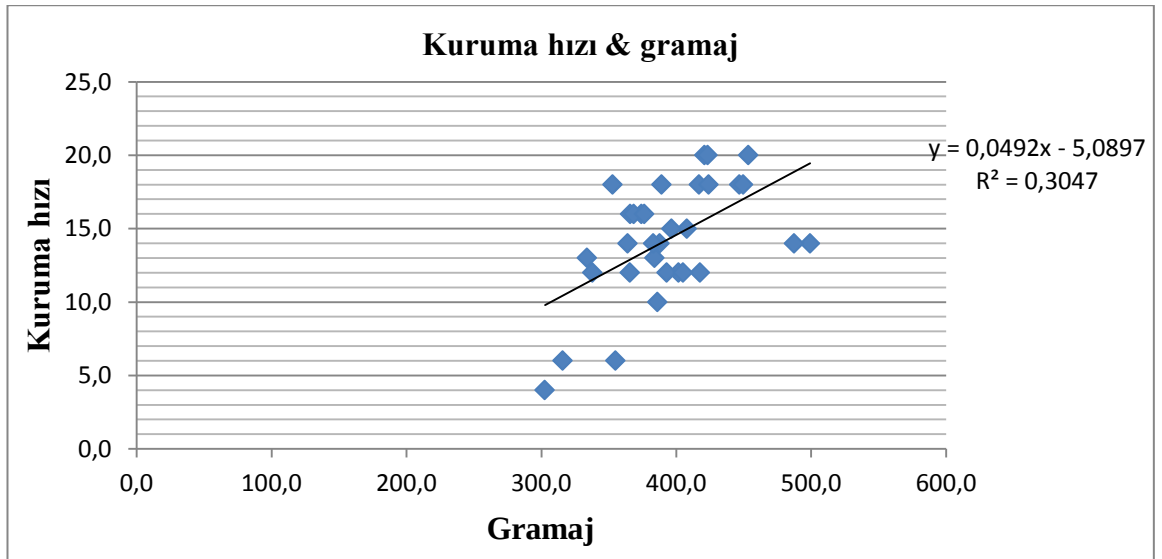
3.6.6 Kuruma hızı & hava geçirgenliği

Kuruma hızı hava geçirgenliği artışına bağlı olarak pozitif yönde bir artış gösterdiği görölmüştür. Liflerdeki boşluklara bağlı olarak değişen hava geçirgenliği paralel olarak kuruma hızını da %95 anlamlılık seviyesinde .563 seviyesinde etkilemektedir.



Şekil.3.29: Kuruma hızı - hava geçirgenliği arasındaki ilişki

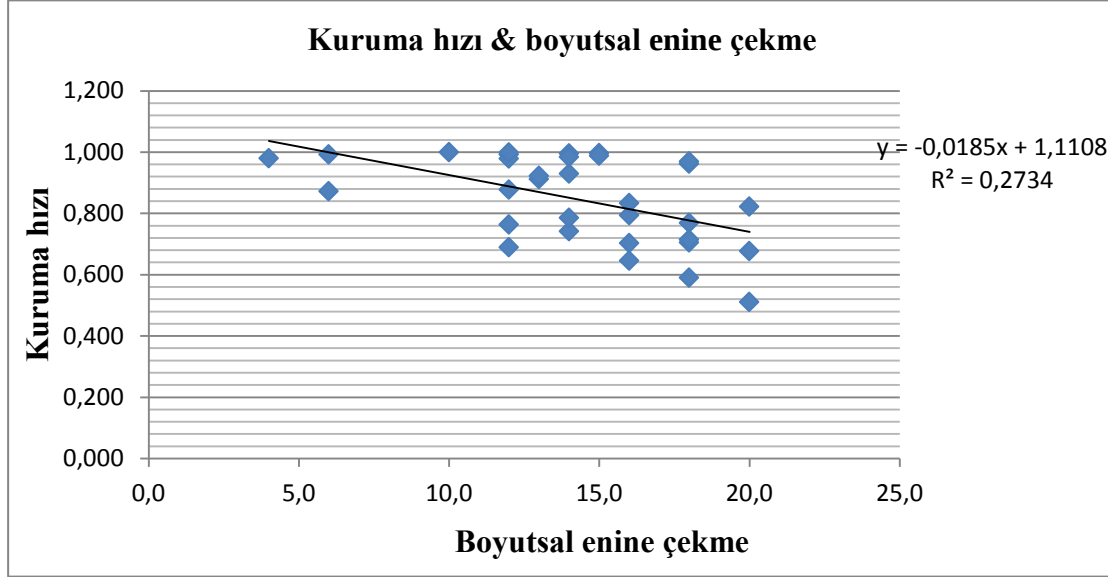
3.6.7 Kuruma hızı & gramaj



Şekil.3.30: Kuruma hızı – gramaj arasındaki ilişki

Kuruma hızı ve gramaj -0.368 seviyesinde korelasyon katsayısına sahip bir şekilde aralarında pozitif yönde anlamlı bir ilişki görülmektedir. Artan gramaj kumaşın kuruma süresinin uzamasına sebep olduğu görülmüştür.

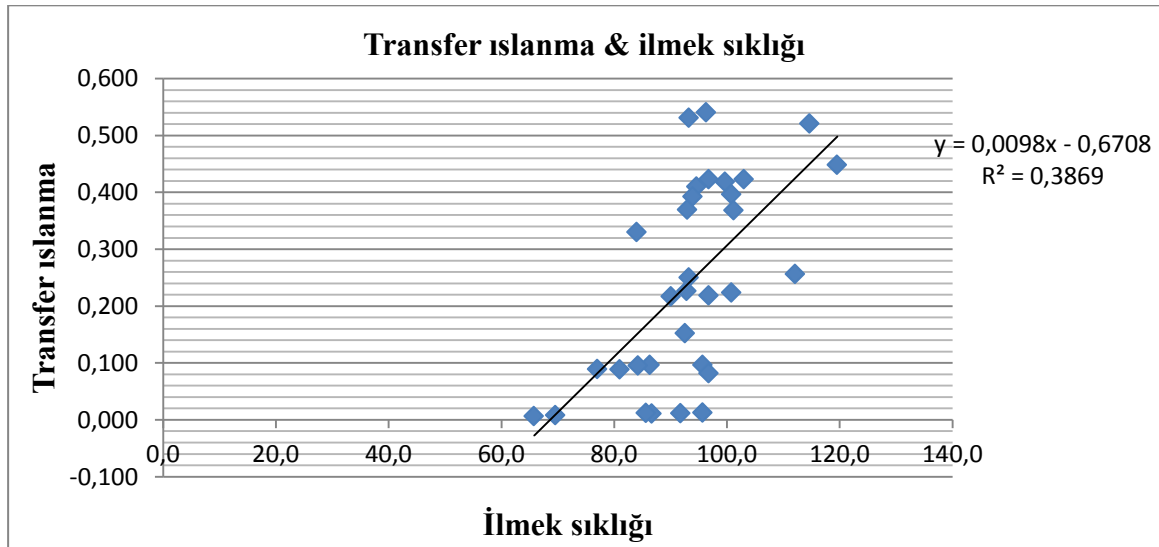
3.6.8 Kuruma hızı & boyutsal enine çekme



Şekil.3.31: Kuruma hızı & boyutsal enine çekme

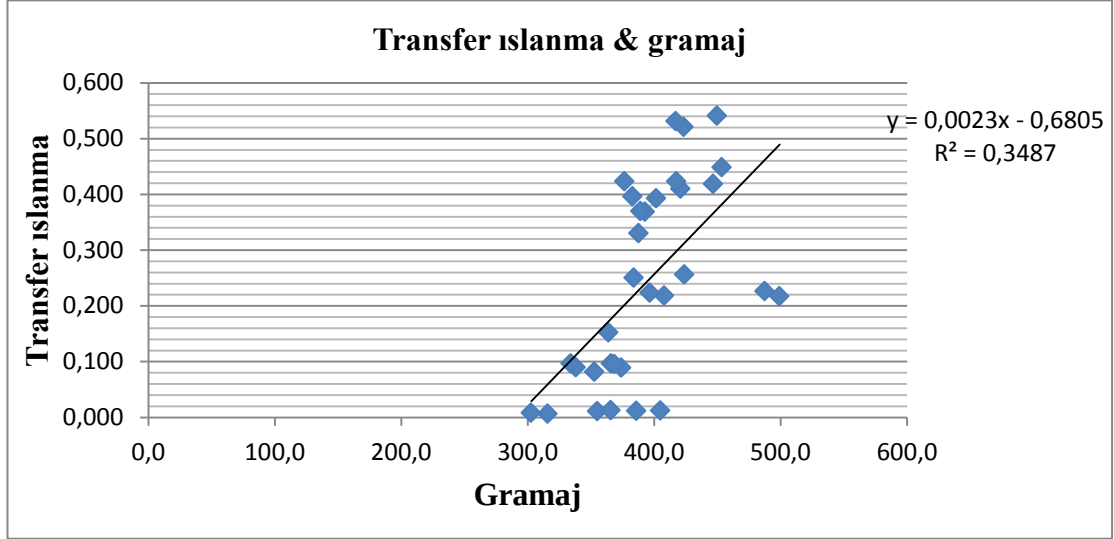
Boyutsal enine çekmenin yüksek olması kumaş yoğunluğunun artmasına dolayısıyla gramajın artmasına sebep olduğu için kuruma hızı ile aralarında negatif yönde bir ilişki vardır. Boyutsal çekme değeri ile kuruma hızı arasında -0,526 seviyesinde negatif yönde anlamlı bir ilişki vardır.

3.6.9 Transfer ıslanma & ilmek sıklığı



Şekil.3.32: Transfer ıslanma - ilmek sıklığı arasındaki ilişki

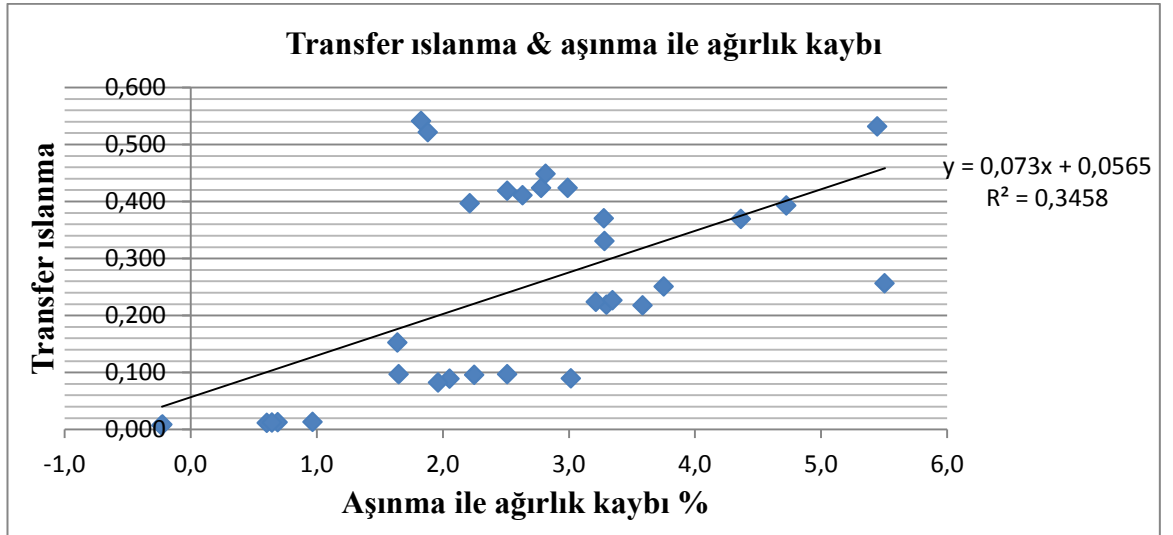
3.6.10 Transfer ıslanma & gramaj



Şekil.3.33: Transfer ıslanma – gramaj arasındaki ilişki

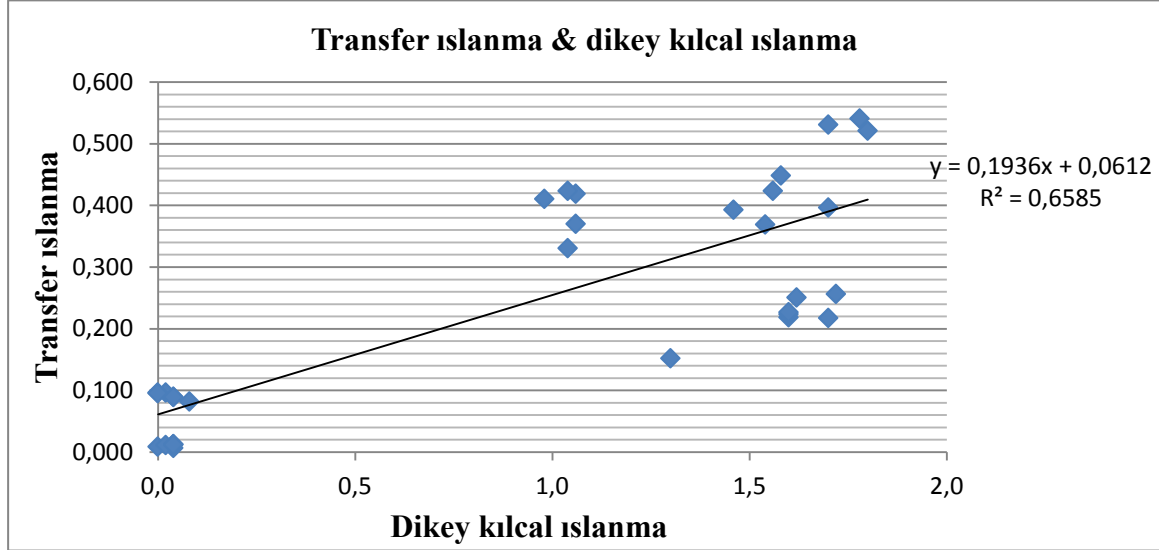
Transfer ıslanma ile ilmek sıklığı ve paralel olarak gramaj arasında yüksek korelasyon seviyesine sahip, yüksek seviyede pozitif yönde anlamlı bir ilişki ortaya çıkmıştır.

3.6.11 Transfer ıslanma & aşınma ile ağırlık kaybı



Şekil.3.34: Transfer ıslanma & aşınma ile ağırlık kaybı arasındaki ilişki

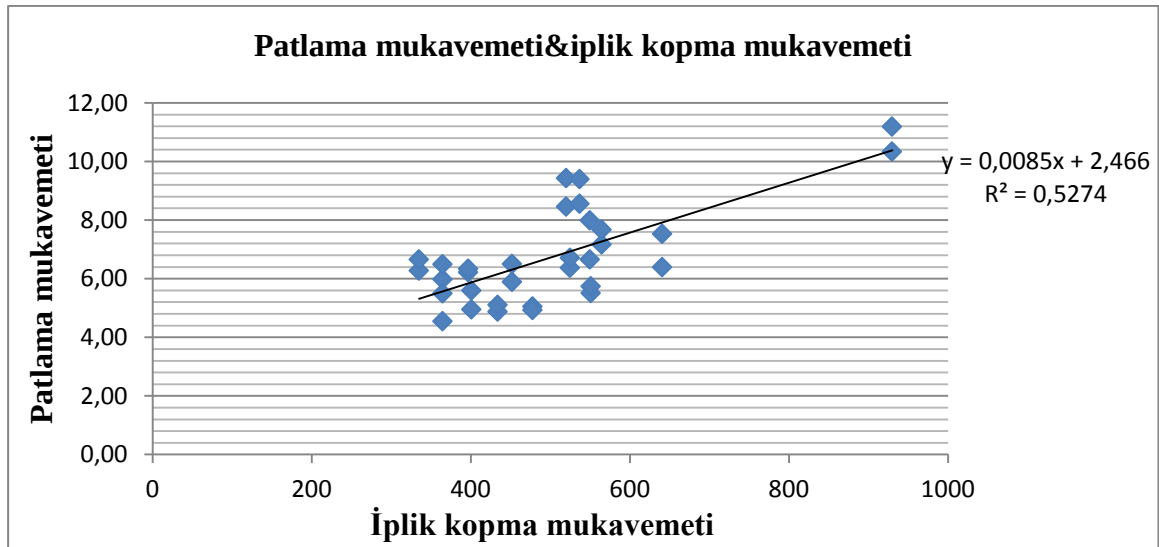
3.6.12 Transfer ıslanma & dikey kılcal ıslanma



Şekil.3.35: Transfer ıslanma - dikey kılcal ıslanma arasındaki ilişki

Transfer ıslanma ile dikey kılcal ıslanma arasında %95 anlamlılık seviyesinde .826 seviyesinde korelasyon katsayısına sahip pozitif yönde önemli bir ilişki vardır.

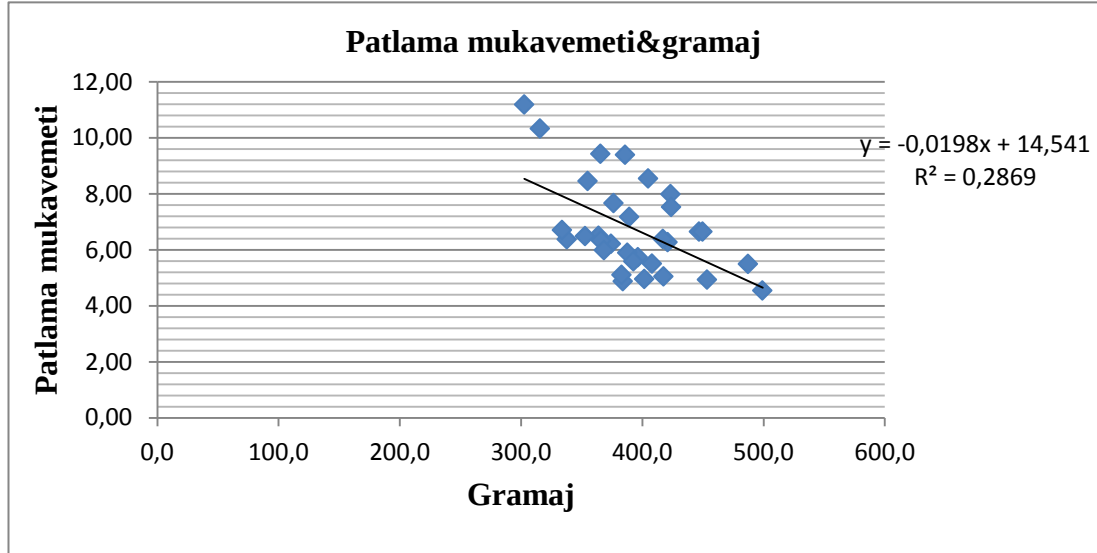
3.6.13 Patlama mukavemeti & iplik kopma mukavemeti



Şekil.3.36: Patlama mukavemeti - iplik kopma mukavemeti arasındaki ilişki

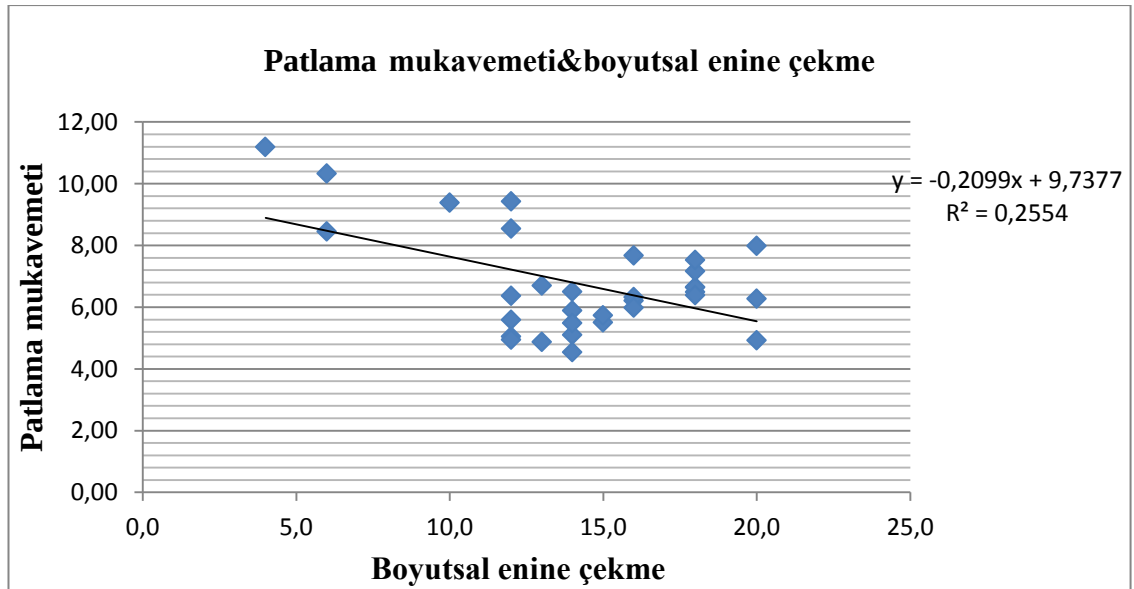
Mukavemet değerleri arasındaki ilişkiye genel olarak bakıldığında birbirleri arasında pozitif yönde bir ilişki görülmektedir.

3.6.14 Patlama mukavemeti & gramaj



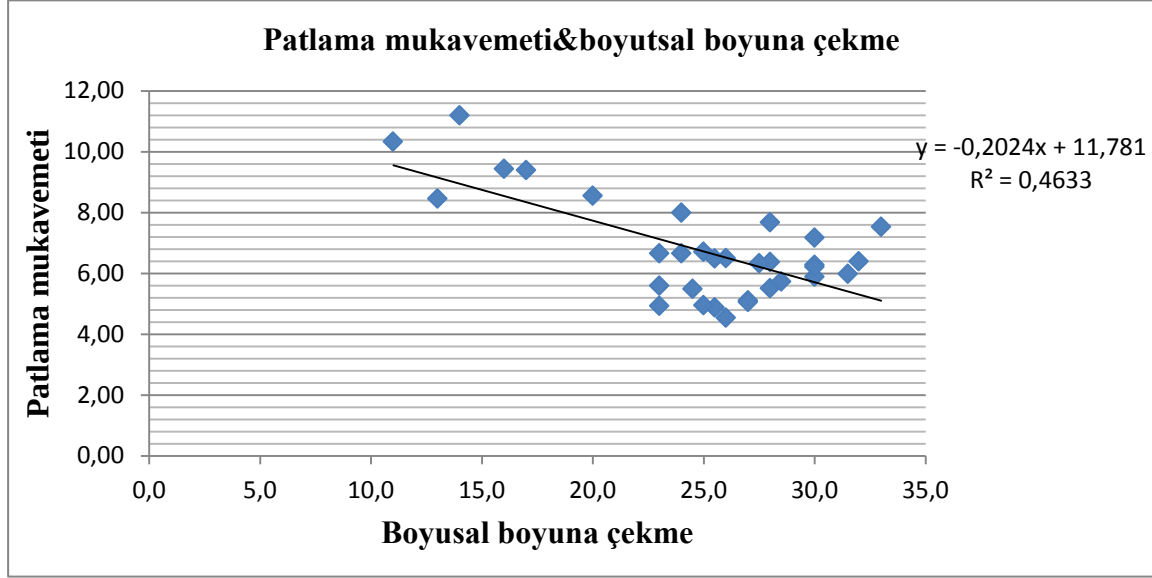
Şekil.3.37: Patlama mukavemeti – gramaj arasındaki ilişki

3.6.15 Patlama mukavemeti & boyutsal enine çekme



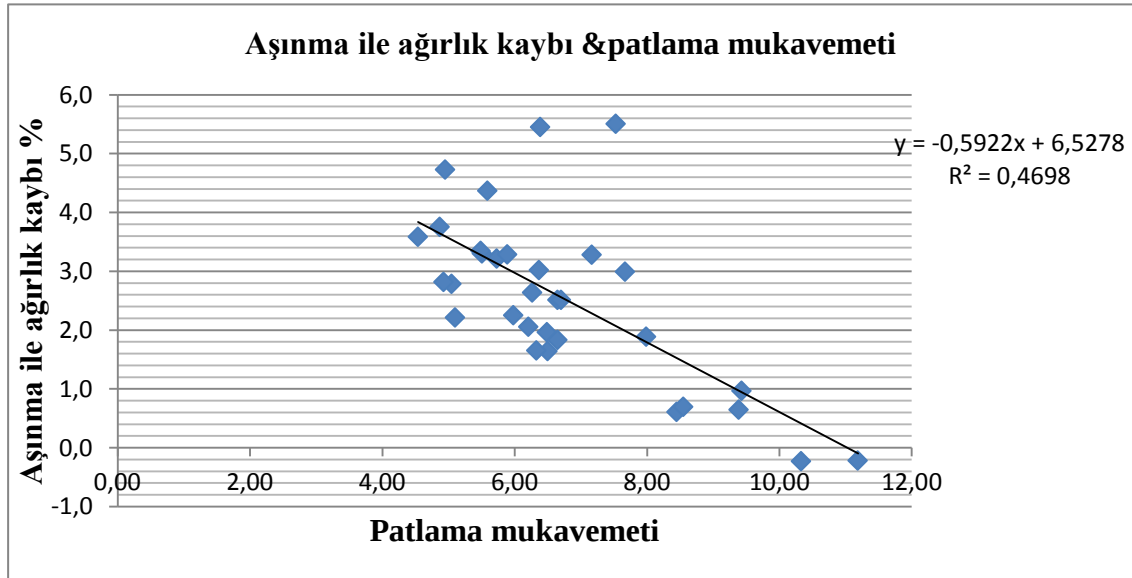
Şekil.3.38: Patlama mukavemeti - boyutsal enine çekme arasındaki ilişki

3.6.16 Patlama mukavemeti & boyutsal boyuna çekme



Şekil.3.39: Patlama mukavemeti - boyutsal boyuna çekme arasındaki ilişki

3.6.17 Aşınma ile ağırlık kaybı & patlama mukavemeti



Şekil.3.40: Aşınma ile ağırlık kaybı - patlama mukavemeti arasındaki ilişki

Aşınma ile %ağırlık kaybı ile patlama mukavemeti arasında 0.469 seviyesinde negatif yönde önemli bir korelasyon vardır. % ağırlık kaybı aşınma dayanımını ter orantılı olarak temsil ettiğinden aşınma ve patlama mukavemet değerleri arasında pozitif yönde bir ilişki görülmektedir diyebiliriz.

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Modal,yüksek hava geçirgenliğine sahip ve kuruma davranışları incelendiğinde düşük kuruma süresi gözlenmiştir. Boncuklanma miktarı düşük olması da özellikle örme kumaşlarda kullanım imkanını sağlamaktadır. Su buharı geçirgenliği ve transfer ıslanma oranı diğer lif türlerine göre orta seviyede rağmen modal- pamuk karışımlarında bu değerlerde iyileşme görülmüştür. Dikey kılcal ıslanma özelliği üçüncü sırada yer almaktadır. İyi ıslanabilen ve kuruma süresi düşük bir lif türü olarak sıvı transferinde iyi bir performans göstermektedir.

Fiziksel özelliklerine bakıldığında patlama ve aşınma mukavemet değerleri, ve boyutsal enden ve boydan çekme değerleriortalama seviyede olmakla birlikte modal – pamuk karışımında daha iyi sonuçlar elde edilmektedir. Pamuk karışımlı olmasının dezavantajı ise kuruma süresini uzatmaktadır.

Bambulifininfiziksel performans değerlerine bakıldığında orta seviyede boyutsal enden ve boydan çekme değerleri, bununla birlikte mukavemet değerleri modal lifiyle yaklaşık aynı seviyededir ve benzer şekilde pamuk-bambu karışımı mukavemet değerlerine katkı sağlamış olduğu gözlemlenmiştir. Boncuklaşma değeri ise kötü olmamakla birlikte modal ve viskon lifine göre daha düşük seviyededir.

Diğer yandan bambu lifinin su buharı geçirgenliği, transfer ıslanma ve kuruma hızı değerleri iyi seviyededir. Bu özelliklerin neticesi olarak serinlik hissi vermesi sonucu tercih edilme sebebi olmaktadır.

Viskon lifi mukavemet değerleri diğer doğal liflerin içinde en düşük seviyede olmakla beraber boncuklanma seviyesi diğer liflere göre daha iyi durumdadır. Dikkati çeken diğer bir özelliği soya ve tencelden sonra yüksek transfer ıslanma özelliğine rağmen su buharı geçirgenliği özelliği açısından düşük performans göstermektedir. Viskon lifi keten ve angora karışımı olarak genel özelliklerinde

iyileşme görülmekte ve kullanım alanı olarak karışım haliyle kullanılması tercih edilmektedir.

Soya lifinin aşınma ve patlama mukavemet değerleri diğer doğal elyaflara göre daha iyi ve düşük seviyede boncuklanma görülmekle birlikte transfer ıslanma ve kılcal ıslanma değerleri tüm lif türleri arasında birinci sırada gelmektedir. Buna mukabil kuruma hızı daha düşük seviyede kalmaktadır. Bu da yüksek oranda sıvı almasından kaynaklanmaktadır. Buna mukabil dezavantajı olarak hava geçirgenliği özelliğinin oldukça düşük olması söylenebilir. Yumuşaklığı ve ipeksi tuşesi ile ayrıca hijyen açısından katkı sağlayan bir lif olması yönüyle de düşündüğümüzde tercih edilebilir.

Thermolite, thermocool ve Coolmax lifleri yüksek fiziksel performans sergilediği gözlemlenmiştir. Aşınma ve patlama mukavemetleri diğer tüm lif türlerine göre en yüksek değerlerde olmakla birlikte, en ve boy boyutsal çekme değerleri de en düşük seviyededir. Thermolite yüksek fiziksel performansına paralel olarak hava geçirgenliği değeri tüm lif türlerine kıyas edildiğinde birinci sırada olmasına rağmen thermocool ve arkasından coolmax lifi ise orta seviyede hava geçirgenliği özelliğine sahiptir. Sentetik esaslı olması sebebiyle en yüksek seviyede boncuklanma ise thermocool ve coolmax lifinde gözlemlenmiştir. Bu da bu lif türleri için önemli bir dezavantajdır.

Bu üç lif sıvı transferi açısından en düşük performansı sergilemişlerdir. Bununla paralel olarak çok hızlı kuruma davranışı gözlemlenmiştir

Selülozik esaslı tencel lifi en yüksek boyutsal değişim sergileyen lif olmuştur. Diğer fiziksel performans değerleri de orta seviyededir ancak pamuk karışımlarında fiziksel değerlerinde iyileşme görülmüştür. Islanma davranışlarına bakıldığında transfer ıslanma ve kılcal ıslanma testlerinde en yüksek değerleri sergilemiştir. Hava geçirgenliği pamuk ve viskona göre daha iyi seviyede olduğu görülmüştür.

Gevşek ve orta ayarda örülen çorapların test sonuçları genelde yaklaşık değerler sergilemiştir. Hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği değerlerinin ise gevşek ayarda örülen çoraplarda orta sıklıkta örülenlere göre daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

Yapılan alışmalar sonucunda çorapların konfor özelliklerine lif tipinin hem direkt hem de dolaylı olarak etkisi olduğu tespit edilmiştir. Mesela orapların ıslanma davranışları direkt olarak lif cinsinden etkilenmektedir. Farklı lif cinslerinin sahip olduğu farklı temas açısı değerleri o lifin ıslanabilirlik seviyesini belirlemektedir. Bununla birlikte çalışmalar sonucunda çoğu selülozik esaslı olan liflerin giysi konforu üzerine olan etkilerinin farklı seviyede olduğu grlmştr.

Ortaya çıkan en belirgin sonuç ise karışımlı ipliklerden elde edilen çorapların gerek konfor özellikleri, gerekse fiziksel özellikleri bakımından sergilediği performansların bu liflerin %100halinden çok daha iyi netice vermesi olmuştur. Bunun sonucu olarak düşük seviyedeki özellikleri iyileştirmek adına bu liflerden optimum verim alabilmek için mesela pamuk ile karışım halinde kullanılması daha uygun olacağı görülmektedir.

Yapılan çalışmada görülmektedir ki, b ir iplik seçimi yaparken giysiden beklenen fiziksel performans, giysinin hangi mevsimde kullanılacağı, giysinin kullanım alanına göre beklenen konfor özelliklerinin seviyesi bilinmelidir ve belirlenen özelliklere göre elde edilen verilerden yararlanılarak tercihler yapılmalıdır..

Kumaş parametrelerinin sabit tutulduğu bu çalışmanın devamı olarak bu lif türleri için iplik numarası, örgü tipi ve diğer parametrelerin etkisinin incelenmesi bu konudaki çalışmaları detaylandırma açısından katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] **Sontag, S. M.**, 1985. Comfort Dimensions Of Actual And Ideal Insulative Clothing For Older Women, *Clothing and Textile Research Journal*,**4(1)**, 9-17.
- [2] **Slater, K.**, 1975. Discussion Paper: The assesment of Comfort, *Journal of Textile Institute*, **77(3)**, 157-171.
- [3] **Smith, J. E.**, 1993. The Comfort of Clothing, *Textiles*, **22(1)**, 18-20.
- [4] **Andersson , C. J.**, Relationships Between Physical Textile Properties and Human Comfort During Wear Trials of Chemical Biological Protective Garment Systems, Master Thesis, University of Alberta, Canada
- [5] **Shivers, J.**, 1980. Phsical Measures of Clothing Comfort: A Literature Review, *Canadian Home Economics Journal*, **30(4)**, 241-244.
- [6] **Okur, A., Küçüka, S., ve Kaplan, S.**, 2008. Giysi Termal Konforunun Belirlenmesine Yönelik Bir Yöntem Geliştirilmesi. Tübitak Projesi, Proje No 107M200, 84s.
- [7] **Güneşoğlu, S.**, 2005. Sportif Amaçlı Giysilerin Konfor Özelliklerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 22-26.
- [8] **Gülsevin,N.**, 2005. Spor Giysilerin Konfor Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ege üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 20.
- [9] **Işıктаş, H.**, 2009. Geri Kazanılan Yünlerden Elde Edilen Kumaşların Islak Haldeki Konfor Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 39-40.

- [10] **Yonenaga, A.**, 2001. Kreatif Mühendislik, Aktif Spor ve Serbest zaman Giysi Tasarımlarına Yön Veriyor (Çeviri). Tekstil Maraton Kasım-Aralık:61-65.
- [11] **Kalaoğlu, F.**, 1995.Giysi Konforunu Etkileyen Faktörler. Konfeksiyon Teknik, Ağustos:74-75.
- [12] **D'Silva, A.P., Anand, S.C.**, 2001. Responsive Garments for Sportwear. ITU Textile 2001 Congress, İstanbul. p.1-8.
- [13] **Kaplan, S., Okur, A.**, 2005. Kumasların Geçirgenlik-İletkenlik Özelliklerinin Giysi Termal Konforu Üzerindeki Etkileri. Tekstil Maraton, Mart-Nisan:56-65.
- [14] **Grabowska, K.E.**, 2001. Personal Protection by Textiles in the Focus of Stabilisation Thermal Conditions, Texnitex 2001 Autex Conference, The University of Minho, Portugal:72-75.
- [15] **Barnes, J.C., Holcombe, B.V.**, 1996. Moisture Sorption and Transport in Clothing Wear. Textile Research Journal, 66(12): 777-786.
- [16] **Önder, E., SARIER, N.**, 2003. Tekstillerde Dinamik Isı Yönetimi Olanakları. Tekstil Teknolojisi ve Kimyasındaki Son Gelismeler Sempozyumu IX. TMMOB Kimya Mühendisleri Odası, Bursa, 30 Nisan-2 Mayıs 2003, s:93-109.
- [17] **Prahsarn, C.**, 2001. Factors Influencing Liquid and Moisture Vapor Transport in Knit Fabrics, *PhD Thesis*, NCSU, Raleigh.
- [18] **Terliksiz S., Kalaoğlu F. ve Eryürük S.H.**, (2012). Sandviç kumaşların Termal Konfor Özellikleri, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek lisans tezi), 19.
- [19] **Mecheels, J.H., and Umbach, K.H.**, 1977. The psycometric ranges of clothing systems, *Clothing Comfort: Interacitons of Thermal, Ventilation, Construction and Assesment Factors*, p:133-166, Ann Arbor, MI:Ann Arbor Science Publishers.

- [20] **Wallenberger, F. T.**, 1982. What is New in Man-Made Fibers: fiber dependent garment comfort factors, *Textile Chemist and Colorist*, **14(8)**, 33-37.
- [21] **Barker, R. L.**, 2002. From fabric hanf to thermal comfort: the evolving role of objective measurements in explaining human comfort, *Int. Journal of Clothing Clothing Science and Technology*, **14(3/4)**, 181-200.
- [22] **Rossi, R.M., Gross, R.**, 2004. Water Vapor Transfer and Condensation Effects in Multilayer Textile Combinations, *Textile Research Journal*, **74(1)**, 1-6.
- [23] **Ruckman, J.E.**, 1997. Water vapour transfer in waterproof breathable fabrics Part1: under steady-state conditions, *International Journal of Clothing Science and Technology*, **9(1)**, 10-15.
- [26] **Avcı, H., Candan, C., Beceren, Y.İ.**, 2007. Yeni Liflerden Mamul Çorapların Konfor Özellikleri, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek lisans tezi), 81s
- [27] **Jirsak, O., Gök, T., Özipek, B., Pan, N.**, 1998. Comparing Dynamic and Static Methods for Measuring Thermal Conductive Properties of Textiles, *Textile Research Journal*, **68(1)**, 47-56.
- [28] **McCullough, E. A-, and Jones, B. W.**, 1984. A comprehensive data base for estimating clothing insulation, *ER Technical Report 84-0 1*, Manhattan, KS: Institute for Environmental Research Kansas State University.
- [29] **Repoulas, A.**, 2001. Thermal Insulation:Q&A, http://www.oreivatein.com/page/c&m/e_thermal.htm#start
- [30] **Frydrych, I., Dziworska, G., Bilska, J.**, 2002. Comparative Analysis of the Thermal Insulation Properties of Fabrics Made of Natural and Man-Made Cellulose Fibres, *Fibers&Textiles in Eastern Europe*, **10(4)**, 40-44.
- [31] **Uçar, N., Yılmaz, T.**, 2004. Thermal Properties of 1x1, 2x2, 3x3 Rib Knit Fabrics, *Fibers&Textiles in Eastern Europe*, **12(3)**, 34-38.

- [32] **Schneider, A.M.**, 1987. Heat Transfer Through Moist Fabric, *PhD Thesis*, University of New South Wales, Australia.
- [33] **Das, B., Das, A., Kothari, V. K., Fanguiero, R., de Araujo, M.** (2007). Moisture Transmission Through Textiles Part I: Processes involved in moisture transmission and the factors at play, *AUTEX Research Journal*, 7, 100-110 .
- [34] **Hatch, K. L., Woo, S. S., Barker, R. L., Ebdhakrishnaiah, P., Markee, N. L., Maibach, H. I.** 1990. In vivo cutaneous and perceived comfort response to fabric. Part .1: Thermophysiological comfort determinations for three experimental knit fabrics, *Textile Research Journal*, **60(7)**, 405-412.
- [35] **Cheng, K.P.S., & Cheung, Y.K.** 1994. Comfort in Clothing, *Textile Asia*, 48-52.
- [36] **Kissa, E.**, 1996. Wetting and Wicking, *Textile Research Journal*, **66(10)**, 660-668.
- [37] **Long, H.**, 1999. Water Transfer Properties of Two-Layer Weft Knitted Fabrics, *Int. Journal of Clothing Science and Technology*, **11(4)**, 198-205.
- [38] **Simile, C. B.** (2004). Critical Evaluation of Wicking in Performance Fabrics, (Yüksek lisans tezi), *Georgia Institute of Technology*, Georgia, ABD.
- [39] **Zhuang, Q., Harlock, S.C., Brook D.B.**, 2002. Transfer Wicking Mechanism of Knitted Fabric Used as Undergarment for Outdoor activities, *Textile Research Journal*, **72(8)**, 727-734.
- [40] **Adler, M.M., and Walsh, W.K.**, 1984. Mechanism of Transient Moisture Transport Between Fabrics, *Textile Research Journal*, **54(6)**, 334.
- [41] **Çil, M. G., Nergis, U. B., Candan, C.**, (2009). An Experimental Study of Some Comfort-related Properties of Cotton Acrylic Knitted Fabrics, *Textile Research Journal*, Vol 79(10): 917-923

- [42] **Fourt, L., Sookne, A.M., Frishman, D., and Harris M.,** 1951. The Rate of Drying of Fabrics, *Textile Research Journal*, **21**, 26-32.
- [43] **Coplan, M.J.,** 1953. Some Moisture Relations of Wool and Several Syntetic Fibers and Blends, *Textile Research Journal*, **23**, 897-916.
- [44] **Li, Y. ve Wong, A. S. W.** (2006). Clothing Biosensory Engineering, *Woodhead Publishing Limited*, Cambridge, UK.
- [45] **Milenkovic, L., Skundric, P., Sokolovic, R., Nikolic, T.** (1999). Comfort Properties of Defense Protective Clothings, *Working and Living Environmental Protection*, **1**, 101 – 106.
- [46] **Das, A. ve Alagirusamy, R.** (2010), Science in Clothing Comfort, *Woodhead India*, New Delhi, India.
- [47] **Gibson, P., Rivin, D., Kendrick, C. ve Schreuder-Gibson, H.** (1999), Humidity-Dependent Air Permeability of Textile Materials, *Textile Research Journal*, **69** (5), 311-317.
- [48] **Wilbik-Halgas, B., Danych, R., Wiecek, B., Kowalski, K.** (2006). Air and Water Vapour Permeability in Double-Layered Knitted Fabrics with Different Raw Materials, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, **14**, 77-80.
- [49] **Dayioğlu, Habip ve Karakaş, Hale Canbaz.** (2007). Elyaf bilgisi, *Teknik Fuarçılık Yayın Ticaret Limited Şirketi*, **Baskı 1**, İstanbul, Türkiye.
- [50] **Cook, J.Gordon.** (1960). Handbook of textile fibers, *Merrow Publishing CO.LTD*, Watford, England.
- [51] **Harmancioğlu, Mustafa.** (1981).Tekstil maddeleri II ve sentetik lifler, *Ege Üniversitesi Matbaası*, Ege Üniversitesi Bornova, İzmir.
- [52] **Stankovic, S.B., Popovic, D. and Poparic, G. B.,**(2008), *Thermal Properties of Textile Fabrics Made of Natural and Regenerated Cellulose Fibers*, *PolymerTesting*, 27/2008: 41-48

- [53] Üte, B. T., Oğlakçioğlu, N., Çelik, P., Marmaralı, A., ve Kadoğlu, H., (2008). *Doğal Renkli Pamuk ve Angora Tavşan Lifi Karışımından Üretilen İpliklerin Özellikleri ve Örgü Kumaşların Isıl Konforuna Etkileri Üzerine Bir Araştırma*, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3/2008: s:191-197
- [54] Kalaoğlu, F.; Özdemir, Ö.: “Performance of Lyocell and Lyocell Blend Yarns”, *Melliand International*, 6, September (2000), 175.
- [55] Nergis, B.U.; İridağ, Y.: “Lyocell Lifi ve Özellikleri”, *Tekstil ve Teknik Dergisi*, Şubat (2000)74-84.
- [56] Nergis, B.U.; İridağ, Y.: “Tencel’in Kullanım Alanları ve Özellikleri”, *Textilwirtschaft – Dünya Tekstil Dergisi*, 15, Ağustos (1998) 25.
- [57] Pearson, L.; Watkins, S.; Frankham, S.: “Progress in Piece Dyeing and Finishing of Tencel Fabrics”, *Melliand International*, 3 (1997) 149.
- [58] Bayramoğlu, E.Ç.: “Lyocell ve Lyocell/Pamuk Karışımlarının Alev Etkeni Karşısındaki Davranışları”, *Doktora Tezi*, Marmara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, (2003) 4-13.
- [59] Albrecht, W.; Reintjes, M.; Wulforst, B.: “Lyocell Fibers”, *Institut Für Textiltechnik der RWTH Aachen*, 1 st Ed., (1997).
- [60] “Tencel Technical Information CD”, *Acordis*, Version: 2.1, July (2000).
- [61] Selker, H.: “Lenzing Lyocell Liflerinin Uygun Şekilde Açılması ve Taraklanması”, *Melliand Türkiye Sayısı*, 2 (1997) 109.
- [62] “The Tencel Information Sheet”, *Courtaulds Fibres Ltd.*, September (1996).
- [63] Günaydın, M.N., Rejenere Selülozik Lifler Karakteristik Özellikleri ve Tekstilde Kullanım Alanları, *TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası, Tekstil ve Mühendis Dergisi*, Nisan 2009.
- [64] www.nonwovens-applications.lenzing.com/en/medical.html

- [65] **Alp, E., Çitoğlu, F.**, Tencel Kumaşlarda Farklı Parametrelerde Dikiş Büzgülerinin İncelenmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010, s8-9.
- [66]**Kampl, R.; Leitner, J.:** “Lyocell Blends – Additional Benefits for the Textile Industry”, *Melliand International*, 6, June **(2000)**,103.
- [67] “The Tencel Information Sheet”, *Courtaulds Fibres Ltd.*, September **(1996)**.
- [68] **Karsu Tekstil**, *Modal ve Karışımları*,
<http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/modal-vekarisimleri.php>, 10/04/2014
- [69] **Özbağcı, Ö., Çeken, F.**, Pamuk ve Bazı Rejenere Selüloz Esaslı Süprem Örgü Kumaşların Fiziksel ve Boyutsal Özellikleri, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Temmuz, 2008, s:10.
- [70] **Modal**. Lenzing Fibers. <http://www.lenzing.com/fibers/en/textiles/4178.jsp>
- [71] **Ray, A.K., Das, S.K., Mondal, S. and Ramachandrarao, P.**, 2004. Microstructural characterization of bamboo, *Journal of Material Science*, **39**, 1055 – 1060
- [72] **Dündar, E.,Candan, C., Karakaş, H.**, Çeşitli Selülozik İpliklerden Üretilen Örme Kumaşların Performanslarının Karşılaştırılması, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mart, 2008, s11-12.
- [73] **Öner, E., Okur, A.**, TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası, sayı 80, Materyal, Üretim Teknolojisi ve Kumaş Yapısının Termal Konfora Etkileri.
- [74] **Soybean**. Soybean Protein Fiber. <http://www.spftex.com>
- [75] **Coolmax**. Invista <http://coolmax.invista.com/>
- [76] **Thermolite**. Invista
http://www.invista.com/page_product_thermolite_en.shtml

- [77] <http://www.standardfiber.com/materials/fiber-technologies/moisture-management/thermocool-tech/> , 20/04/2014.
- [78] **Özdil, N.**, Kumaşlarda Fiziksel Kalite Kontrol Yöntemleri, E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, Yayın No:21, ISBN No:975-483-579-9, 2003, pp.90-104
- [79] **Ukponmwan J.O, Mukhopadhyay A., Chatterjee K.N.**, Pilling, The Textile Enstitute, 28(3), 1998, pp.16-42

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Gülsüm ÖZDEN
Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul, 1975
E-Posta : ozden_gulsum@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lise** : 1992, Cağaloğlu Anadolu Lisesi
- **Lisans** : 1996, İTÜ Makina Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü
- **Yüksek lisans** : 2015, İTÜ Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekstil Mühendisliği Bölümü

MESLEKİ DENEYİM:

1997-1999 : Taha Holding, Fetih Tekstil, Planlama Uzmanı

2002-2006: Aydın Örme, Ayko İçgiyim San., Planlama Uzmanı

2010-2011: Eser Tekstil İmalat ve Çorap San., Satın Alma Sorumlusu