

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PAMUK VE BAZI REJENERE SELÜLOZ
ESASLI SÜPREM ÖRGÜ KUMAŞLARIN
FİZİKSEL VE BOYUTSAL ÖZELLİKLERİ**

Özlem ÖZBAĞCI

Temmuz, 2008

İZMİR

PAMUK VE BAZI REJENERE SELÜLOZ ESASLI SÜPREM ÖRGÜ KUMAŞLARIN FİZİKSEL VE BOYUTSAL ÖZELLİKLERİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Özlem ÖZBAĞCI

Temmuz, 2008

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ÖZLEM ÖZBAĞCI, tarafından **PROF. DR. FATMA ÇEKEN** yönetiminde hazırlanan “**PAMUK VE BAZI REJENERE SELÜLOZ ESASLI SÜPREM ÖRGÜ KUMAŞLARIN FİZİKSEL VE BOYUTSAL ÖZELLİKLERİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fatma ÇEKEN

Danışman

Prof. Dr. Nilüfer ERDEM

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Mevlüt TERCAN

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Öncelikle tez konumun seçimini sağlayan, çalışmalarım sırasında benimle değerli görüş ve bilgilerini paylaşan ve her konuda desteğini benden esirgemeyen, danışmanım Sayın Prof. Dr. Fatma Çeken' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmalarım boyunca değerli görüşlerinden ve deneyimlerinden yaralandığım Sayın Prof. Dr. Ayşe Okur' a ve deneysel çalışmalarda kullanılan kumaşların, ipliklerinin temin edildiği Karsu Tekstil San. Tic. A. Ş.' ne teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, tez çalışmalarım sırasında yine bilgi ve görüşlerinden yararlandığım Sayın Prof.Dr. Nilüfer Erdem' e de teşekkürü bir borç bilirim.

Deneysel çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen, Sayın Öğr. Gör. Dr. Vildan Sölar' a, Sayın Özlem Ergün' e ve Sayın Arş. Gör. Nurhan Onar' a, özellikle tezimin istatistiksel analiz ve değerlendirme aşamasında bana büyük yardımları ve desteği dokunan Sayın Arş. Gör. Musa Kılıç' a ve yardımlarından dolayı Sayın Arş. Gör. Özlem Biçer Kayacan' a, Sayın Arş. Gör. Ümit Halis Erdoğan' a teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, her zaman olduğu gibi yüksek lisans eğitimim sırasında da benden yardımlarını ve büyük desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme ve değerli eşim Bengi Özbağcı'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Özlem Özbağcı

PAMUK VE BAZI REJENERE SELÜLOZ ESASLI SÜPREM ÖRGÜ KUMAŞLARIN FİZİKSEL VE BOYUTSAL ÖZELLİKLERİ

ÖZ

Günümüzde, doğal bir lif olan pamuk lifine alternatif olması amacıyla pek çok kimyasal lif üretilmektedir. Bu liflerden bazıları, sahip olduğu moleküler yapı nedeniyle diğerlerinden daha fazla pamuğa benzemektedir. Rejenere selülozik lifler olarak adlandırılan bu liflerin en önemlilerinden biri viskozdur. Viskoz günümüzde en fazla üretilen ve tüketilen rejenere selüloz lif olmasına rağmen, sahip olduğu düşük yaş mukavemet özelliği modal lifinin geliştirilmesine sebep olmuştur. Ardından, farklı üretim yöntemleri ile doğaya zarar vermeyen çözücü (NMMO) ile üretilen lyocell lifi üretilmeye başlanmıştır. Lyocellin sahip olduğu yüksek fibrilleşme özelliği nedeniyle de, yeni tip lyocell lifleri geliştirilmiştir. Tüm bu liflerin pamuğa ne derece alternatif olabileceği hakkında halen çeşitli araştırmalar yapılmaktadır.

Bu çalışmada, bazı rejenere selülozik liflerle üretilmiş süprem örgü kumaşların, uygulanan relaksasyon işlemleri ile fiziksel ve boyutsal özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiş ve bu değişimler aynı kumaş özelliklerine sahip pamuklu örgü kumaşlarla ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Bu amaçla, herbiri üç farklı sıklık ayarında örülmüş lyocell (tencel), lyocell lf , modal ve pamuk içerikli süprem örgü kumaşlar hazırlanmış ve kumaşlar sırasıyla kuru, yaş relaksasyon ve üç tekrarlı yıkama işlemlerine maruz bırakılmıştır. Daha sonra, kalınlık, hava geçirgenliği, boyutsal değişim ve sıklık ölçümleri yapılarak, sonuçlar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rejenere selülozik lifler, liyosel, tensel, modal, örme kumaşlar, fiziksel, boyutsal özellikler

**PHYSICAL AND DIMENSIONAL PROPERTIES OF SINGLE JERSEY
FABRICS PRODUCED FROM 100 % COTTON AND SOME
REGENERATED CELLULOSIC FIBRES**

ABSTRACT

Nowadays, variety chemical fibres are produced to be cotton's alternative. Because of their molecular structure, regenerated cellulosic fibres are similar to cotton more than others. Viscose is one of the most important fibre types, because of its high production and consumption quantities. At the same time, this fibre has low wet strength. This situation had caused to improve modal fibre that has higher wet strength than viscose. Then, production of lyocell fibre that include harmless solvent (NMMO) to the environment in the production process, has been started. Also, because of lyocell fibre's high fibrillation properties, new type of lyocell fibres has been improved. Now, a lot of researches are made to find out if the fibres can be alternative to cotton.

In this study, after some relaxation process, changes of physical and dimensional properties of single jersey knitted fabrics produced from some cellulosic regenerated fibres have been analysed. Then, in terms of those properties, all fabrics had been compared with each other and cotton fabrics that have same structures. For this purpose, single jersey fabrics had prepared from lyocell (tencel), lyocell lf, modal and cotton had been knitted in a circular knitting machine in tight, medium and loose tightness levels. Those fabrics were experimented under dry, wet relaxation and three times washing. Then, thickness, air permeability, dimensional stability, course, wale and stitch density of fabrics were tested and test results were evaluated.

Keywords: Regenerated cellulosic fibres, lyocell, tencel, modal, knitted fabrics, physical, dimensional properties

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v

BÖLÜM BİR – GİRİŞ 1

BÖLÜM İKİ – TEKSTİLDE KULLANILAN REJENERE SELÜLOZİK LİFLER..... 3

2.1 Rejenere Selülozik Lifler.....	3
2.2 Rayon	5
2.2.1 Rayon Tipleri	5
2.2.1.1 Modifiye Selüloz Lifleri	6
2.2.1.1.1 Yüksek Mukavemetli Selüloz Lifleri	6
2.2.1.1.2 Yüksek Yaş Mukavemetli Selüloz Lifleri (Modal Lifler)	6
2.2.1.1.3 Diğer Rejenere Selüloz Lifleri	7
2.2.2 Rayonun Üretimi ve Fiziksel Yapısı	7
2.2.3 Modal Lifi.....	9
2.2.3.1 Modal Lifinin Geliştirilmesi ve Üretim Aşamaları	10
2.2.3.2 Modal Lifinin Genel Özellikleri ve Başlıca Kullanım Alanları	10
2.2.3.3 Modal Lifinin Spesifik Özellikleri ve Kullanım Avantajları	12
2.2.3.4 MicroModal.....	14
2.2.3.5 Modal Lif Karışımları.....	15
2.3 Lyocell Lifi	17
2.3.1 Lyocell Lifinin Geliştirilmesi ve Üretim Aşamaları	17
2.3.2 Lyocell Lifinin Genel Özellikleri ve Başlıca Kullanım Alanları.....	21
2.3.3 Lyocell Lifinin Spesifik Özellikleri ve Kullanım Avantajları.....	23
2.3.3.1 Lyocell Lifinin Spesifik Özellikleri.....	23
2.3.3.2 Lyocell Lifinin Kullanım Avantajları.....	27

2.3.3.2.1 Nanofibril yapının avantajları.....	27
2.3.3.2.2 Lyocellin insan cildine uygunluğu.....	28
2.3.4 Diğer Geliştirilmiş Lyocell (Tencel) Lifleri.....	30
2.3.4.1 Tencel A100 ve Lyocell LF ‘in Geliştirilme Amacı.....	30
2.3.4.2 Lyocell LF.....	30
2.3.4.2.1 Lyocell LF’nin Üretimi.....	31
2.3.4.2.2 Lyocell LF’nin Özellikleri.....	31
2.3.4.3 Tencel A100.....	34
2.3.4.3.1 Lyocell A100’in Üretimi ve Özellikleri.....	34
2.4 Karşılaştırmalı Olarak Bazı Lif Özellikleri.....	35
2.5 Önceki Çalışmalar.....	42

BÖLÜM ÜÇ – MATERYAL VE METOT 75

3.1 Materyal.....	75
3.2 Metot.....	75
3.2.1 Kalınlık Ölçümü.....	76
3.2.2 Hava Geçirgenliği Testi.....	76
3.2.3 Yaş Relaksasyon İşlemi.....	77
3.2.4 Yıkama İşlemleri.....	78
3.2.5 Sıra ve çubuk sayılarının belirlenmesi.....	79

BÖLÜM DÖRT – ARAŞTIRMA SONUÇLARI..... 80

4.1 Deneysel Çalışma Sonuçları.....	80
4.1.1 İlmek İplik Uzunluğu Test Sonuçları.....	81
4.1.2 Sıra Sıklığı Test Sonuçları.....	82
4.1.3 Çubuk Sıklığı Test Sonuçları.....	83
4.1.4 İlmek Yoğunluğu Test Sonuçları.....	84
4.1.5 Kalınlık Test Sonuçları.....	85
4.1.6 Hava Geçirgenliği Test Sonuçları.....	86
4.1.7 Boyutsal Değişim Test Sonuçları.....	87

4.2 Deneysel Çalışma Sonuçlarının Değerlendirilmesi	88
4.2.1 Kumaşların Fiziksel ve Boyutsal Özellikleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi.....	89
4.2.1.1 Sıra Sıklığı- İlmek İplik Uzunluğu İlişkisinin İncelenmesi	93
4.2.1.2 Çubuk Sıklığı- İlmek İplik Uzunluğu İlişkisinin İncelenmesi	95
4.2.1.3 Hava Geçirgenliği- İlmek İplik Uzunluğu İlişkisinin İncelenmesi	98
4.2.1.4 Hava Geçirgenliği- İlmek Yoğunluğu İlişkisinin İncelenmesi .	101
4.2.1.5 Hava Geçirgenliği- Kalınlık İlişkisinin İncelenmesi	104
4.2.2 Kumaş Tiplerinin Materyal Farklılıkları Açısından Karşılaştırılması	106
4.2.2.1 Sıra Sıklığı Açısından Kumaş Tiplerinin Karşılaştırılması.....	107
4.2.2.2 Çubuk Sıklığı Açısından Kumaş Tiplerinin Karşılaştırılması...	114
4.2.2.3 İlmek Yoğunluğu Açısından Kumaş Tiplerinin Karşılaştırılması	121
4.2.2.4 Hava Geçirgenliği Açısından Kumaş Tiplerinin Karşılaştırılması	128
4.2.3 Kumaşların Enine ve Boyuna Yönde Boyut Değişimlerinin İncelenmesi	135
 BÖLÜM BEŞ – TARTIŞMA VE SONUÇ	139
 KAYNAKLAR.....	141
 EKLER.....	145

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

İnsanlığın var oluşundan bu yana, doğal ihtiyaçlar her alanı olduğu gibi tekstil sektörünü de etkilemiştir. Yün ve ipekle başlayan lifin yolculuğu, pamuk ve diğer doğal liflerin kullanımının yaygınlaşmasının ardından lif kullanımının artışına bağlı olarak yeni arayışlara doğru sürüklenmiştir. Son asırlarda doğal lifler talebi karşılayamaz olmuş ve bu noktada alternatif lif arayışları başlamıştır. 1890'lı yıllarda bu taleplere yönelik olarak rejenere selüloz lifleri üretilmeye başlanmıştır. 1930'lu yıllardan sonra ise ticari olarak bu liflerin önemi artmıştır (Woodings, 2001). Aynı yıllarda, sentetik lif üretimi çalışmaları da yürütülmüş ve 1940'lı yıllardan sonra da ticari anlamda yoğun olarak naylon üretimine de başlanmıştır (The international bureau for the standardisation of man-made fibres [BISFA], 2006). Böylelikle kimyasal lifler de sektöre ilk adımlarını atmıştır.

Günümüzde en çok üretilen ve tüketilen rejenere selüloz lifi viskoz (rayon)dur. Viskoz liflerinin üstün özelliklerinin yanı sıra en istenmeyen özelliği ise yaş mukavemetlerinin oldukça düşük olmasıdır. Viskozun bu özelliğinin iyileştirilmesi yolundaki çalışmalar, modal liflerinin geliştirilmesine öncülük etmiştir. Modal lifi, vizkozun üretim aşamasının modifikasyonu ile doğmuştur. Bunun yanı sıra günümüzde yaş mukavemetleri viskozdan daha fazla olan ve farklı üretim yöntemleriyle üretilen yeni nesil rejenere selüloz lifler 1980'lerin başında geliştirilmiştir.

Lyocell ve geliştirilmiş lyocell lifleri, yeni nesil rejenere selüloz liflerinin en önemlilerindendir. Bu lifler NMMO (N-metil morfolin oksit) çözücüsü kullanılarak selülozun çözüldüğü bir yöntemle üretilmektedirler. Bu liflerin üretimi aşamasında kullanılan çözücünün, zehirli olmaması ve doğaya zarar vermemesi oldukça önemli bir özelliktir. Fakat, standart lyocell lifinin yapısındaki yüksek oryantasyon ve lineer kristalin bölge nedeniyle meydana gelen fibrilasyon ise çeşitli dezavantajlara sebep olmaktadır. Fibrilasyon, elyaftaki dış tabakanın liften sıyrılması, soyulması ve tek bir ıslak lifin mekanik stres vasıtasıyla, tipik olarak çapı 1 ile 4 mikrondan daha az

mikro liflere uzunlamasına bölünmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Yükseloğlu ve Canoğlu, 2007). Bu dezavantajı gidermek için yine üretim aşamasında modifikasyonlar uygulanması yollarına başvurulmuş ve fibrilasyon derecesi daha düşük olan yeni lyocell lifleri geliştirilmiştir (Woodings, 2001).

Örme kumaş endüstrisinde en sık yaşanan sorunlardan biri, tekrarlanan yıkama işlemlerine bağlı olarak kumaşların fiziksel ve boyutsal özelliklerinde meydana gelen değişimlerdir. Boyutsal değişimler ile kasıt, yıkama işlemleri ile relakse olan örme kumaşın ve dolayısıyla nihai ürünün, çekmesi veya uzamasıdır. Boyutsal değişimlerin ürünün boyutsal özelliklerinde değişiklik yaratmasının yanı sıra; sıklık, kalınlık ve hava geçirgenliği gibi kullanıcı açısından oldukça önemli olan bazı fiziksel özellikler üzerinde de etkili olduğu düşünülmektedir.

Örme kumaşlar, relaksasyon işlemleri altında, kumaş yapısı ve içerdiği hammadde cinsine göre farklı davranışlar sergilemektedir. Bu çalışmada, farklı hammadde içerikli örme kumaşların relaksasyon işlemleri sonrasındaki fiziksel ve boyutsal davranışları incelenmiş ve bu amaçla; neredeyse doğal liflerin kendisi kadar doğayla dost olan yeni nesil rejenere selüloz liflerden bazıları ile üretilmiş, süprem örgü kumaşların fiziksel özellikleriyle ilgili araştırmalar ve deneysel çalışmalar yapılmıştır. Deneysel çalışmalar sırasında örgü kumaş tipi olarak süpremin kullanılmasının sebebi; fiziksel ve boyutsal özelliklerde yaşanan değişimlerin yalnızca hammaddede farklılığından kaynaklandığı tek örme kumaş tipi olmasıdır. Diğer kumaş tiplerinde örgü yapısının karakteristikleri, bu özellikleri etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Deneysel çalışmalar sırasında kullanılan kumaşların hammaddesi olarak da modal, lyocell (standart ve fibrilasyonu azaltılmış) rejenere selülozik lifleri ve pamuk liflerinden üretilmiş iplikler kullanılmıştır.

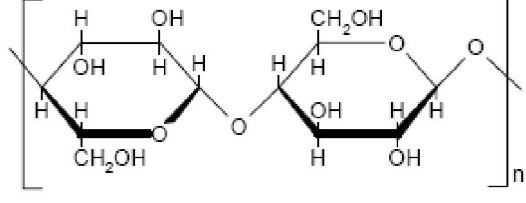
BÖLÜM İKİ

TEKSTİLDE KULLANILAN REJENERE SELÜLOZİK LİFLER

2.1 Rejenere Selülozik Lifler

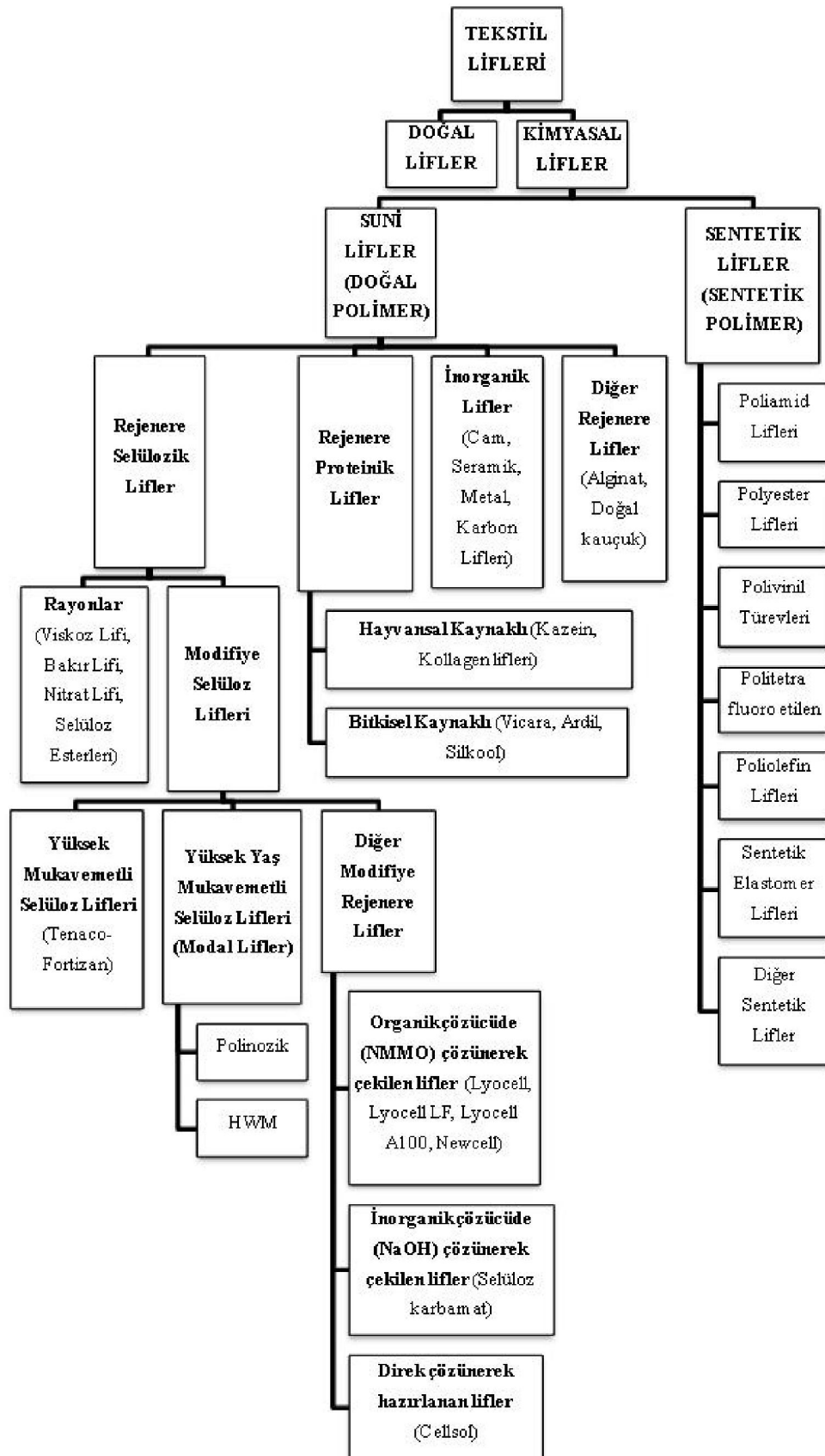
Tekstil lifleri doğal ve kimyasal lifler olarak ikiye ayrılmaktadır. Kimyasal lifler ise sentetik (yapay) ve suni (rejenere) lifler olarak iki alt başlıkta tanımlanır. Şekil 2.2’ de genel olarak tekstil liflerinin sınıflandırılması görülmektedir.

Selüloz esaslı rejenere liflerden en çok öne çıkanlar, üretim aşamaları ile birbirlerinden farklılık gösteren viskoz, lyocell ve modal lifleridir. Bu liflerinin en önemli özellikleri şekil 2.1’ de verilmiştir.

Lifin Adı	Özellik	Moleküler yapısı
Viskoz	Viskoz prosesi ile üretilmiş selülozik liftir.	Selüloz: 
Lyocell	Organik solvent çekim prosesi ile üretilmiş selülozik liftir.	
Modal	Yüksek yaş modüle sahip viskoz liftir.	

Şekil 2.1 Bazı rejenere selülozik liflerin özellikleri (BISFA, 2006).

Polimerler, tekrar eden monomerlerden oluşan zincir halindeki moleküllerdir. Moleküller bir arada bir takım çekim kuvvetleri sayesinde dururlar. Selüloz molekülleri; $(C_6H_{10}O_5)_n$ formülüne sahip anhidroglukoz birimlerinin uç uca eklenmesiyle oluşmuştur. Bu birimlerin sayısına polimerizasyon derecesi (PD) denir ve birbirlerine 1,4-β- glukozidik bağlarla bağlanmış olup, her iki birimden birisi diğerine göre 180° lik bir dönüşle bağlanmıştır. Bunun sonucu olarak da gerilimsiz lineer bir yapı ortaya çıkmaktadır (Kırcı, Ateş ve Akgül, 2001).



Şekil 2.2 Tekstil liflerinin sınıflandırılması

2.2 Rayon

Rayon ilk rejenere selülozik lifdir. 1891’de, Cross, Bevan ve Beadle viskoz metodunu bulurken, 1919’da J.P.Bemberg ticari kuprommonium (bakır) rayonunu yapmayı başarmıştır. Ticari anlamda viskoz rayonunun üretimi 1911’de Amerika’da başlamıştır. 1924 yılında “rayon” ismi benimsenene kadar bu lif yapay deri olarak anılmıştır.

Viskozun orijinal formu olan filament lif formu, çok parlaktır ve rayon 1930’lu yıllara kadar yalnızca bu formda üretilmiştir. 1932’de filament lifleri kesip, kıvrım verebilen makine bulunmuş ve stapel formda üretime böylelikle başlanmıştır. (Kadolph ve Langford, 2002)

2.2.1 Rayon Tipleri

Rayonlar, viskoz lifi, bakır lifi, nitrat lifi ve selüloz asetat liflerinin yanısıra modifiye edilmiş selüloz lifleri olarak da bir alt başlık altında gruplandırılırlar.

Viskoz olarak da tanımlanan standart rayon lifleri genellikle giysi ve mobilya üretiminde kullanılmaktadır ve pazar payının çoğuna sahiptir. Viskozun ayırd edici özelliği düşük yaş mukavemetidir. Islatıldığında gerilip çekebilir. Bu liften üretilmiş giysilerde bu nedenle kuru temizleme önerilir. Makinede yıkandığında neredeyse %10 çekebilir. (Smith, 2008).

Kupramonium rayon (bakır lifi), viskoza benzer bir rayon tipidir ancak; üretim işlemleri viskozdan farklıdır. Kimyasal yapı bakımından % 100 saf selülozdan ibarettir. Bu nedenle doğal selülozik elyafın gösterdiği tüm özellikleri gösterir. Ancak üzerine uygulanan kimyasal işlemler sonucu , polimerleşme derecesi düştüğünden (polimer molekülündeki monomer sayısı) doğal lifler kadar dayanıklı değildir. Yapısındaki amorf bölge oranı fazladır . Islandığında dayanıklılığı azalır. Amorf bölgelerinin fazlalığından dolayı doğal selülozik liflere nazaran daha koyu tonlarda boyanır. Üretimi çok masraflı olduğundan dünyada çok az üretilir. Çok ince kumaş , kurdele ve dantel üretimi için kullanılır (*Rejenere lifler*, b.t.).

Selüloz asetat lifleri ise selüloz asetat ve selüloz triasetat lifleri olarak iki çeşittir. Selüloz asetat lifleri filament halinde elde edilir bu yüzden ipek yumuşaklığında ve parlaklığındadır. Yumuşama noktası düşük olduğundan ılık ütü tavsiye edilir. Asetat lifleri doğal ipeğin yerine genellikle dayanıklılık istemeyen yerlerde kullanılırlar. Triasetat lifleri ise termoplastiktir ve kuru temizleme yapılamaz. Asetat liflerinden daha yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır. (*Rejenere lifler*, b.t.).

2.2.1.1 Modifiye Selüloz Lifleri

2.2.1.1.1 *Yüksek Mukavemetli Selüloz Lifleri*. Standart rayonun mukavemet açısından geliştirilmiş tipidir. Örneğin Modal'ın iki misli mukavemete sahiptir. Yüksek dayanıklılığa sahip bu rayon tipi, bu özelliğinden dolayı özellikle endüstride tercih edilir. Kullanım esnasında yaşanabilecek boyutsal stabilite değişiminden, mukavemet kaybından ve nemden korumak için ürünler (araba lastikleri v.s.) bu lifle kimyasal olarak kaplanabilmektedir.

2.2.1.1.2 *Yüksek Yaş Mukavemetli Selüloz Lifleri (Modal Lifler)*. Modal lifler polinozik lifler ve HWM (High Wet Modulus) lifler olarak ikiye ayrılırlar.

Polinozik Lifler, yüksek polimerizasyon derecesine sahip selülozun derişik alkali ve karbon sülfür içeren çözeltiden yaş lif çekim yöntemine göre çekilerek üretilmekte ve işlem sırasında kuagüle olan jel filamentinin gerdirilmesiyle, PD' si 500-600 arasında değişen selüloz makromolekülleri lif eksenine paralel olarak ve yüksek kristalizasyon derecesi ile sonuçlanacak şekilde oryante olmaktadır. Yüksek oryantasyon polinozik liflerin fibrilar yapısına dayanmaktadır.

Birbirine bağlı, düzgün fibrilar yapı nedeniyle, polinozik lifler HWM liflerinden farklı olarak pamuğa benzer ve ince yapıdadır. Alkali etkisine de daha dayanıklıdır. Artan kopma mukavemeti ve azalan yaş uzama değerleriyle polinozik lifler, saflık, incelik , stapel uzunluğu gibi teknolojik özelliklerini kaybetmeden kuvvet/uzama diagramında pamuğa önemli ölçüde yaklaşmıştır. Fibrilar yapının önemli bir sonucu da bu liflerin alkali dayanımında ortaya çıkmaktadır. Polinozik/pamuk karışımlarına kuvvet/uzama karakteristiği değişmeksizin alkalizasyon ve merserizasyon işlemi uygulanabilmektedir.

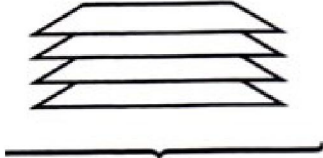
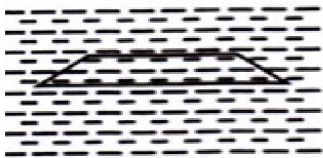
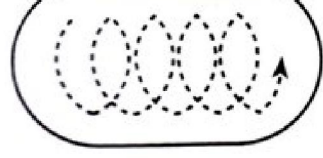
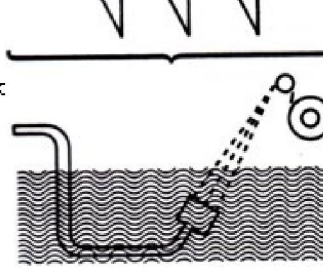
Yaş modül, yaş durumdaki bir lifi 0'dan %5 uzunluğa kadar esnetmek için harcanan gr/dtex ile ölçülen kuvvettir. Teorik olarak bu değer 20 ile çarpıldığında %100'lük esneme için gerekli olan kuvveti verir (*Modal (Yüksek Yaş Mukavemetli Viskoz Lifleri) ve Modal/Pamuk Karışımı Ürünler*, b.t.). Viskozun geliştirilmiş tipi olan HWM rayon, viskozun hemen hemen tüm özelliklerinin yanında yüksek yaş mukavemet özelliği de taşır (Smith, 2008). Bu lifin üretimine 1955'te başlanmıştır (Kadolph ve Langford, 2002).

HWM (High Wet Modulus) Lifleri, rejenerasyon, kuagülasyon ve gerdirme işlemleri açısından polinozik liflerden farklılık gösteren bu liflerde, polimerin oryantasyonu ve düzenlenme derecesi biraz daha düşüktür (*Modal (Yüksek Yaş Mukavemetli Viskoz Lifleri) ve Modal/Pamuk Karışımı Ürünler*, b.t.). HWM rayon içerikli ürünler makinede yıkanıp tamburlu kurutucuda kurutulduğunda pamuğa benzer bir performans gösterirler. Ayrıca mukavemet ve parlaklık artışı için pamuk gibi mercerize edilebilirler.

2.2.1.1.3 Diğer Rejenere Selüloz Lifleri. Bunlar, direk olarak çözünerek hazırlanan lifler, inorganik çözücüde (NaOH) çözünerek çekilen lifler ve organik çözücüde (NMMO) çözünerek çekilen lifler olarak üç başlık altında toplanabilir. Bunlardan NMMO ile çözünerek üretilen lifler çevreye duyarlılığı ile öne çıkmaktadır. Bu liflerden bazıları lyocell (tencel) ve lyocellin geliştirilmiş çeşitleri ve newcell'dir.

2.2.2 Rayonun Üretimi ve Fiziksel Yapısı

Rayon üretiminde en yaygın olarak kullanılan metot yaş lif çekimdir. Saflaştırılmış selüloz, kimyasal olarak viskoz solüsyonuna dönüştürülür, banyo içerisinde çekilir. Sonuçta, %100 oranında katılaştırılarak selüloz filamentleri oluşturulur. Şekil 2.3' de standart rayon ve HWM (yüksek yaş modüllü) rayonun üretimindeki işlem basamaklarının karşılaştırılması görülmektedir.

Standart Rayon Üretimi		HWM Rayon Üretimi
1. Saf selülozun yaprak formu		1. Saf selülozun yaprak formu
2. Kostik soda ile müdehale.		2. Daha zayıf kostik soda müdahalesi
3. Silindirler ile sıvının sıkılarak uzaklaştırılması.		3. Silindirler ile sıvının sıkılarak uzaklaştırılması.
4. Levhaların rendelenerek parçalanması.		4. Levhaların rendelenerek parçalanması.
5. 50 saat bekletme. (Ön olgunlaşma)		5. Bekleme yoktur.
6. Selüloz xanthate formu için karbondisülfid ve %32 oranında CS ₂ ile muamele edilmesi.		6. Selüloz xanthate formu için karbon disülfid ve %39-50 oranında CS ₂ ile muamele edilmesi.
7. Viskoz solüsyonu formu için kostik soda ile karıştırma.		7. Viskoz solüsyonu formu için % 2.8 sodyumhidroksit ile karıştırma.
8. Solüsyonu 4-5 gün bekletme. (Ard olgunlaşma)		8. Bekletilmez. (Ard olgunlaşma yok)
9. Solüsyonun filtre edilmesi.		9. Solüsyonun filtre edilmesi.
10. Düzelere pompalanarak sülfirik asit banyosundan geçirilme.		10. Düzelere pompalanarak asit banyosundan geçirilme. (daha yavaş hızla)
%10 H ₂ SO ₄ %16-24 Na ₂ SO ₄ %1-2 ZnSO ₄ 120 metre/dakika 40-50 C° %25	Çekme banyosu Çekme hızı Çekme banyosu sıcaklığı Flament gerginliği	%1 H ₂ SO ₄ % 4-6 Na ₂ SO ₄ 20-30 metre/dakika 25-35 C° % 150-600

Şekil 2.3 Standart rayon ve HWM rayonun üretim prosesleri açısından karşılaştırılması (Kadolph ve Langford, 2002).

Rayon %100 selüloz yapılıdır. Pamuk ve ketende bulunan doğal selüloz yapısı gibi moleküler bir yapıya sahiptir ancak; rayonun kimyasal zincirleri daha kısadır. Standart rayonun üretim basamakları sırasında selüloz, parçalanır. Solüsyon asit banyosundan çekilirken, hızlıca rejenerasyon ve koagülasyon (sertleşme) meydana gelir. Gerilme işlemi moleküllerin düzenlenerek mukavim bir filament oluşmasına yardımcı olur. Yüksek yaş modüllü rayonda ise molekül zincirleri o kadar kısa değildir. Çünkü asit banyosu daha az konsantre edilmiştir ve burada daha yavaş bir rejenerasyon ve koagülasyon söz konusudur. Böylelikle daha fazla mukavemete ve oryantasyona sahip moleküller elde edilebilmektedir. Bu rayon tipi, standart rayondan çok pamuk lifine benzer performans sergilediğinden mikrofibriler yapıya sahiptir denilebilir.

Normal viskoz rayonun lif enine kesiti tam olarak yuvarlak değil, tırtıklı bir yapıdadır. Bu durum üretim prosesleri sırasında oluşmaktadır. Tırtıklı yapı lif yüzey alanını arttırdığı için boyama işlemleri sırasında avantajlı bir durum yaratır. HWM'de ise lif kesiti yuvarlağa daha yakındır.

Filament rayon iplikleri 80'den 980'e kadar lif içerebilmekte ve 40'dan 5000 denyeye kadar da inceliklere ulaşabilmektedir (Kadolph ve Langford, 2002).

2.2.3 Modal Lifi

Modal lifler ISO 2076: 1999 (E)'de tanımlanmaktadır. Buna göre modal lifler yüksek yaş modüle sahip rejenere selülozik liflerdir. Lifler onlara mukavemet kazandırmak için, koagülasyon işlemi sırasında daha yüksek moleküler oryantasyona ulaşmalarını sağlayan bir banyo bileşeni içeren özel bir viskoz işlemiyle üretilirler. Modal'ın bir tipi olan polinozik lif, Japonya'da Tachikawa Company firması tarafından geliştirilmiştir. Polinozik lifler HWM (yüksek yaş-modül) ile aynı şekilde yüksek yaş modül ve kopma mukavemete sahiptirler. Hem polinozik hem de HWM lifler olarak Modal olarak ifade edilmektedir çünkü; her iki lifi de normal viskoz liflerden ayıran en önemli özellik yüksek yaş modüllülüktür (*Dying and finishing of modal fabrics*, 2003)

2.2.3.1 Modal Lifinin Geliştirilmesi ve Üretim Aşamaları

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 de bluejean kumaşı denim ve ev tekstilinde tercih edilmektedir (Turhan ve Karaaslan, 2005).

Modal liflerin modifiye viskoz prosesinde viskozdan farklı olarak, soğutma banyosu ilave kimyasallar içermektedir. Proses modifikasyonları, daha uzun selüloz molekülleri, lif yapısının ve kristalin bölgelerin oryantasyonunda iyileştirme gibi sonuçlar vermektedir. Sonuçta, hem yaş hem de kuru halde daha yüksek bir mukavemet değerine ulaşılır. Böylelikle lifin kullanımındaki performansı daha iyi hale gelmektedir.

2.2.3.2 Modal Lifinin Genel Özellikleri ve Başlıca Kullanım Alanları

Modifiye edilmiş viskoz prosesi yöntemiyle üretilen modal lifler, tamamen doğal olup, yaş ve kuru mukavemetleri oldukça yüksek, rejenere selülozik lif özelliği taşırlar. Normal viskoz lifleri ıslanınca daha da düşen kopma dayanımlarına sahiptirler yani; yaş modülleri oldukça düşüktür. Bu nedenle kuru dayanımları normal kuru viskoz liflerine nazaran çok yüksek olmayan, fakat yaş modülleri yüksek olan modal liflerin üretimi önem kazanmıştır. Modal liflerinin önemli bir avantajı da, bu liflerden üretilen kumaşların yıkandığında normal viskoza oranla daha az çekmesidir (White, 2001).

Yıpranmaya karşı oldukça dayanıklıdır. Nem transfer özelliği gayet iyidir. Modal iplikle örülen veya dokunan kumaşlar, yumuşak tuşeye sahiptir. Çok iyi nem transfer özelliği nedeniyle sıcak, rutubetli iklimlerde dahi giyim konforu sunar. Termoplastik özellikte olmaması ve rejenere selülozik esaslı olması nedeniyle terbiye işlemleri sırasındaki davranışı pamuk lifine benzer. Doğal bir beyazlığa sahip olması

nedeniyle ağartma, merserize işlemi gerektirmez. (Karsu Testil San.ve Tic. A.Ş. [Karsu], 2007).

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 (Turhan ve Karaaslan, 2005).

Lif üst yüzey yapılarından ileri gelen ipeğe benzer parlaklık ve merserize pamuk görünümü verirler. Bunun yanısıra, yıkama sırasında su sertliğinden ileri gelen tortulara engel olabilen pürüzsüz yüzeyleri, yıkama sonrasında da hidrofil ve yumuşak kalmasına imkan vermektedir. Pamukla karışım halinde kullanıldığında ise, sık yıkama sonrasında meydana gelen tutum sertleşmesi ve grileşmeye de engel olmaktadır (*Modal ve Modal/Pamuk Karışımı Ürünler*, b.t.).

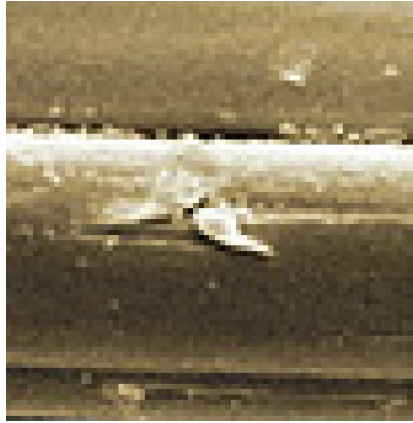
Modal lifler, özellikle konfor, estetik, parlaklık ve doğallığın arandığı tekstil ürünlerinde tercih edilmektedir. Modalın kullanım alanlarından bazıları şunlardır:

- Sportif giysiler, t-shirt ve çoraplar
- Çarşaflar
- İç giyim
- Havlu ve bornozlar
- Diğer dokuma ve örme tekstil ürünleri (Karsu, 2007).

2.2.3.3 Modal Lifinin Spesifik Özellikleri ve Kullanım Avantajları

Modal liflerin en önemli özelliklerinden biri olan yumuşaklık için daha önce yapılan bir araştırmaya göre, yirmi müşteriden on sekizi modalı pamuk gibi liflerin tamamından daha yumuşak bulmuştur (Lenzing AG.[Lenzing], 2007).

Tekrarlanan yıkamalar sonrasında bile bu yumuşaklığının hissedilir ve renk parlaklığının da gözle görünür derecede korunduğu söylenebilir. Ayrıca emicilik ve esneklik de ilk günkü gibi kendini korur. Bunun nedeni modal lifinin pürüzsüz yüzeyinin tekrarlanan yıkamalar boyunca tekstil yapısında kireç tabakasının birikmesini engellemesidir. Şekil 2.4’ de görüldüğü gibi tekrarlanan yıkamalar sonrası pamuğun tutumu sert ve rijit bir hal alırken modal kendini korumaktadır.



a)



b)

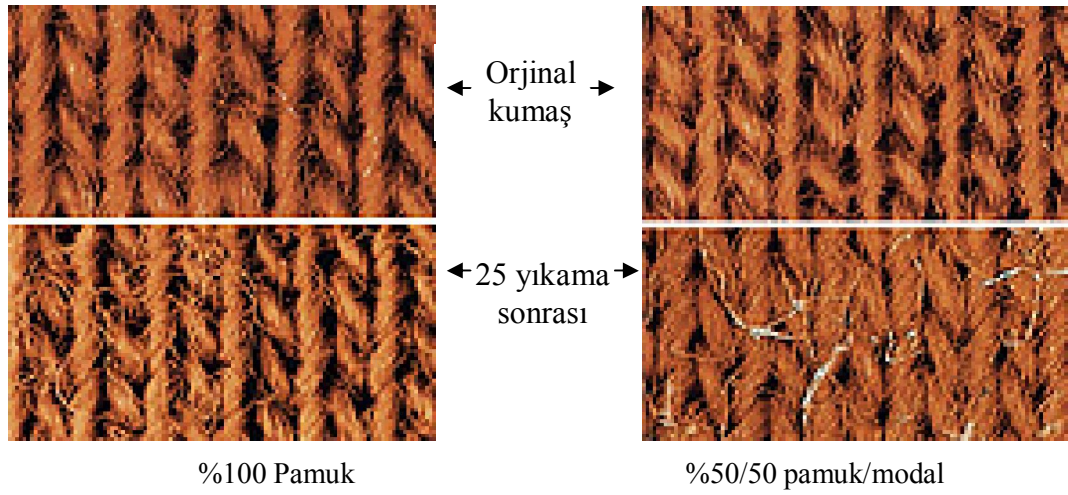
Şekil 2.4 Tekrarlanan yıkamalar sonrası a) modal b) pamuk liflerinin yüzey görünümü (Lenzing, 2007).

Lenzing (2007), ürettiği Lenzing modal®’ı BISFA’ nın belirlediği modal lif özelliklerine göre kıyaslamış ve buna göre Lenzing modal®’ ın aşağıda da görüldüğü gibi daha yüksek mukavemet derecelerine sahip olduğunu açıklamıştır.

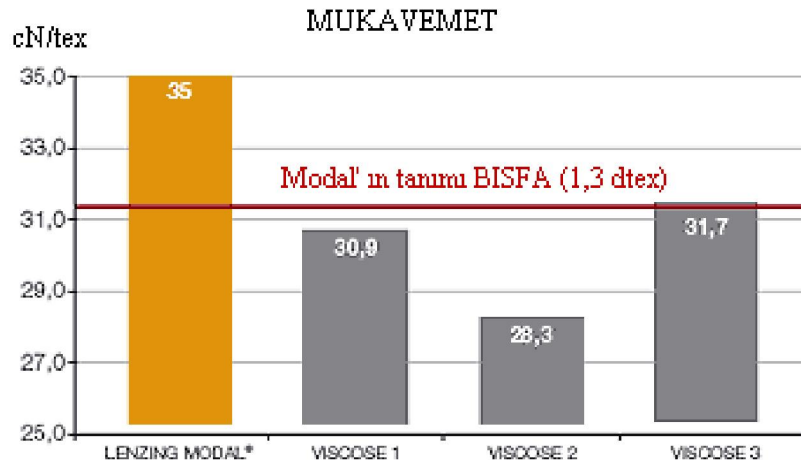
Şekil 2.5’ de ise 25 yıkama tekrarı sonrasında modal içerikli örgü kumaş ile %100 pamuk örgü kumaşın renk canlılıkları karşılaştırılmaktadır. Modalın yıkamalar sonrası renk solmasına karşı daha dirençli olduğu bu fotoğraflarda görülmektedir (Lenzing, 2007).

Tablo 2.1 Lenzing modal® 1,3 dtex'e göre lif özellikleri (Lenzing, 2007).

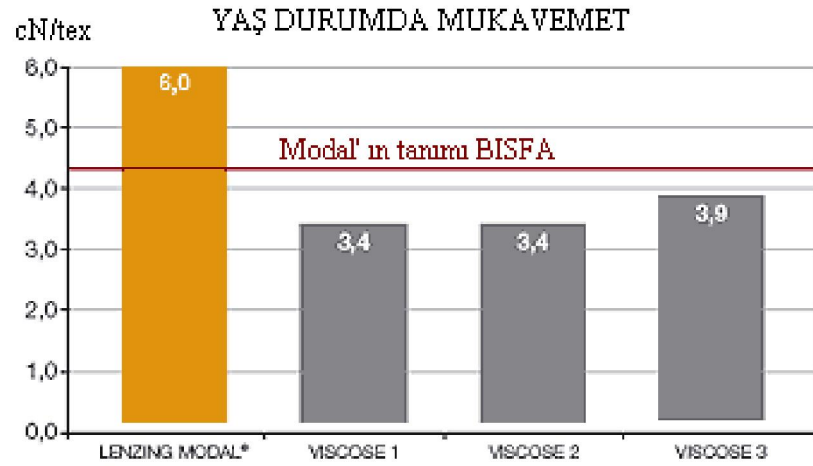
Mukavemet (cN/tex)	35
Uzama (%)	13
Mukavemet(yaş) (cN/tex)	20
Uzama(yaş) (%)	15
Bisfa Modülü (cN/tex/%5)	6



Şekil 2.5 25 yıkama sonrası, %100 pamuk ve %50/50 pamuk/modal örgü kumaş renk değişimleri (Lenzing, 2007).



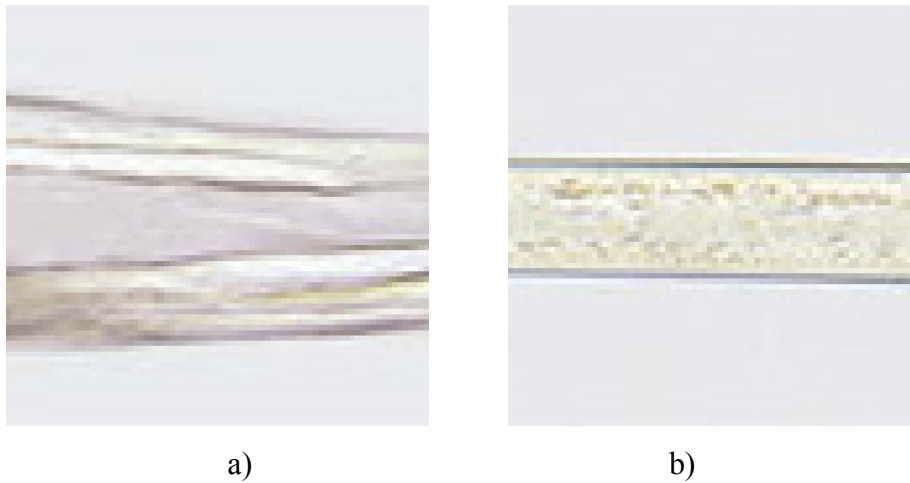
Şekil 2.6 Viskoz ve modal liflerin mukavemet karşılaştırılması (Lenzing, 2007).



Şekil 2.7 Viskoz ve modal liflerin yaş durumunda Bisfa mukavemet karşılaştırılması (Lenzing, 2007).

2.2.3.4 MicroModal

Uluslararası ticari markası MicroModal® olan bu lif adından da anlaşılacağı gibi oldukça ince lif özelliğine sahiptir. Bu nedenle kullanıldığı tekstil ürününde hafiflik ve incelik özelliği yaratır. Ayrıca micro ince yapısı nedeniyle oldukça düzgün tekstil yapısı oluşturur. Üreticisi Lenzing firmasına göre bu micro lifin on bin metresi, yalnızca 1gr ağırlığındadır ve en ince selülozik lif olarak bilinmektedir.

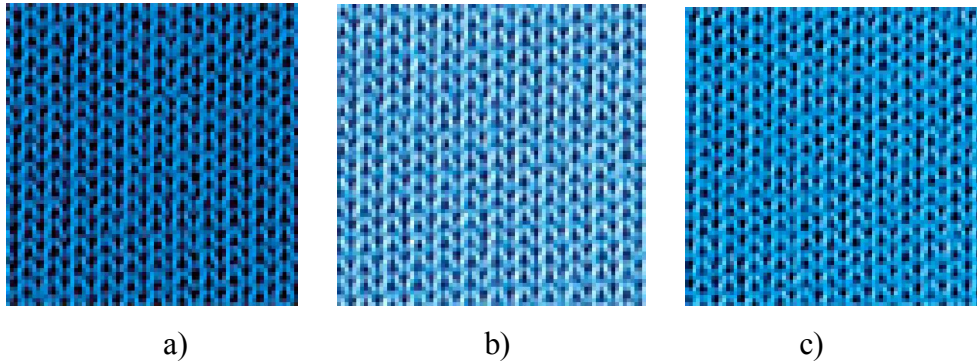


Şekil 2.8 a)Pamuk b) MicroModal® liflerinin mikroskoptaki görünümleri (Lenzing, 2007).

MicroModal® adeta ikinci bir cilt gibi insan kullanımına uygun olması nedeniyle genellikle iç giyim, gecelik ve ev kıyafetlerinde tercih edilir. Uzun stapelli pamuk lifine benzemekle birlikte, en ince ve en hafif tekstil ürünlerini ipek ve kaşmir ile yapılmış karışımları oluşturur (Lenzing, 2007).

2.2.3.5 Modal Lif Karışımları

Modal lifler pek çok lif ile karışım halinde kullanılabilmesinin yanı sıra, özellikle lif kesitlerindeki benzerlik nedeniyle karışım için pamuğa oldukça uygundur. Modal/pamuk karışımları her iki cins lifin de selülozik esaslı ve doğal olması nedeniyle kullanımda %100 doğallık sağlamaktadır. Modalın karışıma kattığı narin, konforlu tutum, parlaklık ve yüksek yaş ve kuru mukavemet özellikleri ile pamuğun bilinen davranışları birleşerek iplik özelliklerini oluşturmaktadır (Lenzing, 2007).

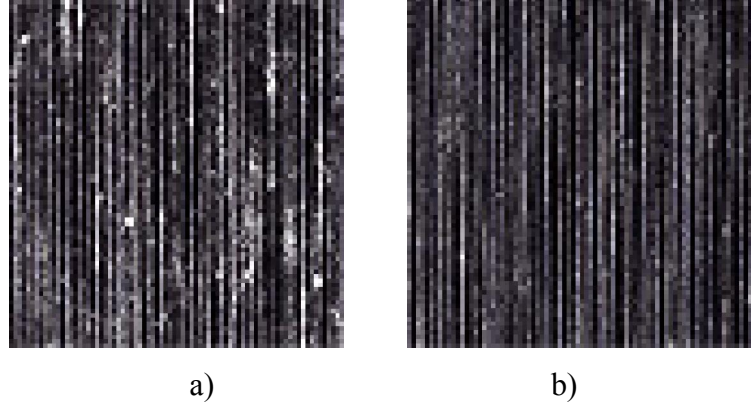


Şekil 2.9 a) Viskoz, b) pamuk, c) modal örgü kumaşların renk derinliğini gösteren fotoğraflar (Lenzing, 2007).

Modal ve pamuğun boya alma özelliklerindeki benzerlik, elde edilen ipliklerde düzgün ve düzenli görünümü sağlamaktadır. (Karsu , 2007). Modal tıpkı pamuk gibi boyama efekt derinliğine sahip olduğu için karışımlarında çok yakın renk tonları yakalanabilir. Ayrıca bu uyum nedeniyle pamukla yapılan karışımlarda modalın merserizasyon işlemi de daha kolaydır (Lenzing, 2007).

Modal/ pamuk karışımlarının %100 pamuğa göre daha iyi iplik düzgünlüğüne ve buna bağlı olarak daha iyi kumaş yüzey görünümüne sahip olduğu aşağıdaki şekilde

de görülmektedir. %100 pamuklu kumaşta kumaş boyunca yer alan beyaz çizgiler dikkati çekmektedir.



Şekil 2.10 a) %100 pamuk ve b) pamuk/modal karışimli kumaş yüzey düzgünsüzlük görünümleri (Lenzing, 2007).

Modal/yün karışımı iplikler, yünün sıcaklık, yumuşaklık, dolgun tutum ve buhar altında şekil alma özelliklerinin modalın bahsedilen özellikleri ile birleştirilmesiyle elde edilen klimatik, yüksek konforlu, yumuşak, parlak ve yünsü ipliklerdir.

Modalın parlaklığı, yumuşak tutumu ve konforu, ketenin özel efekti ve serinleticiliyle birleşerek modal/keten karışımları oluşturur. Bu tip karışımlarda üstün dayanım özellikleri ile kullanıcıya uzun süre zerafet ve konfor sağlanabilmektedir.

Modal/polyester karışımlar parlaklık, yumuşak tutum ve konfor ile kolay temizlenme ve polyesterden gelen daha yüksek dayanım özelliklerine sahiptir. Bu tip ipliklerle üretilen kumaşların dökümlü bir yapısı vardır.

Modal/akrilik karışım ipliklerle üretilmiş kumaşların yumuşak bir tutumu ve ipeksi bir görünüşü vardır. Yüksek taşıma konforu sağlar ve boncuklanması düşüktür.

Modal/tencel karışimli iplikler, daha iyi boyut stabilitesi, iyi bir tutum ve iki rejenere selülozik lif tipinin uyumuyla yumuşak bir tuşe ve konfor sağlar.

Modal ve naylon lifi genellikle 80/20 oranında karıştırılmaktadır. Modalın bilinen yumuşaklık, parlaklık, vücudu rahatsız etmeme gibi özelliklerinin yanı sıra ,bu lif karışımı kumaşlarda yüksek yaş ve kuru mukavemet ve iyi ütü tutma özellikleri de görülür (Karsu, 2007).

2.3 Lyocell Lifi

Lyocell daha çok ticari ismi Tencel® adıyla tanınan ve ağaç özünden üretilen, doğaya geri dönüşümlü ilk rejenere liftir (Christensen, 2007). Lyocell, pek çok farklı lifin avantajlarını bir arada içermekle birlikte üreticisi Lenzing AG’e göre, bu lif kullanıcılar tarafından; “ipek kadar ince ve narin, polyester kadar güçlü, akrilik kadar bakımı kolay, keten kadar serin ve rahat, yün kadar ısıtıcı ve pamuktan daha fazla nem çekici” olarak tanımlanmaktadır (Lenzing, 2007).

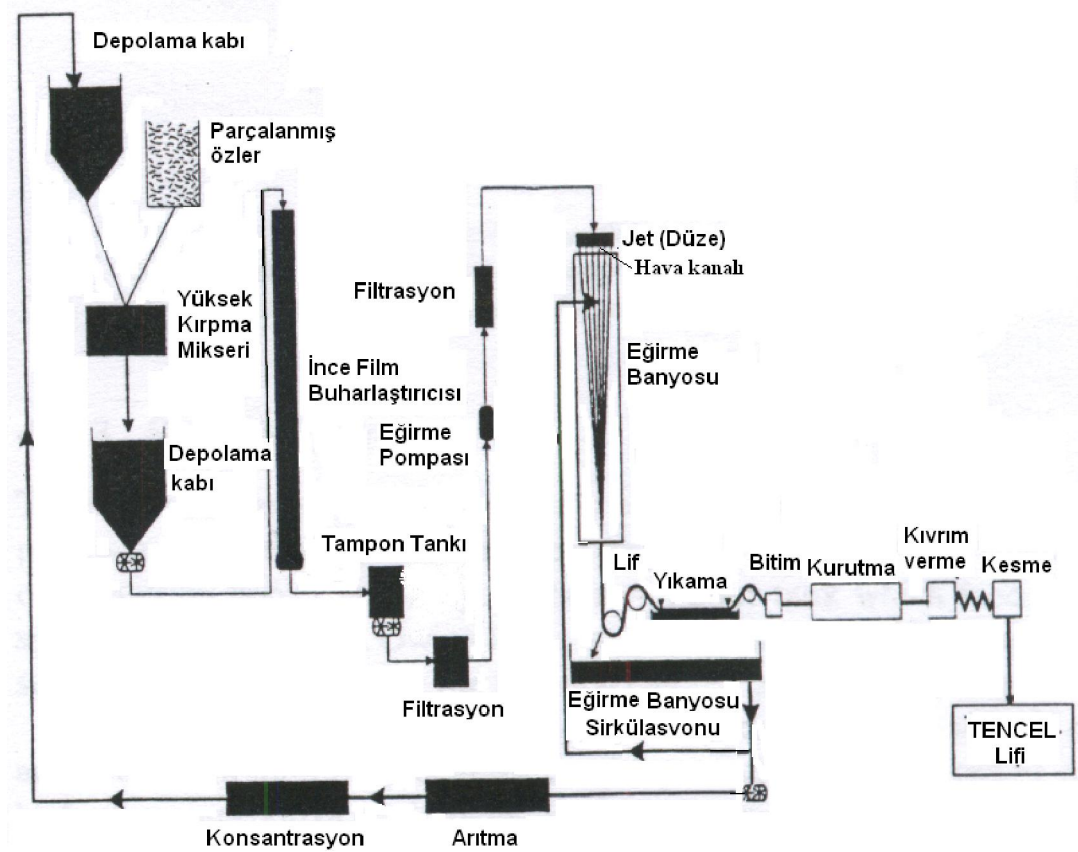
2.3.1 Lyocell Lifinin Geliştirilmesi ve Üretim Aşamaları

Lyocell lifinin geliştirilmesindeki öncelikli amaç viskoz rayonunun fazla maliyetinin düşürmeye yönelik çalışmalar yapmaktır. Bir diğer ana itici güç ise daha fazla çevreye duyarlı olma gereği ve ham materyal olarak yenilenebilir yeni kaynaklar bulma ihtiyacıydı (White, 2001).

Tencel ticari ismini alacak olan bu yeni selülozik lif üzerine yapılacak olan çalışmalar Courtaulds firması tarafından 1979 yılında başlamıştır. Bu araştırma ile selüloz hamurundan elde edilen selülozun solvent içerisinde eritilmesi ile mükemmel performansta ve çevre faktörünü dikkate alan bir selülozik lif üretiminin gelişimi amaçlanmıştır. Proje kapsamında elde edilen laboratuvar sonuçları Lyocell lifinin diğer selülozik liflerden önemli farklarının olduğunu göstermiştir (White, 2001).

1984’ de ilk ticari Lyocell numuneleri üretilmiştir. 1988’ de bu alanda Grimsby, UK’ de küçük bir işletmenin kurulmasının ardından 1989 yılında Lyocell, BISFA (Bureau International pour la Standardisation de la Rayonne et des Fibres Synthétiques) tarafından, “Lyocell : Organik solvent eğerme işlemi ile elde edilen

selülozik bir liftir” şeklinde tanımlanmıştır. (Organik solvent, organik kimyasalların su ile karışımı; solvent eğirme, türev formasyonu olmadan çözme ve eğirme olarak tanımlanmaktadır.) 1997 yılında Avustralya’ da Lenzing firması Lyocell üretimine başlamış ve 1998 yılında Courtaulds firması (Akzo-Nobel bünyesine girmiştir ve Lyocell lifini Acordis Tencel olarak isimlendirmişlerdir.) Grimsby, UK’de bu firmaya rakip olarak üretimlerine başlamıştır. Acordis Tencel üretim tekniğinin viskoz ve Lenzing Lyocell’den tek farkı liflerin kesilmeden hemen önce yıkanıp, kurutulması ve liflere kıvrım verilmesidir. Bu lifin üretim basamakları şekil 2.11’ de şematize edilmiştir (White, 2001). Lyocell liflerin gelişim basamakları tablo 2.2’ de yer almaktadır.

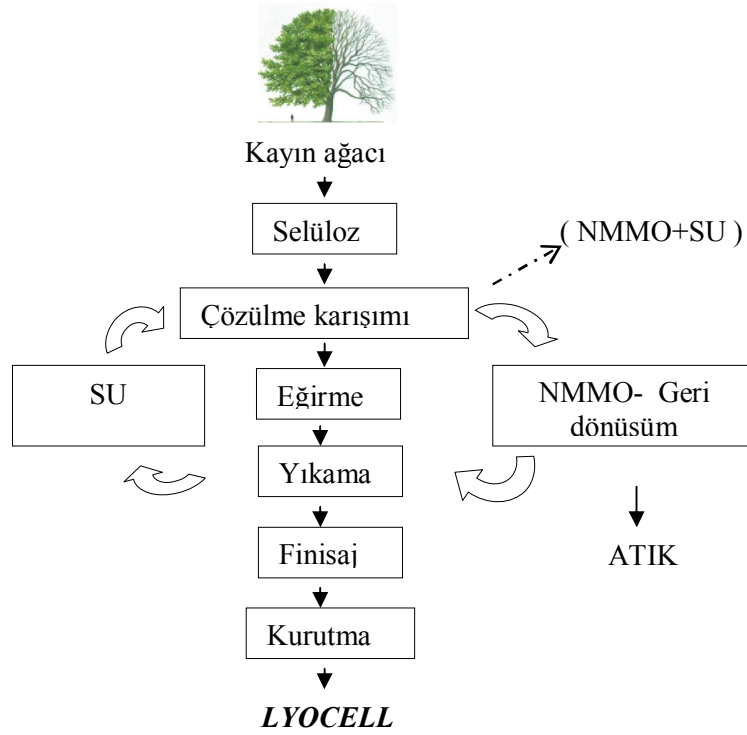


Şekil 2.11 Acordis Tencel’ in üretim basamakları (White, 2001).

Tablo 2.2 Lyocell liflerin gelişim basamakları (Yükseloğlu ve Canoğlu, 2007).

1939	Graennacher.C: Sallman.R.	Çözücü madde olarak aminoksitinselüloz çözeltisi elde etme prosesinin patentleştirilmesi
1969	Eastman Kodak	N-Metil-Morfinin amin olarak selülozu çözmeye yarayan aminoksitin elde edilmesi patenti
1976	AKZO	Selülozdan NMMO yolu ile elyaf çekilmesi için Amerikan ENKA (ABD) ve Obernburg (D) Araştırma Enstitüsünün temel geliştirme çabaları
1976	LENZING AG	NMMO ile selülozun çözündürülmesi aşamaları
1979	AKZO	Üretim metodu ve ürün patenti
1980	AKZO	Stabilizatör patenti
1981	TITK	Selüloz elde edilmesinde alternatif düşük zararlı üretim şekline geçiş
1982	AKZO	Proseste gelişmeler
1982	COURTAULDS	Bir çözücü eğerme metodu için AR-GE çalışmaları
1983	AKZO	Selülozik kesik elyaf işleminin durdurulması
1985	LENZING AG	Lyocell'in geliştirilmeye başlanması
1986	COURTAULDS	İngiltere'de bir pilot tesisin devreye alınması
1987	AKZO	Lenzing AG'ye lisans verilmesi
1989	AKZO	Filament fizibilite gösterimi
1990	AKZO	Courtaulds'a patent verilmesi
1990	COURTAULDS	Mobile'de (ABD) NMMO bazında ilk büyük ştapel lif üretim tesisinin kuruluşu
1990	LENZING AG	Lenzing'de bir pilot tesisin satın alınması
1992	COURTAULDS	Mobile'de ilk (ABD) Lyocell liflerinin üretilmesi için geniş çaplı bir tesisin inşaatına başlanması
1993	COURTAULDS	Mobile'de ilk (ABD) Lyocell liflerinin üretilmesi için ilk geniş çaplı bir tesisin satın alınması
1994	AKZO	Obernburg'da filament ipliklerin işlem geliştirmesi için pilot tesisin satın alınması
1997	Rus Polimer Lif Bilim ve Arş.Ens.	NMMO metodu ile üretim yapabilecek tesislerin sunulması
1997	TITK ve ZIMMER	Ştapel lif ve filament ipliklerin işlem geliştirmesi için pilot tesis temelinin atılması

Lyocell odun özünden türetilerek üretilen, %100 selülozik bir lifdir. Üretim işlemleri sırasında odun özü, sıcak N-metil morfolin oksit (NMMO) solüsyonunda (çözeltilisinde) eritilir ve bu solüsyon extruderden geçirilerek lif formunda eğrilir. Daha sonra çözücü madde yıkama işlemiyle liften ayrılır. Bu üretim tekniği artık maddelerin minimize edilmesine yardımcı olarak çözücünün %99' undan fazlasının geri kazanımını sağlamaktadır. Çözücünün kendisi toksik (zehirli) değildir, life kimyasal bir bağ yapmaz ve tüm artık maddeler tamamen çevreye zararsızdır (White, 2001).



Şekil 2.12 Lyocell'in Lenzing A.G.'ye göre üretim aşamaları.
(Lenzing, 2007).

Lyocell liflerin üretim tekniğindeki genel prensip, selüloz maddesinin organik çözücüde çözülerek özel bir lif çekim yöntemi ile üretiliyor olmasıdır. Bu nedenle lifin üretimi diğer selülozik lif elde etme yöntemlerinden farklılık gösterir. Viskozda selüloz ara bileşen şekline dönüştürüldükten sonra inorganik solvent içinde çözülür. Daha sonra solüsyon püskürtülerek tekrar selüloz formuna dönüştürülür. Lyocell'in üretim aşamasında ise selüloz hamurundan elde edilen selüloz ara bileşeni olmadan organik bir çözücü içerisinde direkt olarak eritilir. Elde edilen solüsyon

püskürtüldükten sonra solvent yıkanarak uzaklaştırılır ve selüloz direk akarak solventten ayrılır.

Bu üretim yönteminde düze çıkışı lif polimerinin oluşması diğer klasik yöntemde olduğu gibi tuz ve asit içeren çöktürme banyosu ile değil, doğrudan sulu ortamda gerçekleşmektedir. O nedenle oluşan lif polimerinde büzülme, çekme etkileri olmayıp, düze çıkışından itibaren liflerde molekül oryantasyonu başlamaktadır. Hatta bu üretim yönteminde düzeden çıkan polimer, lif çekim banyosuna girmeden önce kısa bir hava kanalından geçirilmektedir. İşte bu kısa aralıkta, çözeltide bulunan moleküllerin tam bir oryantasyonu gerçekleşmiş olmaktadır. Daha sonraki lif çekim banyosunda ise bu oryantasyon devam ederek sabitleşmektedir. Lif üretimi sırasında lif eksenini doğrultusunda molekül oryantasyonunun yüksek olması, kristalizasyon derecesinin de yüksek olmasını sağlamaktadır. Solvent çekim prosesi nedeniyle lyocell lifleri, diğer rejenere liflerden daha çok pamuk lifine benzemektedir (Kadolph ve Langford, 2002).

Lyocell kesikli liflerin 2002 yılı üretim kapasiteleri tablo 2.3’de yer almaktadır.

Tablo 2.3 Lyocell kesikli liflerin 2002 yılı üretim kapasiteleri (Yükseloğlu ve Canoğlu, 2007).

Ülke	Fabrika Yeri	Kapasite (1000 T /Yıl)
Avusturya Lenzing Lyocell	Heiligenkreuz	20.0 (2003 yılında: 40.0)
Almanya Alceru Schwarza	Rudolstadt	0.5
İngiltere Tencel	Grimsby	42.0
Kore Hanil Synthetic Fibre		2.5
Amerika Acordis Cellulosics Fibres	Mobile,AL	55.0

2.3.2 Lyocell Lifinin Genel Özellikleri ve Başlıca Kullanım Alanları

Lyocell, bir selüloz lifinin tüm doğal özelliklerine sahiptir. İyi nem absorbesi, konfor, parlaklık, mükemmel renklendirilebilme karakteristiği ve biyolojik olarak

parçalanabilme, özellikle ıslak mukavemeti olmak üzere diğer rejenere selülozik liflerden daha iyi özellikleri vardır.

Rejenere selülozik esaslı bir lif türü olan lyocell, yoğun mekanik işlemlere karşı da yüksek bir dayanıma sahiptir. Yüksek yaş dayanımı ve modülü, bir başka deyişle sağlamlığı, kumaşlarda boyutsal dengeyi sağlamaktadır.

Doğal olması nedeniyle nefes alabilir özelliğe sahiptir. Nemi çok iyi transfer eder ve vücudun terlemesi durumunda rahatsızlık hissi vermez. Birçok yıkamadan sonra bile parlaklığını ve rengini muhafaza eder dolayısıyla yüksek renk haslığına sahiptir.

Lyocellin emicilik özelliği de oldukça yüksektir. Bu özellikten faydalanılarak, yaş terbiye işlemleri boyunca lifin mükemmel bir şekilde şişmesi sağlanır. Böylece mamul kumaşta yumuşak ve esnek bir tuşe elde edilir. Lyocell iplikten kumaş konstrüksiyonu geliştirilirken lif şişmesi ve modülü göz önünde bulundurulmalıdır. Yüksek modül ve sağlamlık, kumaş içinde lyocell lifinin kolayca deforme olmayacağı ve daha kolay bir şekilde orijinal şeklini ve konumunu yeniden alacağı anlamına gelmektedir (Karsu, 2007).

Lyocell'in başlıca özellikleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- a) Kuru ve yaş yüksek mukavemet
- b) Suda az çekme
- c) Yüksek oryantasyon derecesi
- d) Yüksek kristalizasyon (lyocellde %90, viskozda %60)
- e) Tüylene – fibrilasyon özelliği ile bazı elastik efektlerin elde edilebilmesi
- f) Düzgün ve çok yüksek haslıklarda boyanabilmeleri
- g) Yüksek doğal parlaklıkları ve temiz bir yapıya sahip olmaları nedeniyle pratik olarak tüm renk nüanslarının elde edilebilmesi
- h) Yumuşak ve şık tutum özelliklerinin sağlanabilmesi
- i) Pratik olarak tüm diğer liflerle karışım yapılabilmesi
- j) Yüksek giyim konforuna sahip olması
- k) Emme yeteneğinin yüksek olması

- l) Çürüyebilme (doğal parçalanabilir) özelliğinin olması
- m) Yetiştirilebilir hammaddeden üretiliyor olmasıdır.

Lyocell, günlük giysilerden en resmi giysilere kadar hemen hemen her yerde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bunlardan bazıları şunlardır;

- Erkek, bayan ve çocuk giysileri
- Havlu ve bornozlar
- Çarşaflar
- Sportif giysiler
- Çoraplar
- İç çamaşırları (Karsu, 2007).

2.3.3 Lyocell Lifinin Spesifik Özellikleri ve Kullanım Avantajları

Lyocell lifi icadı, bu lifin sahip olduğu nano-fibril yapı ve kendine özgü özellikler nedeniyle yeni nesil lif teknolojisinin başlangıcı olarak nitelendirilmektedir.

2.3.3.1 Lyocell Lifinin Spesifik Özellikleri

Kimyasal lif yapısı: Lyocell lifi doğal selüloz ile aynı kimyasal kompozisyon ve moleküler yapıya sahip olması nedeniyle %100 selülozdur denilebilir. Polimer zincir uzunluğu rayondan daha uzundur ve lifin yapısında lif boyunca yüksek oryantasyon derecesine sahip kristalin bölgeler yüksek miktarda bulunmaktadır.

Lif enine kesiti / lif yüzeyi: Lifler yuvarlaktan ovale kadar değişen enine kesit ve parlak üst yüzeye sahiptir. Lif boyunca görünüm, hafif bir kıvrımlılık göstermektedir. Bu kıvrımlılık kalıcı olduğu için, bu durum bitmiş mamulde hacim ve yumuşaklık özellikleriyle hissedilebilmektedir.

Liflerin şişmesi: Lyocell liflerinin şişme durumu, pamuk ve viskoz liflerinin arasında yer almaktadır. Aynı zamanda liflerde yaş hareketsizlik de meydana gelmektedir. Her iki özellik bir arada, mamulün konstrüksiyonuna da bağlı olarak yüksek bir yaş sertliğe neden olmaktadır.

Lif mukavemeti / yaş modül: Lif çekimi sonrasındaki germe ve çekme oryantasyon ve kristalizasyonu artırır ve lyocelli daha dayanıklı yapar.

Lyocell, 4,8-5,0 g/d (~42-44CN/tex) kuru kopma mukavemeti ile en mukavim selülozik liftir. Diğer selülozik rejenere liflerin tersine ıslak mukavemeti sadece %12 azalarak 4,2-4,6 g/d (~36-40CN/tex) olur. Kopma uzaması ise %16-18'dir (Kadolph ve Langford, 2002).

Yüksek lif mukavemetleri ve özellikle yüksek yaş mukavemet ve yaş modül, dokuma kumaşta düşük çekme değerlerine neden olmaktadır. Lif esnemesi veilmek mukavemetine ilişkin uygun değerler, lyocell liflerinin kolay çalışılmasını (en yüksek mukavemette iplik üretilebilmesini ve iplikhanede materyalden yüksek yararlanmayı) sağlamaktadır.

Tablo 2.4 Lyocell'in bazı fiziksel özelliklerinin diğer selülozik lifler ile karşılaştırılması (Kadolph ve Langford, 2002) .

Özellik	Pamuk	Normal Rayon (Viskoz)	Lyocell
Fibriller yapı	Evet	Hayır	Evet
Molekül zincir uzunluğu	10,000	300-450	-
Sudaki şişme oranı (%)	6	26	-
Ortalama rijitlik	57-60	6-50	30
Ortalama mukavemet (gram/denye)			
Kuru	4.0	1.0-2.5	4.8-5,0
Yaş	5.0	0.5-1.4	4,2-4,6
Kopma uzaması (%)	3-7	8-14	14-16

Renk verimi: Lyocell liflerinin boyama açısından önemli özellikleri; parlaklık, boyarmadde molekülüne iyi afinite, çekirdek/manto yapısı taşımaması, yüksek şişme yeteneğidir.

Nem alımı: Lyocell liflerinin yapısında su alıkoyma yeteneği gibi, havadan nem alma yeteneği de bu liflerin yapısının hassas bir göstergesidir. Nem alımı, rejenere selüloz liflerinde lyocell, modal ve viskoz sıralamasına göre artmaktadır.

Alkali çözünürlüğü: Çözültiden lif çekimi yapılarak elde edilen selüloz liflerinin diğer bir karakteristiği de alkali çözünürlüğüdür. Diğer selüloz lifleriyle karşılaştırıldığında, özellikle kritik çözme konsantrasyonu olan %10'luk NaOH çözeltisinde lyocell liflerinin açıkça daha düşük çözünürlük gösterdiği görülmektedir.

Boyarmadde alımı/ boyanma hızı: Lyocell, viskoz ve modal liflerinin boyama izotermi (Apsis: Flotte mg/g lif, Ordinat: Lifin boyarmadde alımı mg/g) üzerinde yapılan değerlendirmeler, lyocell liflerinin en yüksek boyarmadde alımına sahip olduğunu göstermektedir. Gerek direkt gerekse reaktif boyarmaddelerle yapılan boyamalar, bu sonucu doğrulamaktadır. Buna ek olarak boyarmadde alımının zamana bağlı gelişimi ölçülmek suretiyle, lyocell liflerinin diğer iki selüloz lifine göre daha yüksek bir boyanma hızına sahip olduğu tespit edilmiştir. İlk etapta ifade edilen bulgular tutarsızlık gösterse de yüksek boyarmadde absorpsiyonundan bu liflerde mevcut olmayan çekirdek/manto yapısının ve/veya farklı bir gözenek sisteminin sorumlu olduğunu düşündürmektedir.

Tablo 2.5 Lyocell ve Diğer Selülozik Liflerin Bazı Fiziksel Özellikleri (Yükseloğlu ve Canoğlu, 2007).

Özellikler	Lyocell	Pamuk	Modal	Standart viskoz	Kupro
Mukavemet (cN/tex)	40-44	20-24	24-30	20-24	15-20
Uzama (%)	14-16	7-9	20-25	20-25	7-23
Islak mukavemet (cN/tex)	34-38	25-30	12-16	10-15	9-12
Islak uzama (%)	16-18	12-14	25-35	25-30	16-43
Su emme kapasitesi (%)	65-70	45-55	90-100	90-100	100
PD (polimerizasyon derecesi)	550-600	2-3000	250-350	250-300	450-550
Islak başlangıç modülü	250-270	200	40-60	40-50	30-50

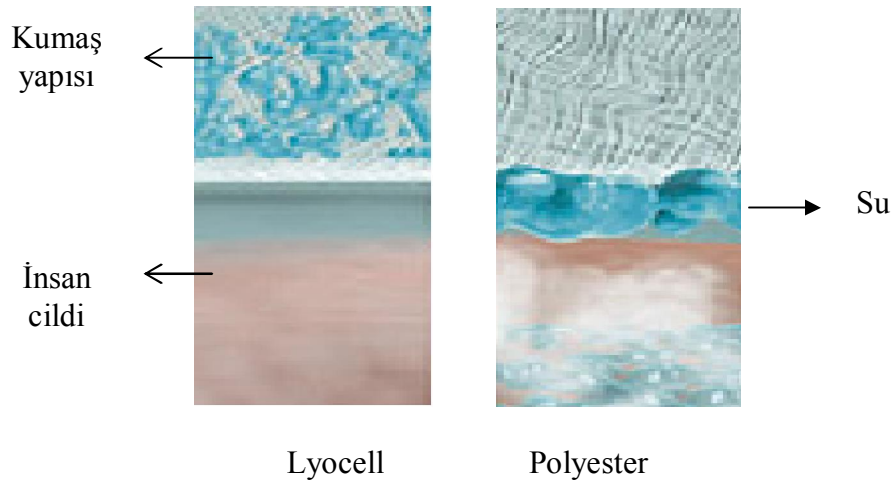
Tablo 2.6 Lyocell lifinin bazı önemli avantajları (*Kısa bir özetle lyocell/tencelin avantajları* , 2007).

LYOCELL LİFİNİN GENEL AVANTAJLARI				
İşlemler Özellik	Eğirme	Dokuma ve Örne	Bitim	Nihai Ürün
Kuru Mukavemet	Çok ince numaralarda yüksek mukavemetli ve bükümlü üretilebilir	Yüksek iplik mukavemeti, verimlilik ve kumaş mukavemeti sağlar.	Buruşmadan kurtulma açısı çok yüksek seviyede çok az miktarda ütü istemez ürün işlemlerine ihtiyaç duyar.	Yüksek büküme göre etkileyici kıvrırcıklanma.
Islak mukavemet			Düşük çekme, yüksek elastikiyet, şeklini koruma, bitim işlemlerinde ekonomik tüketim.	Bakımı ve yıkanması kolay.
İlmek mukavemeti	Life bağlı olarak yüksek ilmek mukavemeti.	Yüksek performanslı makinelerde kullanıma uygundur.		
Boyama Tepkileri			Yüksek boyama verimi, kolay baskı	Zengin renk tonu, parlaklık
Tüylülük			Kontrollü tüylülükle geniş çeşitlilikte efektleri uygulanabilir.	
Lif morfolojisi	Eğirmeden önce tarayıp temizleme özelliği	Düz tekstil yüzeylerinde yüksek kıvrırcıklanma derecesi.		Diri ve dinç bir karakteristiğe sahip olur.
Beyazlık derecesi		Kasar işlemi yalnızca ekstra beyazlık ve pastel renk boyamada yapılacağında gerekli.		

2.3.3.2 Lyocell Lifinin Kullanım Avantajları

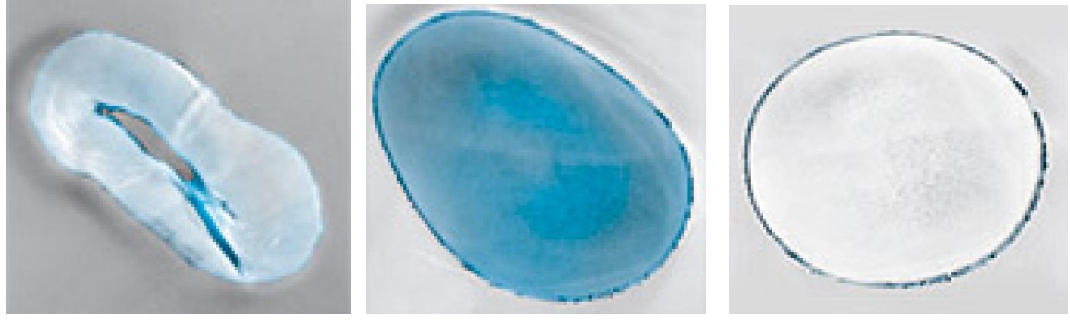
Lyocell lifiyle üretilen kumaşlarda lifin sahip olduğu spesifik özelliklere paralel olarak şu kullanım özellikleri bulunmaktadır.

2.3.3.2.1 Nanofibril yapının avantajları. Lyocell lifinin sahip olduğu kontrollü ve düzenli nanofibriller (lif yapısında yer alan mikro lifler) yeni fonksiyonel özelliklere sebep olmaktadır. Nanofibriller, hidrofiliktir (nem çekicidir) ve oldukça iyi bir serinletme hissi vererek nemi absorbe etmektedir. Lyocell, rejenere ama doğal bir lif olmasının da avantajı ile insan yaşamı için önemli bir yeri olan suyu iyi derecede yönetebilmektedir. Bu lif aşağıdaki şekilde de şematize edildiği gibi sıvıyı hemen bünyesine absorbe ederek çabucak atmosfere geri kazandırmaktadır. Böylece bakteri oluşumunu engellemektedir. Bu özelliği ile sentetik liflerden oldukça farklıdır (Lenzing, 2007).



Şekil 2.13 Lyocell (Tencel®) ve polyesterin nem tutuculuğunun şematik gösterimi. (Lenzing, 2007).

Lyocellin nanofibril yapısının nemi absorbe edilmesindeki avantajı aşağıdaki resimde daha net görülebilmektedir. (Su maviye boyanarak gösterilmektedir.) Polyester (PES) nemi hiç bünyesine almazken, lyocell neredeyse pamuktan %50 daha fazla suyu çekmektedir (Lenzing, 2007).



Pamuk

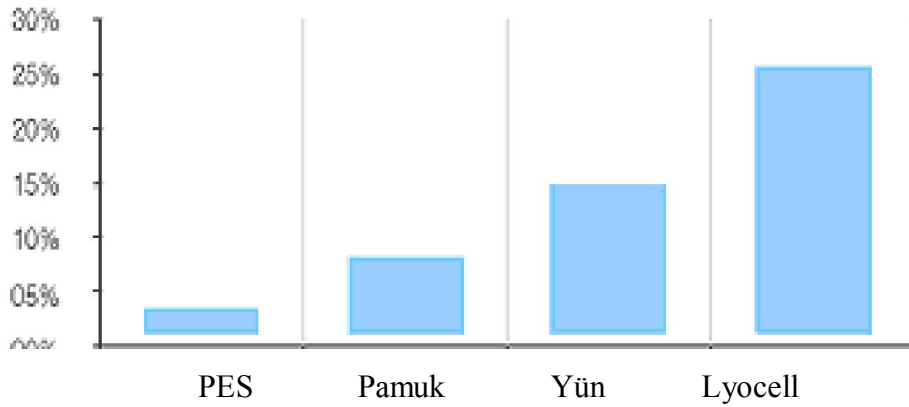
Lyocell

Polyester

Şekil 2.14 Lyocell, pamuk ve polyesterin su çekiciliğinin fotoğrafı (Lenzing, 2007).

Aşağıdaki grafikte de görüldüğü gibi lyocell kıyaslandığı diğer liflerin tamamından daha fazla nem absorbe etmektedir.

Yüksek rutubet koşullarında nem yönetimi

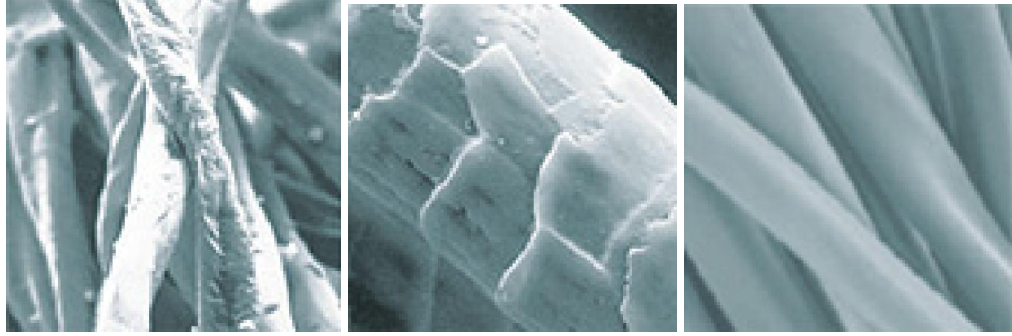


Şekil 2.15 PES, pamuk, yün ve lyocellin (tencel) rutubetli ortamdaki nem içirme grafiği (Lenzing, 2007).

2.3.3.2.2 Lyocellin insan cildine uygunluğu. Hassas cilde sahip kişiler üzerinde yapılan araştırmalar göstermiştir ki; lyocell lif içeren kumaşların kullanımı diğer liflere göre %85 daha fazla kabul edilebilirdir.

İnsan cildi nasıl ki; nem ve sıcaklık dengesini sağlayan bir kabuk gibiyse lyocell de 2. bir cilt gibi insan cildiyle uyum göstermiştir. Doğal birer lif olan pamuk ve yün liflerinin pullaşma eğilimi vardır. Bu liflerin yüzeyleri oluşan bakteriler ve benzeri

etmenlerle bozulurlar. Lyocell lifinin ise pullaşmayan pürüzsüz yüzeyi ciltte tahrişlenmeye neden olmaz (Lenzing, 2007).



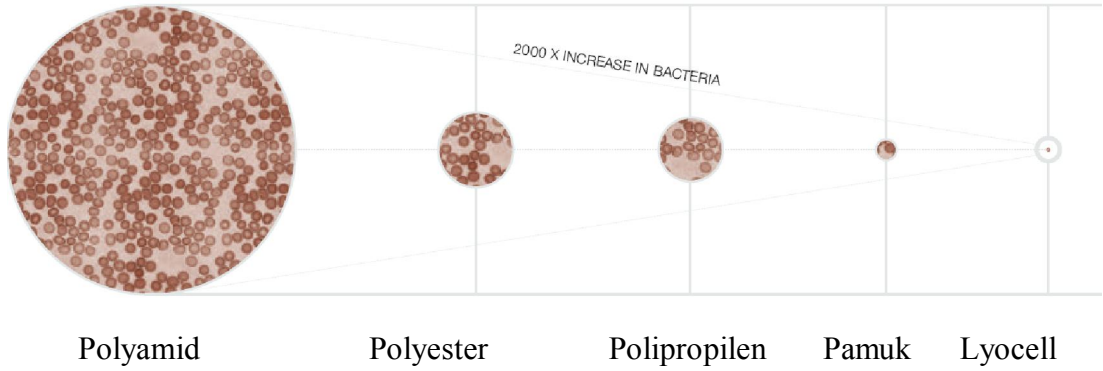
Pamuk

Yün

Lyocell

Şekil 2.16 Pamuk, yün ve lyocell liflerinin yüzey görünümleri (Lenzing, 2007).

Aşağıdaki şemada da görüldüğü gibi çeşitli lifler arasında en az bakteri üretme oranına lyocell sahiptir. Polyamid' ten lyocelle doğru yaklaşık 2000 kat bakteri oluşumunda azalma görülmüştür. Bunun asıl nedeni yine nem in lif tarafından çok iyi absorbe edilerek cilt üzerinde bakteri oluşumuna sebep olacak nemli ortamın yaratılmamasıdır.



Polyamid

Polyester

Polipropilen

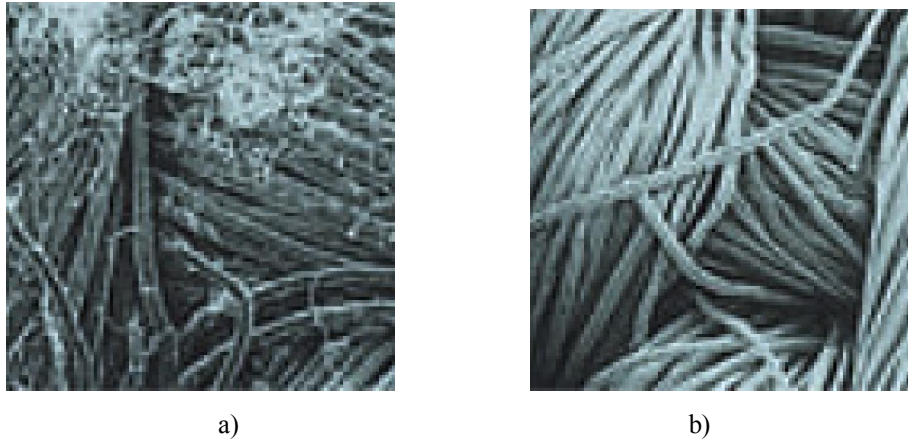
Pamuk

Lyocell

Şekil 2.17 Çeşitli liflerin bakteri içerme oranlarının karşılaştırılması (Lenzing, 2007).

2.3.4 Diğer Geliştirilmiş Lyocell (Tencel) Lifleri

Tencel Standart'ın fibrilasyon özelliği, kumaşın görünümüne ve tutumuna katkıda bulunmakta olup tekstil piyasasında fibrilleşmenin kumaş üzerinde oluşturduğu yumuşak tuşeden dolayı “şeftali tüyü efekti” ismi ile tanınmıştır. Ancak standart tencelin tüm olumlu özelliklerinin yanında boncuklanma eğilimi gibi kullanım özelliklerini olumsuz şekilde etkileyen bir özelliğe de sahip olması, tencel lifinin geliştirilmesine ve yeni tencel türevlerinin oluşturulmasına neden olmuştur (Lenzing, 2007).



Şekil 2.18 a) Lyocellin fibrilleştirilmiş lif görünümü b) Lyocellin fibrilleşmeden önceki lif görünümü (Lenzing, 2007).

2.3.4.1 Tencel A100 ve Lyocell LF 'in Geliştirilme Amacı

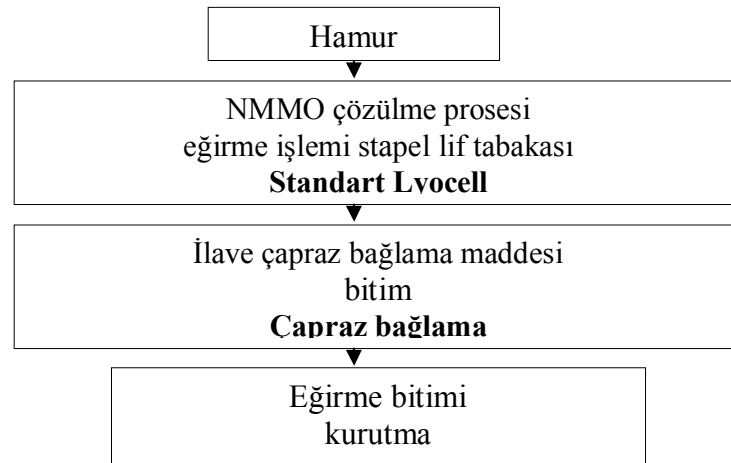
Tencel (Lyocell) 'in Tencel Standart, Tencel A100 ve Tencel LF olmak üzere üç farklı tipi vardır. Tencel A100 ve Tencel LF, Tencel 'in parlaklık, doğallık, yüksek yaş ve kuru mukavemet gibi üstün özelliklerini ürünlerinde görmek isteyen fakat şeftali tüyü efektinin ürünleri için uygun olmadığını düşünen kullanıcılar için geliştirilmiş tipidir (Farrington ve Oldham, 1999).

2.3.4.2 Lyocell LF

Lenzing AG firması, lyocell lifinin üretim aşamasında, çapraz bağlı kimyasallar işlemi yardımıyla, fibrilasyona uğramayan yeni bir lyocell lifi olan Lyocell LF' i geliştirmiştir (Yükseloğlu, 2001).

2.3.4.2.1 Lyocell LF'nin Üretimi. Lyocell LF lifinin üretimi, bilinen standart lyocell yaş eğirme prensibine dayalıdır. Bu proseste selüloz hamuru, yüksek viskozite çözeltisi olan NMMO (N-methylmorpholine-N-oxide) çözeltisinde çözünerek suyun buharlaştırılması ile düzelerden geçirilmek sureti ile üretilir ve ardından hava boşluğunda gerilerek, sulu NMMO solüsyonunda presipitasyon (çökeltme) işlemine tabi tutulur. Daha sonra lif, lyocell lifinden farklı olarak ilave bir bitim işlemi ile kimyasal olarak çapraz bağlanır. Bu işlem, sellüloz molekülleri arasındaki ilave bağ maddelerinin verilmesi ile lifin, fibrilasyona doğru olan eğilimini önlenmeyi sağlar. Sonraki proseste, eğirme için gerekli olan yumuşak bitim işlemi uygulanır ve lif kurutulur (Yükseloğlu, 2001).

Benzer teknoloji kullanılarak üretildiği için Lyocell LF'in temel özellikleri standart lyocell ile aynıdır. Ancak, üretim esnasındaki çapraz bağlama sonucunda fibrilasyonu durdurmak için ilave bitim işlemlerine gerek kalmaksızın kolaylıkla kontrol edilebilen belirli şartlarda Lyocell LF lifini üretmek mümkün olduğundan üreticiler tarafından tercih sebebi olabileceği düşünülmektedir (Yükseloğlu, 2001).



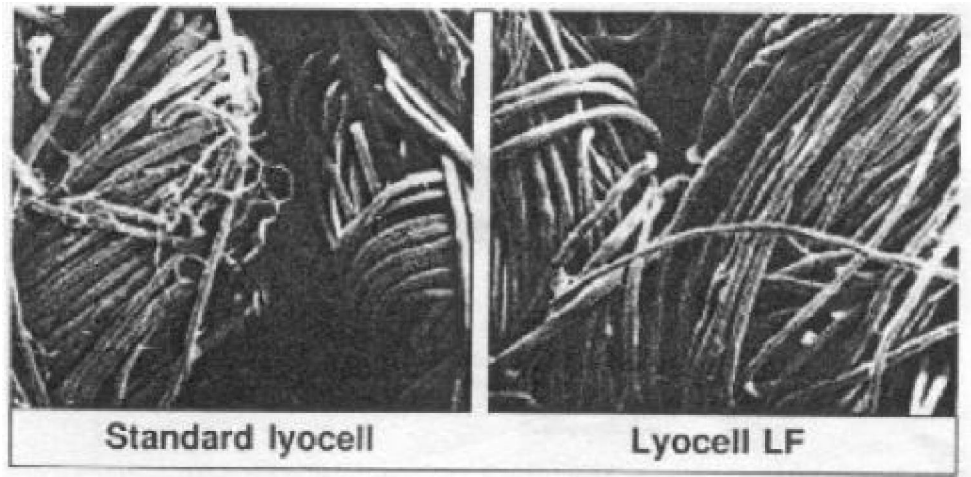
Şekil 2.19 Lenzing AG tarafından geliştirilen Lyocell LF lifinin üretim prensibi (Yükseloğlu, 2001).

2.3.4.2.2 Lyocell LF'nin Özellikleri. Lyocell standart ve lyocell LF ile ilgili daha önce yapılan çalışmalara göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Çapraz bağlama sonucunda Lenzing AG, Lyocell LF elyafını selüloz lifleri için kullanılan normal prosedürdeki makineleri kullanarak elyaf fibrilasyonu ile ilgili problemleri de yaşamadan üretebilmektedir. Optimum bitim işlemine tabi tutulmuş kumaşlarda tekrar edilmiş yıkama proseslerinden sonra bile fibrilasyon etkisine rastlanmadığı görülmüştür. Şekil 2.21’ de de liflerin yüzey fotoğrafları yer almaktadır. Buna göre, uygulanan testler ile selüloz liflerinde aşağıdaki fibrilasyon profili görülebilir:

Viskoz/Modal/Lyocell LF	Pamuk	Polynosik	Standart Lyocell
Fibrilasyon yok			Kuvvetli Fibrilasyon

Şekil 2.20 Bazı selülozik liflerde görülen fibrilasyon davranışları (Yükseloğlu, 2001).



Şekil 2.21 Standart lyocell ve lyocell LF liflerinin boyamadan sonraki yüzey görünümleri (Yükseloğlu, 2001).

Elyafın kendisi, tipik bir lyocell lifi niteliği gösterir. Çapraz bağlı yardımcı maddeler neticesinde normal lyocelle göre elyafın daha belirgin anyonik karakteristiği olduğu belirli boyarmadde gruplarında (direkt boyama) boyama afinitesinin (boya alabilirliği) azaldığı görülmektedir (Yükseloğlu, 2001)

Çapraz bağlama, Lyocell LF elyafının verilerini ve performans değerlerini etkileyerek kendine has elyaf karakteristiğini oluşturur. Tablo 2.7, Lyocell LF

elyafının bazı fiziksel özelliklerini göstermektedir; buna göre çapraz bağlama sonucunda elyaf mukavemeti ve uzaması azalmaktadır (Yükseloğlu, 2001).

Tablo 2.7 Lyocell LF (1.3 dtex)ve standart lyocellin karşılaştırmalı bazı lif özellikleri (Yükseloğlu, 2001).

Elyaf özellikleri	Lyocell LF	Standart lyocell
Mukavemet (cN/tex)	35-37	40-42
Uzama (%)	9-11	15-17
Yaş mukavemet (cN/tex)	27-29	34-36
Yaş uzama (%)	11-13	17-19
Bisfa ıslak modül (cN/tex/%5 (e)	9.5-10.5	9-10

Tablo 2.8’ de ise lyocell LF’ nin standarta göre daha yüksek gözenek hacmine ve su tutma kapasitesine sahip olduğu görülmektedir. Lyocell LF’in şişme davranışındaki bu değişikliğe rağmen yaş rijiditesi standart lyocell liflere göre şaşırtıcı derecede daha düşük olmaktadır (Yükseloğlu, 2001).

Tablo 2.8 Lyocell LF elyafının yapısal parametreleri (Yükseloğlu, 2001).

Elyaf parametreleri	Lyocell LF	Standart Lyocell
Gözenek hacmi (ml/g)	0.82	0.60
İç yüzey (m ² /g)	507	374
Su tutma kapasitesi (%)	69	55
H ₂ O’da şişme kalınlığı (%)*	34	15

*5 dakika sonrasındaki test sonucuna göre.

Lyocell LF’in bir avantajı da kullanım esnasında veya bitim işlemlerinde ekotoksik bileşiklerin ortaya çıkmamasıdır. Bu nedenle Lyocell LF’te çapraz bağ kimyasından ötürü bir formaldehit mevcut değildir (Yükseloğlu, 2001).

2.3.4.3 Tencel A100

A100 sahip olduğu yumuşaklık ve akıcılık özellikleri nedeniyle örme giysilerde tercih nedeni olmuştur. Ayrıca kullanıldığı giyside net bir dikiş, olumlu bir kalınlık ve sıcaklık sağlamaktadır.

Tencel A100 üretimi esnasında ilk önce, kimyasal çapraz bağların iplik yada parça şeklinde oluşturulması düşünülmüş ancak; kod adı Axis olan bu ürün pek fazla tercih edilmemiştir. Bu kimyasal çapraz bağları, lifin ekstruderden çıktıktan sonra tow (çekilmiş) formundayken elde edilmesi uygun görülmüştür. Bu şekilde üretim daha fazla ekonomiklik ve kontrol edilebilirlik sağlamıştır (Farrington ve Oldham, 1999).

Terbiyede kumaşların boyanma öncesi veya sonrasında alkali konsantrasyonu koşulları altında, tencel A100 liflerinde çapraz bağlar oluşarak fibrilasyon eğilimi engellenmektedir (Woodings, 2001).

2.3.4.3.1 Lyocell A100'in Üretimi ve Özellikleri. Tencel A100, özellikle boyama ve bitim karakteristikleri açısından yegane elyaf olarak düşünülebilir. Elyafın zarif parlaklığı, kumaşta ilmek formunun öne çıkmasını sağlar. Mukavemeti ve modülü Tencel Standart'a göre %10 daha düşüktür. Bunun yanında daha açık bir yapıya sahip olması nedeniyle su emiciliği daha fazladır. Ayrıca diğer selülozik elyaflara kıyasla rekabet edebilecek önemli özelliklere de sahiptir (Farrington ve Oldham, 1999).

Farklı süprem örgü yapıları ile benchmarking çalışmaları yapılmış, tencel A100 ile aynı niteliklerde ve benzer görünümdeki pamuk, modal ve viskoz kumaşlar karşılaştırılmışlardır. Sonuçta, kumaşların en etkili alanlarındaki mukavemet, boncuklanma ve stabilitenin Tencel A 100'ün performansı ile yakın ve sıklıkla Tencel A 100'ün diğer selüloziklerden daha iyi olduğu görülmüştür (Farrington ve Oldham, 1999).

Tencel A100'ün hacimli tutumu, dökümlülüğü ve akışkanlığı, lif ve ipliklerin ıslatıldığında sahip olduğu yüksek modül ve yüksek şişme davranışlarından

kaynaklanmaktadır. Lif uçlarının kumaşın yüzeyinden dışarıya doğru çıkması nedeniyle de doğal bir yumuşak tutum oluşmaktadır (Farrington ve Oldham, 1999).

Tencel A100 ve pamuk kumaş numuneleri üzerinde yapılan bir çalışmanın sonuçları aşağıda, tablo 2.9’ da görülmektedir. Buna göre 20 yıkamadan sonra Tencel A100’ün renk haslığının pamuğunkine göre oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle dış giyimde büyük önem taşıyan renk haslığı ve parlaklığını Tencel A100 iyi bir şekilde sunabilmektedir (Karsu, 2007).

Tablo 2.9 Reaktif boyanmış siyah renk tonunda karşılaştırmalı renk haslığı (Karsu, 2007).

Kumaş	20 yıkamada sonra renk değişim değeri (DE)
Tencel A100	1,1
Pamuk	6,4

2.4 Karşılaştırmalı Olarak Bazı Lif Özellikleri

Çoğunlukla kullanılan bazı doğal ve kimyasal liflerin, karşılaştırmalı olarak bazı fiziksel özellikleri karşılaştırmalı olarak aşağıda yer almaktadır.

Aşınma Direnci (Abrasion resistance): Sürtünmeye maruz bırakılan materyalin aşınmaya karşı gösterdiği dirençtir.

Isıyı Muhafaza Etme (Thermal retention): Materyalin bünyesinde ısı tutma kapasitesidir.

Işık direnci (Sunlight resistance): Güneş ışığından kaynaklanan deformasyonlara karşı direnme yeteneğidir.

Tablo 2.10 Bazı lif içerikli kumaşların çeşitli performans özelliklerinin karşılaştırılması (Kadolph ve Langford, 2002).

Derece	Aşınma Direnci	Isıyı Muhafaza Etme	Işık Direnci
Mükemmel	Aramid	Yün	Cam
	Fluoropolimer	Akrilik	Akrilik
	Naylon	Modakrilik	Modakrilik
	Olefin	Polyester	Polyester
	Polyester		
İyi	Saran	Olefin	Sulfar
	Spandex	Naylon	Lyocell
	Keten	Aramid	Keten
	Akrilik		Pamuk
	PBI (polybenzimidazole)		Rayon
	Sulfar		PBI
	Pamuk		
	İpek		
İlmlı	Yün	İpek	Triasetat
	Rayon	Spandex	Asetat
			Olefin
Zayıf	Vinyon	Keten	Naylon
	Asetat	Pamuk	Yün
	Cam	Lyocell	İpek
		Rayon	
		Asetat	

Tablo 2.11 Başlıca tekstil liflerinin bazı fiziksel özelliklerinin sayısal olarak karşılaştırılması (Kadolph ve Langford, 2002).

Lif	Lif mukavemeti (grams/denier)* Kuru (yaş)	Absorbe özelliği**	Özgül ağırlık (g/cc)***
Kauçuk	0.34	0.8	1.1
Spandex	0.7-1.0	1.3	1.2
Vinyon	0.7-1.0	0.1	1.33-1.43
Rayon (viskoz)	1.0-2.5 (0.5-1.4)	11.5-12.5	1.48
Asetat	1.2-1.4 (1.0-1.3)	6.3-6.5	1.32
Saran	1.4-2.4	0.1	1.70
Yün	1.5 (1.0)	13-18	1.32
Melamin	1.8	5.8	1.40
Modakrilik	1.7-2.6 (1.5-2.4)	2.5	1.35
Fluoropolimer	2.0	0.0	2.1
Akrilik	2.0-3.0 (1.8-2.7)	1.0-1.5	1.17
Polyester	2.4-7.0	0.4	1.34-1.38
Rayon (HWM)	2.5-5.0 (3.0)	11.0	1.48
PBI	2.6-3.0 (2.1-2.5)	15	1.43
Sulfar	3.0-3.5	0.6	1.37
Pamuk	3.5-4.0 (4.5-5.0)	7-11	1.52
Olefin	3.5-4.5	0.01-0.1	0.90-0.91
Keten	3.5-5.0 (6.5)	12	1.52
Naylon	3.5-7.2 (3.0-6.5)	2.8-5.0	1.13-1.14
Vinal	3.5-6.5 (2.6-4.9)	5.0	1.26
İpek	4.5(2.8-4.0)	11	1.25
Lyocell	4.8-5.0(4.2-4.6)	11.5	1.56
Aramid (Nomex)	4.0-5.3 (3.0-4.1)	6.5	1.38-1.44
Cam (multifilament)	9.5(6.7)	0.0	2.48-2.69

*Parentez içindeki değerler yaş durumdaki, parentezsiz değerler ise kuru haldeki mukavemet değerlerini belirtmektedir. Parentezin olmadığı satırlarda ise yaş ve kuru değerler aynıdır.

**Nemin geri kazanımı olarak belirtilmiştir (%65 relatif rutubet ve 21C° sıcaklıktaki nem ağırlığının yüzdesi)

*** Belli bir hacimdeki lifin ağırlığının ona denk hacimdeki suya oranı.

Tablo 2.12 Başlıca tekstil liflerinin uzama ve elastik geri kazanım açısından karşılaştırılması (Kadolph ve Langford, 2002).

Lif*	Uzama		Elastik Geri Kazanım**
	Standart***	Yaş	
Keten	2.0	2.2	65
Pamuk	3-7	9.5	75
Cam	3.1	2.2	
Fluoropolimer	8.5	aynı	
Rayon, normal	8-14	16-20	95(2%'de)
Rayon, HWM	9-18	20	96(2%'de)
Melamin	12	aynı	
Polyester	12-55	aynı	81
Vinyon	12-125	aynı	
Lyocell	14-16	16-18	
Vinal	15-30	11-23	
Saran	15-35	aynı	
Naylon 6,6	16-75	18-78	82-89
İpek	20	30	90
Aramid (Nomex)	22-32	20-30	
Yün	25	35	99
Asetat	25-45	35-50	48-95 (4%'de)
PBI	25-30	26-32	
Modakrilik	30-60	aynı	99.5 (2%'de)
Naylon 6	30-90	42-100	98-100
Sulfar	35-45	aynı	
Akrilik	35-45	41-50	92
Olefin	70-100	aynı	96 (5%'de)
Spandex	400-700	aynı	99 (50%'de)
Kauçuk	500	aynı	98 (50%'de)

*Sağlıklı üretim işlemleri için minimum %10 uzama uygun görülmektedir. Tabloda verilen değerler modifiye edilmemiş lif kesitli staple lifler içindir.

**%3 uzamadaki yüzde olarak geri kazanım değerleridir.

***Standart koşullar: %65 relatif nem ve 21C°.

Tablo 2.13 Başlıca tekstil liflerinin asit ve alkaliye karşı tepkilerinin karşılaştırılması (Kadolph ve Langford, 2002).

Lif	Asit*	Alkali**
<u>Doğal Lifler</u>		
Pamuk	Zarar görür	Dirençli
Keten	Zarar görür	Dirençli
İpek	Güçlü mineral asitler tarafından zarar görür, organic asitlere karşı dirençlidir.	Zarar görür
Yün	Dirençli	Zarar görür
<u>Rejenere Lifler</u>		
Asetat	Zayıf asitler tarafından etkilenmez	Biraz etkilenir
Akrilik	Asitlerin çoğuna karşı dirençli	Zayıf alkalilere karşı dirençli
Aramid	Asitlerin çoğuna karşı dirençli	Dirençli
Cam	Dirençli	Dirençli
Lyocell	Zarar görür	Dirençli
Modakrilik	Asitlerin çoğuna karşı dirençli	Dirençli
Naylon	Özellikle Naylon 6 olmak üzere zarar görür	Dirençli
Olefin	Dirençli	Yüksek Dirençli
PBI	Dirençli	Alkalilerin çoğuna karşı dirençli
Polyester	Dirençli	Güçlü alkaliler tarafından etkilenir
Rayon	Zarar görür	Zayıf alkalilere karşı dirençli
Spandex	Dirençli	Dirençli
Sulfar	Dirençli	Dirençli

*Asitlere örnek: organic (asetik, formik); mineral (sülfirik, hidroklorik).

**Alkalilere örnek: zayıf (ammonium hidroksit); güçlü (sodyum hidroksit).

Tablo 2.14 Başlıca tekstil liflerinin yanmaya karşı tepkilerinin karşılaştırılması (Kadolph ve Langford, 2002).

Lif	Erime* F° (C°)	Yumuşama veya Yapışma F° (C°)	Basınç Önerisi F° (C°)
<u>Doğal Lifler</u>			
Pamuk	Erimez		425 (218)
Keten	Erimez		450 (232)
İpek	Erimez		300 (149)
Yün	Erimez		300 (149)
<u>Rejenere Lifler</u>			
Asetat	500(260)	350-375 (176-191)	350 (177)
Akrilik		430-450 (221-232)	300 (149)
Aramid	Erimez	700 °F (Nomex) veya 900°F (Kevlar)'ın üstünde karbonlaşır.	Basıç uygulamayınız
Fluoropolimer	Erimez		
Cam	2720 (1493)	1560 (849)	Basıç uygulamayınız
Lyocell	Erimez		
Melamin	Erimez		
Modakrilik	Erimez		200-250 (93-121)
Naylon 6	419-430 (215-221)	340 (171)	300 (149)
Naylon 6,6	480-500 (249-260)	445 (229)	350 (177)
Olefin	320-350 (160-177)	285-330 (141-166)	150 (66)
PBI	Erimez	860°F (460)'de çözünür	
Polyester PET	482(250)	440-445 (226-230)	325 (163)
Polyester PCDT	478-490 (248-254)	470 (243)	350 (177)
Rayon	Erimez		375 (191)
Saran	350 (177)	240 (115)	Basıç uygulamayınız
Spandex	446 (230)	420 (175)	300 (149)

*En düşük ütöleme sıcaklığı 185-225 F° dir.

Tablo 2.15 Başlıca tekstil liflerinin yanma sonrası durumlarının karşılaştırılması (Kadolph ve Langford, 2002).

Lifler	Aleve yaklaştırıldığında	Alevle temas halindeyken	Alevden uzaklaştırıldığında	Kül	Koku
<u>Selüloz</u> Pamuk Keten Lyocell Rayon	*Erimez yada çekmezler.	*Gri duman çıkararak yanarlar.	*Alev aldıktan sonra yanmaya devam eder.	*Gri, tüylü, yumuşak kenarlı	*Yanan kağıt
<u>Protein</u> İpek Yün	*Kıvrılarak alevden uzaklaşırlar.	*Yavaş yavaş yanarlar.	*Alevi kendiliğinden söndürebilir.	*Ezilebilir siyah kül	*Yanan saç.
<u>Asetat</u>	*Erir ve alevden ayrılır.	*Erir, yanar	*Yanmaya ve erimeye devam eder	*Sert ve kırılabilir, siyah taneler	*Buruk
<u>Akrilik</u>	*Erir ve alevden ayrılır.	*Erir, yanar	*Yanıp erimeye devam eder	*Sert, kırılabilir, siyah taneler	*Kimyasal koku
<u>Cam</u>	*Reaksiyon vermez	*Yanmaz	*Reaksiyon vermez	*Lif kalıntıları	*Hiçbirşey
<u>Modakrilik</u>	*Erir ve alevden ayrılır.	*Erir, yanar	*Beyaz dumanla alevi söndürür	*Sert ve kırılabilir, siyah taneler	*Kimyasal koku
<u>Naylon</u>	*Erir ve alevden ayrılır.	*Erir, yanar	*Alev kendiliğinden sönebilir.	*Koyu gri veya kahverengi taneler	*Kereviz gibi
<u>Olefin</u>	*Erir ve alevden ayrılır.	*Erir, yanar	*Alev kendiliğinden sönebilir.	*Koyu yanık kahverengi taneler	*Kimyasal koku
<u>Polyester</u>	*Erir ve alevden ayrılır.	*Erir, yanar	*Alev kendiliğinden sönebilir.	*Koyu yanık kahverengi taneler	*Şeker kokusu
<u>Saran</u>	*Erir ve alevden ayrılır.	*Erir, yanar	*Alevi söndürür	*Koyu yanık kahverengi taneler	*Kimyasal koku
<u>Spandex</u>	*Erir ve alevden ayrılır.	*Erir, yanar	*Yanıp erimeye devam eder	*Yumuşak siyah kül	*Kimyasal koku

2.5 Önceki Çalışmalar

Bu bölümde, bazı rejenere selüloz lifleri, pamuk ve karışımli ipliklerle örülmüş süprem kumaşların fiziksel ve boyutsal özellikleriyle ilgili yapılan araştırmalar anlatılmıştır.

Okubayashi ve Bechtold (2005), lyocell örme kumaların yıkama ve kurutma işlemleri sonrası boncuklanma özellikleriyle ilgili deneysel bir çalışma yaparak, deneyler sonrasında elde edilen kumaş ve lif görünümünü mikroskop altında incelemişlerdir. Ayrıca rejenere selüloz örme kumaşlarda meydana gelen lif-lif sürtünmesinin boncuklanmaya etkisi inceleyerek, lif-lif sürtünmesinin tahminleyen bir model hazırlamışlardır. Bu amaçla özellikleri Tablo 2.16’ da verilen, üç farklı gramajdaki örme kumaşlar hazırlanmıştır.

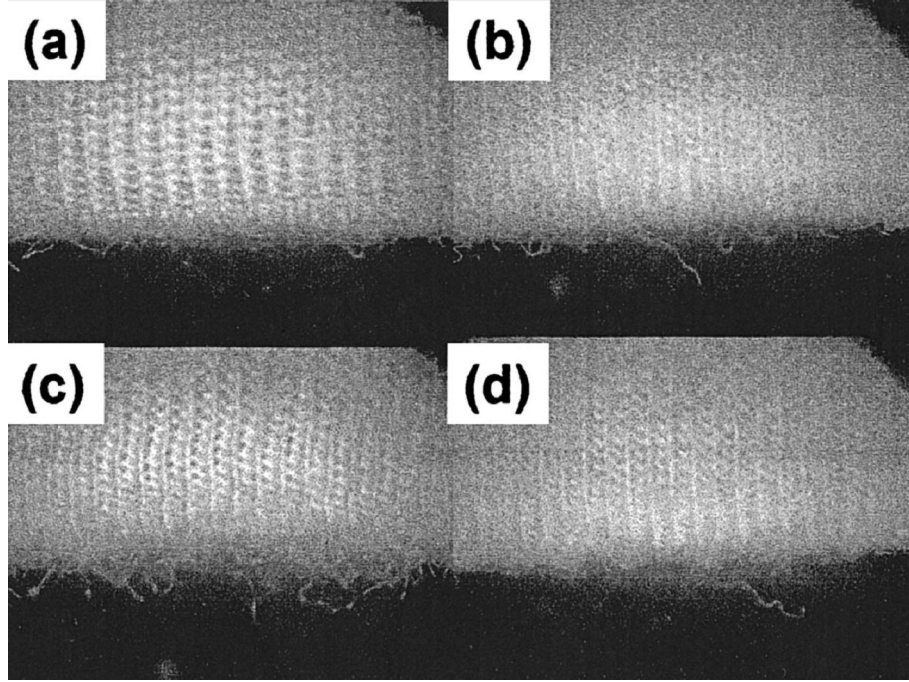
Tablo 2.16 Deneyde kullanılan örme kumaşların ve ipliklerin teknik verileri

Materyal	İplik numarası Nm	Büküm T\m	İplik tipi	Lif numarası Dtex	Lif uzunluğu mm	İlmek yoğunluğu, cm ⁻²	Kumaş ağırlığı, g\m ²
Lyocell 1	68/1	930	ring iplik	1,3	40	330	163
Lyocell 2	68/1	930	ring iplik	1,3	38	322	149
Lyocell 3	68/1	930	ring iplik	1,3	38	329	162

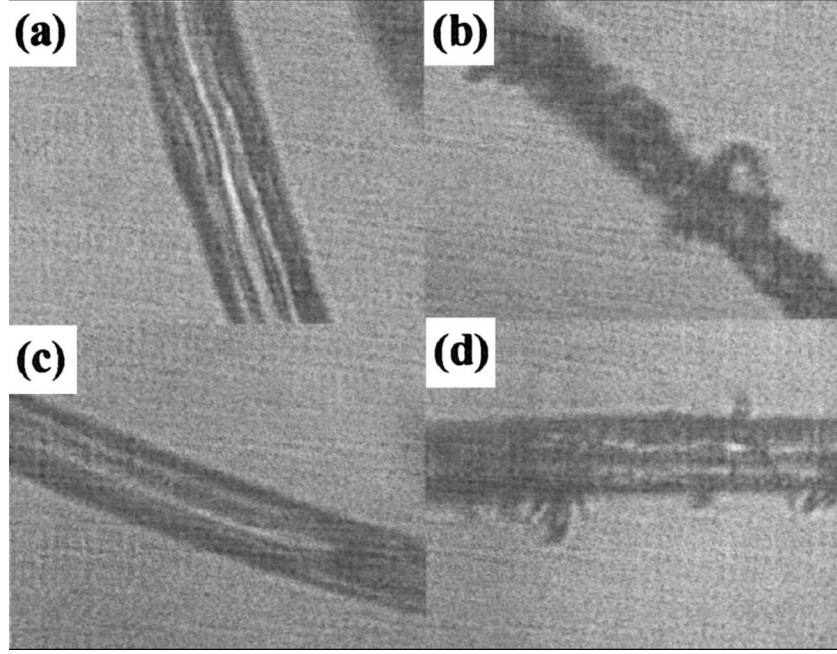
Örülen kumaş numunelerine birbiri ardına yıkama ve kurutma işlemleri uygulanmıştır. Bu işlemler sırasıyla 5, 10, 20, ve 25 kez tekrarlanmıştır. Daha sonra her bir kumaşın boncuklanma oranı hesaplanmıştır. Buna göre, yüksek boncuklanma oranı daha az boncuk şekli (derecesi) içermektedir. Kumaşların mikroskoptaki görüntülerinde lif yüzeylerinin görünüşleri de incelenmiştir, ıslak ve kuru haldeki ağırlıkları da saptanarak, su tutma kapasiteleri tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra özel bir aparat yardımıyla ortalama lif-lif sürtünme değerleri de ölçülmüştür.

Lyocell 1’in 25 kez tekrarlanan yıkama ve kurutma işlemleri sonrasında çekilen fotoğrafları, şekil 2.22’ de kumaş yüzey görünüşleri, şekil 2.23’ de lif görünüşleri olarak görülmektedir. Bu fotoğraflarda da görüldüğü gibi, kumaş yüzeyinde yalnızca

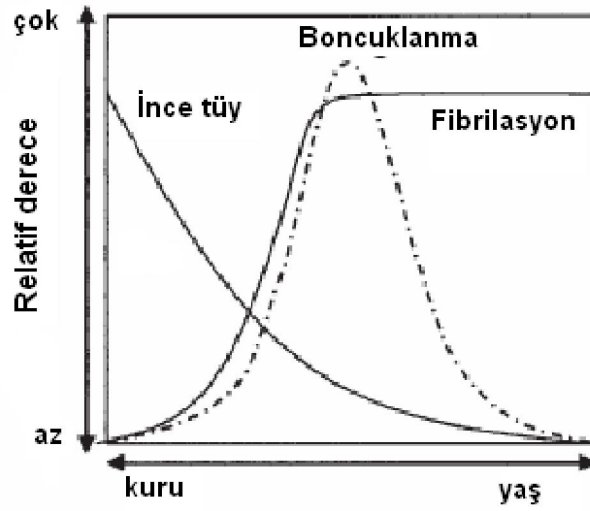
kurutma işlemi sonrasında tüylenme (ince tüy) görülürken, boncuklanmayla yaş/kuru işlem kombinasyonu sonunda karşılaşılmıştır. Lifleri ise yaş durumda daha kolay fibrilasyona uğradığı vurgulanmaktadır. Şekilde de yaş, yaş/kuru işlemler sonrasında fibrilasyona rastlandığı görülmektedir.



Şekil 2.22 İşlem görmemiş Lyocell 1 örme kumaşın yüzey görünümü (a), yaş işlemde 25 tekrardan sonraki görünüm (b), kuru işlemde 25 tekrardan sonraki görünüm (c), yaş/kuru işlemde 25 tekrardan sonraki görünüm (d) (Şekil 20 kat büyütülmüş)



Şekil 2.23 İşlem görmemiş Lyocell 1 örme kumaşın lif görünümü (a), yaş işlemde 25 tekrardan sonraki görünüm (b), kuru işlemde 25 tekrardan sonraki görünüm (c), yaş/kuru işlemde 25 tekrardan sonraki görünüm (d) (Şekil 100 kat büyütülmüş)



Şekil 2.24 Yaş ve kuru şartlarda fibrilasyon, ince tüyler ve boncuklanma arasındaki ilişki

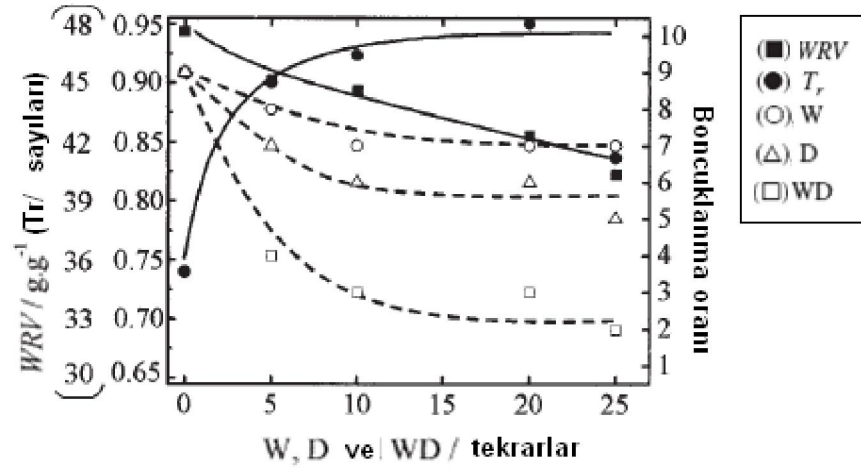
Şekil 2.24' de kumaş yüzeyinde ince tüy, boncuklanma ve lif fibrilasyonun, yaş ve kuru işlemlerin tekrar sayısına bağlı ilişkisi görülmektedir. Buradan kumaş yüzeyindeki ince tüy derecesinin kuru işlem tekrarıyla artarken, yaş işlem tekrarıyla azaldığı, lif fibrilasyonunun ise bu durumun aksine bir davranış sergilediği görülmektedir. Boncuklanma derecesi ise yalnızca yaş/kuru işlem kombinasyonu sonrası artmaktadır. Ayrıca boncuklanma fibrilasyonla ince tüyden daha güçlü bir ilişki içerisinde olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Tablo 2.17' de de yaş/kuru işlem sonrası kumaş numunelerine ait test sonuçları ve hesaplanan değerlere yer verilmiştir. Su tutma oranı (WRV), lif-lif sürtünmesi (T_r) ve boncuklanma oranı (BO) ile yaş (W), kuru(D) ve yaş/kuru (W/D) işlem tekrarlarının ilişkisi üç farklı lyocell örgü kumaş için şekil 2.25, 2.26 ve 2.27' de gösterilmektedir. İşlem tekrar sayısının artmasıyla her üç tip lyocell kumaş için de boncuklanma oranının azaldığı görülmüştür. Tekrar sayısına bağlı olarak, lif-lif sürtünme miktarı artarken, su tutma kapasitesi azalmaktadır.

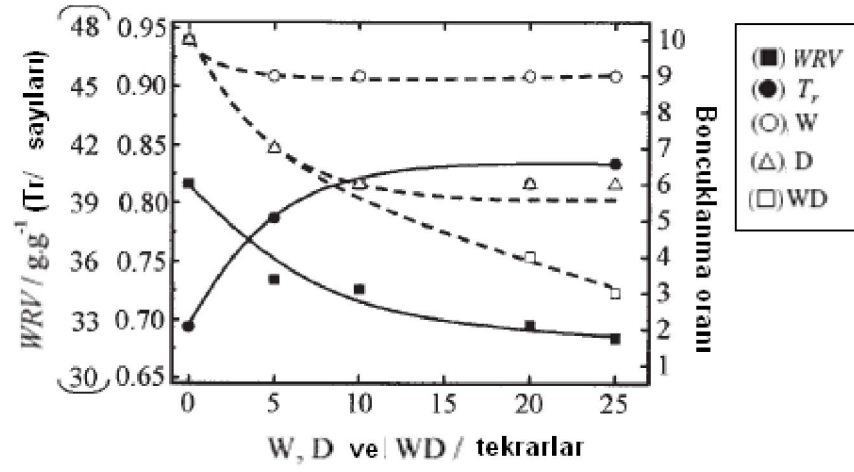
Lyocell 1 ve 2'den daha düşük su tutma oranına sahip olan lyocell 3'ün boncuk oluşumu diğerlerinden fazladır. İşlemler 5 ve 10 kez tekrarlandığında boncuklanma, su tutma oranı ve lif-lif sürtünmesinde büyük değişimler gözlenmiştir.

Tablo 2.17 Yaş/kuru işlem sonrası lyocell kumaşların lif özellikleri

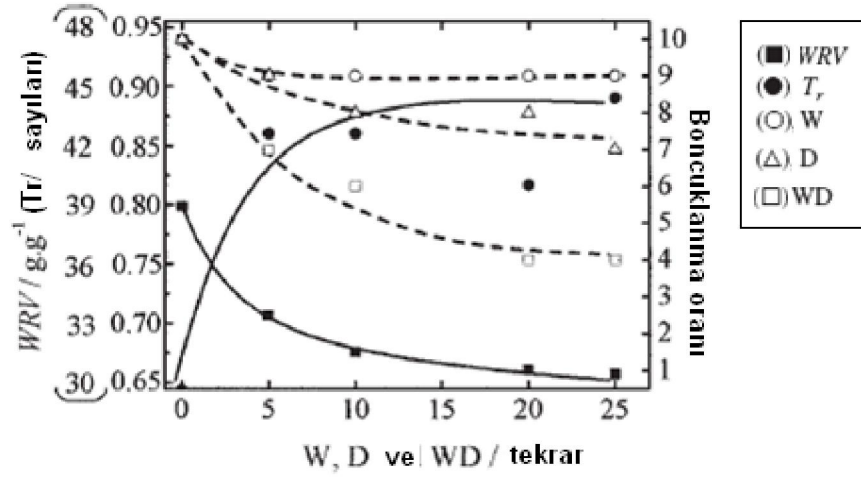
<i>Materyal</i>	<i>Yaş/kuru işlem Öncesi</i>			<i>Yaş/kuru işlemin 5 tekrarı sonrası</i>			<i>Yaş/kuru işlemin 20 tekrarı sonrası</i>		
	<i>T_r sayıları</i>	<i>WRV (g\g)</i>	<i>BO</i>	<i>T_r sayıları</i>	<i>WRV (g\g)</i>	<i>BO</i>	<i>T_r sayıları</i>	<i>WRV (g\g)</i>	<i>BO</i>
lyocell 1	35.4	0.943	9	45.0	0.902	4	48.0	0.855	2
lyocell 2	32.6	0.816	10	38.2	0.734	7	40.0	0.695	4
lyocell 3	29.6	0.799	10	42.6	0.706	7	40.0	0.661	4



Şekil 2.25 Lyocell 1' in W, D ve W/D işlemleri sonrasındaki WRV, Tr ve boncuklanma oranı grafiği

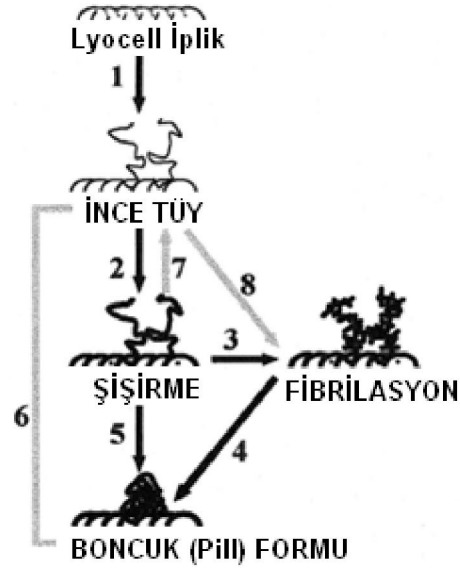


Şekil 2.26 Lyocell 2' nin W, D ve W/D işlemleri sonrasındaki WRV, Tr ve boncuklanma oranı grafiği



Şekil 2.27 Lyocell 3'ün W, D ve W/D işlemleri sonrasındaki WRV, Tr ve boncuklanma oranı grafiği

Araştırmacılar önceki çalışmalarına da dayanarak fibrilasyon adımları içeren aşağıdaki gibi bir boncuklanma mekanizması tasarlamışlardır.



Şekil 2.28 Yaş/kuru işlem sırasında boncuk oluşum mekanizması

Bu mekanizmaya göre; adım 1'de, ince tüylere sebep olan lif uçları, kuru işlem sırasındaki mekanik aşınmaya bağlı olarak iplik içersinden dışarıya doğru fırlamaktadır. İnce tüyler daha sonra adım 2'de görüldüğü gibi, daha yumuşak

olduğundan ve yaş işlem gördüğünde dolayı şişmektedir. Şişen yumuşak lifler yaş ve kuru işlemler sırasında mekanik aşınmayla kolayca fibrile olur (adım 3) ve daha sonra diğer liflere dolanarak boncuk oluşumuna sebep olur (adım 4). Şekil 2.23c’de de gösterildiği gibi fibrilasyon güçlkle kuru durumda meydana gelir. Bazı şişmiş ince tüyler fibrilasyonsuz boncuklanmaya yol açarlar (adım 5). Şekil 2.22c’de gösterildiği gibi, nem eksikliği nedeniyle ince tüylerden boncuk oluşumu önemli şekilde engellenir (adım 6). Şekil 2.22b’de görüldüğü gibi yaş durumda lifler şiştiğinde, daha az ince tüy oluşur (adım 7). Belli sayıdaki yaş/kuru işlemler sonrası, kuru durumdaki ince tüy oluşumu engellenerek, kuru durumdaki lif-lif sürtünmesi çoğalır.

Sonuçlar ve önerilen boncuk oluşum modeli göstermiştir ki; yıkama ve kurutmanın su tutma kapasitesini azaltması ve lif-lif sürtünmesini arttırması nedeniyle, bu işlemler aracılığıyla boncuk oluşumu önlenabilir.

Uçar ve C. Karakaş (2005), %100 pamuklu ve lyocell karışimli ipliklerden örülmüş, hav ve kesik-hav tipi örgü kumaşların, yaş ve kuru relaksasyon sonrasında bazı fiziksel özelliklerinde gösterdikleri değişimleri araştırmak üzere deneysel bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma ile relaksasyonlar sonrası kalınlık ve boyutsal değişimlerin kumaş özellikleriyle ilişkisi istatistiksel açıdan analiz edilmiş ayrıca; kumaşların spirallik (may dönmesi), drape katsayısı (% DC) ve aşınma özellikleri de incelenmiştir. Bu amaçla, 20 iğne/inç incelikte, 30 inç çapında bir makinede 2,8 mm hav ilmek yüksekliğinde düşük, orta ve yüksek olarak üç farklı sıklıkta örme kumaşlar hazırlanmıştır. Drape katsayısı, kumaşların kendi ağırlığı altında meydana gelen dökümlülük oranıdır.

Kumaşların zemin örgüleri %50-%50 pamuk/lyocell ve %100 pamuk , hav ilmekleri ise %100 pamuk olarak üretilmiştir. Tablo 2.18’ de ipliklerin bazı özellikleri gösterilmektedir.

Tablo 2.18 Örülen kumaşlarda kullanılan ipliklerin bazı özellikleri

İplik Tipi	Numara (Ne)	Büküm (αe)	Kopma mukavemeti (gf)	Kopma uzunluğu (%)
%100 pamuk	30	3,2	236	3,5
%50-%50 pamuk/lyocell	30	3,1	282	5

Kumaşlar sırasıyla kuru ve yaş relaksasyona uğratılmış ve deneyler sonrası elde edilen veriler, ortalamaları alınarak, kumaşların diğer boyutsal özelliklerle birlikte Tablo 2.19’ da verilmiştir.

Tablo 2.19’ da birinci, ikinci ve üçüncü örnek sembolleri sırasıyla, lif tipi, kumaş kalınlığı, ve hav tipini ifade etmektedir. Lif tipi için: 1, %100 pamuk ipliğini, 2 ise %50/50 pamuk/lyocell karışım ipliğini sembolize etmektedir. Kumaş kalınlığı için: s ince, m orta, t kalın kalınlık değerlerini sembolize etmektedir. Hav tipi için: p hav ilmekli örgü kumaşı, c kesik hav ilmekli örgü kumaşı ifade etmektedir. Örneğin 2.m.c. %50/50 pamuk/lyocell karışım iplikli, orta kalınlıkta, kesik hav ilmekli örgü kumaşın kısa gösterimidir.

Tablo 2.19’ daki sonuçlar istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde görülmüştür ki; lyocell içerikli kumaşların tekrarlanan yıkamalar ve tamburlu kurutmalar sonrasında, lyocellin yüksek şişme özelliğine bağlı olarak, boyuna yönde iplik kıvrımları artarak, kumaşların boylamasına çekmesinde ve enlemesine uzamasında artışa sebep olmuştur. Pamuk kumaşlarda da boyuna çekmenin artması enine çekmenin azalmasına sebep olmaktadır.

Hav tipi de boyutsal değişimi etkilemektedir. Kesik hav ilmekli kumaşlar, hav ilmekli kumaşlardan daha fazla boyutsal değişime uğramışlardır. Bunun nedeni de kesik havda ilmek hareketinin daha rahat olmasıdır. Ayrıca, lyocellde azalan kumaş sıklığı azalan kumaş kalınlığını doğurmaktadır.

Tablo 2.19 Kumaşların boyutsal özellikleri

Örnek Kodu	İlmeğin iplik uzunluğu (cm)		Lineer Boyutlar (c, w) ^a				İlmeğin Şekil Faktörü (c/w)		Kumaş Kalınlığı, (cm)		Kumaş Ağırlığı, (g/m ²)		Boyutsal Değişim (% ^b)	
			Kuru Relaks.		Yaş&kuru Relaks.									
	lg	Lp	C	W	C	W	Kuru R.	Yaş & kuru R.	Kuru R.	Yaş & kuru R.	Kuru R.	Yaş & kuru R.	Boyuna	Enine
l.s.p	0.43	0.94	11.0	8.5	14.0	9.0	1.29	1.55	0.15	0.23	249.	315.	-20	-0.9
l.s.c	0.43	0.94	11.0	9	14.5	8.5	1.22	1.705	0.12	0.17	221.	267.	-23.7	-0.3
l.m.p	0.42	0.91	11.5	8.5	15.0	9.0	1.35	1.66	0.15	0.24	258.	323.	-20.6	-1
l.m.c	0.42	0.91	12.0	9	14.0	9.0	1.33	1.55	0.13	0.18	229.	275.	-21.3	-0.2
l.t.p	0.40	0.89	12.0	9	15.5	9.0	1.33	1.72	0.16	0.25	278.	339.	-16.7	-3.5
l.t.c	0.40	0.89	12.0	9.5	15.0	9.0	1.26	1.66	0.13	0.19	240.	290.	-19.3	-1.8
2.s.p	0.43	0.93	10.5	8.5	14.0	8.5	1.23	1.64	0.13	0.21	241.	307.	-22.2	+5.5
2.s.c	0.43	0.93	11.0	9	14.0	8.5	1.22	1.64	0.11	0.16	207.	250.	-24	+ 10
2.m.p	0.41	0.91	11.0	8.5	15.0	9	1.29	1.66	0.15	0.23	255.	314.	-21.3	+ 1.7
2.m.c	0.41	0.91	11.5	9	14.5	8.5	1.27	1.705	0.12	0.17	227.	258.	-23.3	+5
2.t.p	0.40	0.89	11.5	8.5	15.5	9.0	1.35	1.72	0.16	0.24	269.	331.	-20.3	+ 1.7
2.t.c	0.40	0.89	12.0	9	15.0	9.0	1.33	1.66	0.13	0.18	235.	267.	-20	+ 1.7

^a C = sıra/cm, w = Sütun = cm.^b Eksi(-) = çekme, artı(+) = uzama

Lg:Zemin ilmek iplik uzunluğu

Lp:Hav ilmek iplik uzunluğu

Tablo 2.20 Spirallik açısı ve drape katsayısı değerleri

Örnek Kodu	Spirallik Açısı, Derece		Drape katsayısı (DC, %)	
	Kuru relaksasyona uğratılmış kumaş	Yaş & Kuru relaksasyona uğratılmış kumaş	Zemin yüzü	Hav ilmekli yüz
l.s.p	15.14	19.13	61.9	68.7
l.s.c	15.93	13.59	64.3	67.3
l.m.p	15.34	18.97	64.6	73.1
l.m.c	14.35	14.67	64.1	72.8
l.t.p	13.4	17.1	68.8	73.9
l.t.c	14.56	16.69	64.4	74.5
2.s.p	14.16	23.15	61.8	68.9
2.s.c	13.04	16.05	61.6	67.4
2.m.p	16.21	19.99	59.3	68.8
2.m.c	14.48	16.57	62.4	70
2.t.p	15.18	19.58	60.7	68.5
2.t.c	15.9	17.21	61.6	68.5

Kumaşların relaksasyonlar sonrası spirallik açılarındaki ortalama değerler ve bir bilgisayarlı görüntü analiz yöntemiyle saptanan drape katsayısı ortalamaları da tablo 2.20’ de yer almaktadır. Görülmektedir ki; hav ilmeklerinin rijitliği nedeniyle kumaşın hav ilmeği bulunan yüzü, kumaş zeminli yüzünden daha fazla drape katsayısına sahiptir yani; daha az dökümlüdür. İstatistiksel analiz sonucunda, hav tipiyle drape katsayısı arasında hiçbir anlamlı ilişki bulunmamıştır. Ayrıca lyocell içerikli kumaşlarda daha fazla dökümlülük tespit edilmiştir.

Spiralliğe bakıldığında ise hav ilmekli kumaşların kesik hav ilmekli kumaşlardan daha fazla spiralliğe sahip olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra tamamen relakse olmuş lyocell karışımlı kumaşlarda, %100 pamuklulara göre daha fazla spirallik eğilimi görülmüştür.

Tablo 2.21’ de yaş ve kuru relaksasyona uğratılmış kumaşların, 4000-20000 rpm arasında gerçekleştirilen aşınma testi sonuçları görülmektedir. Aşınma testlerinde hiçbir delik, yırtık vs. görülmemiş olup, pamuk-lyocell karışımllar %100 pamuklulara göre daha fazla aşınma göstermişlerdir. Kesik hav ilmekli kumaşlar 4000 rpm’den sonra dikkat çekici aşınma değişimi gösterirken, hav ilmekliler 8000 rpm’den sonra bu davranışı göstermişlerdir.

Tablo 2.21 Aşınma testi sonuçları

Örnek Kodu	Ağırlık azalışı,%				
	4000 Rpm	8000 Rpm	12000 rpm	16000 rpm	20000 rpm
1.s.p	1.11	2.48	3.86	4.97	6.07
1.s.c.	1.35	6.73	10.13	14.43	21.93
1.m.p	0.51	1.01	1.51	2.52	4.03
1.m.c	1.78	3.56	8.31	13.32	19.80
1.t.p	0.26	1.06	1.86	3.19	4.52
1.t.c	0.83	1.38	2.77	4.43	6.64
2.s.p	0.62	1.86	3.42	5.61	6.85
2.s.c	1.67	8.72	11.72	15.12	20.71
2.m.p	0.51	1.27	2.81	4.33	5.61
2.m.c	3.63	7.57	16.31	26.11	33.13
2.t.p.	0.86	1.44	3.76	6.95	11.32
2.t.c	3.06	7.36	12.81	19.64	26.91

Higgins, Anand, Hall ve Holmes (2003), evlerde yaygın olarak kullanılan tamburlu kurutucuların çeşitli faktörler dahilinde, süprem, interlok ve lakost tipi pamuklu örgü kumaşlardaki enine ve boyuna çekme, çarpıklık, spirallik ve nem içerme özellikleri üzerine etkisini incelemek amacıyla deneysel bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar, tamburlu kurutma işlemlerini, çalkalama ve sıcaklık faktörlerinden kumaşları izole ederek ve etmeyerek tekrarlamışlardır. Deneyler için öncelikle tablo 2.22’ de özellikleri belirtilen örme kumaş numuneleri hazırlanmıştır.

Tablo 2.22 Örülen kumaşların bazı özellikleri

Özellikler	Süprem	İnterlok	Lakost
Makine inceliği	E28	E28	E20
İlmeğin uzunluğu	2.60mm	2.66mm	3.26mm (ortalama)
İplik lineer yoğunluğu	17.5 tex	9.8 tex	31.7 tex
Sıklık faktörü	1.61	1.18	1.73
Kumaş alan yoğunluğu	126.7 g/m ²	153.3 g/m ²	219.1 g/m ²

Kumaşlar spirallik tespiti için açık yastık kılıfı şeklinde dikilerek, standartlara uygun olarak yıkanmış ve düzenli olarak kurutulmuştur. Denemelerde yıkamalar sabit tutulmuş kurutma işlemleri ise tablo 2.23’ de belirtildiği gibi üç kurutma rejiminde incelenmiştir. Tabloda, P-süprem kumaşı, I-İnterlok kumaşı, L-Lakost kumaşı sembolize etmektedir. Parantez içinde ise yükleme numaraları belirtilmiştir.

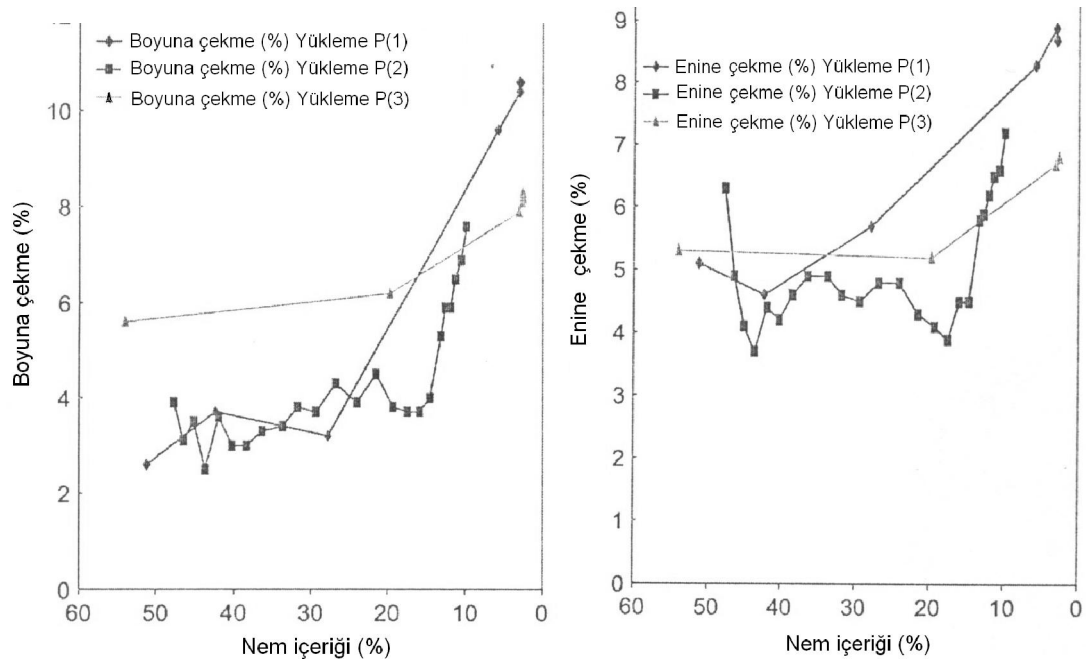
Tablo 2.23 Kurutma rejimlerinin kısaca gösterimi

Ölçüm sıklığı	Tamburlu Kurutma 65-75°C’ de	Tamburlu Kurutma 25°C’ de	Sererek Kurutma 65-75 °C’ de
Her 10 dk’ da bir ara verilerek	Yükleme P(1), I(1), L(1)	Yükleme P(2), I(2), L(2)	Yükleme P(3), I(3), L(3)
Her 5 dk’ da bir ara verilerek	Yükleme P(4), I(4), L(4)	—	—

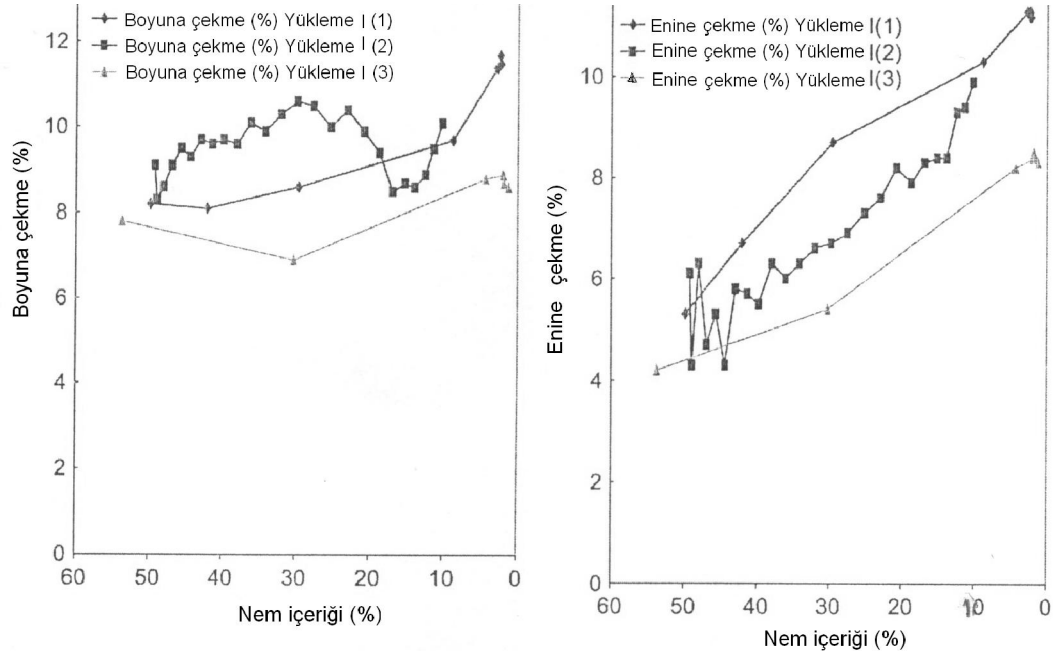
Kurutma işlemleri numuneler sabit kütleye gelene kadar sürdürülmüş, kurutmalar sırasında 5 ve 10 dk aralıklarla ölçümler tekrarlanmıştır.

Nem içeriğinin boyutsal değişimler üzerindeki etkisinin netleşmesi için, 65-75°C’deki tamburlu kurutma işlemi, yükleme P(1), I(1), L(1) ‘den sonra yükleme P(4), I(4), L(4) için her 5dk’ da bir ara verilerek ölçümlerin yapılması şeklinde tekrarlanmıştır. Sonuçlar benzer bulunmuş tekrar arttırıldığında toplu sonuçlar dağınık bulunmuştur.

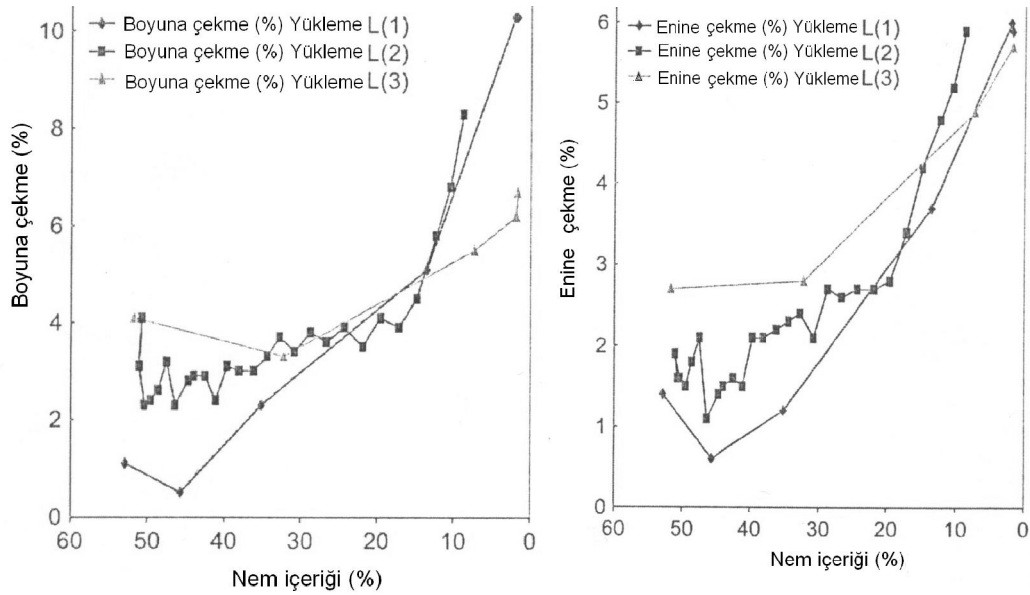
Her 10dk’ da bir ara verilerek, her üç kurutma rejimi için de süprem, interlok ve lakost kumaş örneklerinden alınan verilere göre çekme ve nem içeriği arasındaki ilişkiyi gösteren grafikler Şekil 2.29-2.31 olarak belirtilmiştir.



Şekil 2.29 Boyuna ve enine çekmenin nem içeriğine göre değişimi (Süprem)



Şekil 2.30 Boyuna ve enine çekmenin nem içeriğine göre değişimi (İnterlok)

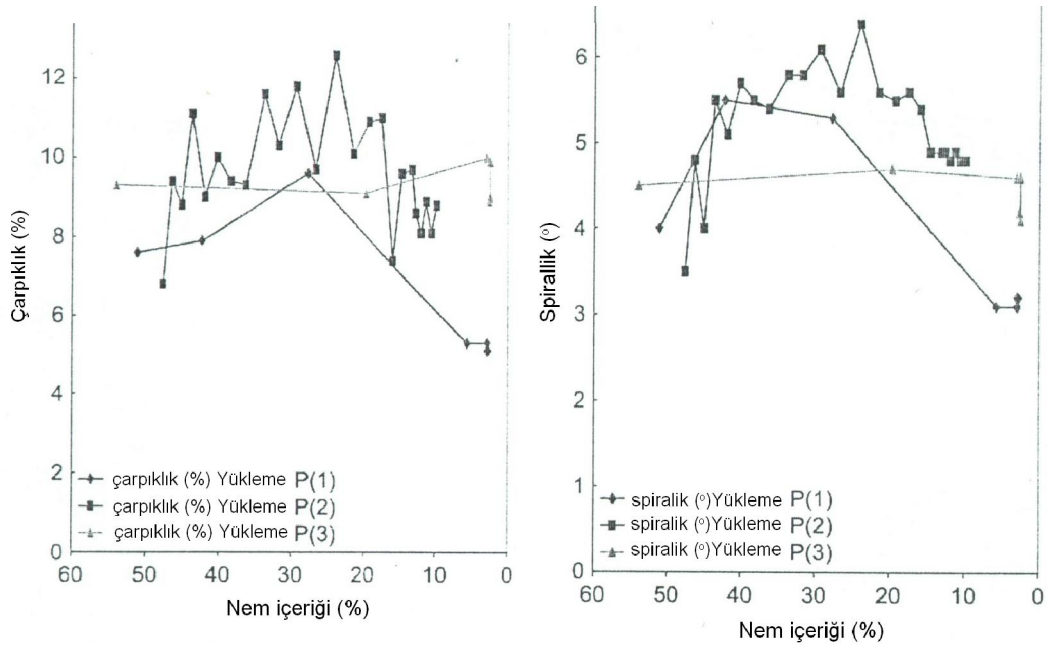


Şekil 2.31 Boyuna ve enine çekmenin nem içeriğine göre değişimi (Lakost)

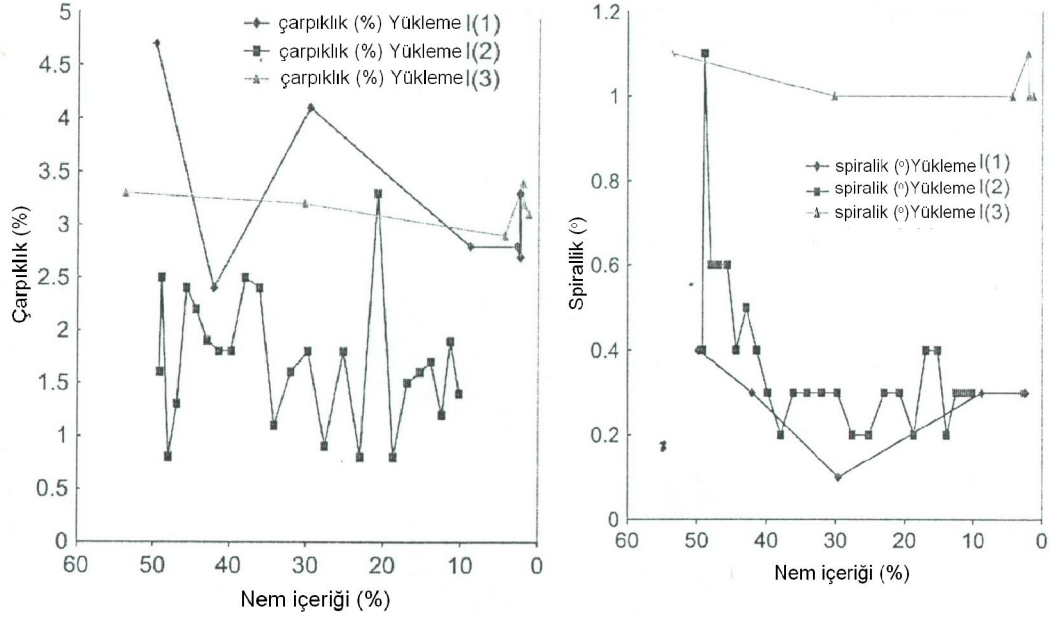
Grafiklerde de görülmektedir ki, farklı kumaş yapıları, enine ve boyuna yönde çekme üzerinde farklı etkilere sebep olmaktadır. Tüm kumaşlarda tamburlu kurutma sırasında nem içeriği yaklaşık %30 azalırken, enine ve boyuna çekme miktarları anlamlı derecede artmıştır. İnterlok kumaş enine yönde çekmede, lineer bir yapı

göstererek diğerlerinden farklı bir özellik sergilemiştir. Ayrıca her üç tip kumaşta da çekme değerleri, ticari kabul edilebilir standartların %5'inden fazla bulunmuştur.

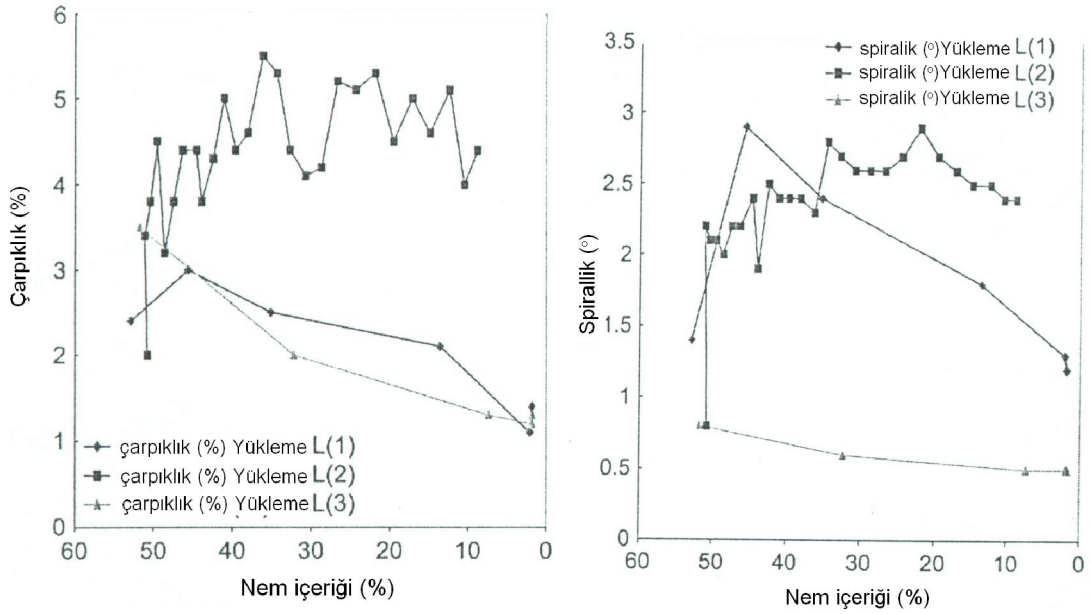
Çarpıklık ve spirallığın nem içeriği ile ilişki grafikleri de Şekil 2.32-2.34' de verilmiştir. Çarpıklık, tamburlu kurutma işleminden diğer kumaş özelliklerine göre daha az etkilenmektedir. Normal koşullar altında tamburlu kurutma sırasında çarpıklık ve spirallik derecelerinin yavaşça azaldığı görülmüştür. Örne kumaş yapıları yıkama sırasında boyutsal stabilite ve çarpıklık bakımından etkilenmektedir. İnterlok ve lakostun dengeli yapıları nedeniyle basit süpreme göre daha az çarpıklık yaşadığı söylenebilir.



Şekil 2.32 Çarpıklığın ve spirallığın nem içeriğine göre değişimi (süprem)



Şekil 2.33 Çarpıklığın ve spiralliğin nem içeriğine göre değişimi (İnterlok)



Şekil 2.34 Çarpıklığın ve spiralliğin nem içeriğine göre değişimi (Lakost)

Çalışmada tamburlu kurutma sırasında, sıcaklık ve çalkalanma faktörlerinden izolasyon yapılmıştır ve 22°C' deki kurutmada 65-75 °C' deki benzer çekme ve çarpıklık dereceleri görülmüştür. Sıcaklık olsa da olmasa da basit süprem ve lakost kumaşlarda nem içeriğinin %20'nin altına düşmesiyle enine ve boyuna yönde çekme hızı artmıştır.

Grafiklerin en dikkat çeken özelliği, sererek 65-75°C’ de kurutmanın diğer rejimlere göre düzlüğü olmuştur. Tamburlu kutucunun yuvarlama etkisi pamuklu örme kumaşların boyutsal stabilite ve deformasyonu üzerinde en büyük etkiyi göstermiştir. Bu etkinin olmadığı durumlarda çarpıklık ve çekme aslında fazla artmamaktadır.

Yıkama sırasında tamburun döndürme etkisiyle meydana gelen torkun yastık kılıfı şeklinde dikilen kumaş numunelerinde dikili kenarlarda kaymalara neden olduğu görülmüştür.

Chiwshe (1999), evlerde kullanılan yumuşatıcıların tipine ve miktarına bağlı olarak, kumaşların boncuklanma, ağırlık ve mukavemet değişimlerine etkisini araştırmak için bazı örme ve dokuma kumaşlar üzerinde deneysel çalışmalar yapmıştır. Araştırmacı bu araştırma sırasında, kumaş yumuşatıcılarının deterjan tipiyle (enzimli ve enzimsiz) kombine etkisini de incelemiş ve tüm sonuçlara göre kullanıcılara uygun kullanım önerileri sunmuştur. Bunun için tablo 2.24’ de bazı özellikleri belirtilen kumaş numuneleri hazırlanmıştır.

Tablo 2.24 Bazı kumaş özellikleri

Lif Özellikleri	Kumaş Yapısı	Sıra/ Çubuk (inçteki)	İplik Numarası (Ne)	İplik bükümü (tpi)	Kumaş kalınlığı	Kumaş ağırlık (g/m ²)
100% Pamuk flanel TF 425	Bezayağı dokuma	52x40	29x13	4 x 6	0.0264	122
100% Pamuk TF 437 W	Süprem örgü	40x45	30	4	0.0185	124
100% Pamuk TF 460	interlock örgü	39x43	36	5	0.0276	187
50/50% pamuk/polyester TF 7421	Süprem örgü	33x30	21	7	0.0392	140
100% Polyester TF 730	İnterlock örgü	40x54	62	33	0.0199	106
100% Polyester TF 761	Bezayağı dokuma	41x35	7x22	30x11	0.0172	128
100%Lyocell düşük (1,5)denye	Fitilli dokuma	73 x108	19x20	6 x14	0.0195	116
100% Lyocell normal (2)denye	Fitilli dokuma	90x106	19x21	8 x12	0.0183	165

TF = Test kumaşlarının stil numarası.

Deneyisel çalışma sırasında amaca uygun olarak kumaş numunelerine iki ayrı tip deterjan ve beş ayrı tip yumuşatıcı uygulaması yapılmıştır. Deterjanlar selüloz enzimi içeren ve içermeyen deterjanlardır. Yumuşatıcılar ise, durulama tekrarlı normal ve aşırı doz (sıvı), kurutma safhasında normal ve aşırı doz (kuru) ve de kontrol (yumuşatıcısız) dır.

Deneyler sırasında, öncelikle numuneler standartlara uygun olarak enzimsiz deterjanla yıkanmıştır. Daha sonra yıkamalar selüloz enzimi eklenerek tekrar edilmiştir. Yumuşatıcı davranışlarının ölçüleceği durumlar için durulama tekrarlarında normal veya aşırı doz sıvı yumuşatıcı eklenmiştir. Tüm kumaş tipleri birlikte yıkanmış ve yıkamalar onar kez tekrarlanmıştır. Yıkamalar sonrası numuneler tamburlu kurutucuda kurutulmuştur. Kurutma safhasında yumuşatıcı uygulamasına tabi tutulacak kumaş numunelerine tamburlu kurutma öncesi kurutma yumuşatıcı levhaları yerleştirilmiştir.

Yıkamalar sonrası boncuklanma testleri elastomerik keçe kullanılarak yapılmış ve bazı numunelerin boncuklanma mekanizmaları ve morfolojisi sterimikroskop altında incelenmiştir. Sonuçta görülmüştür ki; durulama tekrarlarında sıvı yumuşatıcı uygulaması, ince lyocell lifli dokuma kumaşlar dışındaki tüm kumaşların boncuk boyutunu ve pamuk flanel ile ince lyocell lifli dokuma kumaşlar dışındaki tüm kumaşların boncuklanma miktarını anlamlı derecede etkilemektedir. Kurutma safhasında kullanılan kurutucu levha yumuşatıcılar ise hiçbir kumaş tipinde boncuklanmayı etkilememektedir. Sıvı yumuşatıcının levha yumuşatıcıdan daha çok yağlama etkisine sahip olduğu için bu durumun oluştuğu varsayılmaktadır. Testlerde sıvı yumuşatıcının bu yağlanma etkisinin kumaştaki sürtünme direncini azalttığı ve lif fibrilasyonunu arttırmasına bağlı olarak da %50/50 pamuk/polyester karışimli süprem örgü kumaşların boncuklanmasının arttığı görülmüştür. Buna rağmen %100 polyester kumaşlarda sürtünme direncinin artmasına bağlı olarak boncuklanmanın azaldığı görülmüştür. Bu farklı davranışların sebebi; kesikli lifli ipliklerin sıvı yumuşatıcının yağlanma etkisi altında, yapısındaki liflerin fibrilleşmesi ve sürtünmeyi azaltıp boncuklanmayı arttırmasıdır. Sentetiklerde ise fibrilleşme görülmediği için yüzey sürtünmesi artarak boncuklanma azalmaktadır ancak;

polyester interlok örgü ve dokuma kumaşların yüzeyinde yağlanma hissi görüldüğü için, her iki tip kumaş için de sıvı yumuşatıcı yerine kurutucu levha yumuşatıcı önerilmektedir.

Aşırı doz yumuşatıcı kullanımının boncuklanma üzerinde önemli bir etkisi görülmemekle birlikte, sıvı yumuşatıcının aşırı dozunda normal doza göre yağlanma hissi ve sararma meydana gelmektedir.

Selüloz enzimli deterjanlar, pamuklu interlok örgü ve normal incelikte lyocell lifli dokuma dışındaki kumaşların boncuklanma miktarını anlamlı derecede azaltmaktadır. Bu göstermiştir ki selüloz enzimleri deterjan üreticilerinin iddia ettiği gibi, tüm kumaşlarda olmasa da çoğunluğunda boncuklanma ve hav oluşumu üzerinde azaltıcı etkiye sahiptir. Ancak selüloz enzimli deterjan durulama tekrarında uygulanan sıvı yumuşatıcıyla birlikte kullanıldığında, tüm pamuklu kumaşların boncuk boyutunun azaltılmasında etkili olmamıştır. Sıvı yumuşatıcının, enzimin boncuklanmayı azaltma etkisini olumsuz yönde etkilemesinden dolayı da, kullanımı önerilmemektedir.

Lyocell lifli dokuma kumaşlarda, filament inceliğinin değiştirilmesi boncuklanma üzerinde anlamlı bir etki yapmamıştır. Her iki tip lyocell dokuma kumaşın da dokuma sıklıkları onları boncuklanmaya karşı dirençli kılmaktadır.

Yıkamış ve yıkanmamış kumaş numunelerinden 2,5"x2,5" ölçülerinde kesilen test parçalarının ağırlıkları Metler Balance ölçüm cihazı kullanılarak ölçülmüştür. On yıkama sonrasında pamuklu flanel kumaş numuneleri dışında tüm kumaş tiplerinde anlamlı derecede ağırlık artışı görülmüştür. Sıvı yumuşatıcılar kurutucu levha yumuşatıcılardan daha kolay emilip kumaş yapısında biriktiği için özellikle aşırı doz uygulamalarında anlamlı derecede ağırlık artışına sebep olmaktadır.

Selüloz enzimi içerikli deterjanlar, Lyocell kumaşlar dışındaki tüm kumaşların ağırlıklarını önemli ölçüde azaltmaktadır. Enzimler, selülozik kumaşların yüzey

havlarını uzaklaştırdıkları ve polyester kumaşlarda da yumuşatıcı birikimini azalttıkları için ağırlık azalmasına sebep olmaktadır.

Kopma mukavemeti ve uzama için yapılan testler sonucunda görülmüştür ki; durulama sırasında kullanılan sıvı yumuşatıcı, pamuklu flanel ve %100 polyester dokuma kumaşta anlamlı derecede mukavemet kaybına sebep olurken kurutucu levha yumuşatıcı bu etkiyi yaratmaz. Sıvı yumuşatıcı liflerin ve ipliklerin üzerini ince bir tabak halinde kaplayarak, liflerin yağlanarak kaymasına sebep olmakta ve bu durum da mukavemetin azalmasına sebep olmaktadır. Ayrıca aşırı yumuşaklık nedeniyle aşınma direnci azalmakta, tekrarlanan yıkama ve kurutma işlemleri sonrası aşınma yumuşak kumaşın zayıflamasına neden olmaktadır. Pamuk ve polyesterin aksine lyocell kumaşlarda levha yumuşatıcılar sıvı yumuşatıcılardan daha fazla mukavemet kaybına sebep olmaktadır. Yumuşatıcı dozajı ise test edilen kumaşların hiçbirinin kopma direncini anlamlı derecede azaltmamıştır.

Deterjan tipi, polyester dokuma kumaşların mukavemetini anlamlı derecede değiştirirken pamuklu flanel kumaşta bu etki görülmemiştir. Enzimli deterjanlar polyester dokuma kumaşların mukavemet azalışını orta derecede azaltmıştır. Teoride enzimlerin selülozun hidrolizliğinden dolayı selülozik kumaşları zayıflatığı düşünülür ancak; uygulamada enzimler polyester kumaşların mukavemet düşüşünü azaltmış ve pamuklu kumaşların da mukavemetini arttırmıştır.

Aşağıda bu çalışmaların sonucunda araştırmacının verdiği bazı kullanım önerileri yer almaktadır.

Tablo 2.25 Yumuşatıcı davranışlarının mukavemet değişimi üzerindeki etkilerine bağlı olarak kullanım önerileri

Kumaş Tipi	Kullanım Önerisi	
	Durulamada sıvı yumuşatıcı	Kurutucu levha yumuşatıcı
Pamuklu flanel	Hayır	Ok*
Polyester dokuma	Hayır	Ok

*Ok = Yumuşatıcının kullanımı mukavemet kaybını ne azaltır ne de yükseltir.

Tablo 2.26 Evlerde kullanılan kumaş yumuşatıcılarının boncuklanma üzerindeki etkilerine bağlı olarak kullanım önerileri

Kumaş Tipi	Kullanım Önerisi	
	Durulamada sıvı yumuşatıcı	Kurutucu levha yumuşatıcı
Pamuklu flannel	Hayır	Ok*
Pamuklu süprem örgü	Hayır	Ok
Pamuklu interlok örgü	Hayır	Ok
50/50% pamuk/polyester süprem	Hayır	Ok
Polyester interlok örgü	Hayır **	Ok
Polyester dokuma	Hayır	Ok

* Ok = Boncuklanmayı ne azaltır ne de yükseltir.

** Yumuşatıcı birikmesi nedeniyle yağlanma hissi ve sararmaya sahip polyester interlok örgü ve dokuma kumaş.

Tablo 2.27 Deterjan tipinin boncuklanma üzerindeki etkisine bağlı olarak kullanım önerileri

Kumaş Tipi	Kullanım Önerisi
	Deterjan Tipi Enzimli
Pamuklu flannel	Evet*
Pamuklu süprem örgü	Evet
Pamuklu interlok örgü	Ok*
50/50% pamuk/polyester süprem	Evet
Polyester interlok örgü	Ok
Polyester dokuma	Ok

Tablo 2.28 Deterjan davranışlarının mukavemet değişimi üzerindeki etkilerine bağlı olarak kullanım önerileri

Kumaş Tipi	Kullanım Önerisi	
	Durulamada sıvı yumuşatıcı	Kurutucu levha yumuşatıcı
Pamuklu flannel	Hayır	Ok*
Polyester dokuma	Hayır	Ok

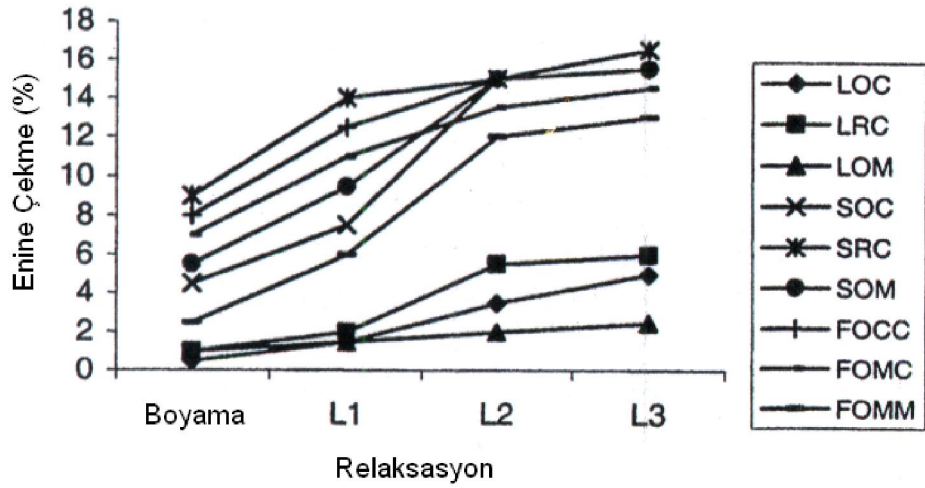
*Ok = Yumuşatıcının kullanımı mukavemet kaybını ne azaltır ne de yükseltir.

Onal ve Candan (2003), lif ve kumaş özellikleri ile yıkama işleminin, çekme üzerindeki etkisini araştırmak üzere deneysel bir çalışma yapmışlardır. Çalışmaları sırasında, relaksasyon işlemlerinin ve boyamanın, kumaş yapısı ve iplik özelliklerinden ne derece etkilendiğini incelemişlerdir. Çalışma için 30"çapında 28-cut Monarch yuvarlak örme makinesinde çift pike, süprem ve fleecy (futter) olmak üzere üç tip örgü kumaş hazırlanmıştır. Her tip kumaş üç farklı kumaş sıklığında üretilmiştir ve numuneler şu şekilde sınıflandırılmıştır: Sırasıyla S, L, F : süprem, çift pike, fleecy kumaş tipleri için, R, O: ring-spun, open-end-spun iplik tipleri için ve C, M: %100 pamuklu, %50/50 Polyester/Pamuk karışumlu lif içeriği için kullanılan simgelerdir.

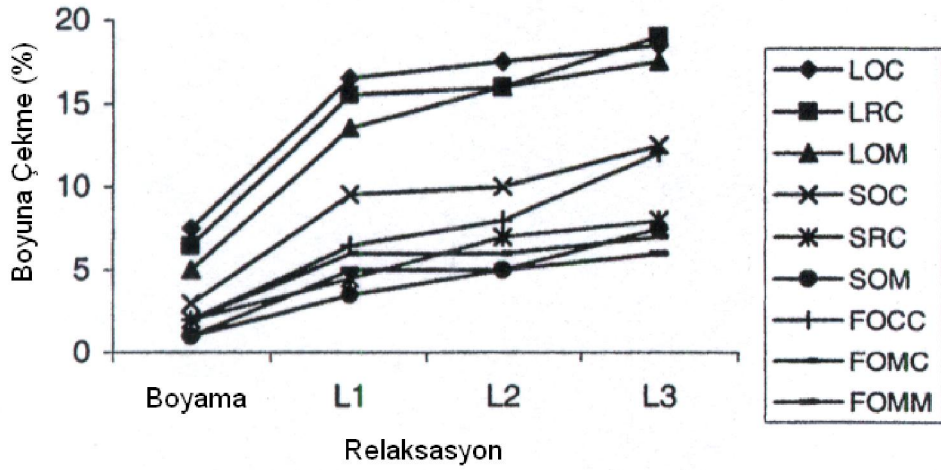
Deneyler sırasında tüm kumaş numuneleri kuru relaksasyon sonrası üç tekrarlı olarak 60 C°de %1 Lissapol_N ile yıkanmış, 70 C°de 60dk tamburlu kurutucuda kurutulmuştur. Her işlem sonrası enine ve boyuna çekme değerleri beşer tekrarlı olarak saptanmıştır. Diğer taraftan yalnızca %100 pamuklu kumaşlar kostik ortam banyosunda boyanmış, ardından silindirlerden geçirilerek kurutulmuşlardır.

Kumaş boya banyosuna bastırıldığında, iplik suyu ve boyar maddeyi tutar. Boyama işleminin ardından basınçlı kurutma işlemine tabi tutulan kumaşlarda görülmüştür ki; sıra/cm çok az miktarda değişirken çubuk/cm oldukça fazla değişmektedir. Silindirli kurutma nedeniyle boyuna uzamanın azaldığı söylenebilir.

Şekil 2.35 ve 2.36' da relaksasyon adımlarına bağlı olarak enine ve boyuna çekme oranları görülmektedir. Grafiklerde pozitif (+) yöndeki boyutsal değişim, çekmeyi ifade etmektedir. Örgü tipi ve kumaş sıklığı kumaşın çekmesi üzerinde oldukça fazla etkilidir. Pike kumaşlarda boyuna çekme enine çekmeden daha fazlayken, süprem ve fleecy örgü kumaşlarda tam tersi yönde bir eğilim vardır. Çift pike örgüde, çift katlı ilmeklerin varoluşu bu ters ilişkinin olmasına neden olmuştur diye düşünülmüştür. İlmek katlarının daha kısa ilmek boyları, örgüde enine stabilite sağladığından, enine çekme miktarının pike örgülerde azaldığı düşünülebilir.



Şekil 2.35 Örgü kumaşların sabit sıklık faktöründe, relaksasyon basamakları boyunca enine yönde çekme davranışı grafiği



Şekil 2.36 Örgü kumaşların sabit sıklık faktöründe, relaksasyon basamakları boyunca boyuna yönde çekme davranışı grafiği

Aynı numara iplikle üretilmiş süprem ve fleecy tipi kumaşların da çekme miktarlarının farklı olduğu görülmüştür. Fleecynin dolgulu yapısı nedeniyle daha az çektiği düşünülmüştür. Ayrıca, tüm kumaş tipleri için relaksasyon adımları boyunca, kumaş sıklığının artışı ile enine çekmenin arttığı görülmüştür. Dolayısıyla; sık örgülü kumaşların yıkamada daha çok enine yönde çektiği tespit edilmiştir. Bu etki boyuna çekmede ters yöndedir.

İplik tipi ve lif karışım oranı, çekme üzerinde oldukça fazla etkilidir. Araştırmada görülmüştür ki; karışım iplikli kumaşlar %100 pamuklu numunelerden daha az çekmektedir. Pamuk oranı arttıkça iplik hacimliliği biraz daha fazla olmaktadır. Polyester lifler materyal özellikleri ve oluşum işlemleri nedeniyle çekmeye daha az meyillidir. Dolgu iplik tipinin etkisi, %5 anlamlılıkta diğer değişkenlere nazaran istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Her iki yöndeki ölçümlerde, iplik tipinin katkısı lif karışım oranı kadar net bir şekilde tespit edilememiştir.

İstatistiksel analizler sonrası enine ve boyuna çekme üzerindeki en güçlü etkilerin sıklık, örgü tipi ve yıkama işlemi olduğuna karar verilmiştir.

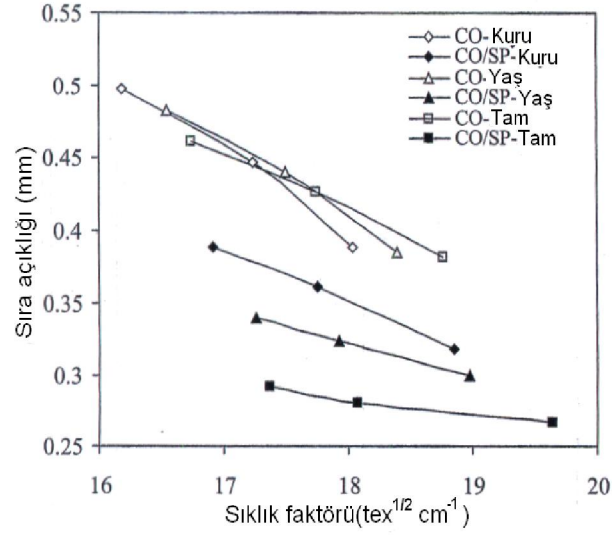
Herath ve Kang (2008), yüksek , orta, düşük sıklık özelliklerine sahip, core spun pamuk/spandex (CO/SP) süprem örgü kumaşların, kuru, yaş ve tam relaksasyon koşulları altındaki boyutsal değişimlerini incelemek amacıyla deneysel bir çalışma yaparak, elde edilen sonuçları benzer kumaş yapısına sahip %100 pamuklu (CO) süprem örgü kumaşlar ile karşılaştırmışlardır. Bu amaçla tablo 2.29’ da iplik özellikleri verilen kumaşlar, tablo 2.30’ daki örgü detaylarına sahip yuvarlak örme makinesinde üç farklı sıklık faktörü ile hazırlanmıştır. CO/SP iplik için, merserize edilmemiş 30 Ne ring pamuk ipliği ve 40 decitex spandex filament kullanılmış olup, CO/SP ve CO süprem örgü kumaşlar, 0,25cm, 0,27cm ve 0,29cm’ lik makine sıklık ayarları ile örülmüştür. Bu sıklık faktörlerine bağlı olarak kumaşlar, yüksek (H-TF), orta (M-TF) ve düşük (L-TF) sıklık faktörlü olarak sınıflandırılmışır.

Tablo 2.29 Deneyde kullanılan kumaşların üretildiği ipliklerin teknik verileri

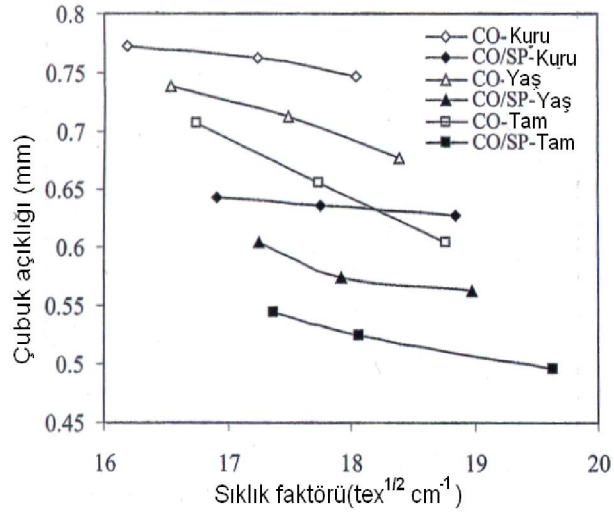
Materyal	Nominal numara (Ne)	Ölçülen numara (tex)	Mukavemet (gf)	Kopma uzaması (%)	Büküm (tpi)
CO/SP (%93 pamuk ve %7 spandex)	30	20,40	305,0	8,94	24,41
%100 CO	30	20,14	359,8	5,04	19,70

Tablo 2.30 Deneyde kullanılan kumaşların örgü detayları

Materyal	Makine çapı (inç)	Gauge (plaka)	Makine hızı (RPM)	Pozitif besleme sayısı	İğne sayısı
CO/SP ve CO	30	28	22	72	2640



Şekil 2.37 CO/SP ve CO süprem örgü kumaşların sıra açıklığı ile sıklık faktörü ilişkisi grafiği

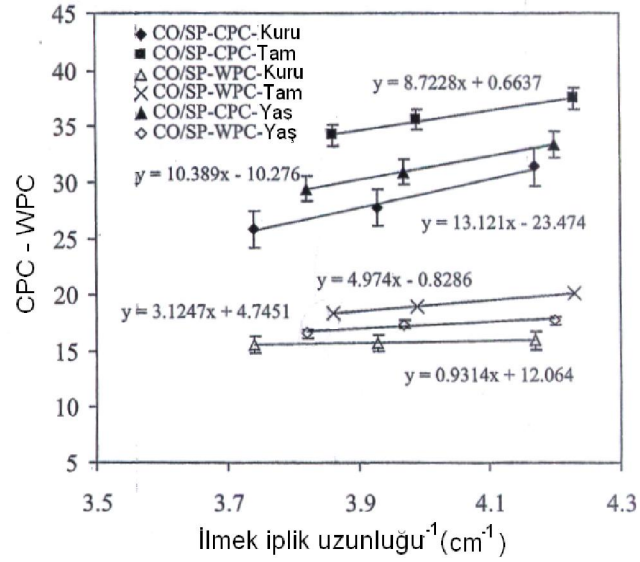


Şekil 2.38 CO/SP ve CO süprem örgü kumaşların çubuk açıklığı ile sıklık faktörü ilişkisi grafiği

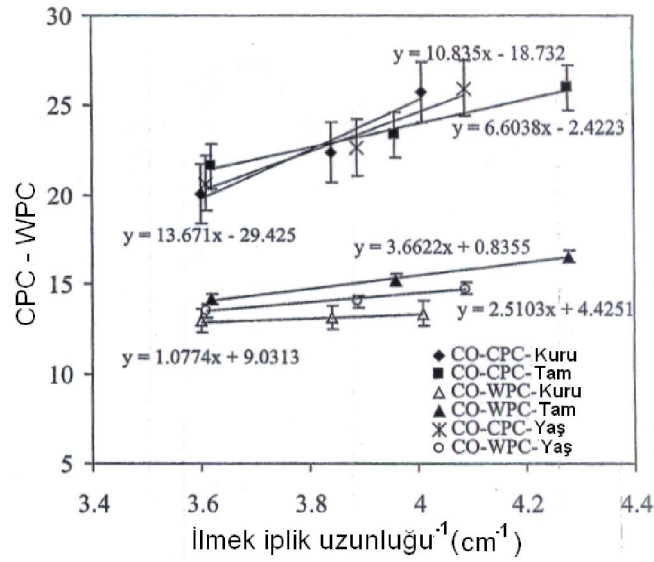
Örülen kumaş numunelerine birbiri ardına kuru, yaş ve tam relaksasyon (yıkama ve tamburlu kurutucuda kurutma) işlemleri uygulanmıştır. Her relaksasyon işlemi sonrasında ölçülen sıra açıklığı (c) ve çubuk açıklığı (w) değerlerinin kumaş sıklığı

ile ilişkisini gösteren grafikler, şekil 2.37 ve 2.38’ de yer almaktadır. Buna göre; CO/SP ve CO süprem örgü kumaşların sıra ve çubuk açıklığı değerlerinin kuru, yaş ve tam relaksasyon durumlarında dereceli olarak azaldığı görülmektedir. Ayrıca bu değerler, kumaş sıklık faktörü arttıkça da azalmaktadır. Araştırmacılar, tüm bu değişimlerin sebebinin yaş işlemin, ilmeklerde birbirine karışan noktalara yağlama etkisi yapması ve bunu takiben ipliğin iç kuvvetlerini rahatlatmaya yönelik mekanik enerji sağlayan tamburlama işleminin gerçekleştirilmesinin olabileceğini vurgulamışlardır. Ayrıca, CO/SP süprem kumaşların CO’ a göre, tüm sıklık faktörlerinde ve tüm relaksasyon işlemleri sonrasında, daha düşük sıra ve çubuk açıklığı değerlerine sahip olduğu görülmektedir. CO/SP iplikler içindeki spandexin sahip olduğu elastik geri kazanıma bağlı olarak, iplik relaksasyonu ile ilmek yoğunluğu ve sıklık faktörü artmaktadır. Bu durum ilmeklerin sıkışmasına ve sıra çubuk yüksekliğinin artmasına sebep olmaktadır. Böylece, sıra ve çubuk açıklığı değerleri azalarak, her relaksasyon işlemi sonrasında daha yüksek çekme meydana gelmektedir. Ayrıca, süprem örgü kumaşların yapısal davranışlarını önemli derecede etkileyen, iplik liflerinin şişmesi de ilmeklerin sıkışmasına neden olan faktörlerdendir.

Şekil 2.39 ve 2.40’ daki grafiklerde, CO/SP ve CO süprem kumaşların wpc ve cpc değerlerinin ilmek iplik uzunluğu ilişkisinin regresyon denklemleri yer almaktadır. Şekillere göre cpc ve wpc ile ilmek iplik uzunlukları arasında doğrusal bir korelasyon olduğu, tablo 2.31’ deki korelasyon katsayılarına göre de bu ilişkinin yüksek önemlilikte olduğu görülmektedir. Grafiklerde CO/SP süprem kumaşlarda CO’ a göre daha az doğru kesişmesi görülmektedir yani; CO/SP süprem kumaşlar CO’ a göre relaksasyon sonrası daha çabuk relakse olmakta ve daha hızlı stabil duruma geçmektedir. Ayrıca; relaksasyon basamakları boyuca sıklaşmaya bağlı olarak kurudan tam relaksasyona doğru cpc ve wpc değerlerinde artma görülmüştür.



Şekil 2.39 CO/SP süprem örgü kumaşların wpc ve cpc ile ilmek iplik uzunluğu grafiği.



Şekil 2.40 CO süprem örgü kumaşların wpc ve cpc ile ilmek iplik uzunluğu grafiği.

Tablo 2.32' de her relaksasyon işlem basamağı sonrası cpc ve wpc değerlerindeki artım miktarı yüzdesel olarak verilmiştir. Buna göre, CO/SP süprem örgü kumaşlarda daha yüksek % cpc artışı görülmüştür. Ayrıca, her iki materyal için de yaş relaksasyon ve tamburlu kurutma işlemleri daha fazla cpc artışına sebep olmaktadır. CO ve CO/SP süprem örgü kumaşlarda, L-TF yapılarında, M-TF ve H-TF' e göre daha yüksek cpc artışı görülmektedir.

Tablo 2.31 Cpc ve wpc ile ilmek iplik uzunluğu ilişkilerinin korelasyon katsayıları ve istatistiksel analiz tablosu.

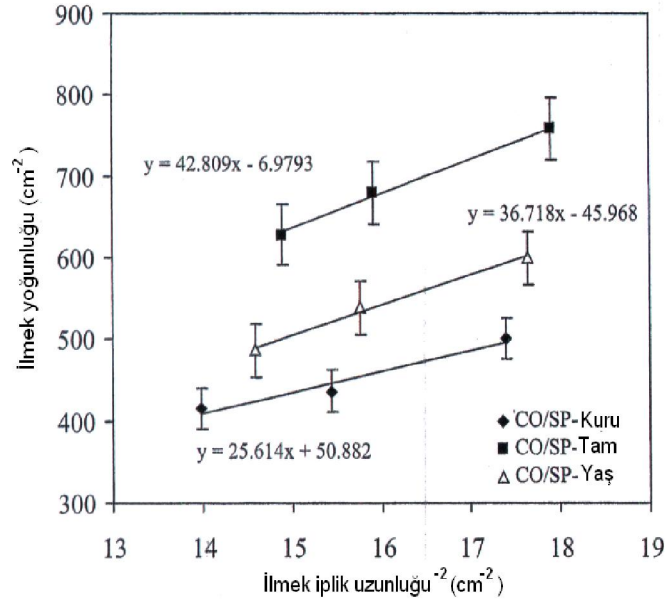
Parametre	İstatistiksel Değer	CO/SP süprem örgü			CO süprem örgü		
		Relaksasyon durumu					
		Kuru	Yaş	Tam	Kuru	Yaş	Tam
CPC	Korelasyon katsayısı (r)	0.994	0.992	0.996	0.979	0.973	0.987
	İstatistiksel anlam (p)	0.070	0.010	0.059	0.130	0.149	0.104
WPC	Korelasyon katsayısı (r)	0.9938	0.998	0.9995	0.982	0.977	0.998
	İstatistiksel anlam (p)	0.0120	0.223	0.0190	0.120	0.135	0.045

Tablo 2.32 Relaksasyon işlemleri boyunca cpc ve wpc' nin artış yüzdeleri.

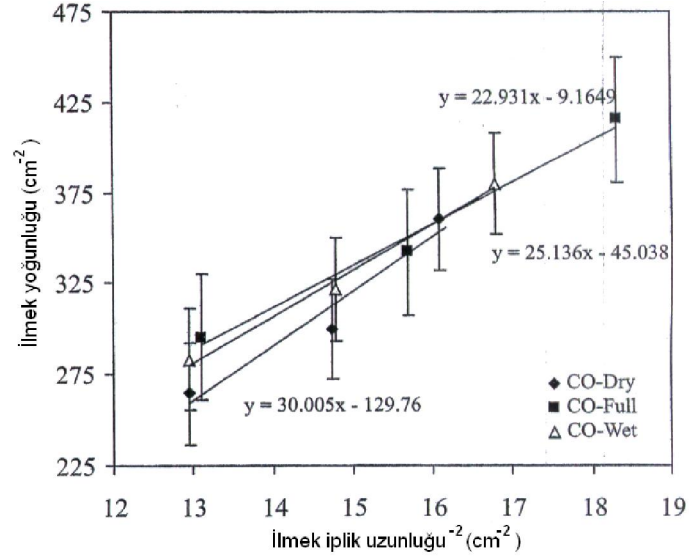
Materyal	Sıklık	Kurudan Yaş Relaksasyona			Yaştan Tam Relaksasyona		
		L-TF	M-TF	H-TF	L-TF	M-TF	H-TF
CO/SP	CPC	14.06	13.84	6.44	15.94	15.23	12.11
	WPC	6.17	10.69	11.83	10.65	11.43	13.39
CO	CPC	3.04	1.34	0.969	4.69	3.22	2.53
	WPC	7.01	7.97	8.83	7.43	8.55	11.15

Şekil 2.41 ve 2.42' de CO/SP ve CO süprem örgü kumaşların, üç relaksasyon işlemi için ilmek yoğunluğu ve ilmek iplik uzunluğu ilişki grafikleri yer almaktadır. Tablo 2.33' de, grafiklerdeki regresyon eşitliklerine göre belirlenen, ilmek yoğunluğu ile ilmek iplik uzunluğu ilişkilerinin korelasyon katsayıları ve istatistiksel açıdan önem dereceleri yer almaktadır. Şekillere göre ilmek yoğunluğu ile ilmek iplik uzunlukları arasında doğrusal bir korelasyon olduğu, tablodaki korelasyon katsayılarına göre de bu ilişkinin yüksek önemlilikte olduğu görülmektedir. Ayrıca, yaş relaksasyon ve tamburlu kurutma işlemleri ile hem korelasyonun hem de ilmek yoğunluğu değerlerinin arttığı görülmektedir. Bu durum, iplik ve örgü yapısından

bağımsız olarak kumaş yapısının, yaş relaksasyon ve tamburlu kurutma işlemleri ile daha iyi relakse olduğunu kanıtlamaktadır.



Şekil 2.41 CO/SP süprem örgü kumaşların ilmek yoğunluğu ile ilmek iplik uzunluğu grafiği.



Şekil 2.42 CO süprem örgü kumaşların ilmek yoğunluğu ile ilmek iplik uzunluğu grafiği.

Kuru ve tam relaksasyon işlemleri arasında CO ve CO/SP yapılarında şu şekilde yüzdesel ilmek yoğunluğu değişimleri gözlemlenmiştir:

- CO/SP için; L-TF: % 48,92, M-TF: % 51,20, H-TF: % 58,78

- CO için; L-TF: % 18,93, M-TF: % 21,74, H-TF: % 24,44.

Buna göre; spandexin elastik geri kazanımına bağlı olarak CO/SP' de daha fazla artış gözlemlendiği söylenebilir.

Tablo 2.33 İlmek yoğunluğu ile ilmek iplik uzunluğu ilişkisinin korelasyon katsayıları ve istatistiksel analiz tablosu

Parametre	İstatistiksel Değer	CO/SP süprem örgü			CO süprem örgü		
		Kuru Relaks.	Yaş Relaks.	Tam Relaks.	Kuru Relaks.	Yaş Relaks.	Tam Relaks.
İlmek yoğunluğu	Korelasyon katsayısı (r)	0.9786	0.9964	0.9982	0.9727	0.9956	0.9928
	İstatistiksel anlam (p)	0.1320	0.0530	0.0380	0.1490	0.0590	0.0760

Core spun iplikler merkezde, etrafı bükülmüş pamuk iplikleriyle çevrelenmiş düz spandex filamentler içerirler. Bu yapıya bağlı olarak CO/SP örgü kumaşlarda, relaksasyon işlemleri sırasında, üzerine relaksasyon kuvvetleri etki eden spandex filamentlerin, dış zırh görevi gören pamuk iplikleri tarafından hızlıca orjinal durumuna dönmesi için zorlandığı düşünülmektedir. Sonuçta, boyutsal sabitleri verilen CO/SP yapıları, tam relakse sonunda yüksek ilmek şekil değişimi ile hızlıca stabil duruma gelmektedir. CO/SP ipliklerin elastik geri kazanım özellikleri nedeniyle, bu yapıların makine çıkışında ilmek boyutlarındaki azalma yani; ilmek yoğunluğundaki artış miktarı, CO yapılara göre daha yüksektir.

Sonuç olarak; bu çalışmadaki deneysel sonuçlara dayanarak, süprem örgü yapılarda relaksasyon işlemleri boyunca kumaş sıklığının arttığı ve bu durumun kumaşların boyutsal davranışları üzerinde istatistiksel açıdan önemli bir etkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca, elastomerik componentli örgü iplikleri ile %100 CO ipliklere göre kumaş sıklığının daha fazla arttığı ve bu durumun boyutsal stabilite için daha avantajlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Çeken, Kayacan ve Erdoğan (2008), farklı rejenere selulozik liflerden üretilen örme kumaşlarda, sıklık ve yıkamanın boncuklanma davranışına etkisini incelenmişler ve elde edilen sonuçları aynı işlemlere tabi tutulan pamuklu kumaşlarla karşılaştırmışlardır. Bunun için 30 inç çapında, 22 fein incelikte bir single jersey yuvarlak örme makinesinde, üç farklı gramaj ayarında süprem örgü kumaşlar hazırlanmıştır. Kumaşlarda kullanılan modal, tencel (tencel standart), lyocell (lyocell lf) ve pamuk ipliklerin tamamı 30 Ne olup, lif özellikleri tablo 2.34’ de verilmiştir.

Tablo 2.34 Örülen ipliklerin lif özellikleri.

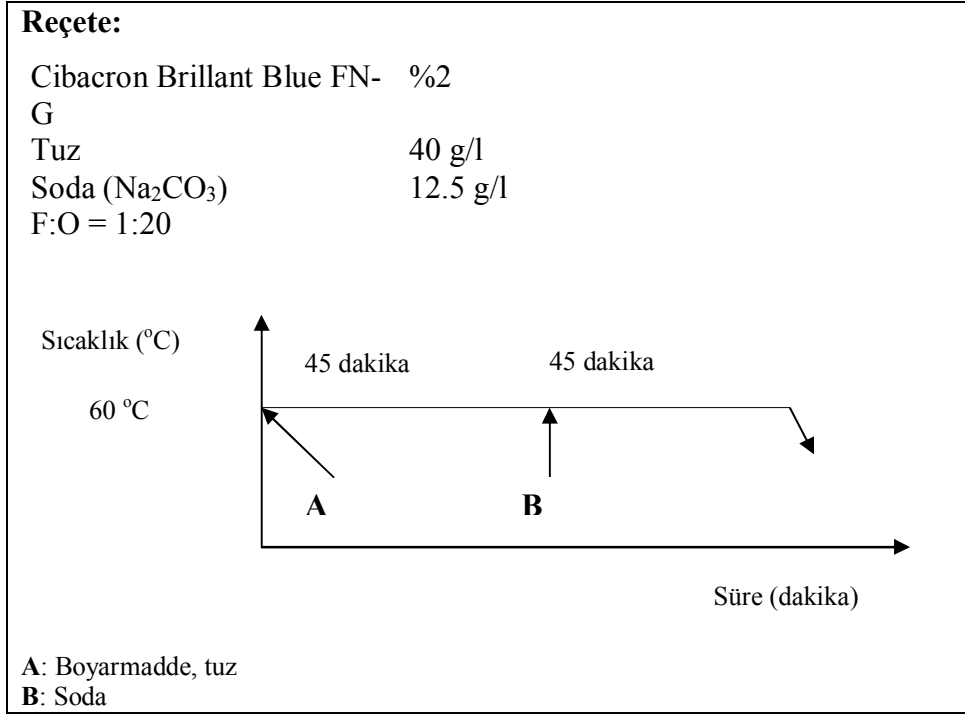
Materyal tipi	Lif özellikleri	
	Uzunluk	İncelik
Pamuk	29,6 mm	4,23 Mic
Modal	38 mm	1,3 dtex
Lyocell (lyocell lf)	38 mm	1,4 dtex
Tencel (tencel standart)	38 mm	1,3 dtex

Tablo 2.35 Kumaşların ilmek iplik uzunluğu değerleri

Kumaş Materyali	İlme İplik Uzunluğu (mm)		
	1.Grup	2.Grup	3.Grup
Pamuk	2,579	2,705	2,906
Tencel	2,569	2,684	2,891
Modal	2,563	2,689	2,894
Lyocell	2,570	2,690	2,901

Numune kumaşların öncelikle tablo 2.35’ de verilen ilmek iplik uzunluğu değerleri bulunmuştur ardından, boyama işlemleri yapılmıştır. Boyama işlemleri sırasında, pamuklu kumaşa ağartma işlemi uygulamış ve daha sonra tüm kumaşlar şekil 2.43’ deki aynı boyama reçetesi ile boyanmışlardır.

Boyama işleminden sonra kumaşlara yıkama ve kurutma işlemleri uygulanmıştır. Ham kumaş numunelerine uygulanan işlem aşamaları şekil 2.44’ deki şemada görülmektedir.



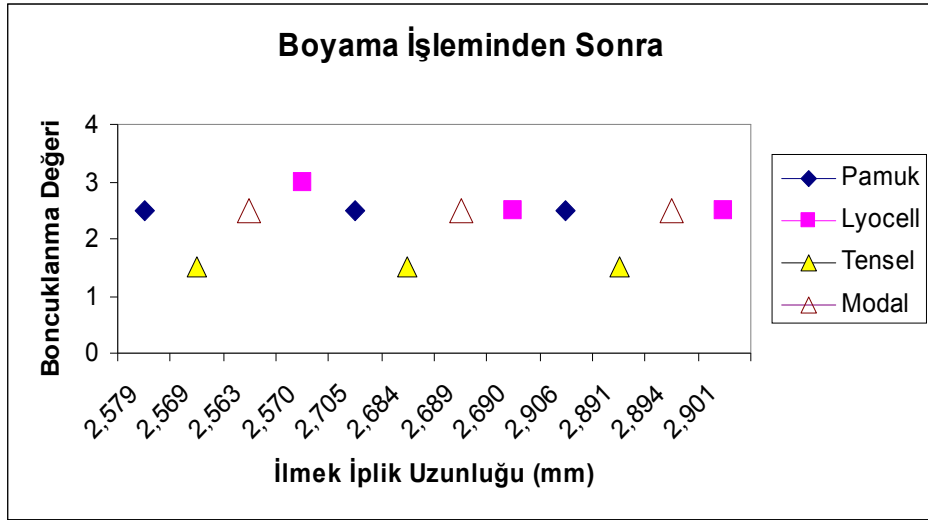
Şekil 2.43 Boyama reçetesi ve grafiği



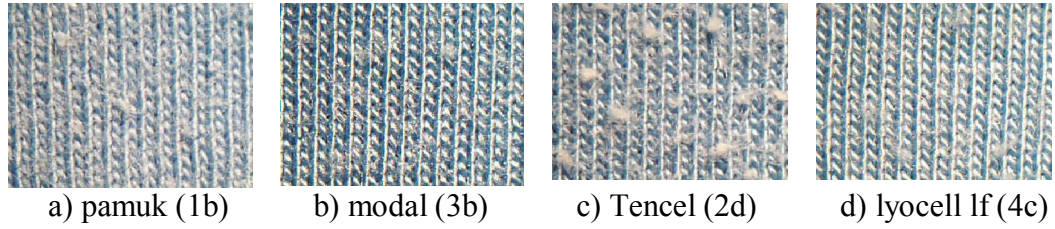
* :Pilling Değerlendirmesinin Gerçekleştirildiği Aşamalar

Şekil 2.44 Kumaşlara uygulanan işlemler

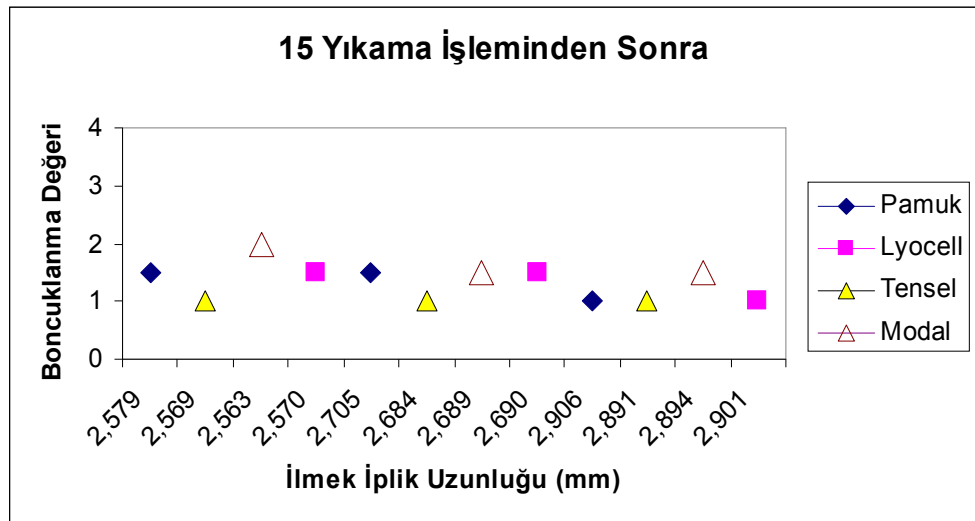
Yıkama işlemleri TS EN ISO 6330 nolu standarda uygun olarak yapılmıştır ve her yıkama sonrasında kumaşlar, tamburlu kurutucuda 60 °C de 30dk kurutulmuşlardır. Boyama işlemi sonrasında itibaren martindale boncuklanma test cihazı ile kumaşların boncuklanma değerleri ölçülmüş ve EMPA boncuklanma değerlendirme skalası (1 en kötü, 5 en iyi) ile de değerlendirmeleri yapılmıştır. Ayrıca her işlem basamağında kumaş yüzeylerinin fotoğrafları stereo mikroskop altında çekilerek boncuklanma miktarları incelenmiştir. Şekil 2.45 ve 2.47' de kumaşların boyama sonrası ve son yıkama sonrasındaki ilmek iplik uzunluğu- boncuklanma grafikleri, şekil 2.46, 2.48' de ise yine bu işlemler sonrasında, ilmek iplik uzunluğu 1. grup olan kumaşların yüzey görünümü fotoğrafları verilmiştir.



Şekil 2.45 Boyama işlemi sonrası ilmek iplik uzunluklarına göre boncuklanma değerleri



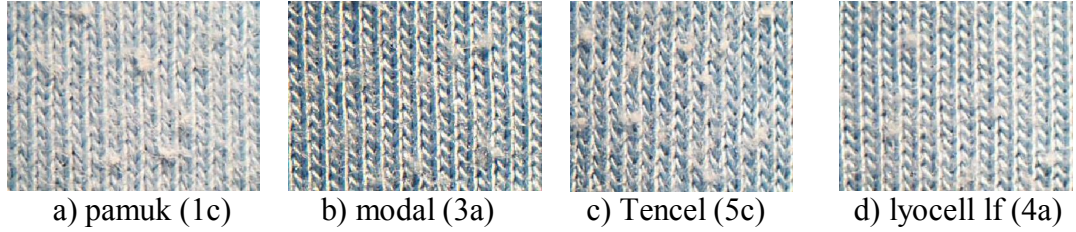
Şekil 2.46 Boyama işlemi sonrası ilmek iplik uzunluğu 1. grup olan kumaşların yüzey görüntüleri



Şekil 2.47 15 yıkama sonrasında ilmek iplik uzunluklarına göre boncuklanma değerleri

Sonuç olarak, modal liflerinden üretilen süprem örgü kumaşların yıkama işlemi sonrasında boncuklanma özelliklerinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Bununla

birlikte fibrilasyon özelliği azaltılmış lyocell (lyocell lf) ve pamuk kumaşlarda modal liflere yakın değerler elde edilmiştir. Tencel kumaşlarda ise boncuklanma oranının fibrilasyon özelliklerinin fazla olmasına bağlı olarak çok daha yüksek olduğu saptanmıştır.



Şekil 2.48 15 yıkama sonrası ilmek iplik uzunluğu 1. grup olan kumaşların yüzey görünüşleri

Yıkama işlemlerinden sonra tüm kumaşlarda, boncuklanmanın arttığı görülmüştür. Lyocellde (lyocell lf) ilk yıkamalarda etkilenme çok az olmasına rağmen, son yıkamalardan sonra boncuklanma artmıştır. Yıkama işlemlerinden en az etkilenen modal kumaşlar olmuştur. Ayrıca, ilmek iplik uzunluğu arttıkça genel olarak boncuklanmanın arttığı gözlemlenmiştir. Bunun nedeni de gevşek kalan örgü yapılarında serbest kalan lif uçlarının, sık örgü yapısına göre daha kolay bir şekilde kumaş yüzeyinde toplanarak boncuk oluşturmalarıdır. En iyi boncuklanma değeri sık ayarda örülen modal kumaşa elde edilmiştir.

Daha önce bazı rejenere selüloz lifleri, pamuk ve karışımli ipliklerle örülmüş süprem kumaşların fiziksel ve boyutsal özellikleriyle ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde, bu araştırma ile doğrudan ilgili bir çalışmanın yapılmadığı görülmüştür. Bu amaçla; üç farklı makine sıklık ayarına sahip, modal, lyocell (standart), lyocell lf (tencel) ve pamuk ipliklerle üretilmiş süprem örgü kumaşların relaksasyon işlemleri sonrasındaki fiziksel ve boyutsal davranışlarının incelendiği bu çalışma yapılmıştır. Çalışmanın amacı; çeşitli rejenere selülozik lifleri ve pamuk lifleri ile üretilmiş süprem örgü kumaşların günlük kullanımları sırasında yaşanabilecek fiziksel değişimlerinin, farklı sıklık ayarlarında birbirleriyle kıyaslanmasıdır.

BÖLÜM ÜÇ

MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Süprem kumaş numuneleri, 30 inç çapında, 22 fein incelikte bir single Jersey yuvarlak örme makinesinde, üç farklı gramaj ayarında örülmüştür. Karsu Tekstil Sanayii ve Ticaret A.Ş.'den temin edilen pamuk, lyocell (tencel Lf), tencel (tencel standart) ve modal ipliklere ait teknik veriler tablo 3.1' de verilmiştir.

Tablo 3.1 Örülen kumaşların lif ve iplik özellikleri

Materyal Tipi	Lif Özellikleri		İplik Özellikleri	
	Uzunluk (mm)	İncelik	Numara (Ne)	Büküm (tur/m)
Pamuk	29,6	4,23 Mic	30,34	889,90
Lyocell (Tencel Lf)	38	1,4 dtex	30,68	813,00
Tencel (Tencel standart)	38	1,3 dtex	30,64	837,70
Modal	38	1,3 dtex	30,43	817,00

3.2 Metot

Bu çalışmada, dört ayrı lif içeriğine sahip ve sık, orta ve gevşek olmak üzere üç farklı sıklık ayarında örülmüş kumaş numunelerine aşağıda açıklanan ölçüm ve testler uygulanmıştır. Tüm ölçümler, 10' ar kez tekrarlanıp ortalamaları alınmıştır. Ardı ardına üç yıkama tekrarına maruz bırakılan kumaş numunelerine, kalınlık, hava geçirgenliği ve kumaş sıklığı ölçümleri yıkama öncesi ve sonrası yapılmıştır. Her relaksasyon işlemi sonrasında da, boyutsal değişim ölçümleri tekrarlanmıştır.

Örülmüş kumaş numuneleri tüm testler öncesi, standart atmosfer koşullarında 48 saat düz bir zemin üzerinde bekletilerek kuru relakse edilmiştir. Daha sonra, her numune için tekrarlamak suretiyle, toplam 120 adet ilmek iplik uzunluğu ölçümü yapılmış ve ortalama değerler kaydedilmiştir. İlmek iplik uzunluğu, bir ilmekteki iplik uzunluğunun iplik eksenindeki ölçümüdür (Kurbak, 1983). Bu ölçüm yapılırken ilk önce her kumaş numunesinden 100 ilmek çubuğu genişliğinde örgü sıraları

sökülmüştür. Elde edilen bu iplik uzunluğu değerleri, ilmek çubuğu sayısına (100) bölünerek ilmek iplik uzunluğu değeri bulunmuştur. Bu ölçüm, 10 sıra için tekrarlanarak ortalaması alınmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda (Kurbak, 1982; Smirfitt, 1965), relaksasyon işlemi ile ilmek iplik uzunluğu değerlerinde meydana gelen değişimin daima %3'den az olduğu ve farklılığın ihmal edilebileceği belirtildiğinden, burada ilmek iplik uzunluğu ölçümleri yalnızca yıkama öncesinde gerçekleştirilmiştir.

Ölçümlerin tamamı, Dokuz Eylül Üniversitesi laboratuvarlarında bulunan test cihazlarında gerçekleştirilmiş olup, her bir test için 120' şer adet kumaş numunesi kullanılmıştır.

3.2.1 Kalınlık Ölçümü

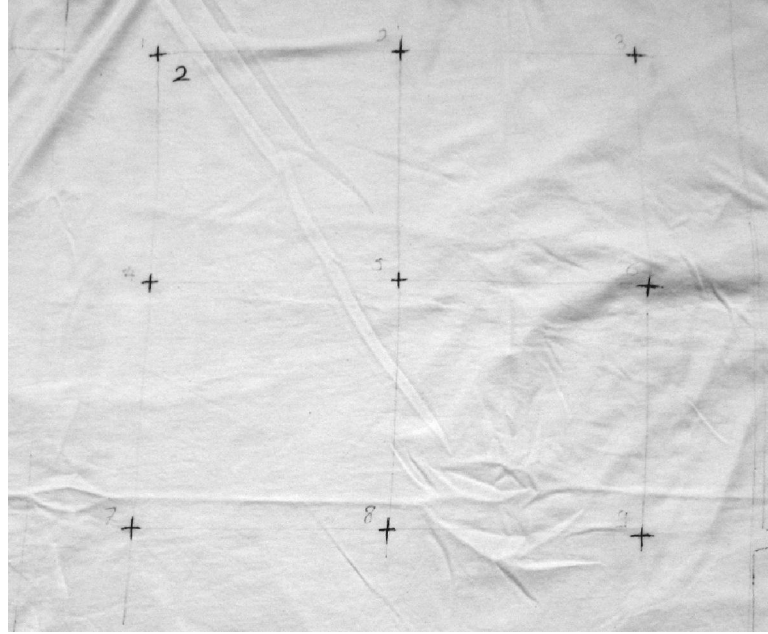
Kumaş kalınlığı ölçümleri, R&B Cloth Thickness Tester (James H. Heal & Calm.) kumaş kalınlık test cihazıyla ölçümler yapılmıştır. Ölçümler için, her kumaş tipinden 7cmx7cm boyutlarında 10ar adet numune olacak şekilde, toplam 120 adet test numunesi hazırlanmıştır. Kalınlık testleri öncesi numuneler, standart atmosfer koşullarında 24 saat relaksasyona uğratılmıştır. Cihazın test ölçüm değeri, kumaş özelliklerine uygun olarak 5g/cm² şeklinde belirlenmiştir. Elde edilen kalınlık değerleri makine üzerinde 0,01mm cinsinden bulunmuş ve mm' ye çevrilerek hesaplamalar yapılmıştır. Yıkama öncesi ve üçüncü yıkama sonrasında tekrarlanmak suretiyle toplam 240 adet kalınlık ölçümü yapılmıştır.

3.2.2 Hava Geçirgenliği Testi

Süprem örgü kumaş numuneleri, normal kumaş statüsünde değerlendirildiği için, hava geçirgenliği ölçümleri, DIN 53887-ISO 9237 'e göre 100Pa. test basıncı altında, Textest Instrument Fx3300 test cihazıyla yapılmıştır. Bu cihazda kumaşın 1 m²'sinden , 1 saniyede geçen hava miktarı lt olarak ölçülmektedir. Ölçümler öncesi yine numuneler relakse edilmiş ve ölçümler yıkamalar öncesi ve üçüncü yıkama sonrası tekrarlanmıştır. Toplam 240 adet hava geçirgenliği ölçümü yapılmıştır.

3.2.3 Yaş Relaksasyon İşlemi

Kuru relakse edilmiş kumaş numunelerinde, boyutsal değişimlerin saptanabilmesi için işaretlemeler yapılmıştır. İşaretleme ve ölçüm metodu olarak TS 4073-ISO 3759 standardı kullanılmıştır. Bu yöntemle göre kumaş numunelerinin her birinde 10 tekrarlı olarak işaretleme yapılmıştır. Tüm işaretleme ve ölçümler öncesinde deney parçaları, sabit kütleye ulaşmaya kadar standart atmosfer koşullarında bırakılmış ve tüm ölçümler bu koşullarda yapılmıştır. Numuneler şekil 3.1’ de görüldüğü gibi, 50x50cm boyutlarında ve kenarları kumaşın enine ve boyuna paralel olacak şekilde parçalara ayrılmıştır. Her parça da uzunluğu ve genişliği boyunca üçer işaret çiftiyle, aralarında 35cm uzaklık olacak şekilde işaretlenmiştir.



Şekil 3.1 İşaretlenmiş test numunesi.

Daha sonra kumaş numuneleri, yaş relaksasyon işlemine tabi tutulmuşlardır. Bunun için daha önce Çeken (1995)’ nin örgü kumaşların boyutsal değişimleriyle ilgili yaptığı çalışma referans alınmıştır. Kumaşlar, 0,5 gr/lt ıslatıcı katılmış ve ilk sıcaklığı 50 C° olan suda hareket ettirilmeden 24 saat süresince bekletildikten sonra, delikli düz metal bir zemin üzerinde suları süzölmüş ve oda sıcaklığında gerdirilmeden sererek kurutulmuşlardır. Kurutulan kumaşların yaş relaksasyon

ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler, yıkama öncesinde 35 cm mesafe ile işaretlenen noktalar baz alınarak yapılmıştır.

3.2.4 Yıkama İşlemleri

Ardı ardına üç tekrarlı yıkama ve kurutma işlemleri için ise, TS 5720 EN ISO 6330 standardı kullanılmıştır. Bu standarda göre, A^a tipi yatay çamaşır makinesi için öngörülen yıkama işlem numaralarından 5A yıkama özellikleri kullanılmıştır. Yükleme ağırlığı 5kg ve ilave edilen deterjan miktarı da %5 gr/lt (uygulamada 13 lt'lik ön yıkama suyu için 65 gr kullanıldı.) olarak belirlenmiştir. Her yıkama sonrasında numuneler oda koşullarında gerdirilmeden sererek kurutulmuşlar ve standart atmosfer koşullarında kondüsyonlanarak boyutsal değişim ölçümleri yapılmıştır. Boyut değişimlerinin hesaplanması sırasında deney numunelerinin boyu ve eni doğrultusundaki ortalama yüzdesel boyut değişimi TS 392-ISO 5077'de belirtildiği gibi aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır.

$$\text{Boydaki Değişme Yüzdesi} = \frac{\text{Son boy} - \text{İlk boy}}{\text{İlk boy}} \times 100$$

$$\text{Endeki Değişme Yüzdesi} = \frac{\text{Son en} - \text{İlk en}}{\text{İlk en}} \times 100$$

Ölçümlerdeki değişimler orjinal değerlerin yüzdeleri cinsinden ayrı ayrı kaydedilmiştir. Uzamayı belirlemek için (+) artı işareti, çekmeyi belirlemek için (-) eksi işareti kullanılmıştır. Araştırma sonuçları kısmında, yukarıdaki formüllerle hesaplanan, ortalama yüzdesel boyutsal değişim değerlerinin yer aldığı tablolara ve bu değerlere göre oluşturulmuş, boyutsal değişimlerin görsel olarak gösterildiği grafiklere yer verilmiştir.

Boyutsal değişimlerin saptanabilmesi 120 adet kumaş numunesi işaretlenmiş, her relaksasyon işlemi sonrası tekrarlamak suretiyle enine ve boyuna yönde toplam 5760 adet ölçüm yapılmıştır.

3.2.5 Sıra ve çubuk sayılarının belirlenmesi

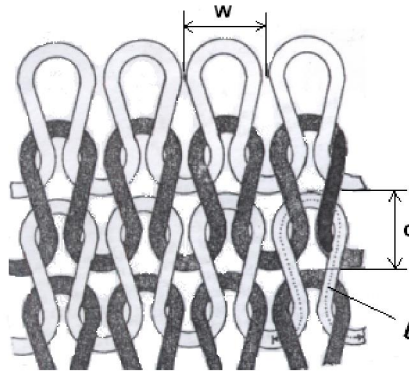
Şekil 3.2’ de c ile ifade edilen sıra açıklığı, belli sıra sayısındaki bir örgü kumaş parçasının boyunun bu sıra sayısına bölümüyle elde edilir. Bu değer her sıra için örgüdeki boy artma miktarını verir. Ayrıca geometrik anlamı ile sıra açıklığı bir ilmeğin kumaş yüzeyinde etkili olan yüksekliği olarak da ifade edilir. Yine Şekil 3.2’ de “ w ” ile ifade edilen çubuk açıklığı ise bir örgü kumaş parçasının eninin bu ende bulunan çubuk sayısına bölümüyle elde edilir. l sembolü ile ifade edilen ise ilmek iplik uzunluğudur (Kurbak, 1983).

Deneysel çalışmalarda sıra açıklığı ve çubuk açıklığı değerlerini cm’deki sıra sayısı (cpc) ve cm’ deki çubuk sayısı (wpc) ifadeleriyle kullanmak daha uygun olmaktadır. Bu iki değer çarpımı da ilmek yoğunluğunu verecektir. Buna göre;

$$cpc = 1 / c \text{ (cm)}$$

$$wpc = 1 / w \text{ (cm) formülleriyle elde edilir.}$$

$$\text{İlmeğin yoğunluğu (s)} = cpc \times wpc \text{ formülü ile bulunur. (Kurbak, 1983).}$$



Şekil 3.2 Düz örgü yapısının önden görünüşü. (Kurbak, 1983).

Deneysel olarak cpc ve wpc ölçümleri sırasında, 2x2cm’ lik lup kullanılmış ve bu lup ölçüm alanı içerisinde kalan ilmek sıra ve çubuklarının 10 tekrarlı olarak sayılması ile ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçümler sonunda tüm değerler 2’ ye bölünerek cm’deki sıra ve çubuk sayılarına ulaşılmıştır. Sıra ve çubuk sıklığı değerlerinin tespiti için toplam 480 adet ölçüm yapılmıştır.

BÖLÜM DÖRT

ARAŞTIRMA SONUÇLARI

4.1 Deneysel Çalışma Sonuçları

Ek 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10' da, lyocell (tencel lf), modal, pamuk ve tencel (tencel standart) olmak üzere dört farklı lif tipi ve her biri üç farklı sıklıktaki süprem örme kumaşların ayrıntılı test sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlarının istatistiksel açıdan değerlendirilmesinden önce, her bir kumaş için yapılan tekrarlı deney sonuçlarının aritmetik ortalamalarının alınıp bu ortalamaların tek bir gözlemmiş gibi değerlendirilmesi genel bir inceleme açısından önemlidir. Ölçümlere ait ortalama değerler ve standart sapmalar tablo 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6' da verilmiştir. Tablolarda, kuru relakse edilmiş numunelerde saptanan ilmek iplik uzunluğu ortalama değerleri ile yıkama öncesi ve sonrasındaki sıra sıklığı (cpc), çubuk sıklığı (wpc), ilmek yoğunluğu (cpc x wpc), kalınlık ve hava geçirgenliği için hesaplanan değerlerin ortalama sonuçları yer almaktadır. Ayrıca, tüm kumaş tiplerinin relaksasyon aşamaları sonrasındaki boyutsal değişimlerinin gözlemlenebilmesi için, ortalama yüzdesel boyut değişimlerine de tablo 4.7 ve 4.8' de yer verilmiştir.

Deneysel çalışmalar sırasında kumaş tiplerinin doğru şekilde birbirlerinden ayrılabilmesi için her kumaş tipine bir kod verilmiştir. Kumaş numunelerinin kodlanması sırasında lif tipi ve kumaş sıklığı baz alınmıştır. Kodlarda yer alan harf lif tipini, rakam ise sıklığı ifade etmektedir. Buna göre lyocell L, modal M, pamuk P ve tencel T ile sıklıklar ise, 1 sık, 2 orta ve 3 gevşek kumaş sıklığı için gerekli makine ayarını sembolize edecek şekilde kodlanmıştır.

4.1.1 İlmek İplik Uzunluğu Test Sonuçları

Kuru relakse edilmiş kumaş numunelerinde saptanan ilmek iplik uzunluğu değerleri Ek-1’de yer almaktadır. Her tip kumaş için gerçekleştirilen 10’ar adet ölçüm sonucunun ortalamaları ve standart sapma değerleri de tablo 4.1’ de gösterilmektedir.

Tablo 4.1 Ham numune kumaşların yıkama öncesi ilmek iplik uzunluğu değerleri

Kumaş Tipi Kodları	İlmek İplik Uzunluğu (L)(mm)	
	Ortalama Değer	Standart Sapma
L1	2,57	0,008
L2	2,69	0,009
L3	2,90	0,010
M1	2,56	0,016
M2	2,69	0,014
M3	2,89	0,014
P1	2,58	0,007
P2	2,71	0,011
P3	2,91	0,020
T1	2,57	0,011
T2	2,68	0,008
T3	2,89	0,010

4.1.2 Sıra Sıklığı Test Sonuçları

Tüm kumaş numunelerinde, yıkama öncesi ve sonrası cm'deki sıra sayısı ölçüm sonuçları Ek-2'de yer almaktadır. Her kumaş numunesinde gerçekleştirilen 10'ar adet ölçüm sonucunun ortalaması ve standart sapma değerleri de tablo 4.2' de gösterilmektedir.

Tablo 4.2 Yıkama öncesi ve sonrasında elde edilen cpc (sıra sayısı/cm) ortalama değerleri ve standart sapmaları.

Kumaş Tipi Kodları	Sıra Sıklığı (cpc) (sıra sayısı/cm)			
	Yıkama Öncesi		Yıkama Sonrası	
	Ortalama Değer	Standart Sapma	Ortalama Değer	Standart Sapma
L1	22,7	0,258	22,85	0,242
L2	20,05	0,158	21,15	0,242
L3	17,55	0,158	19,2	0,422
M1	22,4	0,211	22	0,408
M2	19,775	0,249	20,85	0,242
M3	17,15	0,337	19,05	0,369
P1	23	0,236	22,9	0,211
P2	21,25	0,264	21,5	0,236
P3	17,65	0,242	19,25	0,264
T1	22,55	0,158	21,9	0,738
T2	20,5	0,236	21,05	0,158
T3	17,85	0,242	18,3	0,258

4.1.3 Çubuk Sıklığı Test Sonuçları

Tüm kumaş numunelerinde, yıkama öncesi ve sonrası cm'deki çubuk sayısı ölçüm sonuçları Ek-3'de yer almaktadır. Her kumaş numunesinde gerçekleştirilen 10'ar adet ölçüm sonucunun ortalaması ve standart sapma değerleri de tablo 4.3' de gösterilmektedir.

Tablo 4.3 Yıkama öncesi ve sonrasında elde edilen wpc (çubuk sayısı/cm) ortalama değerleri ve standart sapmaları.

Kumaş Tipi Kodları	Çubuk Sıklığı (wpc) (çubuk sayısı/cm)			
	Yıkama Öncesi		Yıkama Sonrası	
	Ortalama Değer	Standart Sapma	Ortalama Değer	Standart Sapma
L1	12,3	0,258	15,1	0,316
L2	12,425	0,121	14,55	0,158
L3	12,05	0,158	13,65	0,474
M1	12,35	0,242	15,4	0,316
M2	12,5	0,118	14,05	0,284
M3	12,25	0,264	13,4	0,211
P1	12,1	0,175	14,65	0,242
P2	12,4	0,211	14,65	0,242
P3	12,6	0,211	13,9	0,316
T1	12,275	0,249	14,1	0,175
T2	12,4	0,175	13,7	0,258
T3	12,55	0,158	13,15	0,242

4.1.4 İlmek Yoğunluğu Test Sonuçları

Tüm kumaş tiplerinin, yıkama öncesi ve sonrası ilmek yoğunluğu ölçüm sonuçları Ek-4’de yer almaktadır. Her kumaş numunesinde gerçekleştirilen 10’ar adet cpc ve wpc ölçüm sonuçlarına göre hesaplanan ilmek yoğunluğu (s) ortalaması ve standart sapma değerleri de tablo 4.4’de gösterilmektedir.

Tablo 4.4 Yıkama öncesi ve sonrasında elde edilen ilmek yoğunluğu (cpc x wpc) ortalama değerleri ve standart sapmaları.

Kumaş Tipi Kodları	İlmek Yoğunluğu (cpc x wpc)			
	Yıkama Öncesi		Yıkama Sonrası	
	Ortalama Değer	Standart Sapma	Ortalama Değer	Standart Sapma
L1	279,23	6,953	345,00	6,226
L2	249,11	2,196	307,75	5,995
L3	211,50	4,743	261,93	5,021
M1	276,63	5,206	338,80	9,404
M2	247,19	3,900	292,95	7,201
M3	210,13	7,409	255,23	3,922
P1	278,33	6,352	335,48	5,716
P2	263,50	5,545	314,98	6,217
P3	222,40	5,313	267,55	5,950
T1	276,80	5,854	308,78	10,571
T2	254,19	3,784	288,40	6,641
T3	224,00	2,875	240,65	5,811

4.1.5 Kalınlık Test Sonuçları

Tüm kumaş numunelerinde, yıkama öncesi ve sonrasına ait tüm kalınlık ölçüm sonuçları Ek-5’ de yer almaktadır. Her kumaş numunesinde gerçekleştirilen 10’ar adet ölçüm sonucunun ortalaması ve standart sapma değerleri de tablo 4.5’ de gösterilmektedir.

Tablo 4.5 Yıkama öncesi ve sonrasında elde edilen kalınlık ortalama değerleri ve standart sapmaları.

Kumaş Tipi Kodları	Kalınlık (mm)			
	Yıkama Öncesi		Yıkama Sonrası	
	Ortalama Değer	Standart Sapma	Ortalama Değer	Standart Sapma
L1	0,592	0,031	0,608	0,017
L2	0,612	0,052	0,598	0,015
L3	0,561	0,051	0,565	0,022
M1	0,611	0,031	0,582	0,018
M2	0,576	0,031	0,559	0,016
M3	0,713	0,198	0,517	0,017
P1	0,652	0,020	0,701	0,030
P2	0,649	0,036	0,699	0,031
P3	0,620	0,025	0,698	0,028
T1	0,703	0,083	0,701	0,030
T2	0,682	0,033	0,699	0,031
T3	0,644	0,059	0,698	0,028

4.1.6 Hava Geçirgenliği Test Sonuçları

Tüm kumaş numunelerinde, yıkama öncesi ve sonrasında saptanan hava geçirgenliği ölçüm sonuçları Ek-6’ da yer almaktadır. Her kumaş numunesinde gerçekleştirilen 10’ ar adet ölçüm sonucunun ortalaması ve standart sapma değerleri de tablo 4.6’ da gösterilmektedir.

Tablo 4.6 Yıkama öncesi ve sonrasında elde edilen hava geçirgenliği ortalama değerleri ve standart sapmaları.

Kumaş Tipi Kodları	Hava Geçirgenliği (l/m ² /s)			
	Yıkama Öncesi		Yıkama Sonrası	
	Ortalama Değer	Standart Sapma	Ortalama Değer	Standart Sapma
L1	1608,0	58,841	652,5	77,796
L2	1752,0	61,065	924,3	45,282
L3	2075,0	69,001	1495,0	182,954
M1	1358,0	96,356	991,5	68,635
M2	1537,0	43,982	1052,0	67,690
M3	1745,0	87,591	1629,0	59,339
P1	1319,0	46,296	295,7	17,720
P2	1308,0	70,836	337,9	28,207
P3	1441,0	120,872	481,4	36,882
T1	1817,0	70,087	1229,0	122,878
T2	1843,0	81,928	1454,0	95,708
T3	2189,0	163,602	1706,0	86,178

4.1.7 Boyutsal Değişim Test Sonuçları

Yaş relaksasyon ve üç tekrarlı olarak gerçekleştirilen yıkama işlemleri sonrasında, her kumaş numunesi için enine ve boyuna yönde üçer kez tekrarlanan ölçüm sonuçlarının tamamı Ek-7, 8, 9 ve 10' da yer almaktadır. Bu tablolarda tüm değerler cm cinsinden olup, daha önce materyal-metod bölümünde açıklandığı gibi, kuru durumdaki başlangıç işaretleme değerler aralığı 35 cm' e göre ölçülen yeni boyutlardır. Her tip kumaş için 10' ar adet numunede tekrarlanan bu ölçüm sonuçlarının, hesaplanan enine ve boyuna yöndeki ortalama boyutsal değişim yüzdeleri ise tablo 4.7 ve 4.8' de gösterilmektedir. Tablolarda yer alan değerler kuru relaksasyon durumuna göre saptanan toplam boyutsal değişim değerlerini içermektedir.

Tablo 4.7 Relaksasyon işlemleri sonrasında kumaşlarda enine yönde meydana gelen boyut değişimi ortalama değerleri.

ENİNE YÖNDE BOYUT DEĞİŞİMİ (%)					
Kumaş Tipi Kodları	İlmek iplik uzunluğu(l) (mm)	RELAKSASYON DURUMU			
		Yaş	1.yıkama	2.yıkama	3.yıkama
L1	2,57	-9,10	-16,10	-19,26	-19,37
L2	2,69	-8,79	-14,00	-14,27	-16,51
L3	2,90	-4,37	-12,38	-11,36	-11,66
M1	2,56	-8,73	-14,75	-18,18	-17,16
M2	2,69	-4,34	-8,75	-12,63	-12,62
M3	2,89	-1,46	-5,73	-7,84	-7,47
P1	2,58	-10,96	-15,51	-16,59	-18,07
P2	2,71	-8,70	-14,67	-15,06	-15,68
P3	2,91	-7,44	-8,27	-9,52	-9,84
T1	2,57	-2,10	-8,91	-12,03	-12,50
T2	2,68	-1,28	-9,47	-10,26	-10,75
T3	2,89	-1,89	-6,04	-9,66	-11,46

Tablo 4.8 Relaksasyon işlemleri sonrasında kumaşlarda boyuna yönde meydana gelen ortalama boyut değişim değerleri

BOYUNA YÖNDE BOYUT DEĞİŞİMİ (%)					
Kumaş Tipi Kodları	İlmek iplik uzunluğu(l) (mm)	RELAKSASYON DURUMU			
		Yaş	1.yıkama	2.yıkama	3.yıkama
L1	2,57	-2,47	-3,13	-2,70	-2,49
L2	2,69	-0,56	-3,27	-5,55	-4,98
L3	2,90	-4,69	-5,87	-7,77	-9,13
M1	2,56	1,00	2,76	-0,85	0,63
M2	2,69	-1,72	-3,33	-4,01	-6,27
M3	2,89	-3,36	-6,91	-8,33	-9,83
P1	2,58	-2,18	-1,93	-0,98	-0,31
P2	2,71	-3,36	-1,39	-2,61	-2,67
P3	2,91	-7,01	-7,29	-8,37	-8,66
T1	2,57	-0,34	-1,51	-3,30	-1,15
T2	2,68	-0,84	-1,98	-1,52	-2,40
T3	2,89	-0,69	-4,79	-6,77	-5,11

4.2 Deneysel Çalışma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu bölümde, öncelikle yapılan tüm deneysel çalışma sonuçlarının değerlendirilmesi için kullanılan istatistiksel analizlere kısaca değinilmiştir. Ayrıca bölüm 4.1’ de tablolar halinde ortalama sonuçları verilen ilmek iplik uzunlukları, sıra ve çubuk açıklıkları, kalınlık ve hava geçirgenliği testlerinin yıkama öncesi ve sonrasında elde edilen değerlerinin istatistiksel açıdan değerlendirilmesi yapılmıştır. Bunun için iki tip istatistiksel yaklaşım uygulanmıştır. Öncelikle bu fiziksel ve boyutsal değişken büyüklükler arasında doğrusal bir ilişkinin olup olmadığı araştırılmış, güçlü bir ilişkinin olduğu durumlarda bu büyüklükler arasında doğrusal

bir regresyon eşitliğinin bulunup bulunmadığı incelenmiştir. İkinci aşamada ise, bazı özellikler bakımından, kumaş tipleri arasında önemli bir farklılık olup olmadığı istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Son olarak da, relaksasyon aşamaları sonrası kumaşlarda yaşanan boyutsal değişimler incelenmiştir.

4.2.1 Kumaşların Fiziksel ve Boyutsal Özellikleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi

Bu analizde, değişkenler arasındaki ilişkileri incelemeye en çok kullanılan istatistiksel yöntemlerden biri olan regresyon analizi yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca, iki değişken arasındaki ilişkinin derecesini gösteren korelasyon katsayısından da yararlanılmıştır.

Regresyon analizinde değişkenler iki grup altında incelenirler. Bunlar bağımlı ve bağımsız değişkenlerdir. Kişinin kontrolü altında veya kendiliğinden bağımsız değişkenlerde meydana gelen değişiklikler, bağımlı değişken olarak ifade edilen diğer değişkenlere etki ederek onların değer değiştirmesine neden olurlar. Regresyon analizinde genellikle bağımsız değişkenler (x), bağımlı değişkenler (y) ile sembolize edilirler.

İki değişken arasında olabilecek en basit ilişki bir doğru ile açıklanabilen ilişkidir. Genel olarak bir doğrunun matematiksel gösterimi

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$

şeklindedir. Burada β_1 eğimdir ve x'teki bir birim değişimin y'de yaptığı değişikliği gösterir. β_0 ise x'in değeri sıfır olduğunda y'nin almış olduğu değerdir ve y eksenini kesme noktası olarak isimlendirilir. Pratik amaçlar için ilişkinin bir doğru şeklinde olduğu ve bu doğrudan sapmaların şansa bağlı olarak meydana geldiği varsayılarak ilişkinin matematiksel ifadesi ise aşağıdaki gibi olacaktır.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + e$$

Yukarıdaki eşitlikte e gerçek y'nin ilişkiyi açıklayan doğrudan ne kadar saptığını gösteren değerdir ve “hata” olarak isimlendirilir. Bu eşitliğe “Basit doğrusal regresyon modeli” denilmektedir.

İki değişken arasındaki regresyon denklemi tahminlendikten sonra bu denklemin ilişkiyi ne kadar açıkladığının ve bu denklem kullanılarak yapılacak tahminlemenin ne kadar hassas olacağının belirlenmesi gerekir. Bunun için r^2 yada R^2 olarak sembolize edilen “ Belirleme katsayısı” nı elde etmemiz gerekir. Belirleme katsayısı ise, regresyon kareler toplamının genel kareler toplamına oranı ile elde edilir. Buna göre belirleme katsayısı aşağıdaki şekilde hesaplanabilmektedir. r^2 'nin değerleri tahminlenen regresyon doğrusunun ne derece doğru olduğunu gösterirken, 1'e yaklaşan değerleri uyumun iyi olduğunu belirtir.

r^2 =Regresyon kareler toplamı/Genel kareler toplamı

$$r^2 = \frac{b_1^2 \left(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right)}{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}$$

Formüldeki b_1 ise diğer yöntemlerden biri olan en küçük kareler yönteminde kullanılan bir terimdir. Bu yöntem, gözlemlerin bilinen doğrudan olan uzaklıklarının karelerinin toplamının en küçük yapılmasına dayanmaktadır. Bu yöntemle göre e (hata terimi) kareler toplamını en küçük yapan b_0 ve b_1 değerleri sırasıyla β_0 ve β_1 'in tahminleridir. b_1 ise şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$b_1 = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

İki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin ölçülerinden bir diğeri de korelasyon katsayısıdır. İki değişken arasındaki ilişki incelenirken birçok durumda değişkenlerden hangisinin bağımlı, hangisinin bağımsız değişken olduğu bilinmez. Bu gibi durumlarda ilişkinin incelenmesinde korelasyon katsayısı kullanılır.

İki değişkenin birlikte değişim ölçüsü olan korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değer almaktadır. r olarak gösterilen korelasyon katsayısının işareti ilişkinin yönünü belirtmektedir. Pozitif korelasyon katsayısı değişkenlerden birinin değeri artarken diğerinin de değerinin arttığını, negatif korelasyon katsayısı ise değişkenlerden birinin değeri artarken diğerinin değerinin azaldığını gösterir. r = 0 ise iki değişken arasında doğrusal bir ilişki olmadığını ifade eder. Korelasyon katsayısının alabileceği en yüksek değer olan +1 ve en küçük değer olan -1 de, iki değişkenin değerlerinin belirlediği noktalar düz bir çizgi üzerinde sıralanırlar. Korelasyon katsayısı regresyon belirleme katsayısının kareköküdür ve aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$r = \frac{\sum xy - (\sum x)(\sum y)/n}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right]\left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right]}}$$

(İkiz, Püskülcü ve Eren, 2006)

Bu analizde yukarıda bahsedilen istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak, lyocell, modal, pamuk ve tencel'den oluşan dört ayrı kumaş tipinin herbiri için sahip olunan fiziksel ve boyutsal özellikler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Daha önce de bahsedildiği gibi deneyler dört ayrı kumaş tipinin üç ayrı sıklığı için 10 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme sırasında daha sağlıklı sonuç alabilmek için sıklık bazında değil kumaş tipi bazında inceleme yapılmış ve 30'ar adet ölçüm sonucu üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. Herbir kumaş tipi için yıkama öncesi ve sonrasındaki sıra sıklığı (cpc) ileilmek iplik uzunluğu (l), çubuk sıklığı (wpc) ileilmek iplik uzunluğu, hava geçirgenliği (hg) ileilmek iplik uzunluğu, hava geçirgenliği ile kalınlık (k) ve hava geçirgenliği ileilmek yoğunluğu (s) ölçüm sonuçları regresyon ve korelasyon yaklaşımlarıyla değerlendirilmiştir.

Korelasyon analizi ile herbir kumaş tipinin kendi içerisinde tüm sıklık değerleri için, bahsedilen fiziksel ve boyutsal özellikleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki olup olmadığının tespiti amaçlanmıştır. Regresyon analizi ile de değişkenler arasındaki doğrusal ilişkinin varlığı ve bu ilişkinin matematiksel bir formülle

saptanabilirliği sorgulanmıştır. Bunun için öncelikle excel’de aşağıdaki korelasyon tablosu (Tablo 4.9) hazırlanmıştır.

Tablo 4.9 Kumaş tiplerine göre, bazı fiziksel ve boyutsal özellikler arasındaki korelasyon katsayıları

Kumaş Tipi	KORELASYON KATSAYILARI TABLOSU (R)									
	Yıkama Öncesi					Yıkama Sonrası				
	cpc-l	wpc-l	hg-l	hg-s	hg-k	cpc-l	wpc-l	hg-l	hg-s	hg-k
Lyocell	-0,9790	-0,5053	0,9483	-0,9314	-0,3397	-0,9730	-0,8813	0,9507	-0,9257	-0,6823
Modal	-0,9736	-0,2440	0,8759	-0,8923	0,3723	-0,9694	-0,8985	0,9256	-0,8430	-0,7670
Tencel	-0,9884	0,5024	0,8127	-0,7672	-0,2703	-0,9497	-0,8664	0,8876	-0,8460	0,0359
Pamuk	-0,9880	0,6879	0,5164	-0,4979	-0,3974	-0,9822	-0,7518	0,9158	-0,9263	0,0152

Değerlendirmeler sırasında, korelasyon katsayıları tablosundaki değerlerin -1 ve +1’e yakınlığının ilişkinin derecesini gösterdiği, ayrıca; negatifliğin ters, pozitifliğin doğru yönde bir ilişkiyi ifade ettiği dikkate alınmıştır. Tüm değerlendirmeler öncesinde $\alpha=0.05$ için ve $n=30$ ’daki kritik korelasyon katsayısı tespit edilmiştir. Buna göre;

$r = \sqrt{t^2 / (t^2 + v)}$ formülü ile v (serbestlik derecesi) = 28 ve kritik t değerinden hareketle kritik korelasyon katsayısı $r = 0,360944502$ şeklinde bulunmuştur.

Tüm fiziksel ve boyutsal ilişkilerin görsel olarak gözlemlenebilmesi için yine excelde grafikler oluşturulmuş ve herbir grafik için ilişki doğruları (regresyon denklemi) tahminlenerek doğruların gerçekliğini ortaya koyan R^2 regresyon belirleme katsayıları bulunmuştur. Regresyon ve korelasyon değerlerinin değerlendirilmesi sırasında, öncelikle R^2 ’nin 1’e yakınlığına bakılmıştır. Örneğin şekil 4.1.’de Lyocell’in yıkama öncesi R^2 ’si 0,958 olarak bulunmuştur. Bu değer, elde edilen denklemle bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin % 95,8 ‘inin açıklanabildiğini gösterir. Ardından, $\alpha= 0,05$ için $n=30$ ’da kritik korelasyon katsayısı olarak belirlenen $r = 0,360944502$ ‘e göre ilişkilerin $\sqrt{R^2}$ yani r değerleri

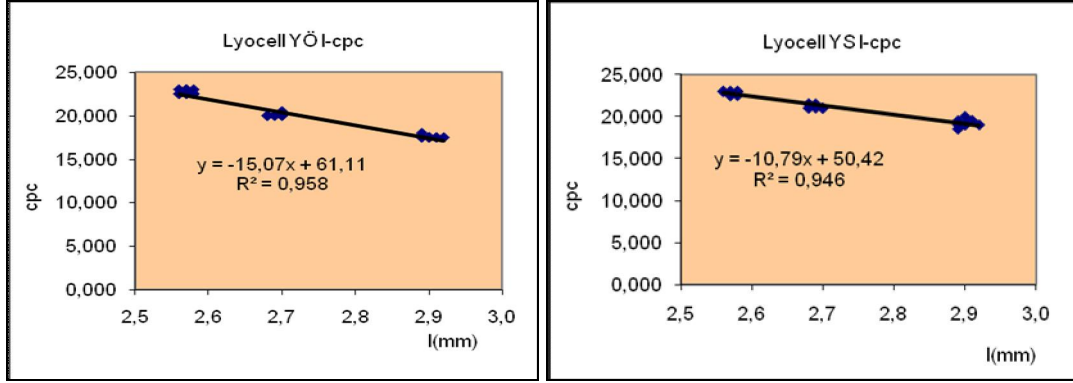
kıyaslanmıştır. $\sqrt{R^2}$ nin kritik korelasyon katsayısından büyük olduğu durumlar için ilişkinin istatistiksel açıdan önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2.1.1 Sıra Sıklığı- İlmek İplik Uzunluğu İlişkisinin İncelenmesi

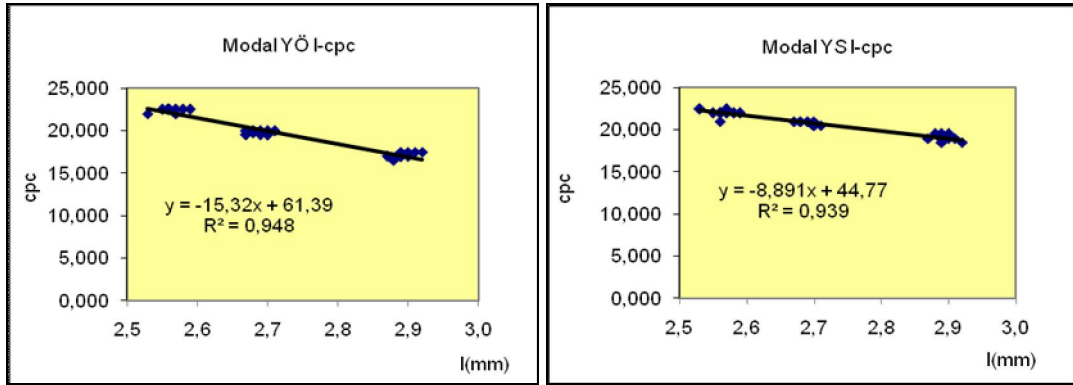
$\alpha= 0,05$ için $n=30$ 'da lyocell, modal, pamuk ve tencel kumaş tiplerinin yıkama öncesinde ve sonrasında cpc (sıra sıklığı) –l (ilmek iplik uzunluğu) ilişkisinin korelasyon katsayıları, kritik korelasyon katsayısından büyük olduğu için sıra sıklığı ve ilmek iplik uzunluğu arasındaki ilişki istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Korelasyon katsayıları tablosundan da görüleceği gibi, tüm cpc-l arasındaki ilişki korelasyon katsayıları -1'e oldukça yakındır ve kritik korelasyon katsayısından büyüktür. Tüm kumaş tiplerinde, sıra sıklığı ve ilmek iplik uzunluğu verileri arasında ters yönde bir ilişki olduğu yani; tüm kumaşlarda yıkama öncesi ve sonrasında ilmek iplik uzunluğu artarken sıra sıklığının azaldığı gözlemlenmiştir.

Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4' de cpc-l ilişki grafikleri ve grafikler üzerinde ilişkinin regresyon denklemleri yer almaktadır. Regresyon denklemlerinde “x” yerine ilmek iplik uzunluğu değeri konularak, “y” sıra sıklığı değeri tahminlenebilir. Grafiklerinden de görülebileceği gibi, cpc-l regresyon belirleme katsayıları (R^2) oldukça yüksektir ve tahminlenen cpc-l regresyon denklemleri tüm kumaşlar için %90'nın üzerinde, bazılarında %100'e yakın olasılıkla doğru sonuçlara ulaşmayı sağlamaktadır. Daha önce, pamuklu süprem örgü kumaşları boyutsal özellikleriyle ilgili yapılan araştırma sonuçlarında da benzer ilişkiler bulunmuştur (Bayazıt, 2002; Çeken, 1995).

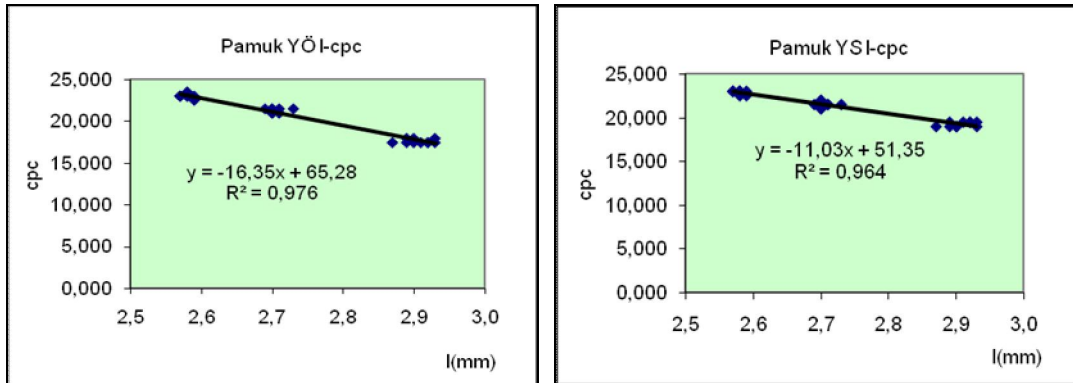
Bayazıt (2002)' ın yaptığı çalışmada, %100 pamuk süprem örgü kumaşlarda, yıkama öncesi ve sonrasında sıra sıklığı ve ilmek iplik uzunluğu arasında ters yönde ve şekil 4.3' dekine benzer şekilde oldukça kuvvetli bir ilişki olduğu görülmüştür.



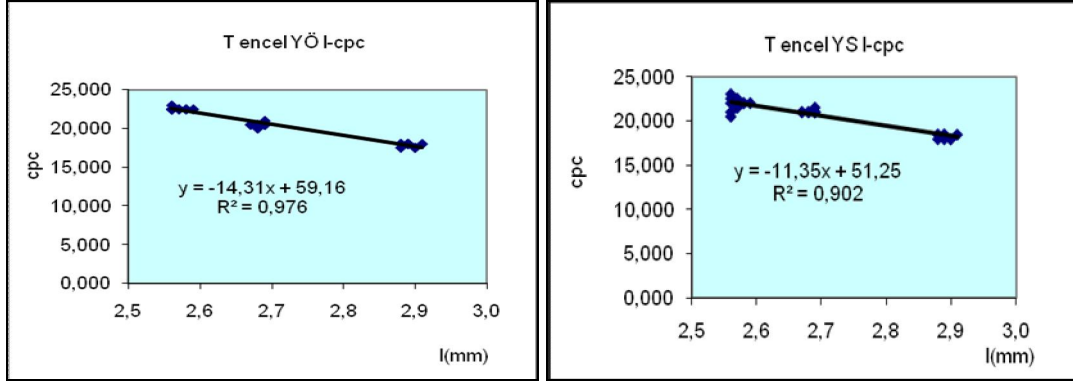
Şekil 4.1 Lyocell süprem kumaşta yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) cpc-l ilişkisi grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.



Şekil 4.2 Modal süprem kumaşta yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) cpc-l ilişkisi grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.



Şekil 4.3 Pamuk süprem kumaşta yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) cpc-l ilişkisi grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.

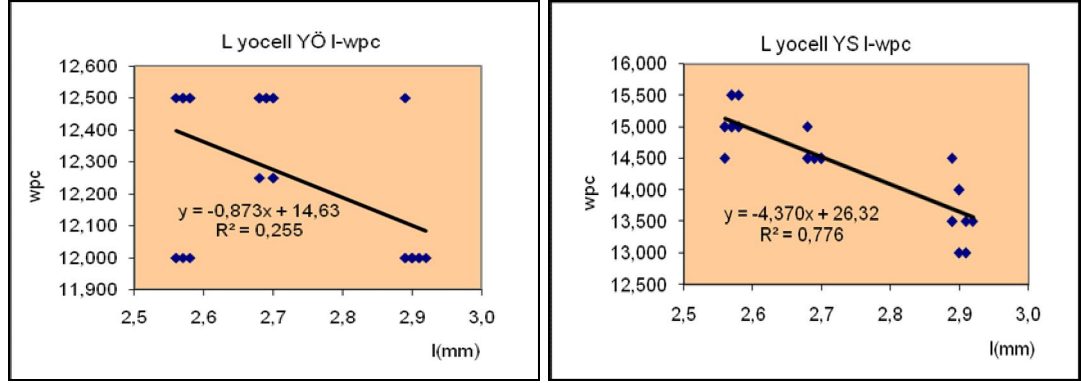


Şekil 4.4 Tencel süprem kumaşta yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) cpc-l ilişkisi grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.

4.2.1.2 Çubuk Sıklığı- İlmek İplik Uzunluğu İlişkisinin İncelenmesi

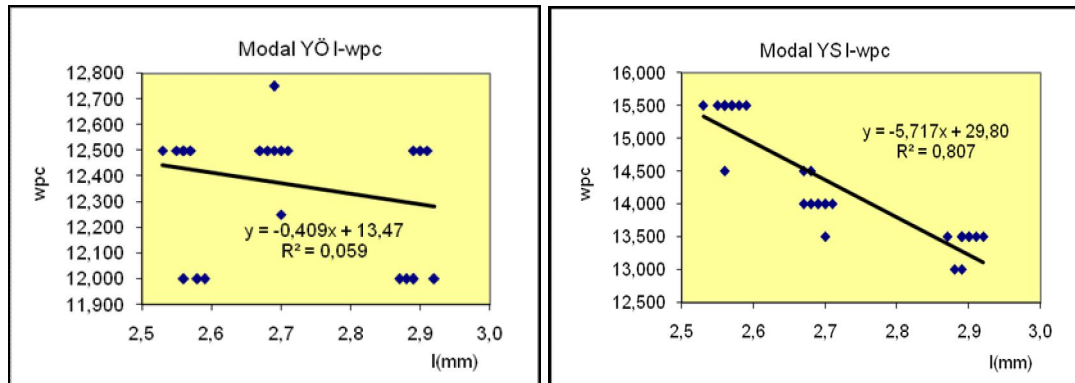
$\alpha = 0,05$ için $n=30$ 'da lyocell, modal, pamuk ve tencel kumaş tiplerinin yıkama sonrasındaki wpc (çubuk sıklığı) -l (ilmek iplik uzunluğu) ilişkisinin korelasyon katsayıları kritik korelasyon katsayısından büyüktür ve tüm bu kumaş tipleri için çubuk sıklığı ile ilmek iplik uzunluğu arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki vardır. Yıkama öncesinde ise modal dışındaki tüm kumaş tiplerinde yine aynı durum söz konusudur. Ayrıca yıkama öncesinde pamuk ve tencel dışındaki tüm diğer kumaş tiplerinde, çubuk sıklığı ve ilmek iplik uzunluğu arasında yıkama öncesi ve sonrasında ters yönde bir ilişki vardır. Yani ilmek iplik uzunluğu artarken çubuk sıklığı azalmaktadır.

Şekil 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8' de wpc-l ilişkisi grafikleri ve grafikler üzerinde ilişkinin regresyon denklemleri yer almaktadır. Grafiklerde genel olarak yıkama öncesindeki wpc değerlerinin yıkama sonrasına nazaran daha düzensiz ve dağınık bir yapı sergilediği söylenebilir. Bu durum, kumaşların makine çıkışı sonrasında relaksasyona maruz bırakılmalarına rağmen ilmek iplik uzunluğuyla direk ilişkili çubuk sıklık değerlerine sahip olmadıklarını, tekrarlanan yıkamalar sonrasında ise ilmeklerin daha düzenli bir yapıya sahip olmaları nedeniyle çubuk sıklık değerlerinin ilmek iplik uzunluklarıyla önemli bir ilişki sergilediklerini ortaya koymaktadır.



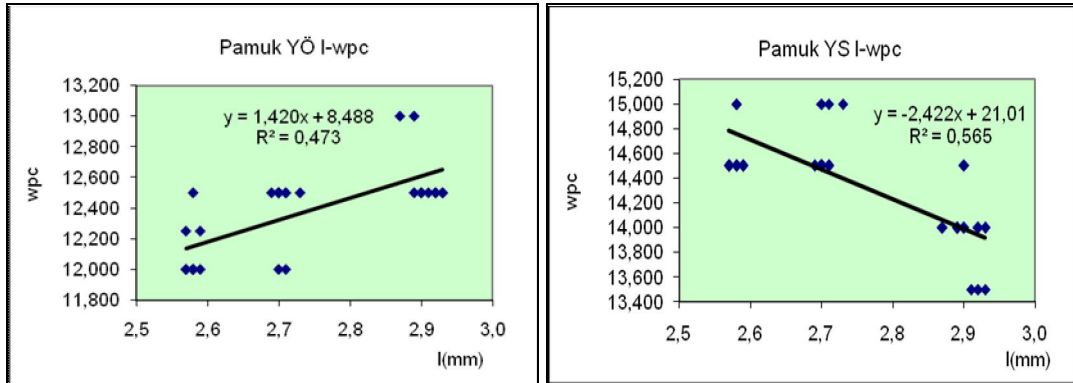
Şekil 4.5 Lyocellin yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) wpc-l ilişki grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.

Regresyon denklemlerinde “x” yerine ilmek iplik uzunluğu değeri konularak, “y” çubuk sıklığı değeri tahminlenebilir. Lyocellin yıkama öncesinde sahip olduğu %25,5 ‘lık R^2 değeri tahminlenecek olan çubuk sıklığı değerinin, gerçeğe yalnızca %25 yakın bir değer olacağını göstermektedir. Bu durum tüm diğer kumaş tiplerinde de olduğu gibi değerlerin dağınık bir yapı sergilemesinden kaynaklanmaktadır. Yıkama sonrasında ise ilmeklerin daha düzenli bir yapı sergilemesine bağlı olarak bu olasılık artmaktadır. Lyocellin yıkama sonrası grafiğine göre elde edilen regresyon denklemi ile yaklaşık % 78’ lik gerçekçi bir wpc değerine ulaşılabilir. Lyocellin yıkama öncesi ve sonrası korelasyon katsayı değerleri kritik korelasyon katsayısından büyük olduğu için, wpc-l arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki vardır, diyebiliriz.



Şekil 4.6 Modalın yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) wpc-l ilişki grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.

Modal kumaşlar da, yıkama öncesinde yıkama sonrasına göre daha dağınık bir grafik sergilemektedir. Regresyon denkleminin sahip olduğu % 6'lık yaklaşım doğruluk olasılığı da bu durumu desteklemektedir. Yıkama sonrasında ise kumaş tam relakse duruma yaklaştıkça wpc-l ilişkisi kuvvetlenmektedir. Modalın yıkama sonrası grafiğine göre elde edilene doğru formülü ile yaklaşık % 81 yani; daha gerçekçi sonuçlara ulaşılabilir. Ayrıca korelasyon tablosuna bakıldığında, modalın yıkama öncesinde -0,244'lik korelasyon değeri ile kritik korelasyon katsayısından küçük oluşu ve -1 ve +1'den uzaklığı ile yıkama öncesinde wpc-l arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki olmadığına dikkati çekerken, yıkama sonrasında modalın -0,898 ile -1'e yaklaştığı ve buna bağlı olarak da yıkama sonrasında wpc-l arasındaki ilişkinin önem kazandığı görülmektedir.

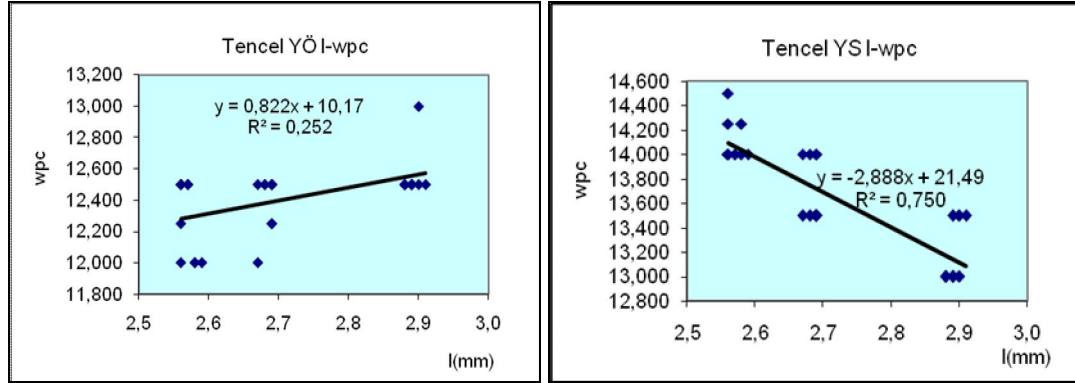


Şekil 4.7 Pamukun yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) wpc-l ilişki grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.

Pamuk, yıkama öncesinde diğer kumaş tiplerine göre daha az dağınık bir grafik sergilemektedir. Tahminlenen regresyon denklemleri yıkama öncesinde %47, yıkama sonrasında ise %56,5'lik doğruluk olasılığına sahiptir. Buna göre belirli bir ilmek iplik uzunluğu ile bu oranlara bağlı gerçek çubuk sıklığı değerlerine ulaşılabilir. Pamukta $\alpha = 0,05$ için $n=30$ 'da hem yıkama öncesi hem de yıkama sonrası çubuk sıklığı ve ilmek iplik uzunluğu arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki vardır diyebiliriz.

%100 pamuk süprem örgü kumaşlarla daha önce yapılan çalışmalarla da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Bayazıt (2002)' in elde ettiği çubuk sıklığı- ilmek iplik uzunluğu grafiklerinde de her iki durum için doğrusal bir ilişkinin olduğu ancak;

doğruların eğiminin çok düşük olması nedeniyle, ilmek iplik uzunluğu arttıkça, çubuk sıklığı değerlerinin çok az değiştiği gözlemlenmiştir. Yine Bayazıt (2002)' in elde ettiği grafiklerde, yıkama öncesinde wpc değerleri ilmek iplik uzunluğu değerleri arttıkça neredeyse sabit kalırken, yıkama sonrasında burada olduğu gibi azalma eğilimi göstermiştir.



Şekil 4.8 Tencelin yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) wpc-l ilişki grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.

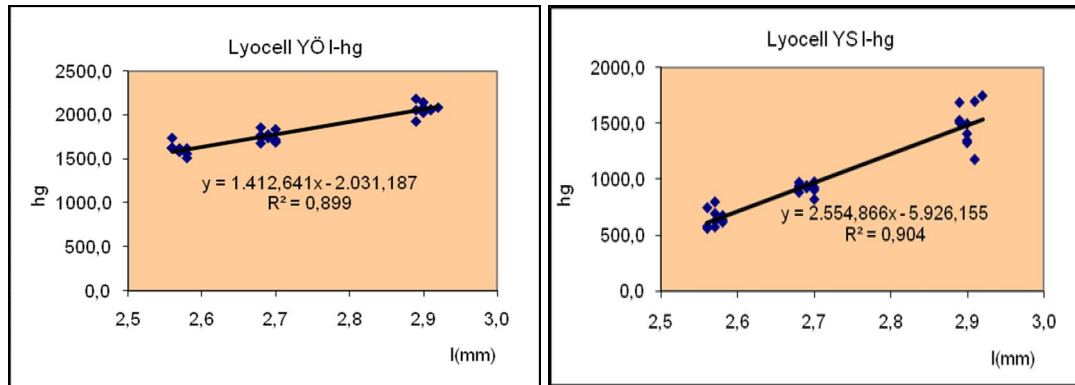
Tencel kumaşlarda yıkama öncesi ve sonrasında çubuk sıklığı ve ilmek iplik uzunluğu arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu gözlemlenmiştir. Tahminlenen regresyon denklemleri, yıkama öncesinde %25' lik doğruluk olasılığına sahipken, yıkama sonrasında %75' lik bir olasılığa yükselmiştir. Korelasyon katsayıları tablosuna bakıldığında, tencelin yıkama öncesinde 0,50 ve yıkama sonrasında yaklaşık 0,87' lik korelasyon değerleri ile kritik korelasyon katsayısından büyük olduğu görülmekte ve bu durum tencelde $\alpha = 0,05$ için $n=30$ 'da hem yıkama öncesi hem de yıkama sonrası çubuk sıklığı ve ilmek iplik uzunluğu arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir.

4.2.1.3 Hava Geçirgenliği- İlmek İplik Uzunluğu İlişkisinin İncelenmesi

$\alpha = 0,05$ için $n=30$ 'da lyocell, modal, pamuk ve tencel kumaş tiplerinin yıkama öncesinde ve sonrasındaki hg (hava geçirgenliği) -l (ilmek iplik uzunluğu) ilişkisinin korelasyon katsayıları kritik korelasyon katsayısından büyüktür ve tüm bu kumaş tipleri için hava geçirgenliği ile ilmek iplik uzunluğu arasında istatistiksel açıdan

önemli bir ilişki bulunmuştur. Bu saptamalar, daha önce süprem örgü kumaşlarla yapılan çalışmalarla uyum göstermektedir (Çeken, 1997; Çeken ve Tiber, 2003).

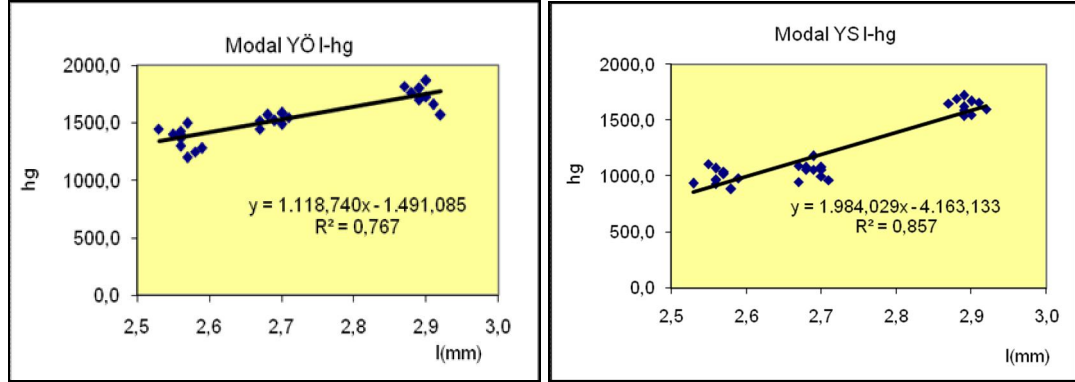
Şekil 4.9, 4.10, 4.11 ve 4.12’ de hava geçirgenliği ve ilmek iplik uzunluğu arasındaki ilişki grafiği ve bu iki değişken arasındaki ilişkiyi tahminleyen regresyon denklemi yer almaktadır. Regresyon denklemlerinde “x” yerine ilmek iplik uzunluğu değeri konularak, “y” hava geçirgenliği değeri tahminlenebilir. Grafiklerindeki doğruların yönü ve korelasyon tablosundaki değerlerin pozitif oluşu dikkate alınarak bu iki değişken arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu söylenebilir. Buna göre; tüm kumaşlarda ilmek iplik uzunluğu artarken hava geçirgenliği de artmaktadır. Daha önceki yıkama sonrası grafiklerine göre (şekil 4.1-4.8), sıra ve çubuk sıklığı değerlerinin ilmek iplik uzunluğu arttıkça azaldığı görülmüştür. Bu durum ilmek iplik uzunluğu değerlerinin artması ile ilmekler arası boşlukların fazlaşması anlamına geldiğinden, hava geçirgenliği değerlerinin ilmek iplik uzunluğu ile birlikte artmasına neden olmaktadır.



Şekil 4.9 Lyocellin yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) hg-l ilişki grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.

Regresyon grafiklerine bakıldığında görülebileceği gibi hg-l ilişkisinin regresyon belirleme katsayılarının (R^2) yüksek olduğu ve yıkama sonrasında bu katsayıların yıkama öncesine göre artış gösterdiği söylenebilir. Ayrıca tüm hg-l arasındaki ilişki korelasyon katsayıları +1’e oldukça yakın olduğu ve bu yakınlığın yıkama sonrasında arttığı gözlemlenmiştir.

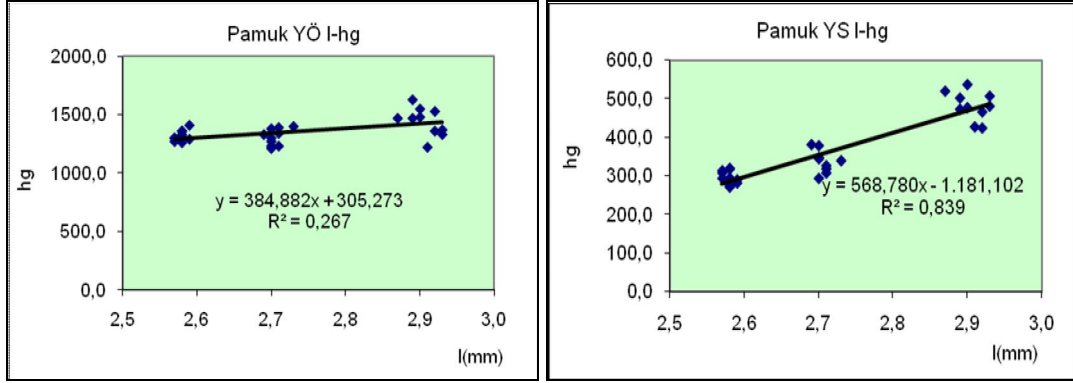
Lyocellin hava geçirgenliği veilmek iplik uzunluğu arasındaki regresyon denklemi yıkama öncesinde ve sonrasında yaklaşık %90 olasılıkla doğru olarak bulunmuştur. Modal için bu olasılık yıkama öncesinde yaklaşık % 77 ve yıkama sonrasında %86'dır.



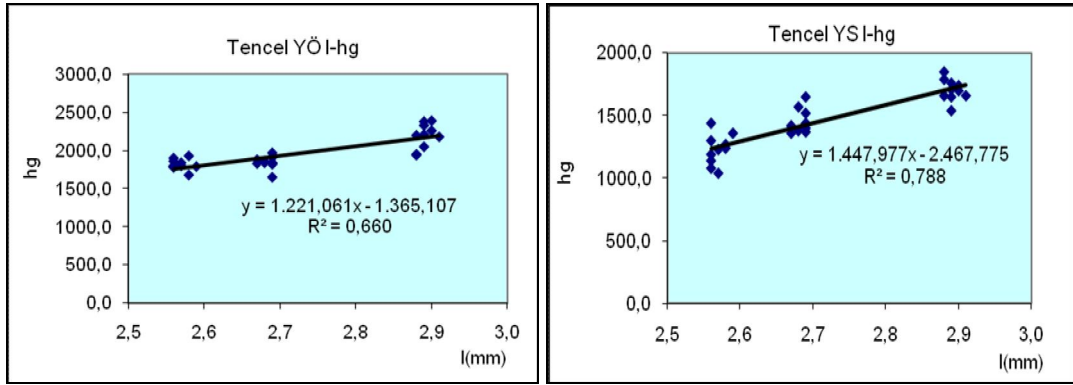
Şekil 4.10 Modalın yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) hg-l ilişkisi grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.

Pamuk ve tencel'de belirleme katsayıları (R^2) biraz daha düşük bulunmuştur. Bu durum grafiklerde de görüleceği gibi hava geçirgenliği değerlerinin,ilmek iplik uzunluğunun artmasına rağmen yakın değerlerde seyretmesinin bir sonucudur. Özellikle yıkama öncesinde pamuğun korelasyon katsayısı yaklaşık 0,52 ile en düşük değeri vermiştir ki bu da -1 ve +1'e çok yakın bir değer değildir. Yine de pamuğun sahip olduğu korelasyon katsayısının $\alpha=0.05$ için ve $n=30$ 'daki kritik korelasyon katsayısı olarak belirlenen $r = 0,360944502$ değerinden daha büyük olması nedeniyle, pamuk için de diğer kumaşlarda olduğu gibi hg-l ilişkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Pamuğun hava geçirgenliği veilmek iplik uzunluğu arasındaki regresyon denklemi yıkama öncesinde yaklaşık %27'lik doğru olma olasılığına sahip bulunmuştur. Bu değer yıkama sonrasında yaklaşık %84'lük olasılığa çıkmıştır.



Şekil 4.11 Pamuğun yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) hg-l ilişki grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.



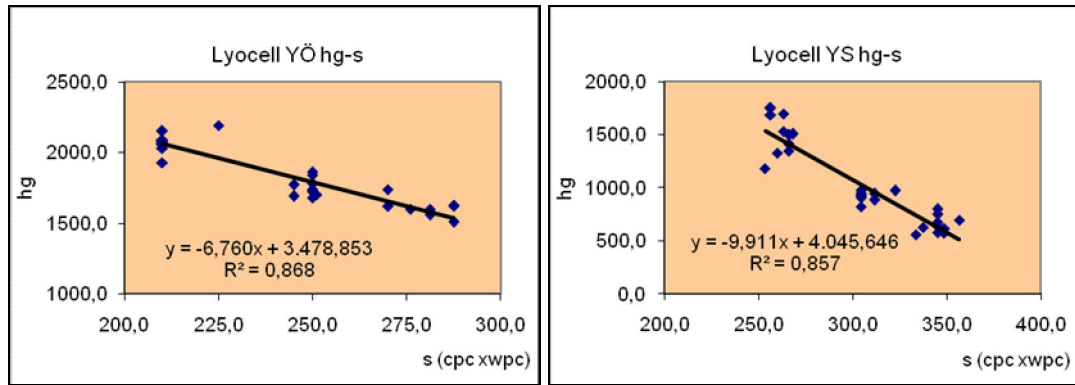
Şekil 4.12 Tencelin yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) hg-l ilişki grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.

Tencelde hava geçirgenliği ve ilmek iplik uzunluğu arasındaki regresyon denklemi yıkama öncesinde yaklaşık %66'lık doğru olma olasılığına, yıkama sonrasında ise yaklaşık %79'luk doğru olma olasılığına sahiptir.

4.2.1.4 Hava Geçirgenliği- İlmek Yoğunluğu İlişkisinin İncelenmesi

$\alpha = 0,05$ için $n=30$ 'da lyocell, modal, pamuk ve tencel kumaş tiplerinin yıkama öncesi ve sonrasındaki hg (hava geçirgenliği) – s (ilmek yoğunluğu) ilişkisinin korelasyon katsayıları, kritik korelasyon katsayısından büyüktür ve tüm bu kumaş tipleri için hava geçirgenliği ile ilmek yoğunluğu arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki bulunmuştur.

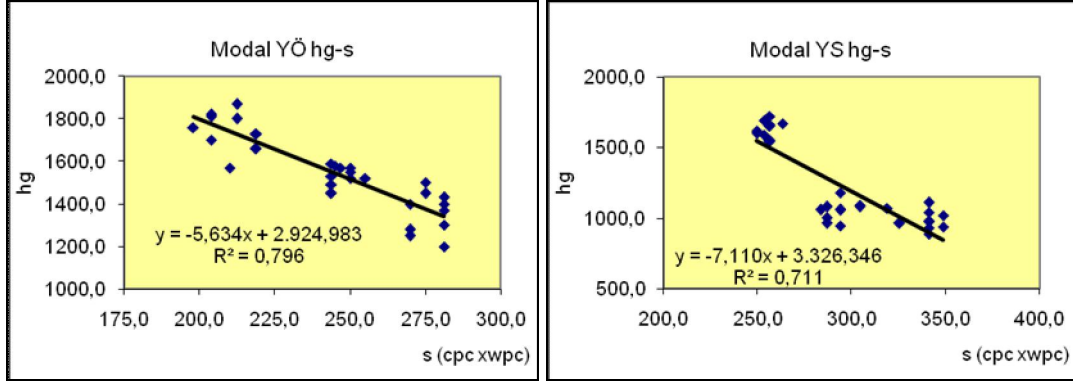
Şekil 4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16’ de hg-s ilişki grafikleri ve grafikler üzerinde ilişkinin regresyon denklemleri yer almaktadır. Grafiklerde tüm kumaş tipleri için ilmek yoğunluğu ve hava geçirgenliği arasında negatif yönde bir ilişkinin olduğu yani; ilmek yoğunluğu arttıkça hava geçirgenliğinin azaldığı görülmektedir. Bu durum hem yıkama öncesi, hem de yıkama sonrası için geçerlidir. Ayrıca genel olarak yıkama sonrasında ilişki grafiğinin eğiminin arttığı göze çarpmaktadır.



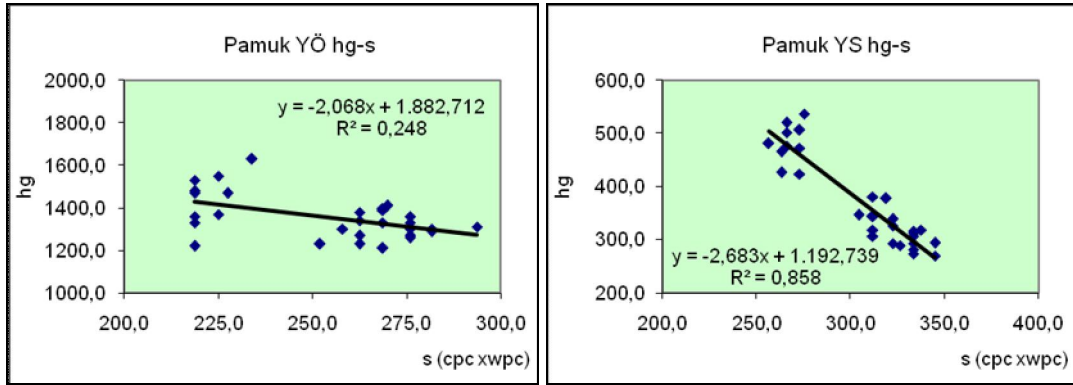
Şekil 4.13 Lyocelin yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) hg-s ilişki grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.

Lyocellin hava geçirgenliği ve ilmek yoğunluğu arasındaki regresyon denklemi yıkama öncesinde ve sonrasında yaklaşık %86 olasılıkla doğru olarak bulunmuştur. Modal için bu olasılık yıkama öncesinde yaklaşık % 79 ve yıkama sonrasında %72’ lik bir değer ile lyocelldeki gibi çok fazla değişmemiştir.

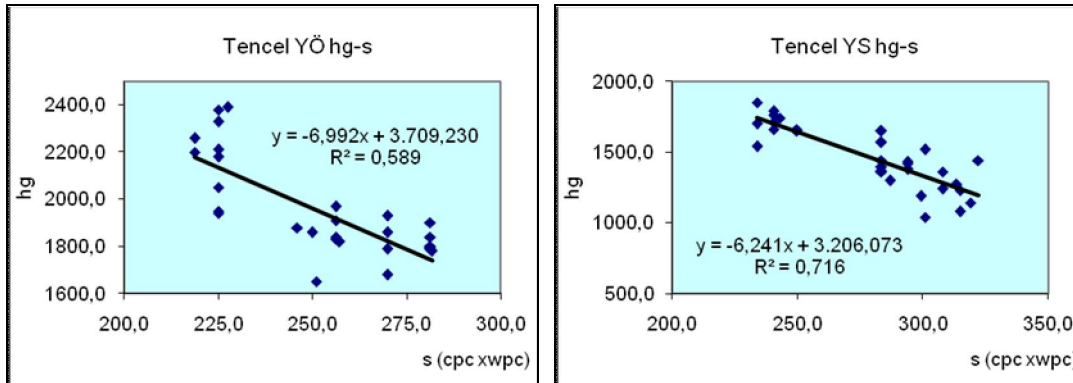
Özellikle pamukta, lyocell ve modale nazaran yıkama sonrasında yıkama öncesine göre daha fazla değişim göstermiştir. Pamuğun hg-s ilişki regresyon belirleme katsayısı yıkama öncesinde yaklaşık %25 iken yıkama sonrasında yaklaşık %86’ a, tencelin regresyon belirleme katsayısı ise yıkama öncesinde yaklaşık %59 iken yıkama sonrasında %72’ e yükselmiştir. Bu durum bu iki kumaş tipinin wpc-l ilişkisinde de benzer bir durumun sergilenmesine bağlanabilir. Yıkama sonrasında wpc değerlerinin birbirine oldukça yaklaşması sonucu wpc-l ilişkinin kuvvetlenmesi, bu iki kumaş tipi için hg-s ilişkisinin yıkama öncesine göre güçlenmesine sebep olmuştur denilebilir.



Şekil 4.14 Modalın yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) hg-s ilişki grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.



Şekil 4.15 Pamuğun yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) hg-s ilişki grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.

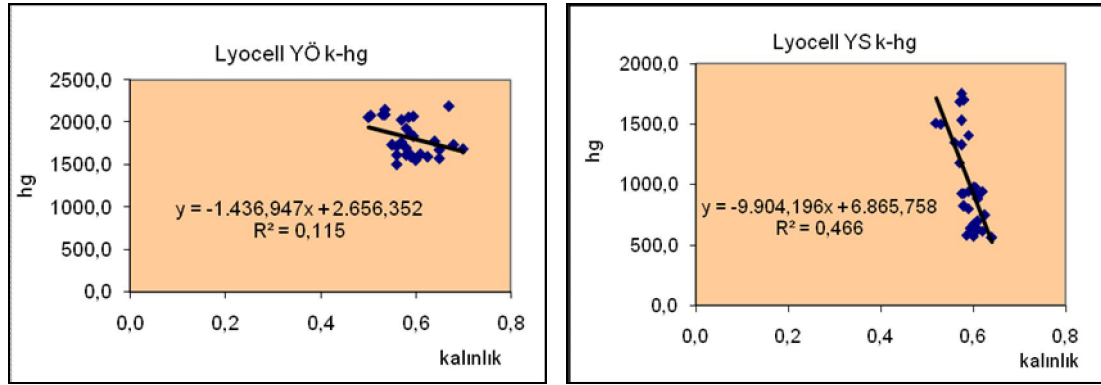


Şekil 4.16 Tencelin yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) hg-s ilişki grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.

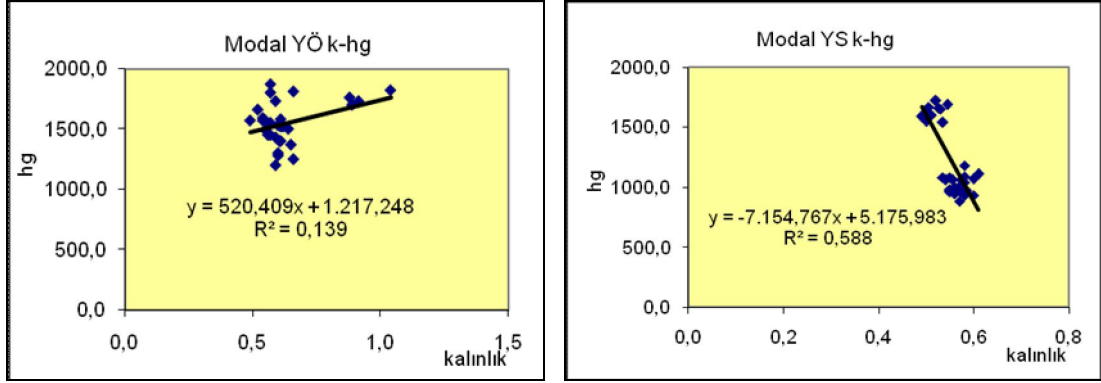
4.2.1.5 Hava Geçirgenliği- Kalınlık İlişkisinin İncelenmesi

Tüm kumaşların hava geçirgenliği (hg) –kalınlık (k) ilişkileri, regresyon grafikleri ve korelasyon tabloları incelenerek değerlendirilmiştir. Buna göre grafiklerin genel görünümüne bakıldığında tüm kumaşlar için bu iki değişken arasında düzenli ve doğrusal bir ilişki olduğu söylenemez. Korelasyon katsayıları tablosuna göre, bu değişkenlerin birbirlerine göre doğru yada ters ilişki içerisinde oldukları hakkında bir genelleme yapmak da mümkün değildir. Hava geçirgenliğinin, kalınlıktan çok kumaş gözenekliliği yani; sıklığından etkilenen bir parametre olduğu görülmüştür.

$\alpha=0.05$ için ve $n=30$ 'daki kritik korelasyon katsayısı olarak belirlenen $r=0,360944502$ değerine göre, yıkama öncesinde modal ve pamuk ile yıkama sonrasında modal ve lyocellin korelasyon katsayıları büyük olduğu için bu kumaş tiplerinde hava geçirgenliği ve kalınlık arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki vardır diyebiliriz. Bunun dışındaki durumlar için bu iki değişken arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki yoktur.

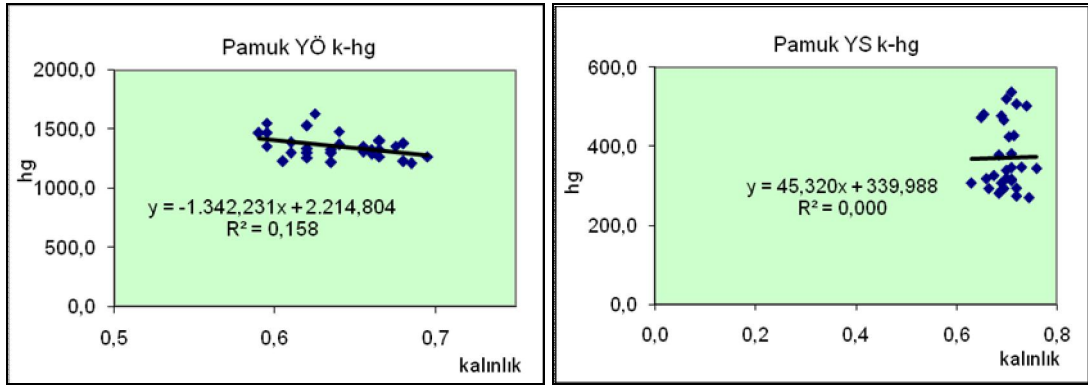


Şekil 4.17 Lyocellin yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) hg-k ilişki grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.

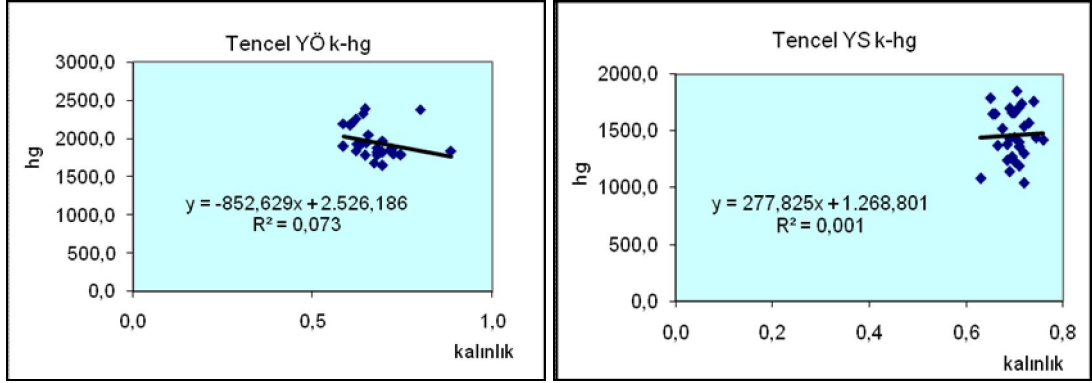


Şekil 4.18 Modalın yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) hg-k ilişkisi grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.

Şekil 4.17- 4.20’deki regresyon grafiklerine bakıldığında görülebileceği gibi hg-k ilişkisinin tahmini doğru belirleme katsayıları (R^2) oldukça düşük bulunmuştur. Yıkama öncesinde yaklaşık olasılık değerleri lyocellde %12, modalde %14, pamuka %16 ve tencelde %8 iken yıkama sonrasında bu değerler lyocellde %47’e, modalde %59’a çıkmış pamuk ve tencel’de %0’a yaklaşmıştır. Sonuç olarak tahminlenen doğru formülleri ile doğru verilerin eldesi güçtür.



Şekil 4.19 Pamuğun yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) hg-k ilişkisi grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.



Şekil 4.20 Tencelin yıkama öncesi (YÖ) ve yıkama sonrasındaki (YS) hg-k ilişki grafiği, regresyon denklemi ve belirleme katsayısı.

4.2.2 Kumaş Tiplerinin Materyal Farklılıkları Açısından Karşılaştırılması

Bu analizde yıkama öncesi ve yıkama sonrasında elde edilen sıra sıklığı (cpc), çubuk sıklığı (wpc), ilmek yoğunluğu (s) ve hava geçirgenliği (hg) değerleri kumaş tipleri bakımından birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar, lyocell, modal, pamuk ve tencel kumaşların, benzer ilmek iplik uzunluklarına sahip olanları yani; sık, orta ve gevşek ayarlılar birer grup olacak şekilde üç grup halinde yapılmıştır.

Analiz SPSS istatistik paket programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Analiz sırasında kumaş sıklık ayarları bağımsız değişken, cpc, wpc, s ve hg değerleri ise bağımlı değişken olarak belirtilmiştir. Farklı materyaldeki kumaş tipleri arasında sık, orta ve gevşek ayarda cpc, wpc, s ve hg açısından fark olup olmadığının sorgulandığı iki hipotez ortaya atılmıştır. Buna göre:

H_0 : fark yok,

H_1 : fark var anlamındadır. Değerlendirmeler sırasında elde edilen significance (sig.) değerlerine göre, geçerli hipotezlere ulaşılmıştır. Buna göre, %95 güvenle

sig. < 0,05 ise fark var (H_1)

sig. > 0,05 ise fark yok (H_0) hipotezleri geçerli olmuştur.

Aşağıda, yukarıda bahsedilen üç fiziksel ve boyutsal özellik açısından kumaş tiplerinin karşılaştırıldığı, varyans analiz tabloları ve herbir kumaş tipinin birbirine göre farklılığının kıyaslandığı ikişerli karşılaştırmalara ait tablolar yer almaktadır. Yorumlar ve değerlendirmeler bu tablolarda yer alan “sig.” değerlerine göre yapılmıştır. Varyans analiz tablosunda yer alan “tip” farklı kumaş tiplerini ifade etmektedir. Hipotezlerden hangisinin kabul edileceğine, kumaş tipleri arasındaki farklılık test edildiği için “tip” in karşısında yer alan “sig.” değerinin $\alpha = 0,05$ ’den küçük yada büyük olmasına göre karar verilmiştir. İkili karşılaştırma tablolarının yorumlanması sırasında ise, herbir kumaş tipinin farklılığının karşılaştırıldığı diğer kumaş tipi karşısındaki “sig(a)” değerinin yine $\alpha = 0,05$ ’den küçük yada büyük oluşu kriter olmuştur. Tablolarda (*) ile işaretli olan kumaş tipi çiftinde farklılığın önemli olduğu anlaşılmaktadır.

4.2.2.1 Sıra Sıklığı Açısından Kumaş Tiplerinin Karşılaştırılması

$\alpha=0.05$ için sık, orta ve gevşek ayarda örülmüş tüm kumaş tiplerinin yıkama öncesi ve sonrasında, sıra sıklığı (cpc) değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Aşağıda yıkama öncesi ve sonrasında her üç örgü ayarı için ayrı ayrı hazırlanmış varyans analiz tabloları yer almaktadır.

Tablo 4.10 Yıkama öncesinde sık ayar cpc varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,969(a)	3	,656	13,696	,000
Intercept	20543,556	1	20543,556	428735,087	,000
Tip	1,969	3	,656	13,696	,000
Error	1,725	36	,048		
Total	20547,250	40			
Corrected Total	3,694	39			

Tablo 4.11 Yıkama öncesinde sık ayar cpc açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	,300(*)	,098	,004	,101	,499
	Pamuk	-,300(*)	,098	,004	-,499	-,101
	Tencel	,150	,098	,134	-,049	,349
Modal	Lyocell	-,300(*)	,098	,004	-,499	-,101
	Pamuk	-,600(*)	,098	,000	-,799	-,401
	Tencel	-,150	,098	,134	-,349	,049
Pamuk	Lyocell	,300(*)	,098	,004	,101	,499
	Modal	,600(*)	,098	,000	,401	,799
	Tencel	,450(*)	,098	,000	,251	,649
Tencel	Lyocell	-,150	,098	,134	-,349	,049
	Modal	,150	,098	,134	-,049	,349
	Pamuk	-,450(*)	,098	,000	-,649	-,251

Sık ayarda örülmüş kumaşların tablo 4.10 ve tablo 4.12' de yer alan yıkama öncesi ve sonrası sig. değerleri $\alpha=0.05$ ' den küçük olduğu için H_1 hipotezi kabul edilir. Bir başka deyişle kumaş tipleri arasında sıra sıklığı açısından önemli bir farklılık vardır. Bu farklılığın ayrıntılı nedenlerine ikili karşılaştırmaların yapıldığı tablo 4.11 ve tablo 4.13 ile inildiğinde görülmüştür ki; yıkama öncesinde tencel-lyocell ve tencel-modal, yıkama sonrasında ise lyocell-pamuk ve tencel-modal dışında diğer tüm sık ayarda örülmüş kumaşların birbirlerine göre cpc farklılığı önemlidir.

Tablo 4.12 Yıkama sonrasında sık ayar cpc varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8,619(a)	3	2,873	14,119	,000
Intercept	20092,806	1	20092,806	98749,628	,000
Tip	8,619	3	2,873	14,119	,000
Error	7,325	36	,203		
Total	20108,750	40			
Corrected Total	15,944	39			

Tablo 4.13 Yıkama sonrasında sık ayar cpc açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	,850(*)	,202	,000	,441	1,259
	Pamuk	-,050	,202	,806	-,459	,359
	Tencel	,950(*)	,202	,000	,541	1,359
Modal	Lyocell	-,850(*)	,202	,000	-1,259	-,441
	Pamuk	-,900(*)	,202	,000	-1,309	-,491
	Tencel	,100	,202	,623	-,309	,509
Pamuk	Lyocell	,050	,202	,806	-,359	,459
	Modal	,900(*)	,202	,000	,491	1,309
	Tencel	1,000(*)	,202	,000	,591	1,409
Tencel	Lyocell	-,950(*)	,202	,000	-1,359	-,541
	Modal	-,100	,202	,623	-,509	,309
	Pamuk	-1,000(*)	,202	,000	-1,409	-,591

Orta ayarda örülmüş kumaşların tablo 4.14 ve tablo 4.16' da yer alan yıkama öncesi ve sonrası sig. değerleri $\alpha=0.05$ ' den küçük olduğu için H_1 hipotezi kabul edilir. Bir başka deyişle kumaş tipleri arasında sıra sıklığı açısından önemli bir farklılık vardır. Bu farklılığın ayrıntılı nedenlerine ikili karşılaştırmaların yapıldığı tablo 4.15 ve tablo 4.17 ile inildiğinde görülmüştür ki; yıkama öncesinde tamamında, yıkama sonrasında ise lyocell-tencel ve tencel-modal dışında diğer tüm orta ayarda örülmüş kumaşlarda birbirlerine göre cpc farklılığı önemlidir.

Tablo 4.14 Yıkama öncesinde orta ayar cpc varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12,455(a)	3	4,152	78,403	,000
Intercept	16636,202	1	16636,202	314178,757	,000
Tip	12,455	3	4,152	78,403	,000
Error	1,906	36	,053		
Total	16650,563	40			
Corrected Total	14,361	39			

Tablo 4.15 Yıkama öncesinde orta ayar cpc açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	,275(*)	,103	,011	,066	,484
	Pamuk	-1,200(*)	,103	,000	-1,409	-,991
	Tencel	-,450(*)	,103	,000	-,659	-,241
Modal	Lyocell	-,275(*)	,103	,011	-,484	-,066
	Pamuk	-1,475(*)	,103	,000	-1,684	-1,266
	Tencel	-,725(*)	,103	,000	-,934	-,516
Pamuk	Lyocell	1,200(*)	,103	,000	,991	1,409
	Modal	1,475(*)	,103	,000	1,266	1,684
	Tencel	,750(*)	,103	,000	,541	,959
Tencel	Lyocell	,450(*)	,103	,000	,241	,659
	Modal	,725(*)	,103	,000	,516	,934
	Pamuk	-,750(*)	,103	,000	-,959	-,541

Tablo 4.16 Yıkama sonrasında orta ayar cpc varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2,219(a)	3	,740	15,000	,000
Intercept	17871,756	1	17871,756	362469,423	,000
Tip	2,219	3	,740	15,000	,000
Error	1,775	36	,049		
Total	17875,750	40			
Corrected Total	3,994	39			

Tablo 4.17 Yıkama sonrasında orta ayar cpc açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	,300(*)	,099	,005	,099	,501
	Pamuk	-,350(*)	,099	,001	-,551	-,149
	Tencel	,100	,099	,321	-,101	,301
Modal	Lyocell	-,300(*)	,099	,005	-,501	-,099
	Pamuk	-,650(*)	,099	,000	-,851	-,449
	Tencel	-,200	,099	,052	-,401	,001
Pamuk	Lyocell	,350(*)	,099	,001	,149	,551
	Modal	,650(*)	,099	,000	,449	,851
	Tencel	,450(*)	,099	,000	,249	,651
Tencel	Lyocell	-,100	,099	,321	-,301	,101
	Modal	,200	,099	,052	-,001	,401
	Pamuk	-,450(*)	,099	,000	-,651	-,249

Gevşek ayarda örülmüş kumaşların tablo 4.18 ve tablo 4.20' de yer alan yıkama öncesi ve sonrası sig. değerleri $\alpha=0.05$ ' den küçük olduğu için H_1 hipotezi kabul edilir. Bir başka deyişle kumaş tipleri arasında sıra sıklığı açısından önemli bir farklılık vardır. Bu farklılığın ayrıntılı nedenlerine ikili karşılaştırmaların yapıldığı tablo 4.19 ve tablo 4.21 ile inildiğinde görülmüştür ki; yıkama öncesinde lyocell-pamuk ve tencel-pamuk, yıkama sonrasında ise lyocell-modal ve lyocell-pamuk dışında diğer tüm gevşek ayarda örülmüş kumaşların birbirlerine göre cpc farklılığı önemlidir.

Tablo 4.18 Yıkama öncesinde gevşek ayar cpc varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2,600(a)	3	,867	13,565	,000
Intercept	12320,100	1	12320,100	192836,348	,000
Tip	2,600	3	,867	13,565	,000
Error	2,300	36	,064		
Total	12325,000	40			
Corrected Total	4,900	39			

Tablo 4.19 Yıkama öncesinde gevşek ayar cpc açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	,400(*)	,113	,001	,171	,629
	Pamuk	-,100	,113	,382	-,329	,129
	Tencel	-,300(*)	,113	,012	-,529	-,071
Modal	Lyocell	-,400(*)	,113	,001	-,629	-,171
	Pamuk	-,500(*)	,113	,000	-,729	-,271
	Tencel	-,700(*)	,113	,000	-,929	-,471
Pamuk	Lyocell	,100	,113	,382	-,129	,329
	Modal	,500(*)	,113	,000	,271	,729
	Tencel	-,200	,113	,085	-,429	,029
Tencel	Lyocell	,300(*)	,113	,012	,071	,529
	Modal	,700(*)	,113	,000	,471	,929
	Pamuk	,200	,113	,085	-,029	,429

Tablo 4.20 Yıkama sonrasında gevşek ayar cpc varyans analiz tablosu

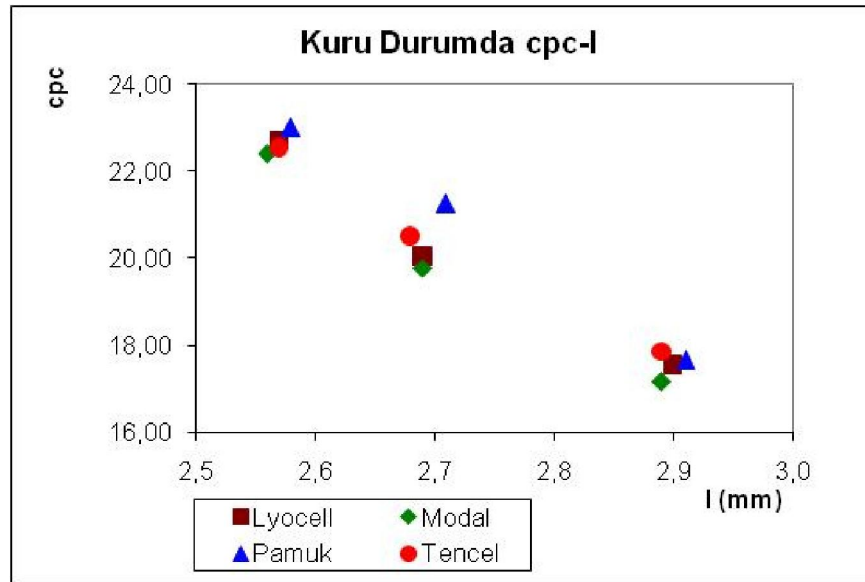
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5,850(a)	3	1,950	17,333	,000
Intercept	14364,100	1	14364,100	127680,889	,000
Tip	5,850	3	1,950	17,333	,000
Error	4,050	36	,113		
Total	14374,000	40			
Corrected Total	9,900	39			

Tablo 4.21 Yıkama sonrasında gevşek ayar cpc açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

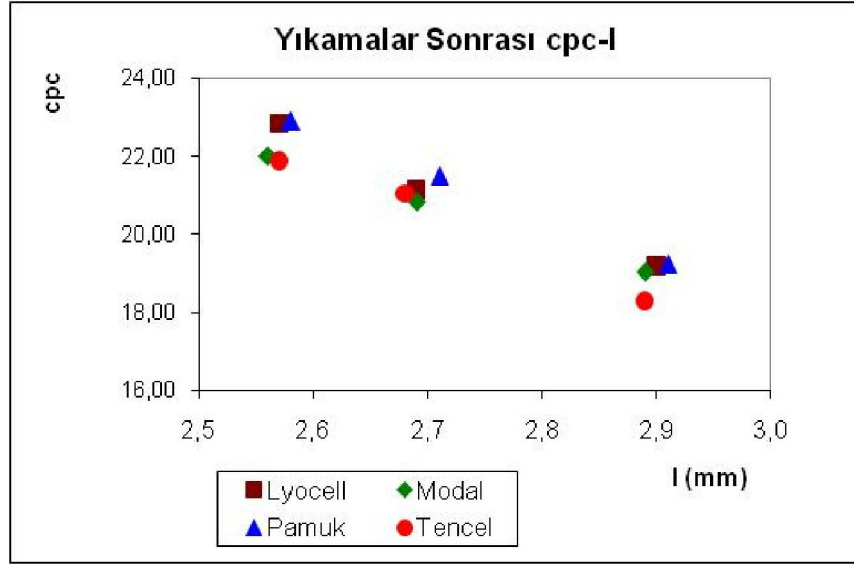
(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	,150	,150	,324	-,154	,454
	Pamuk	-,050	,150	,741	-,354	,254
	Tencel	,900(*)	,150	,000	,596	1,204
Modal	Lyocell	-,150	,150	,324	-,454	,154
	Pamuk	-,200	,150	,191	-,504	,104
	Tencel	,750(*)	,150	,000	,446	1,054
Pamuk	Lyocell	,050	,150	,741	-,254	,354
	Modal	,200	,150	,191	-,104	,504
	Tencel	,950(*)	,150	,000	,646	1,254
Tencel	Lyocell	-,900(*)	,150	,000	-1,204	-,596
	Modal	-,750(*)	,150	,000	-1,054	-,446
	Pamuk	-,950(*)	,150	,000	-1,254	-,646

Şekil 4.21 ve 4.22’ de daha önce ortalama sıra sıklığı değerleri verilen dört ayrı tip kumaşın bu ortalamalara göre hazırlanmış sıra sıklığı -ilmek iplik uzunluğu grafikleri yer almaktadır. Bu grafiklerde spss analiz sonuçlarını destekleyen sonuçlar dikkat çekmektedir. Analiz sonuçlarına göre; aralarında önemli bir farklılığın bulunmadığı tespit edilen kumaş tiplerinin, grafiklerde yer alan ortalama değerlerinin birbirlerine oldukça yakın noktalarda yer aldığı görülmektedir. Ayrıca genel olarak yıkama öncesi ve sonrasında ilmek iplik uzunluğu arttıkça, ortalama sıra sıklığı değerlerinin azaldığı görülmektedir. Yıkama öncesinde lyocell ve tencelin ortalama sıra sıklığı değerlerinin sık ve orta ayarda diğer kumaşlara göre orta değerde olduğu, pamuğun ise en fazla sıra sıklığı değerine sahip olduğu dikkati çekerken, gevşek

ayarda tencel en fazla sıra sıklığına sahip olarak görülmektedir. Modal ise her üç ayar için de en az ortalama sıra sıklığı sahip kumaş tipi olarak göze çarpmaktadır. Yıkama sonrasında, boyuna yönde boyutsal değişim miktarına paralel olarak sıra sıklığı değerleri de değişim göstermektedir. Çekme miktarı ne kadar fazla ise sıra sıklığı o kadar artmaktadır. Buna göre grafikler göz önüne alındığında yıkama sonrasında genel olarak, sıra sıklığında artma eğilimi olduğu ve bu eğilimin ilmek iplik uzunluğu arttıkça arttığı söylenebilir. Yıkama sonrasında ortalama sıra sıklığı en fazla pamuk, orta ayar dışında ise en az tencelin sahip olduğu görülmektedir. Yalnız bu durum orta ve gevşek ayarda, tencelin yıkama sonrası uzamasından değil diğer kumaş tiplerinin tencele göre daha fazla çekmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta, yıkama sonrasında kumaş tiplerinin sıra sıklığı değerlerinin birbirlerine daha fazla yaklaştığı ve grafikte çakışan değer sayısında artış olduğu görülmektedir. Spss analizine göre, yıkama sonrasında birbirleri arasında önemli farklılığın olmadığı kumaş tipi çifti sayısının artmasının da sebebi bu durumdur.



Şekil 4.21 Dört farklı tip kumaş için, kuru durumda ortalama sıra sıklığı (cpc) ve ilmek iplik uzunluğu (l) ilişki grafiği.



Şekil 4.22 Dört farklı tip kumaş için, yıkamalar sonrasında ortalama sıra sıklığı (cpc) ve ilmek iplik uzunluğu (l) ilişkisi grafiği.

4.2.2.2 Çubuk Sıklığı Açısından Kumaş Tiplerinin Karşılaştırılması

$\alpha=0.05$ için yıkama öncesinde, sık ve orta ayarda örülmüş tüm kumaş tiplerinin çubuk sıklığı (wpc) değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmayıp, gevşek ayardaki fark önemli bulunmuştur. Yıkama sonrasında ise her üç tip ayar için de kumaş tiplerinin çubuk sıklığı değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark vardır. Bu durum aşağıda yer alan yıkama öncesi ve sonrasında her üç örgü ayarı için ayrı ayrı hazırlanmış varyans analiz tablolarından görülebilmektedir.

Tablo 4.22 Yıkama öncesinde sık ayar wpc varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,355(a)	3	,118	2,176	,108
Intercept	6008,627	1	6008,627	110574,086	,000
Tip	,355	3	,118	2,176	,108
Error	1,956	36	,054		
Total	6010,938	40			
Corrected Total	2,311	39			

Tablo 4.23 Yıkama öncesinde sık ayar wpc açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	-,050	,104	,634	-,261	,161
	Pamuk	,200	,104	,063	-,011	,411
	Tencel	,025	,104	,812	-,186	,236
Modal	Lyocell	,050	,104	,634	-,161	,261
	Pamuk	,250(*)	,104	,022	,039	,461
	Tencel	,075	,104	,477	-,136	,286
Pamuk	Lyocell	-,200	,104	,063	-,411	,011
	Modal	-,250(*)	,104	,022	-,461	-,039
	Tencel	-,175	,104	,102	-,386	,036
Tencel	Lyocell	-,025	,104	,812	-,236	,186
	Modal	-,075	,104	,477	-,286	,136
	Pamuk	,175	,104	,102	-,036	,386

Sık ayarda örülmüş kumaşların tablo 4.22’ de yer alan yıkama öncesi sig. değeri $\alpha=0.05$ ’ den büyük olduğu için H_0 hipotezi kabul edilir. Bir başka deyişle yıkama öncesinde kumaş tipleri arasında çubuk sıklığı açısından önemli bir farklılık yoktur. İkili karşılaştırmaların yapıldığı tablo 4.23’ e bakıldığında görülmektedir ki; yıkama öncesinde yalnızca pamuk-modal arasında çubuk sıklığı değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık vardır. Sık ayarda örülmüş kumaşların tablo 4.24’ de yer alan yıkama sonrası sig. değeri ise $\alpha=0.05$ ’ den küçük olduğu için H_1 hipotezi kabul edilir. Buna göre, yıkama sonrasında kumaş tipleri arasında çubuk sıklığı açısından önemli bir farklılık vardır denilebilir. Bu farklılığın ayrıntılı nedenlerine ikili karşılaştırmaların yapıldığı tablo 4.25 ile inildiğinde tüm kumaş tipleri arasında çubuk sıklığı bakımından önemli bir farklılığın olduğu görülmektedir.

Tablo 4.24 Yıkama sonrasında sık ayar wpc varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9,619(a)	3	3,206	44,394	,000
Intercept	8776,406	1	8776,406	121519,471	,000
Tip	9,619	3	3,206	44,394	,000
Error	2,600	36	,072		
Total	8788,625	40			
Corrected Total	12,219	39			

Tablo 4.25 Yıkama sonrasında sık ayar wpc açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	-,300(*)	,120	,017	-,544	-,056
	Pamuk	,450(*)	,120	,001	,206	,694
	Tencel	1,000(*)	,120	,000	,756	1,244
Modal	Lyocell	,300(*)	,120	,017	,056	,544
	Pamuk	,750(*)	,120	,000	,506	,994
	Tencel	1,300(*)	,120	,000	1,056	1,544
Pamuk	Lyocell	-,450(*)	,120	,001	-,694	-,206
	Modal	-,750(*)	,120	,000	-,994	-,506
	Tencel	,550(*)	,120	,000	,306	,794
Tencel	Lyocell	-1,000(*)	,120	,000	-1,244	-,756
	Modal	-1,300(*)	,120	,000	-1,544	-1,056
	Pamuk	-,550(*)	,120	,000	-,794	-,306

Orta ayarda örülmüş kumaşların tablo 4.26' da yer alan yıkama öncesi sig. değeri $\alpha=0.05$ ' den büyük olduğu için H_0 hipotezi kabul edilir. Bir başka deyişle yıkama öncesinde kumaş tipleri arasında çubuk sıklığı açısından önemli bir farklılık yoktur. İkili karşılaştırmaların yapıldığı tablo 4.27' e bakıldığında da tüm kumaş tipi çiftleri arasında önemli bir farklılığın olmadığı görülmektedir. Orta ayarda örülmüş kumaşların tablo 4.28' de yer alan yıkama sonrası sig. değeri ise $\alpha=0.05$ ' den küçük olduğu için H_1 hipotezi kabul edilir. Buna göre, yıkama sonrasında kumaş tipleri arasında çubuk sıklığı açısından önemli bir farklılık vardır denilebilir. Bu farklılığın ayrıntılı nedenlerine ikili karşılaştırmaların yapıldığı tablo 4.29 ile inildiğinde lyocell-pamuk dışında tüm diğer kumaş tipleri arasındaki farklılığın önemli bulunduğu görülmektedir.

Tablo 4.26 Yıkama öncesinde orta ayar wpc varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,067(a)	3	,022	,866	,468
Intercept	6181,439	1	6181,439	238960,329	,000
Tip	,067	3	,022	,866	,468
Error	,931	36	,026		
Total	6182,438	40			
Corrected Total	,998	39			

Tablo 4.27 Yıkama öncesinde orta ayar wpc açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	-,075	,072	,304	-,221	,071
	Pamuk	,025	,072	,730	-,121	,171
	Tencel	,025	,072	,730	-,121	,171
Modal	Lyocell	,075	,072	,304	-,071	,221
	Pamuk	,100	,072	,173	-,046	,246
	Tencel	,100	,072	,173	-,046	,246
Pamuk	Lyocell	-,025	,072	,730	-,171	,121
	Modal	-,100	,072	,173	-,246	,046
	Tencel	,000	,072	1,000	-,146	,146
Tencel	Lyocell	-,025	,072	,730	-,171	,121
	Modal	-,100	,072	,173	-,246	,046
	Pamuk	,000	,072	1,000	-,146	,146

Tablo 4.28 Yıkama sonrasında orta ayar wpc varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5,919(a)	3	1,973	34,229	,000
Intercept	8108,256	1	8108,256	140673,361	,000
Tip	5,919	3	1,973	34,229	,000
Error	2,075	36	,058		
Total	8116,250	40			
Corrected Total	7,994	39			

Tablo 4.29 Yıkama sonrasında orta ayar wpc açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	,500(*)	,107	,000	,282	,718
	Pamuk	-,100	,107	,358	-,318	,118
	Tencel	,850(*)	,107	,000	,632	1,068
Modal	Lyocell	-,500(*)	,107	,000	-,718	-,282
	Pamuk	-,600(*)	,107	,000	-,818	-,382
	Tencel	,350(*)	,107	,002	,132	,568
Pamuk	Lyocell	,100	,107	,358	-,118	,318
	Modal	,600(*)	,107	,000	,382	,818
	Tencel	,950(*)	,107	,000	,732	1,168
Tencel	Lyocell	-,850(*)	,107	,000	-1,068	-,632
	Modal	-,350(*)	,107	,002	-,568	-,132
	Pamuk	-,950(*)	,107	,000	-1,168	-,732

Gevşek ayarda örülmüş kumaşların tablo 4.30' da yer alan yıkama öncesi sig. değeri $\alpha=0.05$ ' den küçük olduğu için H_1 hipotezi kabul edilir. Bir başka deyişle yıkama öncesinde kumaş tipleri arasında çubuk sıklığı açısından önemli bir farklılık vardır. İkili karşılaştırmaların yapıldığı tablo 4.31' e bakıldığında da pamuk-tencel dışında tüm diğer kumaş tipleri arasında önemli farklılığın olduğu görülmektedir. Gevşek ayarda örülmüş kumaşların tablo 4.32' de yer alan yıkama sonrası sig. değeri ise yine $\alpha=0.05$ ' den küçük olduğu için kumaş tipleri arasında çubuk sıklığı açısından farklılığın önemli olduğu bulunmuştur. İkili karşılaştırmaların yapıldığı tablo 4.33' e bakıldığında ise yıkama sonrasında lyocell-pamuk, lyocell-pamuk ve modal-tencel dışında tüm diğer kumaş tipleri arasındaki farklılığın önemli olmadığı görülmektedir.

Tablo 4.30 Yıkama öncesinde gevşek ayar wpc varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2,019(a)	3	,673	16,424	,000
Intercept	6113,256	1	6113,256	149204,898	,000
Tip	2,019	3	,673	16,424	,000
Error	1,475	36	,041		
Total	6116,750	40			
Corrected Total	3,494	39			

Tablo 4.31 Yıkama öncesinde gevşek ayar wpc açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	-,200(*)	,091	,034	-,384	-,016
	Pamuk	-,550(*)	,091	,000	-,734	-,366
	Tencel	-,500(*)	,091	,000	-,684	-,316
Modal	Lyocell	,200(*)	,091	,034	,016	,384
	Pamuk	-,350(*)	,091	,000	-,534	-,166
	Tencel	-,300(*)	,091	,002	-,484	-,116
Pamuk	Lyocell	,550(*)	,091	,000	,366	,734
	Modal	,350(*)	,091	,000	,166	,534
	Tencel	,050	,091	,584	-,134	,234
Tencel	Lyocell	,500(*)	,091	,000	,316	,684
	Modal	,300(*)	,091	,002	,116	,484
	Pamuk	-,050	,091	,584	-,234	,134

Tablo 4.32 Yıkama sonrasında gevşek ayar wpc varyans analiz tablosu

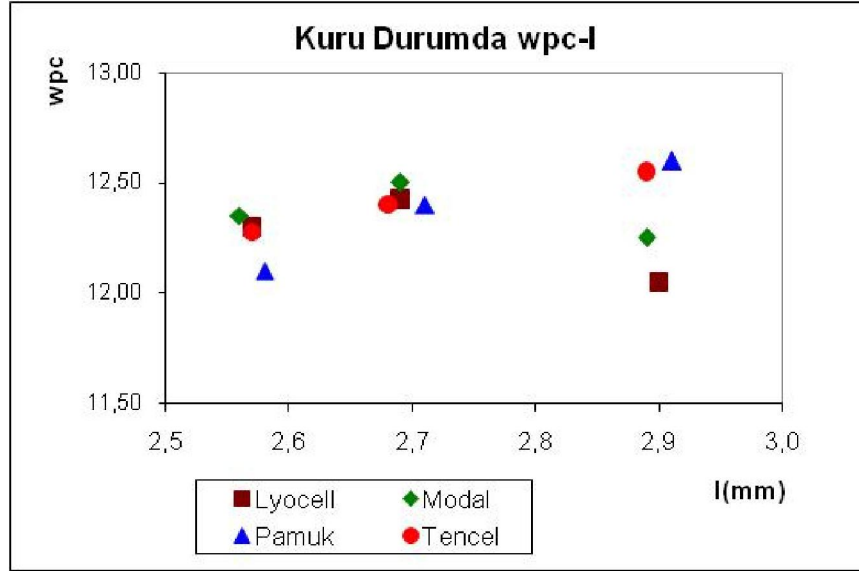
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3,125(a)	3	1,042	9,740	,000
Intercept	7317,025	1	7317,025	68418,935	,000
Tip	3,125	3	1,042	9,740	,000
Error	3,850	36	,107		
Total	7324,000	40			
Corrected Total	6,975	39			

Tablo 4.33 Yıkama sonrasında gevşek ayar wpc açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

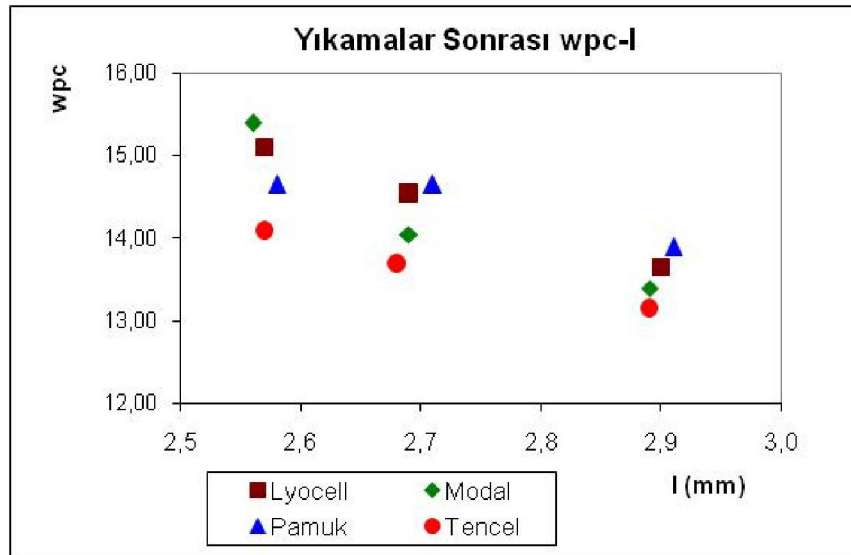
(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	,250	,146	,096	-,047	,547
	Pamuk	-,250	,146	,096	-,547	,047
	Tencel	,500(*)	,146	,002	,203	,797
Modal	Lyocell	-,250	,146	,096	-,547	,047
	Pamuk	-,500(*)	,146	,002	-,797	-,203
	Tencel	,250	,146	,096	-,047	,547
Pamuk	Lyocell	,250	,146	,096	-,047	,547
	Modal	,500(*)	,146	,002	,203	,797
	Tencel	,750(*)	,146	,000	,453	1,047
Tencel	Lyocell	-,500(*)	,146	,002	-,797	-,203
	Modal	-,250	,146	,096	-,547	,047
	Pamuk	-,750(*)	,146	,000	-1,047	-,453

Sık ve orta ayardaki kumaş sıklıklarında, yıkama öncesi tüm kumaş tiplerinde çubuk sıklığı bakımından farklılıklar istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Yıkama, işlemlerinden sonra bu farklılıklar oldukça önemli seviyeye gelmiştir. Ancak, pamuk ve lyocellin orta (normal) kumaş sıklığında benzer çubuk sıklığı değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Gevşek ayardaki kumaşlarda ise buna benzer bir yorum yapılamamaktadır. Yıkama öncesi önemli görülen farklılıklar, yıkama sonrasında önemsiz duruma gelmiştir. Bu istatistiksel değerlendirmeye paralel olarak şekil 4.23 ve 4.24’ deki grafiklerde de görüldüğü gibi sık ve orta ayarda ortalama değerlerinin birbirlerine daha yakın noktalarda yer aldığı görülmektedir. Ancak,

yıkama işlemlerinden sonra birbirlerinden uzaklaşmışlardır. Gevşek ayarda ise tam tersi bir durum görülmektedir.



Şekil 4.23 Dört farklı tip kumaş için, kuru durumdaki ortalama çubuk sıklığı (wpc) ve ilmek iplik uzunluğu (l) ilişkisi grafiği.



Şekil 4.24 Dört farklı tip kumaş için, yıkamalar sonrasında ortalama çubuk sıklığı(wpc) ve ilmek iplik uzunluğu (l) ilişkisi grafiği.

Şekil 4.23 ve 4.24 göz önüne alındığında genel olarak yıkama öncesinde çubuk sıklığı değerlerinin ilmek iplik uzunluğuna ve kumaş tipine bağlı olarak farklı ve

değişken bir yapı gösterdiğini, özellikle yüksek ilmek iplik uzunluğunda kumaş tiplerine göre çubuk sıklığı değerlerinin birbirlerine göre farklılığının arttığı söylenebilir. Ayrıca yıkama öncesinde pamuk ve tencelin çubuk sıklığı değerleri ilmek iplik uzunluğu arttıkça artarken, lyocell ve modalın dengesiz bir durum sergilediği görülmektedir.

Tekrarlanan yıkama işlemleri sonrasında, kumaş tam relakse konuma yaklaştıkça genelde tüm kumaş tiplerinde çubuk sıklığı değerlerinin, ilmek iplik uzunluğu arttıkça azaldığı görülmektedir. Pamuk diğerlerinden farklı olarak, düşük ve orta ilmek iplik uzunluklarında fazla değişme göstermezken yüksek ilmek iplik uzunluklarında hafif bir azalış sergilemiştir. Pamuklu süprem kumaşlar için saptanan bu durum, daha önceki çalışmalarla da uyumludur (Bayazıt, 2002). Yıkama sonrasında, enine yönde boyutsal değişim miktarına paralel olarak çubuk sıklığı değerleri de değişim göstermektedir. Çekme miktarı ne kadar fazla ise çubuk sıklığı o kadar artmaktadır. Buna göre grafikler göz önüne alındığında yıkama sonrasında genel olarak, çubuk sıklığı artma eğilimi olduğu ve bu eğilimin ilmek iplik uzunluğu azaldıkça arttığı söylenebilir.

4.2.2.3 İlmek Yoğunluğu Açısından Kumaş Tiplerinin Karşılaştırılması

$\alpha=0.05$ için yıkama öncesinde sık ayar dışında, tüm kumaş tiplerinin sık, orta ve gevşek ayarları için yıkama öncesi ve sonrasında ilmek yoğunluğu (s) değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Bu durum aşağıda yer alan yıkama öncesi ve sonrasında her üç örgü ayarı için ayrı ayrı hazırlanmış varyans analiz tablolarında görülmektedir.

Sık ayarda örülmüş kumaşların tablo 4.34' de yer alan yıkama öncesi sig. değeri $\alpha=0.05$ ' den büyük olduğu için H_0 hipotezi kabul edilir. Bir başka deyişle yıkama öncesinde kumaş tipleri arasında ilmek yoğunluğu açısından önemli bir farklılık yoktur. İkili karşılaştırmaların yapıldığı tablo 4.35' e bakıldığında da tüm kumaş tiplerinin birbirlerine göre farklılığının önemli olmadığı görülmektedir. Sık ayarda örülmüş kumaşların tablo 4.36' de yer alan yıkama sonrası sig. değeri ise $\alpha=0.05$ ' den küçük olduğu için H_1 hipotezi kabul edilir. Buna göre, yıkama sonrasında kumaş

tipleri arasında ilmek yoğunluğu açısından önemli bir farklılık vardır denilebilir. Bu farklılığın ayrıntılı nedenlerine ikili karşılaştırmaların yapıldığı tablo 4.37 ile inildiğinde modal-lyocell ve modal-pamuk dışındaki diğer kumaş tipleri arasında ilmek yoğunluğu bakımından istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın olduğu görülmektedir.

Tablo 4.34 Yıkama öncesi sık ayar, ilmek yoğunluğu varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	46,742(a)	3	15,581	,401	,753
Intercept	3085663,627	1	3085663,627	79405,545	,000
Tip	46,742	3	15,581	,401	,753
Error	1398,944	36	38,860		
Total	3087109,313	40			
Corrected Total	1445,686	39			

Tablo 4.35 Yıkama öncesi sık ayar , ilmek yoğunluğu açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	2,600	2,788	,357	-3,054	8,254
	Pamuk	,900	2,788	,749	-4,754	6,554
	Tencel	2,425	2,788	,390	-3,229	8,079
Modal	Lyocell	-2,600	2,788	,357	-8,254	3,054
	Pamuk	-1,700	2,788	,546	-7,354	3,954
	Tencel	-,175	2,788	,950	-5,829	5,479
Pamuk	Lyocell	-,900	2,788	,749	-6,554	4,754
	Modal	1,700	2,788	,546	-3,954	7,354
	Tencel	1,525	2,788	,588	-4,129	7,179
Tencel	Lyocell	-2,425	2,788	,390	-8,079	3,229
	Modal	,175	2,788	,950	-5,479	5,829
	Pamuk	-1,525	2,788	,588	-7,179	4,129

Tablo 4.36 Yıkama sonrası sık ayar, ilmek yoğunluğu varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	7667,156(a)	3	2555,719	37,635	,000
Intercept	4409292,006	1	4409292,006	64929,726	,000
Tip	7667,156	3	2555,719	37,635	,000
Error	2444,713	36	67,909		
Total	4419403,875	40			
Corrected Total	10111,869	39			

Tablo 4.37 Yıkama sonrası sık ayar , ilmek yoğunluğu açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	6,200	3,685	,101	-1,274	13,674
	Pamuk	9,525(*)	3,685	,014	2,051	16,999
	Tencel	36,225(*)	3,685	,000	28,751	43,699
Modal	Lyocell	-6,200	3,685	,101	-13,674	1,274
	Pamuk	3,325	3,685	,373	-4,149	10,799
	Tencel	30,025(*)	3,685	,000	22,551	37,499
Pamuk	Lyocell	-9,525(*)	3,685	,014	-16,999	-2,051
	Modal	-3,325	3,685	,373	-10,799	4,149
	Tencel	26,700(*)	3,685	,000	19,226	34,174
Tencel	Lyocell	-36,225(*)	3,685	,000	-43,699	-28,751
	Modal	-30,025(*)	3,685	,000	-37,499	-22,551
	Pamuk	-26,700(*)	3,685	,000	-34,174	-19,226

Orta ayarda örülmüş kumaşların tablo 4.38’ de yer alan yıkama öncesi ve tablo 4.40’ da yer alan yıkama sonrası sig. değeri $\alpha=0.05$ ’ den büyük olduğu için H_1 hipotezi geçerlidir yani; yıkama öncesi ve sonrasında kumaş tipleri arasında ilmek yoğunluğu açısından önemli bir farklılık vardır. Tablo 4.39’ a bakıldığında, yıkama öncesinde modal-lyocell dışında diğer kumaş tiplerinin birbirlerine göre istatistiksel açıdan önemli derecede farklı ilmek yoğunluğuna sahip olduğu görülmektedir. Tablo 4.41’ e bakıldığında ise yıkama sonrasında tencel-modal dışında tüm diğer kumaş tipleri arasındaki farklılığın önemli bulunduğu görülmektedir.

Tablo 4.38 Yıkama öncesi orta ayar, ilmek yoğunluğu varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1595,604(a)	3	531,868	32,681	,000
Intercept	2570434,230	1	2570434,230	157939,978	,000
Tip	1595,604	3	531,868	32,681	,000
Error	585,891	36	16,275		
Total	2572615,726	40			
Corrected Total	2181,495	39			

Tablo 4.39 Yıkama öncesi orta ayar, ilmek yoğunluğu açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	1,925	1,804	,293	-1,734	5,584
	Pamuk	-14,387(*)	1,804	,000	-18,046	-10,728
	Tencel	-5,075(*)	1,804	,008	-8,734	-1,416
Modal	Lyocell	-1,925	1,804	,293	-5,584	1,734
	Pamuk	-16,312(*)	1,804	,000	-19,971	-12,653
	Tencel	-7,000(*)	1,804	,000	-10,659	-3,341
Pamuk	Lyocell	14,387(*)	1,804	,000	10,728	18,046
	Modal	16,312(*)	1,804	,000	12,653	19,971
	Tencel	9,312(*)	1,804	,000	5,653	12,971
Tencel	Lyocell	5,075(*)	1,804	,008	1,416	8,734
	Modal	7,000(*)	1,804	,000	3,341	10,659
	Pamuk	-9,312(*)	1,804	,000	-12,971	-5,653

Tablo 4.40 Yıkama sonrası orta ayar, ilmek yoğunluğu varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4644,242(a)	3	1548,081	36,308	,000
Intercept	3624491,514	1	3624491,514	85008,169	,000
Tip	4644,242	3	1548,081	36,308	,000
Error	1534,931	36	42,637		
Total	3630670,688	40			
Corrected Total	6179,173	39			

Tablo 4.41 Yıkama sonrası orta ayar , ilmek yoğunluğu açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	14,800(*)	2,920	,000	8,878	20,722
	Pamuk	-7,225(*)	2,920	,018	-13,147	-1,303
	Tencel	19,350(*)	2,920	,000	13,428	25,272
Modal	Lyocell	-14,800(*)	2,920	,000	-20,722	-8,878
	Pamuk	-22,025(*)	2,920	,000	-27,947	-16,103
	Tencel	4,550	2,920	,128	-1,372	10,472
Pamuk	Lyocell	7,225(*)	2,920	,018	1,303	13,147
	Modal	22,025(*)	2,920	,000	16,103	27,947
	Tencel	26,575(*)	2,920	,000	20,653	32,497
Tencel	Lyocell	-19,350(*)	2,920	,000	-25,272	-13,428
	Modal	-4,550	2,920	,128	-10,472	1,372
	Pamuk	-26,575(*)	2,920	,000	-32,497	-20,653

Gevşek ayarda örülmüş kumaşların tablo 4.42’ de yer alan yıkama öncesi ve tablo 4.44’ de yer alan yıkama sonrası sig. değeri $\alpha=0.05$ ’ den büyük olduğu için H_1 hipotezi geçerlidir yani; yıkama öncesi ve sonrasında kumaş tipleri arasında ilmek yoğunluğu açısından önemli bir farklılık vardır. Tablo 4.43’ e bakıldığında, yıkama öncesinde modal-lyocell ve pamuk-tencel dışında diğer kumaş tiplerinin birbirlerine göre istatistiksel açıdan önemli derecede farklı ilmek yoğunluğuna sahip olduğu görülmektedir. Tablo 4.45’ e bakıldığında ise yıkama sonrasında tüm kumaş tipleri arasındaki farklılığın önemli bulunduğu görülmektedir.

Tablo 4.42 Yıkama öncesi gevşek ayar, ilmek yoğunluğu varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1556,755(a)	3	518,918	18,227	,000
Intercept	1883668,502	1	1883668,502	66162,551	,000
Tip	1556,755	3	518,918	18,227	,000
Error	1024,931	36	28,470		
Total	1886250,188	40			
Corrected Total	2581,686	39			

Tablo 4.43 Yıkama öncesi gevşek ayar , ilmek yoğunluğu açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	1,375	2,386	,568	-3,464	6,214
	Pamuk	-10,900(*)	2,386	,000	-15,739	-6,061
	Tencel	-12,500(*)	2,386	,000	-17,339	-7,661
Modal	Lyocell	-1,375	2,386	,568	-6,214	3,464
	Pamuk	-12,275(*)	2,386	,000	-17,114	-7,436
	Tencel	-13,875(*)	2,386	,000	-18,714	-9,036
Pamuk	Lyocell	10,900(*)	2,386	,000	6,061	15,739
	Modal	12,275(*)	2,386	,000	7,436	17,114
	Tencel	-1,600	2,386	,507	-6,439	3,239
Tencel	Lyocell	12,500(*)	2,386	,000	7,661	17,339
	Modal	13,875(*)	2,386	,000	9,036	18,714
	Pamuk	1,600	2,386	,507	-3,239	6,439

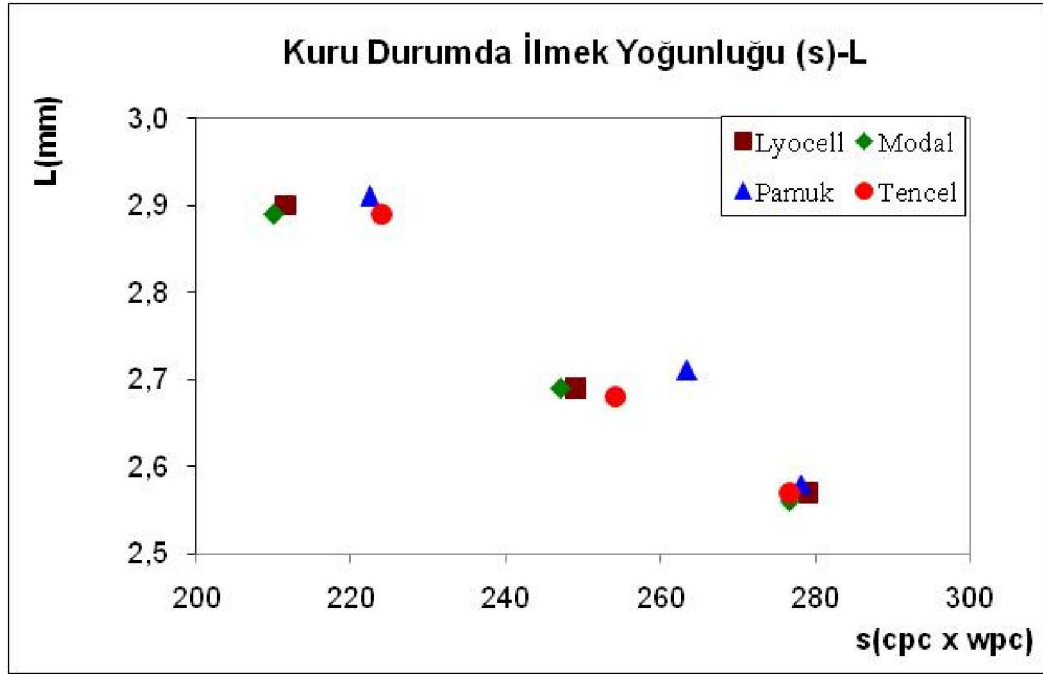
Tablo 4.44 Yıkama sonrası gevşek ayar, ilmek yoğunluğu varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4042,756(a)	3	1347,585	49,112	,000
Intercept	2628356,556	1	2628356,556	95788,255	,000
Tip	4042,756	3	1347,585	49,112	,000
Error	987,813	36	27,439		
Total	2633387,125	40			
Corrected Total	5030,569	39			

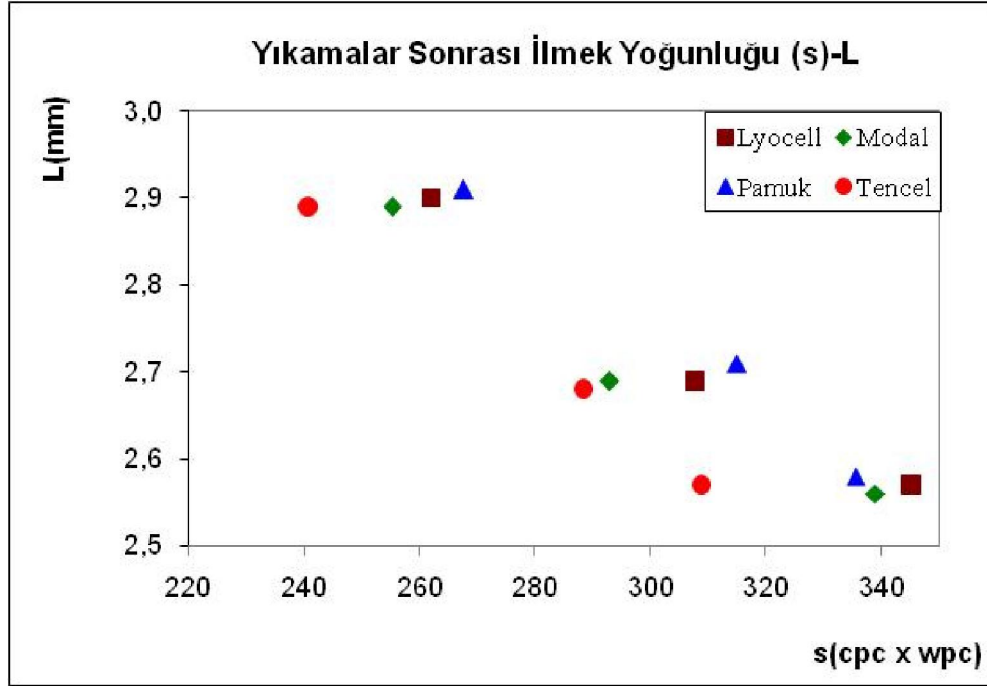
Tablo 4.45 Yıkama sonrası gevşek ayar , ilmek yoğunluğu açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	6,700(*)	2,343	,007	1,949	11,451
	Pamuk	-5,625(*)	2,343	,022	-10,376	-,874
	Tencel	21,275(*)	2,343	,000	16,524	26,026
Modal	Lyocell	-6,700(*)	2,343	,007	-11,451	-1,949
	Pamuk	-12,325(*)	2,343	,000	-17,076	-7,574
	Tencel	14,575(*)	2,343	,000	9,824	19,326
Pamuk	Lyocell	5,625(*)	2,343	,022	,874	10,376
	Modal	12,325(*)	2,343	,000	7,574	17,076
	Tencel	26,900(*)	2,343	,000	22,149	31,651
Tencel	Lyocell	-21,275(*)	2,343	,000	-26,026	-16,524
	Modal	-14,575(*)	2,343	,000	-19,326	-9,824
	Pamuk	-26,900(*)	2,343	,000	-31,651	-22,149

Şekil 4.25 ve 4.26’ da yer alan ilmek yoğunluğu-ilemek iplik uzunluğu grafiklerine göre de hem yıkama öncesinde hem de sonrasında, ilmek iplik uzunluğu arttıkça, ilmek yoğunluğunun azaldığı görülmektedir. Ayrıca yıkama sonrasında, tüm kumaşların yine çekmeye bağlı olarak ilmek yoğunluklarının arttığı görülmektedir. Sadece tencelde yıkama ile ilmek yoğunluğunun diğerlerine göre çok fazla değişmediği dikkat çekmektedir.



Şekil 4.25 Dört farklı tip kumaş için, kuru durumda ortalama ilmek yoğunluğu ve ilmek iplik uzunluğu (l) ilişki grafiği.



Şekil 4.26 Dört farklı tip kumaş için, yıkama sonrasında ortalama ilmek yoğunluğu ve ilmek iplik uzunluğu (l) ilişkisi grafiği.

4.2.2.4 Hava Geçirgenliği Açısından Kumaş Tiplerinin Karşılaştırılması

$\alpha=0.05$ için sık, orta ve gevşek ayarda örülmüş tüm kumaş tiplerinin yıkama öncesi ve sonrasında, hava geçirgenliği (hg) değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Aşağıda yıkama öncesi ve sonrasında her üç örgü ayarı için ayrı ayrı hazırlanmış varyans analiz tabloları yer almaktadır.

Tablo 4.46 Yıkama öncesinde sık ayar hava geçirgenliği varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1624770,000(a)	3	541590,000	109,400	,000
Intercept	93086010,000	1	93086010,000	18803,144	,000
Tip	1624770,000	3	541590,000	109,400	,000
Error	178220,000	36	4950,556		
Total	94889000,000	40			
Corrected Total	1802990,000	39			

Tablo 4.47 Yıkama öncesinde sık ayar hava geçirgenliği açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	250,000(*)	31,466	,000	186,184	313,816
	Pamuk	289,000(*)	31,466	,000	225,184	352,816
	Tencel	-209,000(*)	31,466	,000	-272,816	-145,184
Modal	Lyocell	-250,000(*)	31,466	,000	-313,816	-186,184
	Pamuk	39,000	31,466	,223	-24,816	102,816
	Tencel	-459,000(*)	31,466	,000	-522,816	-395,184
Pamuk	Lyocell	-289,000(*)	31,466	,000	-352,816	-225,184
	Modal	-39,000	31,466	,223	-102,816	24,816
	Tencel	-498,000(*)	31,466	,000	-561,816	-434,184
Tencel	Lyocell	209,000(*)	31,466	,000	145,184	272,816
	Modal	459,000(*)	31,466	,000	395,184	522,816
	Pamuk	498,000(*)	31,466	,000	434,184	561,816

Sık ayarda örülmüş kumaşların tablo 4.46 ve tablo 4.48. 'da yer alan yıkama öncesi ve sonrası sig. değerleri $\alpha=0.05$ den küçük olduğu için H_1 hipotezi kabul edilir. Bir başka deyişle kumaş tipleri arasında hava geçirgenliği açısından önemli bir farklılık vardır. Bu farklılığın ayrıntılı nedenlerine ikili karşılaştırmaların yapıldığı tablo 4.47 ve tablo 4.49 ile inildiğinde görülmektedir ki; yıkama öncesinde modal-pamuk kumaş çifti dışında, yıkama sonrasında ise tüm sık ayarda örülmüş kumaşlarda birbirlerine göre hava geçirgenliği değerlerinin farklılığı istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Tablo 4.48 Yıkama sonrasında sık ayar hava geçirgenliği varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4965430,675(a)	3	1655143,558	252,926	,000
Intercept	25101649,225	1	25101649,225	3835,841	,000
Tip	4965430,675	3	1655143,558	252,926	,000
Error	235583,100	36	6543,975		
Total	30302663,000	40			
Corrected Total	5201013,775	39			

Tablo 4.49 Yıkama sonrasında sık ayar hava geçirgenliği açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	-339,000(*)	36,177	,000	-412,371	-265,629
	Pamuk	356,800(*)	36,177	,000	283,429	430,171
	Tencel	-576,500(*)	36,177	,000	-649,871	-503,129
Modal	Lyocell	339,000(*)	36,177	,000	265,629	412,371
	Pamuk	695,800(*)	36,177	,000	622,429	769,171
	Tencel	-237,500(*)	36,177	,000	-310,871	-164,129
Pamuk	Lyocell	-356,800(*)	36,177	,000	-430,171	-283,429
	Modal	-695,800(*)	36,177	,000	-769,171	-622,429
	Tencel	-933,300(*)	36,177	,000	-1006,671	-859,929
Tencel	Lyocell	576,500(*)	36,177	,000	503,129	649,871
	Modal	237,500(*)	36,177	,000	164,129	310,871
	Pamuk	933,300(*)	36,177	,000	859,929	1006,671

Orta ayarda örülmüş kumaşların tablo 4.50 ve tablo 4.52' de yer alan yıkama öncesi ve sonrası sig. değerleri $\alpha=0.05$ ' den küçük olduğu için H_1 hipotezi kabul edilir yani; kumaş tipleri arasında hava geçirgenliği değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir. Yıkama öncesi ve sonrasında tüm kumaş tiplerinin ikili karşılaştırmaların yapıldığı tablo 4.51 ve tablo 4.53' e bakıldığında da, tüm kumaş çiftlerinin hava geçirgenliği değerleri arasında önemli fark olduğu görülmektedir.

Tablo 4.50 Yıkama öncesinde orta ayar hava geçirgenliği varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1709860,000(a)	3	569953,333	131,074	,000
Intercept	103684000,000	1	103684000,000	23844,538	,000
Tip	1709860,000	3	569953,333	131,074	,000
Error	156540,000	36	4348,333		
Total	105550400,000	40			
Corrected Total	1866400,000	39			

Tablo 4.51 Yıkama öncesinde orta ayar hava geçirgenliği açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	215,000(*)	29,490	,000	155,191	274,809
	Pamuk	444,000(*)	29,490	,000	384,191	503,809
	Tencel	-91,000(*)	29,490	,004	-150,809	-31,191
Modal	Lyocell	-215,000(*)	29,490	,000	-274,809	-155,191
	Pamuk	229,000(*)	29,490	,000	169,191	288,809
	Tencel	-306,000(*)	29,490	,000	-365,809	-246,191
Pamuk	Lyocell	-444,000(*)	29,490	,000	-503,809	-384,191
	Modal	-229,000(*)	29,490	,000	-288,809	-169,191
	Tencel	-535,000(*)	29,490	,000	-594,809	-475,191
Tencel	Lyocell	91,000(*)	29,490	,004	31,191	150,809
	Modal	306,000(*)	29,490	,000	246,191	365,809
	Pamuk	535,000(*)	29,490	,000	475,191	594,809

Tablo 4.52 Yıkama sonrasında orta ayar hava geçirgenliği varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6394940,900(a)	3	2131646,967	514,018	,000
Intercept	35498328,100	1	35498328,100	8559,945	,000
Tip	6394940,900	3	2131646,967	514,018	,000
Error	149293,000	36	4147,028		
Total	42042562,000	40			
Corrected Total	6544233,900	39			

Tablo 4.53 Yıkama sonrasında orta ayar hava geçirgenliği açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	-127,700(*)	28,799	,000	-186,108	-69,292
	Pamuk	586,400(*)	28,799	,000	527,992	644,808
	Tencel	-529,700(*)	28,799	,000	-588,108	-471,292
Modal	Lyocell	127,700(*)	28,799	,000	69,292	186,108
	Pamuk	714,100(*)	28,799	,000	655,692	772,508
	Tencel	-402,000(*)	28,799	,000	-460,408	-343,592
Pamuk	Lyocell	-586,400(*)	28,799	,000	-644,808	-527,992
	Modal	-714,100(*)	28,799	,000	-772,508	-655,692
	Tencel	-1116,100(*)	28,799	,000	-1174,508	-1057,692
Tencel	Lyocell	529,700(*)	28,799	,000	471,292	588,108
	Modal	402,000(*)	28,799	,000	343,592	460,408
	Pamuk	1116,100(*)	28,799	,000	1057,692	1174,508

Gevşek ayarda örülmüş kumaşların tablo 4.54 ve tablo 4.56' da yer alan yıkama öncesi ve sonrası sig. değerleri $\alpha=0.05$ 'den küçük olduğu için H_1 hipotezi kabul edilir. Bir başka deyişle kumaş tipleri arasında hava geçirgenliği açısından istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır. İkili karşılaştırmaların yapıldığı tablo 4.55 ve tablo 4.57' e bakıldığında görülmektedir ki; yıkama öncesinde tüm kumaş çiftleri arasında, yıkama sonrasında ise modal-tencel dışında tüm gevşek ayarda örülmüş kumaşlarda birbirlerine göre hava geçirgenliği değerleri açısından önemli bir farklılık bulunmaktadır.

Tablo 4.54 Yıkama öncesinde gevşek ayar hava geçirgenliği varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3432270,000(a)	3	1144090,000	85,048	,000
Intercept	138756250,000	1	138756250,000	10314,746	,000
Tip	3432270,000	3	1144090,000	85,048	,000
Error	484280,000	36	13452,222		
Total	142672800,000	40			
Corrected Total	3916550,000	39			

Tablo 4.55 Yıkama öncesinde gevşek ayar hava geçirgenliği açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	330,000(*)	51,869	,000	224,804	435,196
	Pamuk	634,000(*)	51,869	,000	528,804	739,196
	Tencel	-114,000(*)	51,869	,034	-219,196	-8,804
Modal	Lyocell	-330,000(*)	51,869	,000	-435,196	-224,804
	Pamuk	304,000(*)	51,869	,000	198,804	409,196
	Tencel	-444,000(*)	51,869	,000	-549,196	-338,804
Pamuk	Lyocell	-634,000(*)	51,869	,000	-739,196	-528,804
	Modal	-304,000(*)	51,869	,000	-409,196	-198,804
	Tencel	-748,000(*)	51,869	,000	-853,196	-642,804
Tencel	Lyocell	114,000(*)	51,869	,034	8,804	219,196
	Modal	444,000(*)	51,869	,000	338,804	549,196
	Pamuk	748,000(*)	51,869	,000	642,804	853,196

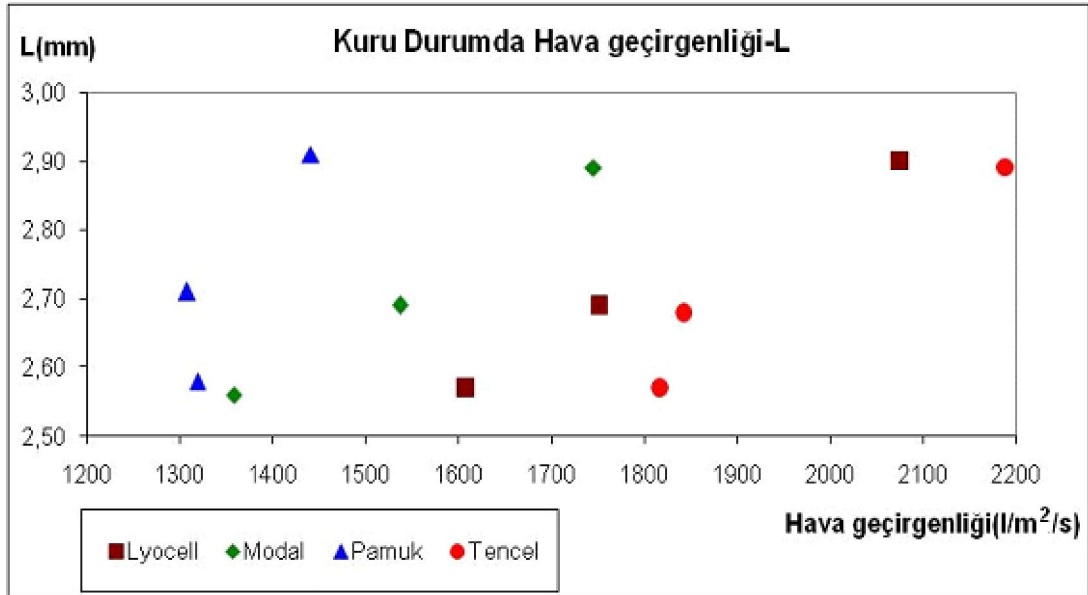
Tablo 4.56 Yıkama sonrasında gevşek ayar hava geçirgenliği varyans analiz tablosu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9781054,700(a)	3	3260351,567	284,870	,000
Intercept	70527424,900	1	70527424,900	6162,255	,000
Tip	9781054,700	3	3260351,567	284,870	,000
Error	412022,400	36	11445,067		
Total	80720502,000	40			
Corrected Total	10193077,100	39			

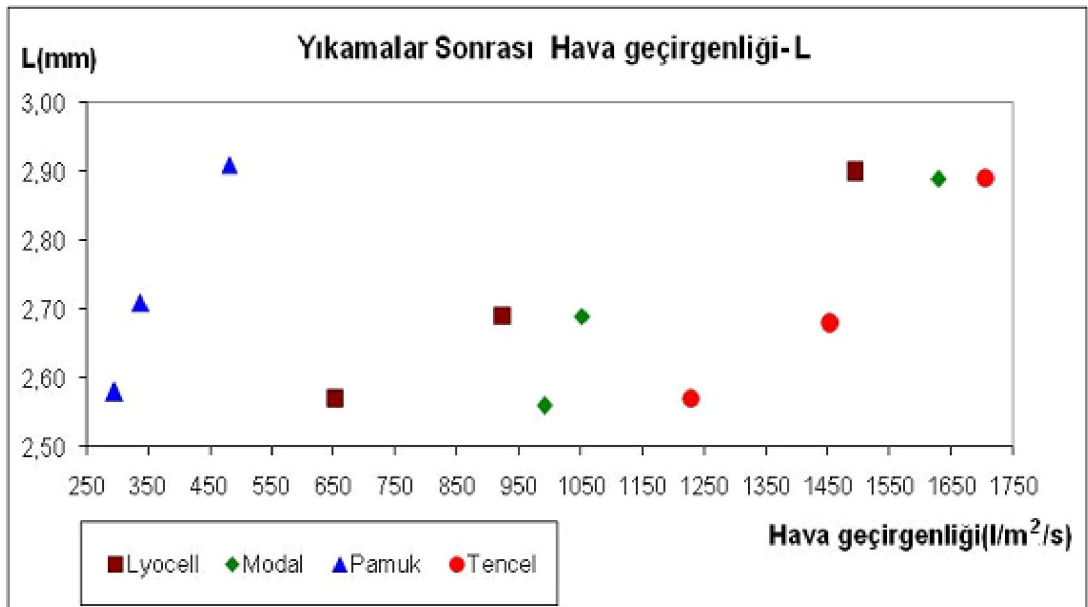
Tablo 4.57 Yıkama sonrasında gevşek ayar hava geçirgenliği açısından ikili karşılaştırmalar tablosu

(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Lyocell	Modal	-134,000(*)	47,844	,008	-231,031	-36,969
	Pamuk	1013,600(*)	47,844	,000	916,569	1110,631
	Tencel	-211,000(*)	47,844	,000	-308,031	-113,969
Modal	Lyocell	134,000(*)	47,844	,008	36,969	231,031
	Pamuk	1147,600(*)	47,844	,000	1050,569	1244,631
	Tencel	-77,000	47,844	,116	-174,031	20,031
Pamuk	Lyocell	-1013,600(*)	47,844	,000	-1110,631	-916,569
	Modal	-1147,600(*)	47,844	,000	-1244,631	-1050,569
	Tencel	-1224,600(*)	47,844	,000	-1321,631	-1127,569
Tencel	Lyocell	211,000(*)	47,844	,000	113,969	308,031
	Modal	77,000	47,844	,116	-20,031	174,031
	Pamuk	1224,600(*)	47,844	,000	1127,569	1321,631

Kumaş tiplerinin ortalama hava geçirgenliği değerlerinin ilmek iplik uzunluğuna göre değişimleri baz alınarak hazırlanan grafikleri şekil 4.27 ve 4.28’ de yer almaktadır. Grafiklerde de görüldüğü gibi tüm kumaş tipleri için hem yıkama öncesinde hem de yıkama sonrasında, ilmek iplik uzunluğu arttıkça hava geçirgenliği de artmaktadır yani; kumaş yapısı seyreldikçe, gözeneklilik arttıkça hava geçirgenliğinin arttığını göstermektedir. Bu saptama, daha önce Çeken (1997)’ nin ve Çeken ve Tiber (2003)’ in süprem örgü kumaşlarda yapılan çalışmalarla uyum göstermektedir.



Şekil 4.27 Dört farklı tip kumaş için, kuru durumda ortalama hava geçirgenliği ve ilmek iplik uzunluğu (l) ilişkisi grafiği.



Şekil 4.28 Dört farklı tip kumaş için, yıkamalar sonrasında ortalama hava geçirgenliği ve ilmek iplik uzunluğu (l) ilişkisi grafiği.

Yıkama sonrasında enine ve boyuna yönde meydana gelen boyut değişimine bağlı olarak kumaşların hava geçirgenliği de değişim göstermektedir. Tüm kumaşların yıkama sonrasında hava geçirgenliği değerlerinin azaldığı görülmektedir. Bu durum yıkama işlemleri ile ilmek yoğunluğunun artmasının yani; kumaş yapısının

sıklaşmasının bir sonucudur. Doğal olarak, özellikle %100 pamuklu kumaşlarda yıkama sonrası hava geçirgenliği değerlerindeki azalma en fazla olmuştur. Lyocell kumaşlarda da benzer şekilde, bu kumaşlardaki yüksek boyut değişimi oranlarına paralel olarak hava geçirgenliği de azalmıştır. Hava geçirgenliğinin, genelde tüm sıklıklarda pamuklu kumaşlarda en düşük, tencel kumaşlarda ise en yüksek değerde olduğu görülmektedir.

4.2.3 Kumaşların Enine ve Boyuna Yönde Boyut Değişimlerinin İncelenmesi.

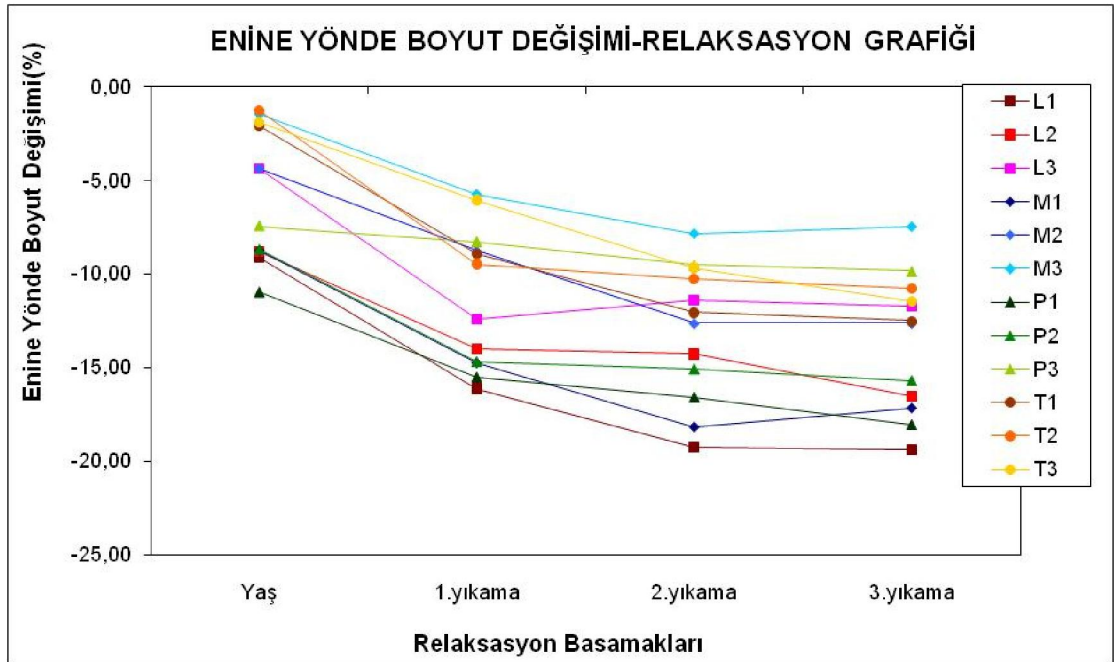
Lyocell, modal, pamuk ve tencel kumaş tiplerine uygulanan yaş relaksasyon ve üç tekrarlı yıkama sonrasında saptanan boyut değişimi verilerine göre, şekil 4.29 ve 4.30’ de yer alan boyut değişimi - relaksasyon grafikleri elde edilmiştir. Grafikler, herbir aşama sonrası meydana gelen yüzdesel boyut değişim değerinin, bir önceki değere eklenmesi ile elde edilmiştir. Bu grafiklere ve ortalama boyutsal değişim değerlerinin yer aldığı tablo 4.6 ve 4.7’ e göre yaş relaksasyon ve üç tekrarlı yıkama işlemi sonrasında enine yönde tüm kumaş tiplerinde ve boyuna yönde sık ayar modal süprem örgü kumaş dışındaki tüm diğer kumaş tiplerinde, kumaş çekmesi gerçekleşmiştir. Uygulanan relaksasyon işlemleri sonrasında, genellikle tüm kumaş tiplerindeki ortalama çekme miktarı,ilmek iplik uzunluğu arttıkça yani; kumaş örgü ayarı gevşedikçe enine yönde azalırken, boyuna yönde artmaktadır. Bu durum örgü kumaşların relaksasyon sonrası boyutsal davranışlarının incelendiği önceki çalışmalarla uyum göstermektedir (Onal ve Candan, 2003). Yalnızca tencel kumaşlarda, enine yönde boyut değişimi farklılıkları diğerlerine göre çok belirgin değildir.

Enine yönndeki boyutsal değişim miktarları tablo 4.58’ e göre daha ayrıntılı incelendiğinde ise; tüm süprem örgü kumaş tipleri için, en fazla çekmenin yaş relaksasyon ve ilk yıkama sonrasında görüldüğü söylenebilir. Pamuğun hem enine hem de boyuna yönde diğer kumaş tiplerinden kesin olarak ayrıldığı nokta, tüm sıklık ayarları için en fazla çekmeyi yaş relaksasyonda yaşamasıdır. Tüm relaksasyon işlemleri sonrası, enine yönde çekme oranları büyükten küçüğe sık ve orta ayarda lyocell, pamuk, modal ve tencel, gevşek ayarda ise lyocell, tencel, pamuk ve modal

şeklindedir. Buna göre her üç tip sıklık için de enine yönde en fazla çeken süprem örgü kumaş lyocell, en az çeken süprem örgü kumaş tencel' dir denilebilir. Gevşek ayarda ise en az modal çekmektedir.

Tablo 4.58 Yıkama sonrasında relaksasyon basamaklarında bir önceki işleme göre enine yönde boyut değişimi tablosu.

ENİNE YÖNDE ÇEKME ORANLARI(%)					
Kumaş Tipi Kodları	İlmek iplik uzunluğu(l) (mm)	RELAKSASYON DURUMU			
		Yaş	1.yıkama	2.yıkama	3.yıkama
L1	2,57	-9,10	-7,71	-3,76	-0,14
L2	2,69	-8,79	-5,71	-0,31	-2,62
L3	2,90	-4,37	-8,38	1,16	-0,33
M1	2,56	-8,73	-6,60	-4,02	1,25
M2	2,69	-4,34	-4,61	-4,25	0,01
M3	2,89	-1,46	-4,34	-2,23	0,40
P1	2,58	-10,96	-5,11	-1,27	-1,77
P2	2,71	-8,70	-6,54	-0,46	-0,73
P3	2,91	-7,44	-0,90	-1,37	-0,35
T1	2,57	-2,10	-6,96	-3,42	-0,53
T2	2,68	-1,28	-8,30	-0,87	-0,55
T3	2,89	-1,89	-4,23	-3,85	-1,99



Şekil 4.29 Üç farklı sıklığa sahip dört farklı tip kumaş için, yaş relaksasyon ve üç tekrarlı yıkamalar sırasında gözlemlenen yüzdesel olarak enine yönde boyutsal değişim grafiği

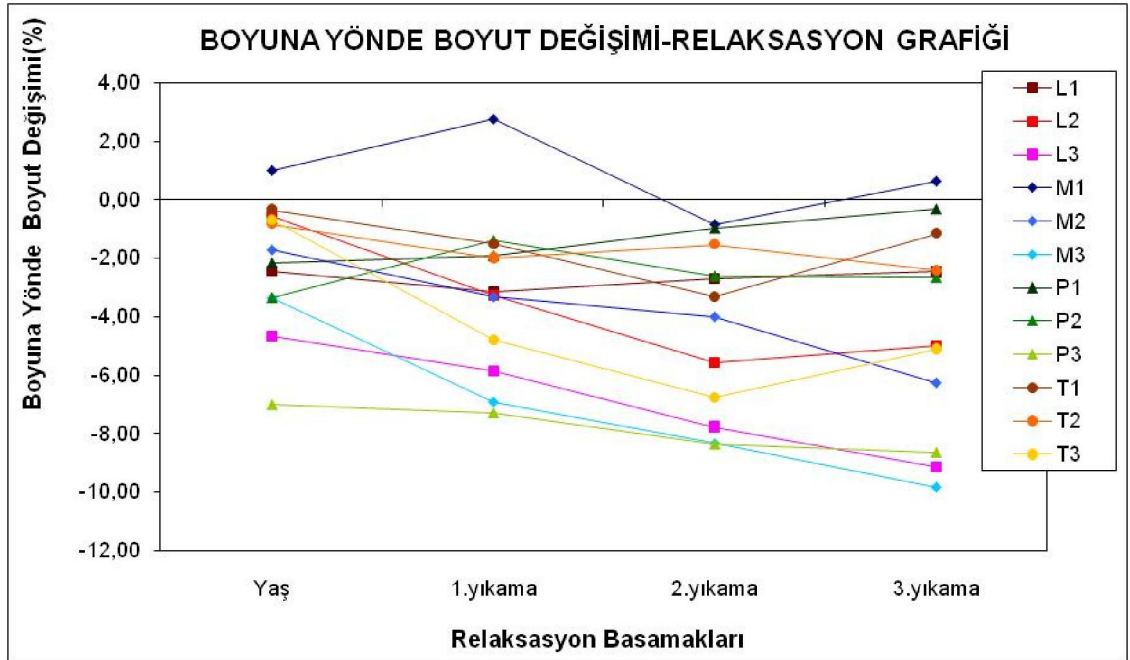
Relaksasyon işlem basamakları boyunca, enine yönde boyutsal değişim grafiği, boyuna yönde boyutsal değişime göre, daha düzenli bir yapı sergilemektedir. Genel olarak yıkama işlem sayısı arttıkça kumaş tiplerinin enine yönlerdeki boyutsal değişim grafik eğimleri azalmaktadır. Bu durum işlem sayısı arttıkça, boyutsal stabilitenin kazanıldığını göstermektedir.

Boyuna yöndeki boyutsal değişim miktarları tablo 4.59' a göre daha ayrıntılı incelendiğinde ise; modalın sık ve orta ayarı dışında diğer tüm süprem örgü kumaş tipleri için, en fazla çekmenin yaş relaksasyon ve ilk yıkama sonrasında görüldüğü söylenebilir. Tüm relaksasyon işlemleri sonrası, boyuna yönde çekme oranları büyükten küçüğe orta ve gevşek ayarda modal, lyocell, pamuk, ve tencel, sık ayarda ise lyocell, tencel, pamuk ve modal şeklindedir. Buna göre orta ve gevşek sıklığa sahip kumaş tipleri için, boyuna yönde en fazla çeken süprem örgü kumaş modal, en az çeken tencel, sık sıklık değerleri için en fazla çeken süprem örgü kumaş lycell, en az çeken pamuktur denilebilir. Bir tek uzama davranışı gösteren ise % 0,63' lük uzama değeri ile sık ayarda örülen modal süprem kumaştır. Bu durumun modal liflerin sahip olduğu yüksek uzama özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Relaksasyon işlem basamakları boyunca, boyuna yönde boyutsal değişim grafiği, enine yönde boyutsal değişime göre, daha düzensiz bir yapı sergilemektedir. Genel olarak yaş relaksasyon işlemi ile boyuna yönde çekme davranışı gösteren kumaşlar, relaksasyon işlemini takip eden yıkama işlemleri sırasında işlem sayısı arttıkça uzama davranışı göstermektedirler. Bu uzamaların tüm kumaş tiplerinin çoğunda düşük sıklıklarda gerçekleşmesi dikkat çekicidir. Ayrıca, relaksasyon işlem basamakları sonrasında, genel olarak tüm kumaş tiplerinde her üç tip sıklık ayarı için, enine çekme oranları, boyuna çekme oranlarından daha fazladır. Bu boyutsal davranış, daha önce süprem örgü kumaşların boyut değişimleriyle ilgili yapılan çalışmalarla da uyum göstermektedir (Onal ve Candan, 2003). Yalnızca gevşek ayar modal süprem kumaşlarda bu durum görülmemiştir. Modal kumaşlar her üç tip sıklık ayarında da diğer kumaş tiplerinden farklı boyutsal değişim davranışları sergilemektedir.

Tablo 4.59 Yıkama sonrasında relaksasyon basamaklarında bir önceki işleme göre boyuna yönde boyut değişimi tablosu

BOYUNA YÖNDE ÇEKME ORANLARI(%)					
Kumaş Tipi Kodları	İlmeğin iplik uzunluğu(l) (mm)	RELAKSASYON DURUMU			
		Yaş	1.yıkama	2.yıkama	3.yıkama
L1	2,57	-2,47	-0,68	0,45	0,22
L2	2,69	-0,56	-2,72	-2,36	0,61
L3	2,90	-4,69	-1,24	-2,02	-1,48
M1	2,56	1,00	1,74	-3,51	1,50
M2	2,69	-1,72	-1,64	-0,70	-2,35
M3	2,89	-3,36	-3,68	-1,52	-1,63
P1	2,58	-2,18	0,25	0,97	0,67
P2	2,71	-3,36	2,04	-1,24	-0,06
P3	2,91	-7,01	-0,30	-1,17	-0,31
T1	2,57	-0,34	-1,18	-1,82	2,23
T2	2,68	-0,84	-1,15	0,47	-0,89
T3	2,89	-0,69	-4,13	-2,08	1,78



Şekil 4.30 Üç farklı sıklığa sahip dört farklı tip kumaş için, yaş relaksasyon ve üç tekrarlı yıkamalar sırasında gözlemlenen yüzdesel olarak boyuna yönde boyutsal değişim grafiği

BÖLÜM BEŞ

TARTIŞMA VE SONUÇ

Lyocell (tencel lf), modal, pamuk ve tencel (tencel standart) olmak üzere dört farklı lif içerikli ve herbiri üç farklı sıklıktaki süprem örme kumaşlara yaş relaksasyon ve üç tekrarlı yıkama işlemleri uygulanmıştır. Bu relaksasyon işlemlerinin, kumaşların ilmek iplik uzunluğu, sıra ve çubuk sıklığı, hava geçirgenliği ve kalınlık değişimlerine etkisinin incelenmesi amacıyla yapılan istatistiksel analizler ve boyutsal değişimlerinin incelenmesi için yapılan değerlendirmeler sonrasında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Kumaşların yıkama öncesi ve sonrasındaki, ilmek iplik uzunluğu ile sıra sıklığı, çubuk sıklığı, hava geçirgenliği ve hava geçirgenliği ile ilmek yoğunluğu, kalınlık arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Farklı materyallerden örülmüş tüm kumaş numunelerinde, sıra sıklığı ve ilmek iplik uzunluğu arasında ters yönde ve kuvvetli bir korelasyon olduğu görülmüştür. Tüm kumaşlarda yıkama öncesi ve sonrasında ilmek iplik uzunluğu artarken sıra sıklığının azalmaktadır.

Çubuk sıklığı ile ilmek iplik uzunluğu arasındaki ilişkiler incelendiğinde kuru relakse durumundaki bazı kumaş tiplerinde istatistiksel açıdan önemsiz görülen ilişkiler, yıkama işlemleriyle kumaş tam relakse duruma yaklaştıkça önemli ve negatif duruma geçmiştir. Dolayısıyla kumaşlarda, ilmek iplik uzunluğu artmasıyla çubuk sıklıkları azalma göstermektedir.

2. Tüm kumaş tiplerinin hava geçirgenliği özelliğinin ise, en çok ilmek iplik uzunluğu yani; kumaş sıklığından etkilendiği görülmüştür. Dolayısıyla, ilmek yoğunluğu değerleriyle de aynı ilişkiler bulunmuştur. Hava geçirgenliği ile kumaş kalınlığı arasında ise, düzenli ve doğrusal bir ilişki bulunmamıştır. Sonuç olarak, hava geçirgenliğinin en çok kumaş gözenekliliğinden etkilenen bir özellik olduğu söylenebilir.

3. Materyal farklılığı açısından yapılan istatistiksel değerlendirmelere göre; normal (orta) sıklıktaki kumaşlar gözönüne alındığında, pamuklu kumaşların boyutsal davranışlarının özellikle;ilmek yoğunluğu ve sıra sıklıklarının, diğer rejenere selüloz içerikli kumaşlardan farklılıkları önemli bulunmuştur. Sık ve gevşek kumaş yapılarında ise bu belirgin durum gözlenmemiştir.

Hava geçirgenliği özelliği bakımından, tüm kumaş tiplerinin farklılıkları istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Tüm kumaş tiplerinde, yıkama işlemleri ile kumaşların sıklaşmasına paralel olarak hava geçirgenliği değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Bu azalma en fazla pamuk, daha sonra lyocell (lyocell lf) kumaşlarda görülmüştür. En yüksek hava geçirgenliği değerleri tencel içerikli kumaşlarda elde edilmiştir.

4. Yıkama işlemleriyle enine ve boyuna yöndeki boyut değişimleri incelendiğinde, genelde tüm kumaş tiplerinde her iki yönde de çekme yaşanmıştır. Kumaşlarda enine yöndeki boyut değişimi daima, boyuna yöndeki boyut değişiminden fazla olmuştur. En fazla boyut değişimi, modal kumaşlar hariç yaş relaksasyon ve ilk yıkamadan sora gerçekleşmiştir. Sadece sık örülmüş modal kumaşlarda çok az miktarda boyuna yönde bollaşma görülmüştür. Modal kumaşlardaki bu davranışın modalın sahip olduğu yüksek uzama özelliği olduğu düşünülmektedir. Rejenere selüloz lifler arasında pamuğa en benzer boyutsal değişim özellikleri gösteren, lyocell kumaşlardır. En az boyut değişimi ise tencel kumaşlarda olmuştur. Bu durum, yıkama işlemleriyle sıra ve çubuk sıklığı dolayısıyla ilmek yoğunluğu değerlerindeki en az değişimin, tencel kumaşlarda gerçekleşmesinden ileri gelmektedir.

Sonuç olarak; süprem örgü kumaşların fiziksel ve boyutsal özelliklerinin, materyal farklılıklarından etkilendiği söylenebilir.

KAYNAKLAR

Bayazıt, A. (2002). Elastik iplikli düz örgü yapıların boyutsal değişimi ve fiziksel özellikleri üzerine bir araştırma. *E.Ü. Tekstil Ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayını, 19*.

Christensen, E. T. (2007) *What is tencel?* 20 Aralık 2007, <http://www.wisegeek.com/what-is-tencel.htm>

Chiweshe, A. (1999). *Influence of household fabric softeners and laundry enzymes on pilling and strength changes of selected fabrics*. Ph. D. University of Nebraska.

Çeken, F. (1995). *Yapısında farklı materyaller içeren örme kumaşların boyutsal özellikleri üzerine bazı araştırmalar*. Doktora tezi. Ege Üniversitesi, İzmir.

Çeken, F. (1997). Yün / polyester ve yün / akrilik karışımı bazı örme kumaşların hava geçirgenlikleri üzerine bir araştırma. *Tekstil ve Konfeksiyon, 2*, 31-35.

Çeken, F. ve Tiber, B. (2003). Farklı tekniklerle eğrilen ipliklerle oluşturulan örme kumaş özellikleri. *Tekstil Maraton, 4*, 51-56.

Çeken, F., Kayacan, O. ve Erdoğan, U.H. (2008). Effect of stitch density and washing process on pilling behavior of plain knitted regenerated cellulose fabrics. *Melliand International, 14* (3), 168-171.

Dying and finishing of modal fabrics. (2003). 20 Şubat 2008, <http://www.wipo.int/pctdb/en/wo.jsp?wo=2003062515&IA=WO2003062515&DISPLAY=DESC>

Farrington, D. W. ve Oldham, J. (1999). Tencel A100. *Journal of the Society of Dyers and Colourist, 115*, 83-85.

- Herath, C. N. ve Kang, B. C. (2008). Dimensional stability of core spun cotton/spandex single jersey fabrics under relaxation. *Textile Research Journal*, 78 (3), 209-216.
- Higgins, L., Anand, S.C., Hall, M.E. ve Holmes, D.A. (2003). Factors during tumble drying that influence dimensional stability and distortion of cotton knitted fabrics. *International journal of clothing*, 15 (2), 126-139.
- İkiz, F., Püskülcü, H. ve Eren, Ş. (2006). *İstatistiğe giriş* (7.Baskı). İzmir: Fakülteler Kitapevi Barış Yayınları.
- Kadolph, S. J. ve Langford, A. L. (2002). *Textiles* (9. baskı). New Jersey: Pearson Education.
- Karsu Testil San.ve Tic. A.Ş. (2007). *Karsu iplik*. 20 Eylül 2007, <http://www.karsu.com.tr>
- Kısa bir özetle lyocell/tencelin avantajları* (2007). 17 Kasım 2007, <http://www.topkapi-iplik.com.tr/TR/lyo.html>
- Kırcı, H., Ateş, S. ve Akgül, M. (2001) . Selüloz türevleri ve kullanım yerleri. *Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4 (2). 20 Nisan 2008. <http://fmd.ksu.edu.tr/sayi/42/42.119-130.pdf>
- Kurbak, A. (1982). *Some effects of substituting a presser-foot for take down tension in weft knitting*. Ph.D. Thesis. Leeds Univ., Leeds.
- Kurbak, A. (1983). Düz örgülerin boyutsal özellikleri ve relaksasyonu hakkında yapılmış deneysel çalışmalar. *E.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi*. 1-2 (1), 73-85.
- Lenzing AG. (2007). *Lenzing fibres*. 10 Eylül 2007, <http://www.lenzing.com>

Liflerin sınıflandırılması, (b.t.) 10 Ekim 2007,
<http://www.tekstilteknik.com/Referanslar/ELYAF/default.asp>

Modal ve Modal/Pamuk Karışımı Ürünler (b.t.). 10 Ekim 2007,
http://www.odevarsivi.com/dosya.asp?islem=gor&dosya_no=52742

Onal, L. ve Candan, C. (2003). The Contributions of fabric characteristics and laundry on shrinkage of weft knited fabrics. *Textile Research Journal*, 73 (3), 187-201.

Okubayashi, S. ve Bechtold, T. (2005). A pilling mechanism of man-made cellulosic fabrics effects of fibrillation. *Textile Research Journal*, 75 (4), 288-292.

Rejenere lifler, (b.t.) 02 Temmuz 2008, <http://tekstilbilgi.com/reg.htm>

Smirfitt, J. A. (1965). Worsted 1x1 rib fabrics, Part 1: Dimensional properties. *The journal of the Textile Institute*, 56, 248-256.

Smith, J. A. (2008). *Rayon - the multi-faceted fibre*. 2 Şubat 2008,
<http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/5000/5538.html>

The international bureau for the standardisation of man-made fibres. (2006). *Terminology of man-made fibres*. 17 Nisan 2008,
http://www.bisfa.org/booklets/Terminology_2006.pdf.

Turhan, Ö. ve Karaaslan, U. (2005). *Yapay lifler ve özellikleri*. 10 Kasım 2007,
<http://www.bilesim.com.tr/tr/index.nsf?lf=/tr/leftbarfuarcilik.html&rf=http://www.bilesim.com.tr/mistoportal/showmakale.nsf?xd=3622.xml>

Uçar, N. ve Canbaz Karakaş, H. (2005). Effect of lyocell blend yarn and pile type on the properties of pile loop knit fabrics. *Textile Research Journal*, 75 (4), 352-356.

White, M. P. (2001). Lyocell: The production process and market development. C. Woodings, (Ed.), *Regenerated Cellulose Fibres* içinde (62-87). İngiltere: Woodhead Publishing Limited.

Woodings, C. (Ed.).(2001). *Regenerated Cellulose Fibres*. İngiltere: Woodhead Publishing Limited.

Yükseloğlu, S. M. (2001). *Man-made selülozik elyafta yeni tercih: Lyocell lf olabilir mi?* 2 Şubat 2008, http://ejt.marmara.edu.tr/ejt_articles/Yukseloglu.pdf

Yükseloğlu, S. M. ve Canoğlu, S. (25 Kasım 2007). *Lyocell lifleri*. 02 Temmuz 2008. http://bolum.tekstilder.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=21&Itemid=41

EKLER

Ek 1. Yıkamalar öncesinde tespit edilen ilmek iplik uzunluğu değerleri.

Kumaş sıklığı	Numune No	İLMEK İPLİK UZUNLUKLARI (mm)			
		LYOCELL	MODAL	PAMUK	TENCEL
(1) Sık	1	2,58	2,56	2,58	2,57
	2	2,56	2,57	2,58	2,56
	3	2,58	2,56	2,57	2,58
	4	2,56	2,59	2,58	2,56
	5	2,57	2,58	2,59	2,58
	6	2,57	2,53	2,58	2,56
	7	2,57	2,55	2,59	2,56
	8	2,58	2,57	2,57	2,59
	9	2,56	2,56	2,58	2,57
	10	2,57	2,56	2,57	2,56
(2) Orta	1	2,69	2,70	2,71	2,69
	2	2,68	2,71	2,73	2,69
	3	2,70	2,70	2,70	2,68
	4	2,68	2,69	2,70	2,69
	5	2,70	2,68	2,70	2,68
	6	2,69	2,67	2,70	2,67
	7	2,68	2,67	2,70	2,69
	8	2,70	2,70	2,71	2,69
	9	2,68	2,68	2,71	2,69
	10	2,70	2,69	2,69	2,67
(3) Gevşek	1	2,90	2,88	2,90	2,89
	2	2,91	2,87	2,87	2,88
	3	2,89	2,89	2,91	2,90
	4	2,91	2,92	2,92	2,91
	5	2,90	2,91	2,93	2,89
	6	2,92	2,89	2,89	2,89
	7	2,90	2,90	2,92	2,88
	8	2,90	2,90	2,90	2,90
	9	2,89	2,89	2,89	2,88
	10	2,89	2,89	2,93	2,89

Ek 2. Sıra sıklığı testi sonuçları

Kumaş sıklığı	Numune No	SIRA SIKLIĞI (cpc)							
		LYOCELL		MODAL		PAMUK		TENCEL	
		Yık. Önce	Yık. Sonra	Yık. Önce	Yık. Sonra	Yık. Önce	Yık. Sonra	Yık. Önce	Yık. Sonra
(1) sık	1	22,5	22,5	22,5	22	23,5	23	22,5	21,5
	2	22,5	23	22	22	23	23	22,5	21
	3	23	23	22,5	21	23	23	22,5	22
	4	23	23	22,5	22	23	23	23	20,5
	5	23	23	22,5	22	23	23	22,5	22
	6	22,5	22,5	22	22,5	23	23	22,5	23
	7	23	22,5	22,5	22	22,5	22,5	22,5	22
	8	22,5	23	22,5	22,5	23	23	22,5	22
	9	22,5	23	22,5	22	23	22,5	22,5	22,5
	10	22,5	23	22,5	22	23	23	22,5	22,5
(2) orta	1	20	21	19,5	20,5	21,5	21,5	20,5	21
	2	20	21	20	20,5	21,5	21,5	20,5	21
	3	20	21	19,5	21	21	22	20,5	21
	4	20	21	19,5	21	21	21,5	20,5	21
	5	20,5	21	19,75	21	21,5	21	20	21
	6	20	21,5	20	21	21,5	21,5	20,5	21
	7	20	21,5	19,5	21	21	21,5	20,5	21
	8	20	21	20	20,5	21	21,5	20,5	21
	9	20	21,5	20	21	21	21,5	21	21,5
	10	20	21	20	21	21,5	21,5	20,5	21
(3) gevşek	1	17,5	20	16,5	19,5	17,5	19	18	18,5
	2	17,5	19,5	17	19	17,5	19	17,5	18,5
	3	17,5	18,5	17	19	17,5	19,5	17,5	18
	4	17,5	19,5	17,5	18,5	17,5	19,5	18	18,5
	5	17,5	19	17,5	19	18	19	18	18,5
	6	17,5	19	17,5	19	18	19	18	18,5
	7	17,5	19	17	19,5	17,5	19,5	18	18
	8	17,5	19	17,5	19	18	19	17,5	18
	9	17,5	19,5	17	19,5	17,5	19,5	18	18,5
	10	18	19	17	18,5	17,5	19,5	18	18

Ek 3. Çubuk sıklığı testi sonuçları

Kumaş sıklığı	Numune No	ÇUBUK SIKLIĞI (wpc)							
		LYOCELL		MODAL		PAMUK		TENCEL	
		Yık. Önce	Yık. Sonra	Yık. Önce	Yık. Sonra	Yık. Önce	Yık. Sonra	Yık. Önce	Yık. Sonra
(1) sık	1	12	15,5	12,5	15,5	12,5	15	12,5	14
	2	12	15	12,5	15,5	12	14,5	12,5	14,25
	3	12,5	15	12,5	15,5	12	14,5	12	14,25
	4	12,5	14,5	12	15,5	12	14,5	12,25	14
	5	12,5	15,5	12	15,5	12,25	14,5	12	14
	6	12,5	15,5	12,5	15,5	12	15	12	14
	7	12	15	12,5	15,5	12	14,5	12,5	14,5
	8	12,5	15	12,5	15,5	12,25	14,5	12	14
	9	12	15	12,5	15,5	12	15	12,5	14
	10	12,5	15	12	14,5	12	14,5	12,5	14
(2) orta	1	12,5	14,5	12,5	14	12,5	14,5	12,5	13,5
	2	12,5	14,5	12,5	14	12,5	15	12,5	13,5
	3	12,25	14,5	12,5	13,5	12,5	14,5	12,5	14
	4	12,5	14,5	12,5	14	12,5	15	12,25	13,5
	5	12,25	14,5	12,5	14	12,5	14,5	12,5	13,5
	6	12,5	14,5	12,5	14	12	14,5	12,5	14
	7	12,25	14,5	12,5	14,5	12,5	14,5	12,5	13,5
	8	12,5	14,5	12,25	14	12	14,5	12,5	14
	9	12,5	15	12,5	14,5	12,5	15	12,25	14
	10	12,5	14,5	12,75	14	12,5	14,5	12	13,5
(3) gevşek	1	12	13	12	13	12,5	14,5	12,5	13
	2	12	13	12	13,5	13	14	12,5	13
	3	12	14,5	12	13,5	12,5	13,5	13	13,5
	4	12	13,5	12	13,5	12,5	13,5	12,5	13,5
	5	12	14	12,5	13,5	12,5	13,5	12,5	13,5
	6	12	13,5	12,5	13,5	13	14	12,5	13
	7	12	14	12,5	13,5	12,5	14	12,5	13
	8	12	14	12,5	13,5	12,5	14	12,5	13
	9	12	13,5	12,5	13	12,5	14	12,5	13
	10	12,5	13,5	12	13,5	12,5	14	12,5	13

Ek 4. İlmek yoğunluğu test sonuçları

Kumaş sıklığı	Numune No	İLMEK YOĞUNLUĞU (s)							
		LYOCELL		MODAL		PAMUK		TENCEL	
		Yık. Önce	Yık. Sonra	Yık. Önce	Yık. Sonra	Yık. Önce	Yık. Sonra	Yık. Önce	Yık. Sonra
(1) sık	1	270,00	348,75	281,25	341,00	293,75	345,00	281,25	301,00
	2	270,00	345,00	275,00	341,00	276,00	333,50	281,25	299,25
	3	287,50	345,00	281,25	325,50	276,00	333,50	270,00	313,50
	4	287,50	333,50	270,00	341,00	276,00	333,50	281,75	287,00
	5	287,50	356,50	270,00	341,00	281,75	333,50	270,00	308,00
	6	281,25	348,75	275,00	348,75	276,00	345,00	270,00	322,00
	7	276,00	337,50	281,25	341,00	270,00	326,25	281,25	319,00
	8	281,25	345,00	281,25	348,75	281,75	333,50	270,00	308,00
	9	270,00	345,00	281,25	341,00	276,00	337,50	281,25	315,00
	10	281,25	345,00	270,00	319,00	276,00	333,50	281,25	315,00
(2) orta	1	250,00	304,50	243,75	287,00	268,75	311,75	256,25	283,50
	2	250,00	304,50	250,00	287,00	268,75	322,50	256,25	283,50
	3	245,00	304,50	243,75	283,50	262,50	319,00	256,25	294,00
	4	250,00	304,50	243,75	294,00	262,50	322,50	251,13	283,50
	5	251,13	304,50	246,88	294,00	268,75	304,50	250,00	283,50
	6	250,00	311,75	250,00	294,00	258,00	311,75	256,25	294,00
	7	245,00	311,75	243,75	304,50	262,50	311,75	256,25	283,50
	8	250,00	304,50	245,00	287,00	252,00	311,75	256,25	294,00
	9	250,00	322,50	250,00	304,50	262,50	322,50	257,25	301,00
	10	250,00	304,50	255,00	294,00	268,75	311,75	246,00	283,50
(3) gevşek	1	210,00	260,00	198,00	253,50	218,75	275,50	225,00	240,50
	2	210,00	253,50	204,00	256,50	227,50	266,00	218,75	240,50
	3	210,00	268,25	204,00	256,50	218,75	263,25	227,50	243,00
	4	210,00	263,25	210,00	249,75	218,75	263,25	225,00	249,75
	5	210,00	266,00	218,75	256,50	225,00	256,50	225,00	249,75
	6	210,00	256,50	218,75	256,50	234,00	266,00	225,00	240,50
	7	210,00	266,00	212,50	263,25	218,75	273,00	225,00	234,00
	8	210,00	266,00	218,75	256,50	225,00	266,00	218,75	234,00
	9	210,00	263,25	212,50	253,50	218,75	273,00	225,00	240,50
	10	225,00	256,50	204,00	249,75	218,75	273,00	225,00	234,00

Ek 5. Kalınlık testi sonuçları

Kumaş sıklığı	Num. No	KALINLIK TESTİ SONUÇLARI (mm)							
		LYOCELL		MODAL		PAMUK		TENCEL	
		Yık. Önce	Yık. Sonra	Yık. Önce	Yık. Sonra	Yık. Önce	Yık. Sonra	Yık. Önce	Yık. Sonra
(1) sık	1	0,590	0,620	0,590	0,585	0,655	0,720	0,885	0,720
	2	0,550	0,625	0,640	0,580	0,675	0,710	0,680	0,710
	3	0,560	0,595	0,650	0,570	0,665	0,695	0,670	0,695
	4	0,610	0,640	0,600	0,550	0,620	0,720	0,645	0,720
	5	0,560	0,610	0,660	0,570	0,660	0,685	0,625	0,685
	6	0,590	0,600	0,560	0,580	0,665	0,745	0,720	0,745
	7	0,625	0,610	0,610	0,610	0,665	0,690	0,725	0,690
	8	0,600	0,600	0,590	0,575	0,620	0,710	0,745	0,710
	9	0,580	0,585	0,600	0,600	0,655	0,700	0,745	0,700
	10	0,650	0,590	0,605	0,600	0,635	0,630	0,585	0,630
(2) orta	1	0,640	0,605	0,550	0,550	0,610	0,660	0,695	0,660
	2	0,590	0,590	0,570	0,550	0,665	0,700	0,720	0,700
	3	0,700	0,605	0,540	0,575	0,680	0,685	0,620	0,685
	4	0,650	0,580	0,600	0,555	0,695	0,665	0,695	0,665
	5	0,580	0,610	0,550	0,540	0,685	0,730	0,720	0,730
	6	0,550	0,620	0,620	0,560	0,610	0,760	0,680	0,760
	7	0,570	0,610	0,570	0,580	0,605	0,710	0,630	0,710
	8	0,595	0,575	0,610	0,560	0,680	0,690	0,685	0,690
	9	0,680	0,600	0,540	0,535	0,620	0,675	0,695	0,675
	10	0,560	0,580	0,610	0,580	0,635	0,710	0,680	0,710
(3) gevşek	1	0,570	0,575	0,880	0,545	0,640	0,710	0,800	0,710
	2	0,585	0,570	1,040	0,530	0,595	0,700	0,585	0,700
	3	0,580	0,520	0,890	0,535	0,635	0,715	0,645	0,715
	4	0,595	0,580	0,490	0,510	0,595	0,695	0,605	0,695
	5	0,535	0,530	0,520	0,525	0,640	0,655	0,640	0,655
	6	0,530	0,575	0,915	0,520	0,625	0,740	0,610	0,740
	7	0,535	0,560	0,570	0,505	0,620	0,705	0,630	0,705
	8	0,505	0,590	0,590	0,500	0,595	0,690	0,620	0,690
	9	0,500	0,575	0,570	0,490	0,590	0,650	0,650	0,650
	10	0,670	0,570	0,660	0,505	0,660	0,720	0,655	0,720

Ek 6. Hava geçirgenliği testi sonuçları

Kumaş sıklığı	Num. No	HAVA GEÇİRGENLİĞİ TESTİ SONUÇLARI (l/m ² /s)							
		LYOCELL		MODAL		PAMUK		TENCEL	
		Yık. Önce	Yık. Sonra	Yık. Önce	Yık. Sonra	Yık. Önce	Yık. Sonra	Yık. Önce	Yık. Sonra
(1) sık	1	1620,0	618,0	1430,0	975,0	1310,0	294,0	1840,0	1040,0
	2	1740,0	748,0	1500,0	1040,0	1360,0	317,0	1790,0	1190,0
	3	1510,0	639,0	1370,0	965,0	1270,0	293,0	1680,0	1270,0
	4	1630,0	563,0	1280,0	982,0	1260,0	274,0	1780,0	1300,0
	5	1620,0	696,0	1250,0	885,0	1290,0	281,0	1930,0	1240,0
	6	1600,0	575,0	1450,0	936,0	1330,0	270,0	1860,0	1440,0
	7	1600,0	628,0	1400,0	1110,0	1410,0	289,0	1800,0	1140,0
	8	1560,0	677,0	1200,0	1020,0	1300,0	313,0	1790,0	1360,0
	9	1620,0	581,0	1300,0	932,0	1360,0	319,0	1800,0	1230,0
	10	1580,0	800,0	1400,0	1070,0	1300,0	307,0	1900,0	1080,0
(2) orta	1	1780,0	926,0	1490,0	1080,0	1390,0	318,0	1970,0	1650,0
	2	1860,0	944,0	1550,0	963,0	1400,0	339,0	1840,0	1440,0
	3	1690,0	979,0	1590,0	1060,0	1380,0	378,0	1840,0	1380,0
	4	1680,0	929,0	1530,0	1060,0	1270,0	293,0	1650,0	1370,0
	5	1700,0	907,0	1570,0	1060,0	1210,0	347,0	1860,0	1570,0
	6	1740,0	945,0	1520,0	947,0	1300,0	344,0	1830,0	1420,0
	7	1770,0	886,0	1450,0	1090,0	1230,0	346,0	1910,0	1400,0
	8	1840,0	929,0	1580,0	1000,0	1230,0	307,0	1830,0	1430,0
	9	1740,0	975,0	1570,0	1080,0	1340,0	326,0	1820,0	1520,0
	10	1720,0	823,0	1520,0	1180,0	1330,0	381,0	1880,0	1360,0
(3) gevşek	1	2030,0	1330,0	1760,0	1690,0	1480,0	537,0	2380,0	1710,0
	2	2060,0	1180,0	1820,0	1650,0	1470,0	520,0	2200,0	1660,0
	3	1930,0	1510,0	1700,0	1540,0	1220,0	427,0	2390,0	1740,0
	4	2070,0	1700,0	1570,0	1600,0	1360,0	466,0	2180,0	1660,0
	5	2150,0	1500,0	1660,0	1660,0	1370,0	481,0	2330,0	1650,0
	6	2090,0	1750,0	1730,0	1720,0	1630,0	502,0	2210,0	1760,0
	7	2090,0	1350,0	1870,0	1670,0	1530,0	424,0	1940,0	1850,0
	8	2080,0	1410,0	1730,0	1550,0	1550,0	477,0	2260,0	1700,0
	9	2060,0	1530,0	1800,0	1590,0	1470,0	473,0	1950,0	1790,0
	10	2190,0	1690,0	1810,0	1620,0	1330,0	507,0	2050,0	1540,0

Ek 7. Yaş relaksasyon sonrası boyutsal değişim ölçüm sonuçları (cm)

L1						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	31,5	31	31,2	34,4	34,3	33,7
2	32	31,8	32,2	33,7	33,8	33,7
3	31,3	31,3	31,8	34	34	34,2
4	32,3	31,9	31,8	34	34,1	34,3
5	32,6	31,6	32,5	34,3	33,9	33,9
6	31,5	31,6	32,5	35,3	35,3	34,5
7	32,8	32,4	31,6	33,9	33,9	33,8
8	31,2	31,7	32	34	34	34,5
9	31,4	31,6	32	34,3	33,7	33,7
10	31,3	31,8	32,3	33,9	34,6	34,4

L2						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	33,1	32,5	31,5	35,1	34,9	35,2
2	32,3	32,1	31,9	34,7	34,4	34,5
3	31,9	32	32,3	34,3	34,2	33,9
4	32,3	31,8	31,9	34,5	34,5	34,9
5	31,8	31,5	31,4	35,4	35,9	35,9
6	32,1	32	32,5	34,3	33,8	33,5
7	32,3	32,1	32,4	35,4	34,9	34,9
8	31	31,1	31,4	35,3	35,5	35
9	31,1	31	31,8	35,4	35,7	35,7
10	32	31,6	33	34	34	34,4

L3						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	33,5	32,9	33,9	33,5	33,9	33,4
2	34,6	33	33,4	33,2	33,2	33,3
3	33,3	33	33,4	33,2	33,5	33
4	33,5	32,9	32,4	33,3	33,3	33,6
5	33	32,5	32,5	33,5	33,2	33
6	33	33	33,5	32,4	32,7	33,6
7	33,4	33,7	34	33,4	33	33,4
8	34,5	33,5	34,2	33,2	33,7	33,8
9	34,4	33,6	33,7	34	33,5	34,2
10	33,4	33,7	34,7	33	33	33,8

Ek 7. Yaş relaksasyon sonrası boyutsal değişim ölçüm sonuçları (cm) (devamı)

M1						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	32,1	31,2	31	35,7	35,4	36
2	31,4	31,1	31,1	36,1	35,9	35,7
3	31,1	32,2	33	35,4	35	35,2
4	31	31,6	31,8	35	35,3	35,8
5	33,3	32,3	32,4	35,5	35,4	35,5
6	32,5	32,6	32,8	34,8	34,9	34,9
7	31,7	32,5	32,6	36	35,6	35,3
8	31,8	31,8	32,7	34,7	35,2	35,4
9	31,2	31,6	32,2	35,7	35,5	34,7
10	32	31,5	32,2	35	35,5	34,7

M2						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	32	31,9	32,1	35	35	35
2	33,1	33	33,4	34,2	33,9	33,9
3	33,2	33,2	33,6	33,6	33,5	34,4
4	33,3	33,5	34	34,4	34,2	34
5	34,9	34,5	33,6	33,5	34,3	34,7
6	34	33,6	33,6	34,4	34,7	34,2
7	33,5	33	32,7	35	34,9	34,2
8	34,2	33,6	33,8	34,4	34,6	34,9
9	34,8	33,9	34	34,7	34,4	34,3
10	34	33,5	32,9	34,5	34,7	34,4

M3						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	35	35,3	35,5	34,2	33,5	33,3
2	35,1	34,2	34,8	33,5	33,4	33,6
3	35	35,5	34,8	33,5	33,4	33,6
4	33,4	33,4	34,3	33,4	33,6	34,5
5	33,9	34,7	35,5	33,5	33,5	34,2
6	34,8	34,9	34,2	33,5	33,3	34
7	34,4	33,9	34,2	34,8	34	34,3
8	34,2	33,8	34,3	34,3	34,1	34,7
9	34,8	35	34,4	33,8	33,3	33
10	34,1	33,9	33,4	34,1	34,4	34,4

Ek 7. Yaş relaksasyon sonrası boyutsal değişim ölçüm sonuçları (cm) (devamı)

P1						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	31,2	31,2	31	34,2	34	34,6
2	31	30,8	30,9	34	34,2	35
3	30,8	30,8	31	34,4	35	34,8
4	31	30,9	31,4	34,6	34,4	33,8
5	31	31	31,5	34,3	34,3	34,3
6	31,5	31,2	31,5	34	34,1	33,9
7	31	31	31,2	33,6	34,2	34,4
8	31,5	31	30,5	34,6	33,9	33,9
9	31,4	31,5	31,5	34,4	33,8	34
10	31	31,8	31,8	34,4	34	34

P2						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	31,5	31,4	32	33,7	33,8	33,4
2	31,6	31,8	32,2	34	34	34,4
3	31,7	31,9	31,4	33,3	33,7	34,5
4	32	31,7	31,7	33,9	33,5	33,8
5	31,5	31,6	31,7	33,7	34	34,1
6	32,2	31,8	31,8	33,7	33,5	33,4
7	32,4	32,6	32,6	33,7	33,4	33,4
8	33	32,5	32,3	33,7	33,7	33,7
9	31,4	31,4	34,3	34,3	34,3	34,4
10	31,7	31,5	31,5	34,3	33,7	33,7

P3						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	32,6	32,1	32,5	32,9	32,6	32,7
2	32,9	33,5	33,7	31,9	31,6	32
3	32,7	32,4	32	32,2	32,2	33,2
4	32,5	32,1	32,1	32,4	32,5	33
5	32,1	32,2	32,3	32,5	32,4	32,6
6	32,2	32,5	32,5	32,4	32,4	32,6
7	32,4	32,1	32	32,6	32,5	32,4
8	32,4	32,8	32,2	32,5	32,3	32,3
9	32,1	32,2	32,1	32,9	32,8	32,6
10	32,3	32,4	32	32,9	33,3	33,2

Ek 7. Yaş relaksasyon sonrası boyutsal değişim ölçüm sonuçları (cm) (devamı)

T1						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	34,8	34,6	34,8	35	35	35
2	34,9	33,7	33,4	34,5	34,8	35,1
3	33,5	33,6	33,7	34,2	34,6	34,8
4	34,2	34,2	34	36	34,9	34
5	34	34	34	35,2	35	34,8
6	33,9	34	33,7	34,6	34,6	34,3
7	34,2	34,6	35	34,9	34,8	35,1
8	35	34,9	34,8	35,5	35,3	35,2
9	33,8	33,7	34	34,8	34,8	34,6
10	35	34,9	35,2	35,4	34,9	34,7

T2						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	33,3	33,3	33	35,4	35,1	34,8
2	34,5	34	33,8	35,1	34,4	35,1
3	34,2	33,5	33,1	35,7	35,4	35,3
4	35,5	35	35,1	34,8	35	35,6
5	35	35,5	35,5	33,8	33,7	33,8
6	35,7	35,7	35,1	34,5	33,7	34
7	34,5	33,8	33,5	35,2	34,8	34,4
8	35,4	35,6	35,6	34,4	33,9	33,7
9	35	35	35	35	34,7	34,4
10	34	34,2	34,2	35	35,2	35,3

T3						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	33,8	34,2	34,4	34,13	35,1	34,6
2	35	34,2	34,2	34,47	34,2	34,2
3	33,5	33,3	34,2	33,67	35,1	35,1
4	34,4	34,4	34,3	34,37	35,4	34,8
5	35,4	34,8	34,8	35,00	34,8	34,6
6	34,5	33,6	33,7	33,93	34,2	34,9
7	33,7	34,1	34,8	34,20	35	35
8	33,8	34,4	35,1	34,43	34,6	34
9	35	34,5	34,6	34,70	34,7	34,9
10	34,6	34,3	34,6	34,50	35,2	34,3

Ek 8. 1. yıkama sonrası boyutsal değişim ölçüm sonuçları (cm)

L1						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	29,7	30,1	30,4	34,1	34,2	30,9
2	29	28,9	29,2	34,4	34	34
3	28,5	29,2	29,8	33,9	34,2	34,4
4	30	29,1	29,5	34,4	34	33,9
5	30,2	29,8	29,6	33,6	33,8	33,9
6	29,5	29,3	29,2	33,6	33,8	33,9
7	29,1	28,8	29,1	34,4	34,2	33,8
8	29,3	29,4	29,4	33,8	33,7	33,9
9	29,8	29,2	28,7	33,8	33,9	34
10	29	29	29,1	33,8	34,4	34,4

L2						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	30	29,9	30,3	34,5	34,3	33,8
2	30,2	29,9	30,4	33,8	33,5	33,6
3	30,4	30,2	29,6	33,9	34,3	33,8
4	30,6	30,2	31	33,9	33,8	33,9
5	30,3	30,1	30,5	33,9	33,3	33,9
6	29,4	29,2	30,2	33,9	34,2	34,5
7	29,3	29,5	30,2	34,3	34	34,2
8	30,7	30	30,1	33,4	33,1	32,9
9	30,1	30,1	30,6	33,9	33,9	33,9
10	29,6	30	30,4	33,8	33,8	33,7

L3						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	31,1	32	31,8	32,5	31,8	31,6
2	30,4	30,8	31,4	31,5	31,8	32,4
3	29,7	29,4	30,2	33,9	33,6	33,8
4	30,4	30,6	30,9	33,4	33,6	33,2
5	30,4	30,8	31,2	33	32,5	33,3
6	31,5	31,7	31,8	32,2	31,6	31,8
7	30	30,2	30,6	33,8	33,8	34
8	30,3	30,6	30,8	33,5	33,3	33,7
9	30,5	30,2	30	32,6	33,1	33
10	30,2	30,1	30,4	33,4	33,5	33,2

Ek 8. 1. yıkama sonrası boyutsal değişim ölçüm sonuçları (cm) (devamı)

M1						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	31	30,2	30,1	35,6	35,6	36
2	30,2	29,7	29,2	36,4	36,1	36,4
3	29,7	30	30	35,7	36,1	36,4
4	29,5	29,6	29,9	36,1	36	36
5	30,1	29,6	29,7	36,2	36,3	36,5
6	28,7	29	29,6	36,8	36,9	36,9
7	30,5	30,5	30,2	34,9	34,8	34,8
8	30,6	30,2	29,5	35,6	35,4	35,4
9	29,2	29,5	29,7	36,2	35,7	36,4
10	30	29,6	29,8	36	35,8	35,9

M2						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	31,8	32,4	32,1	33,7	33,2	33,2
2	33,1	32,8	33	33,1	33	33,6
3	32,1	32	31,8	34,1	34	34,2
4	32,8	33,4	32,8	33	33,9	34,1
5	32	31,4	31,8	34,4	35	34,4
6	31,4	30,9	30,5	34,5	34,4	33,9
7	30,4	30,7	31,2	34,5	34,7	34,1
8	31,9	31,8	31,4	33,4	33,6	33,8
9	33,2	32,8	32,8	33,4	33	33,6
10	31,4	31,1	31,3	33,8	33,7	33,7

M3						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	33,3	33,5	33,4	32,7	32,5	32,4
2	33,5	33,2	32,7	32,5	32,2	32,8
3	33,3	32,9	33,1	32,3	32,9	33,2
4	32,2	32,9	33	32,7	32,2	32,2
5	33,2	33,5	33,4	33	32	32,5
6	33,4	33,1	33,1	32,6	33,5	33,6
7	33	32,5	32	32,9	33	32,5
8	33,4	32,7	32,1	32,9	32,6	32,4
9	32,9	33,1	33,3	32,3	32,1	31,8
10	32,2	32,7	33,2	32,7	32,2	32,2

Ek 8. 1. yıkama sonrası boyutsal değişim ölçüm sonuçları (cm) (devamı)

P1						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	29,6	29,5	29,5	34,5	34,5	34,7
2	29,7	29,5	29,6	34,2	34,4	34,6
3	29,7	29,7	29,5	34	34,1	34,3
4	29,2	29,4	29,5	34	34,2	34
5	29,9	29,5	29,7	34,6	34,3	34
6	29,7	30	30,1	34,7	34,3	34,3
7	29,5	29,5	29,5	34,2	34	34,2
8	29,7	29,7	29,6	33,8	34,2	34,6
9	29,8	29,5	29,3	35,2	34,1	34
10	29,5	29,1	29,1	34,6	34,5	34,6

P2						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	29,9	30,1	30,1	34,7	34,6	34,5
2	29,8	29,7	29,9	34,4	34,6	34,8
3	29,7	29,7	29,6	34,2	34,7	35,2
4	30,9	30,9	30	33,8	33,8	34,1
5	29,9	29,4	29,9	34,9	34,8	34,6
6	29,8	29,5	29,8	34,6	34,5	35,2
7	30,2	30	29,8	34,5	34,4	34,6
8	30	29,7	29,6	34,4	34,4	34,2
9	29,9	29,4	29,5	34,5	34	34,2
10	29,5	29,9	29,9	35	34,7	34,5

P3						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	32,4	32,6	32,5	32,4	32,2	32,3
2	31,6	32,1	32,1	33	33	32,5
3	32,7	32,5	33,2	32,6	32,5	32,5
4	31,8	31,8	31,5	32,8	32,4	32,4
5	31,8	31,9	32,2	32,2	31,9	32,4
6	32,7	33	32,6	32,2	32,2	31,9
7	31,4	31,1	31,4	33,2	32,9	32,5
8	32,2	32,2	32	32,2	32,1	32,4
9	32,6	32,6	32,6	32,1	32,4	32,5
10	31,2	31,4	31,5	32,6	32,5	32,7

Ek 8. 1. yıkama sonrası boyutsal değişim ölçüm sonuçları (cm) (devamı)

T1						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	32,8	32,4	32,6	32,60	34,4	34,4
2	33,1	32,5	32,9	32,83	34	34
3	32,6	32,8	32,8	32,73	34,5	34
4	32,1	31,5	31,2	31,60	35	35,1
5	32,3	31,5	31	31,60	34,8	34,8
6	32,4	31,8	31,7	31,97	34,9	34,4
7	31,6	30,8	31	31,13	35,4	34,8
8	31,1	31,4	31,8	31,43	34,8	34,6
9	31,4	31,4	31,4	31,40	34	34,3
10	31,4	31,2	31,9	31,50	34,4	34,6

T2						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	31,7	31,6	31,8	34,5	34,4	34,6
2	32,1	31,8	32,1	34,7	34,3	34,2
3	31,5	31,8	31,4	34,8	33,8	33,8
4	31,6	31	30,8	34,6	34,5	35,2
5	32,3	32,4	31,3	34,2	33,8	33,7
6	31,9	31,9	32,2	34,7	34,2	34,4
7	32,2	31,8	31,8	33,8	34	34,2
8	31,7	31,2	30,6	34	34,6	34,4
9	32	31,9	31,8	34,8	34,1	34,2
10	31,5	31,4	31,5	34,3	33,9	34,5

T3						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	33,2	33	33,1	33,9	33,4	33
2	33,2	33,4	33,6	33,6	33,7	34,3
3	32,1	32,1	32,1	32,6	33,5	34,2
4	32,7	33,5	33,2	33,8	33,4	33,6
5	33,1	32,7	32,9	32,8	32,9	33,1
6	34,1	34,2	33,5	32,8	32,5	32,5
7	33,8	33,4	33,6	33,8	33,4	33,4
8	32,8	32,2	32,2	33,2	32,8	33,2
9	32,1	32,2	33	33,4	33,4	33,4
10	32,2	31,9	31,5	33,2	33,1	33,8

Ek 9. 2. yıkama sonrası boyutsal değişim ölçüm sonuçları (cm)

L1						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	28,8	28,2	28,4	34,5	34,5	34,3
2	28,1	28	28	34,6	34,7	33,8
3	27,8	28	28,2	34	34,1	34,7
4	28,8	28	28,8	34	34	34,1
5	28,8	28,6	28,4	33,9	33,9	33,6
6	28,2	28,2	28,4	33,5	33,6	33,8
7	28,2	27,9	27,8	34,2	34,2	33,9
8	28,1	28,4	28,7	34	33,8	34,2
9	28,6	28,3	28,2	33,5	33,9	33,8
10	28	27,8	28,1	34,4	34,4	33,8

L2						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	30	29,9	30	33,8	33,5	33,2
2	29,8	29,9	30,4	30,1	33,5	33,8
3	29,8	30,2	29,5	33,3	33,4	32,8
4	31	30,2	30,1	32,7	32,8	32,8
5	30,4	30,3	30,3	32,9	32,7	32,7
6	29,4	29,5	29,3	33,2	33,2	33,2
7	29,8	29,7	29,7	33,7	33,5	33,2
8	30,4	30,1	30,4	33,2	32,8	32,6
9	30	30,2	30,7	33,2	32,7	32,6
10	29,7	29,5	30	33,4	33,3	33,9

L3						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	30,3	30,3	31,5	32	31,8	32
2	30,3	30,3	31,5	32,5	32,1	32,5
3	30,4	30,9	31,1	31,6	32,1	32,1
4	31,2	30,6	30	32,9	32,4	32,4
5	32,6	32,1	31,1	32,2	31,7	32,4
6	33,3	32,2	31,4	32,5	31,6	32,2
7	30,8	30,9	31	32,6	32,2	31,8
8	31,2	31,2	31	32	31,9	32,6
9	30,9	30,2	30,5	32,8	32,4	32,2
10	30,5	30,7	30,7	32,5	33	33,4

Ek 9. 2. yıkama sonrası boyutsal değişim ölçüm sonuçları (cm)

M1						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	28,3	28,4	29,2	34,1	34,4	34,9
2	28,3	28,3	28,3	34,9	34,7	34,9
3	28,8	28,8	28,9	34,6	34,6	34,8
4	28,5	28,4	28,2	34,8	34,7	34,7
5	29,5	28,6	28,8	34,6	34,7	34,9
6	28	28,6	28,5	35,1	35,2	35,1
7	28,6	28,4	28,1	34,5	34,6	34,4
8	29,3	29,4	29,2	35,1	34	34,5
9	29,4	28,5	28,7	34,8	34,5	34,4
10	28	28,4	28,7	34,8	34,7	34,6

M2						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	30	29,8	30,4	34,2	34	33,8
2	30,8	30,7	31,1	33,8	33,6	33,5
3	29,6	30,3	30,5	34,2	34,3	33,9
4	31,1	31,4	30,8	32,8	33,1	33,1
5	30,6	30,8	30,4	34	33,8	33,2
6	31,1	30,4	29,6	33,9	33,7	34
7	29,8	30,4	31	34,6	33,9	33,6
8	30,5	30,4	31	33,5	33,6	33,4
9	31,1	31	31,1	33	32,9	33
10	30,7	30,7	30,3	33	33,2	33,3

M3						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	32	34	34,5	32	31,6	31,1
2	32,7	32,6	33,1	31,2	32,2	33
3	32	32,2	32,5	32,7	32,2	31,7
4	31,9	31,2	30,7	34	32,5	31,8
5	33,2	32,7	32,8	31,7	31,8	31,5
6	33,2	33	32,4	30,7	30,8	31
7	30,9	30,7	30,5	32,8	33	32,5
8	32,4	31,9	31,4	32,4	32,4	33,2
9	32,5	32,9	32,3	31,9	31,8	32,4
10	32,5	31,3	31,7	32	32,2	32,4

Ek 9. 2. yıkama sonrası boyutsal değişim ölçüm sonuçları (cm) (devamı)

P1						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	29,1	29	29,1	34,5	34,5	34,6
2	29,2	29,1	29,1	34,7	34,5	34,2
3	29,4	29	29,5	34,6	34,7	35,5
4	29,2	29	28,5	34,5	34,4	34,3
5	29,5	29,6	29,4	34,3	34,4	34,7
6	29,9	29,8	29,8	34,8	34,5	34,5
7	28,9	28,9	29,3	35,5	34,8	34,4
8	29,2	29,4	29,5	34,4	34,2	34,7
9	29,1	29,1	29	35	34,6	34,5
10	28,8	28,5	28,9	35	35,2	35,2

P2						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	29,8	29,8	30,1	34,3	33,8	33,6
2	29,8	29,8	29,9	34	34	34,2
3	29,2	29,3	29,5	34,4	34,4	34,5
4	30	30,1	30,5	34,1	33,9	34,1
5	29,7	29,8	29,6	34,4	33,9	33,5
6	29,7	29,7	29,6	33,8	34,4	35
7	29,7	29,8	30,1	34,3	34,3	34,1
8	30	29,9	29,5	33,8	33,8	33,9
9	29,7	29,1	29,1	34,1	33,8	33,8
10	29,8	29,7	29,6	33,8	34,1	34,5

P3						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	31,5	32	31,9	32,5	32,5	32,2
2	31,5	31,6	31,6	32	32,1	32,1
3	32,4	32,1	32,1	31,7	31,8	31,8
4	31,6	31,6	31,2	32,6	32	32,1
5	31,5	31,6	31,6	31,9	31,9	32,1
6	32	32,1	32,1	32,3	31,9	31,9
7	31,3	31	31,2	32,9	32,4	32
8	31,6	31,7	31,6	32,4	31,5	31,7
9	32	31,7	31,7	32,5	32	32
10	31,2	31,4	31,6	32,2	31,8	31,8

Ek 9. 2. yıkama sonrası boyutsal değişim ölçüm sonuçları (cm) (devamı)

T1						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	31,5	31,3	30,8	34,2	34	33,8
2	31,4	30,9	31	33,8	33,6	33,5
3	31,6	31,6	31,8	33,8	33	32,8
4	31,6	30,9	30,6	34	34	33,5
5	31,5	31,2	30,8	33,6	33,7	33,5
6	31,8	31,3	31,2	34	33,4	33,2
7	30,1	29,9	30,2	35,2	34,5	34
8	30,5	30,3	30,2	34,3	34	33,8
9	30,5	29,8	29,6	34,2	33,9	34
10	30,2	29,8	29,8	33,8	34,2	34

T2						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	31,2	31,2	31,9	34,7	34,4	34,2
2	32,3	32,4	32,4	34,2	34	33,9
3	31,2	31,5	31,2	34,4	34,6	34,7
4	30,2	30,5	30,2	35,4	35,2	34,6
5	31,9	32,2	31,4	34,1	33,9	33,9
6	31,7	32	32,1	33,9	34,4	34,4
7	32	31,4	31,5	34,2	34,5	35,7
8	30,7	30,4	30,7	35,3	34,6	34,2
9	31,7	31,5	31,4	34,7	34,2	34,5
10	31,5	31	31	34,5	34,5	34,2

T3						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	31,1	31,6	32,5	32,5	31,8	31,6
2	30,1	30,9	32	32,3	32,6	32,8
3	30,8	31,1	30,5	32	32,9	33,9
4	32	32,9	32,5	33,1	33	33,1
5	32	32,1	31,9	31,9	31,9	32,9
6	33,4	32,8	32,3	33	32,5	32,1
7	32,1	31,5	31,2	32,8	32,9	32,8
8	31,1	31	32,1	32,6	32,9	33,1
9	30,8	31,3	32,5	32,9	32,8	32,4
10	30,8	30,9	30,8	32,2	32,8	32,8

Ek 10. 3. yıkama sonrası boyutsal değişim ölçüm sonuçları (cm)

L1						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	28,6	28,4	28,2	34	34,2	34,8
2	28	27,8	28,2	34,5	34,1	34
3	27,8	28,1	28,4	34,1	34,6	34,4
4	28,9	28,6	28,5	34,2	34	34,3
5	28,6	28,2	28,1	33,9	34	34,1
6	28,2	28	28,4	34	33,9	34
7	28,1	27,9	27,7	34,6	34,5	34
8	28,4	28,4	28,6	33,7	33,9	34,2
9	28,5	28,2	28	33,4	33,9	34
10	28	27,8	28	34	34,5	34,2

L2						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	28,9	29	29,4	33,6	33,4	33,5
2	28,9	28,7	29,4	33,5	33,5	33,2
3	29,6	29,6	28,9	33,3	33,4	32,9
4	29,8	29,4	29,2	33,1	32,9	33,2
5	29,5	29,1	29,4	33,3	32,9	33,2
6	29	28,7	28,8	33,7	33,5	33,6
7	29,3	29,3	29,3	33,7	33,5	33,4
8	29,5	29,5	29,3	33	32,6	32,6
9	29,3	29,4	29,8	33,2	32,7	32,8
10	28,6	28,9	29,1	33,7	33,2	33,6

L3						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	30,8	30,5	31	31,6	31,5	32,5
2	30,6	31,5	32	32,5	31,6	31,1
3	30,4	30,8	31,2	30,7	31,7	32,4
4	30,8	30,3	30,2	32,4	32	32
5	31,7	31,6	31,2	31,5	31,1	31,9
6	31,8	31,9	31,1	31,6	31,4	31,4
7	31,1	30,8	30,7	32,2	31,6	31,6
8	30,5	30,7	32	31,7	31,6	32,7
9	30,8	29,8	29,9	32,3	31,9	31,6
10	30,8	30,5	30,6	31,9	31,7	32,4

Ek 10. 3. yıkama sonrası boyutsal değişim ölçüm sonuçları (cm) (devamı)

M1						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	28,8	28,8	29,1	35,3	35,4	35,4
2	28,8	28,9	29,1	35,4	35,3	35,4
3	29,4	29,1	29,8	35,6	35,6	35,8
4	28,8	28,6	28,9	35,4	35,2	34,9
5	29,5	28,9	28,9	34,6	34,8	35,2
6	28,8	28,4	28,3	36,2	36,3	36
7	29,3	29	29,1	34,5	35,1	35,2
8	29,1	29,7	29,7	35,1	34,4	34,3
9	28,8	28,8	29,1	34,7	34,9	35,5
10	28,5	28,8	29	35,2	34,9	35

M2						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	30,6	30,7	30,6	32,6	32,4	32,4
2	30,9	30,8	30,5	32,5	32,7	33,2
3	28,9	29,2	29,6	33,5	33,6	33,7
4	31,5	30,8	30,5	32	32,2	32,4
5	31	30,9	31,1	32,7	32,6	32,5
6	31,1	30,6	30,6	32,9	33	32,9
7	30,5	30,1	30,4	33,8	33,4	32,8
8	32,1	32,2	32,4	32,2	32,2	32,7
9	30	29,8	30,6	32,8	32,8	33,2
10	30,1	29,6	29,8	32,6	32,9	33

M3						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	31,3	31,8	32,5	31,7	31,9	31,6
2	32,7	32,1	32,5	31,7	31,8	31,4
3	32,2	32,3	32,4	31,7	31	31,1
4	32,7	32,2	32,3	33,4	32,1	31,3
5	34	33	32,5	31	31,1	32
6	33,2	33,3	32,7	31,1	30	30,4
7	32,1	31,9	31,7	32,6	32,1	31,5
8	31,8	32,8	32,8	31,8	31,2	31,6
9	32,1	32,1	31,4	31,9	31,3	31,7
10	32,6	32,2	32,4	31,2	31,6	32

Ek 10. 3. yıkama sonrası boyutsal değişim ölçüm sonuçları (cm) (devamı)

P1						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	28,7	28,9	28,5	35	34,9	35
2	28,2	28,2	28,6	35,2	35	34,8
3	28,4	28,3	28,7	34,7	34,9	35,4
4	28,7	28,4	28,2	35,5	34,9	34,8
5	29	29	28,9	34,9	34,6	34,8
6	29,1	29,2	29,2	34,7	34,4	34,4
7	28,3	28,5	28,9	35,7	35,2	34,7
8	28,7	28,6	28,8	34,9	35	34,8
9	28,9	28,9	29	34,9	34,4	34,2
10	28,9	28,1	28,5	34,6	35	35,4

P2						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	29,2	29,4	29,8	34,5	34	34,1
2	29,6	29,7	29,8	34,1	34,2	34,4
3	29,3	29,3	29,5	34,5	34,4	34,2
4	30,1	29,8	29,8	34	33,8	33,8
5	29,5	29,2	29,1	33,9	33,9	33,9
6	29,2	29,3	29,1	33,9	34,2	34,8
7	29,5	29,6	29,8	34,8	34,3	34,2
8	30,2	29,9	29,5	33,7	33,5	33,8
9	29,6	29,2	29,3	33,9	33,5	33,5
10	29,3	29,3	29,5	33,7	33,9	34,6

P3						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	31,3	32,2	31,6	32,7	32,7	32,1
2	31,5	31,4	31,2	31,7	32	31,7
3	31,7	32,1	31,7	32	31,9	31,9
4	31,1	31,1	31,2	32,7	32,1	32,1
5	31,1	31,2	31,1	32	31,7	31,7
6	31,7	31,7	31,8	32	31,6	31,9
7	30,9	31	31,1	33,1	32,4	32
8	31	31,4	31,8	31,8	31,7	31,9
9	32,1	32,1	31,4	31,9	31,3	31,7
10	32,6	32,2	32,4	31,2	31,6	32

Ek 10. 3. yıkama sonrası boyutsal değişim ölçüm sonuçları (cm) (devamı)

T1						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	31,1	31	31,2	31,10	34,4	34,1
2	30,9	31	31,6	31,17	34,1	34,3
3	31,1	31,2	31,7	31,33	34,6	34,2
4	31,3	30,7	30,4	30,80	35,2	34,8
5	31,1	30,8	30,1	30,67	34,2	34,3
6	31,3	30,7	30,6	30,87	34,4	34,3
7	30,1	30,2	30,3	30,20	35,5	35,5
8	30,1	30,2	30,2	30,17	34,5	34,7
9	30,4	30	30	30,13	35	34,7
10	29,7	29,8	30	29,83	34,7	35

T2						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	31	31	31,1	34,4	34,1	34,3
2	31,9	32,1	31,9	34,9	33,9	33,5
3	31,2	31	30,8	34,5	34,3	34,3
4	30,6	31,1	30,3	34,7	34,7	34,3
5	31,8	31,9	31,4	33,8	33,8	34
6	31,3	31,6	31,6	33,9	33,8	33,9
7	31,5	31,3	31	34,1	34,2	34,4
8	31	30,8	31	35,1	34,3	34
9	31,8	31,3	31,2	34,4	33,5	34,2
10	31,5	30,8	30,3	34,1	33,8	33,6

T3						
Numune No	Enine yönde			Boyuna yönde		
1	30,7	31,4	32,1	33,4	33	33
2	31,4	31,6	32	33	33,1	33,6
3	31	31,2	30,5	32,8	33,4	33
4	31,5	31,6	31,6	33,6	33	33,7
5	30,8	30,3	30,2	33,2	33,3	33,8
6	31,6	31,2	30,7	33,6	33,2	32,8
7	30,9	30,8	30,8	33,2	33,3	33,8
8	30,5	30,4	30,5	33,4	32,9	32,9
9	30,5	30,8	30,8	33,3	33,2	32,5
10	31	30,9	30,4	32,6	32,9	33,8