



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK PERFORMANSLI KUMAŞLARIN
MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN KUMAŞ KULLANIM
PERFORMANSINA VE KUMAŞIN TUŞESİNE OLAN
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

MEHMET BURAK ÖZEL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2013

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK PERFORMANSLI KUMAŞLARIN
MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN KUMAŞ KULLANIM
PERFORMANSINA VE KUMAŞIN TUŞESİNE OLAN
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

MEHMET BURAK ÖZEL

Bu tez,
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2013

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Mehmet Burak ÖZEL tarafından hazırlanan “Yüksek Performanslı Kumaşların Mekanik Özelliklerinin Kumaş Kullanım Performansına ve Kumaşın Tuşesine Olan Etkilerinin Araştırılması” adlı bu tez, jürimiz tarafından 18/ 01/2013 tarihinde oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Yasemin KORKMAZ (DANIŞMAN)
Tekstil Mühendisliği A.B.D., K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç.Dr. Hüseyin TEMİZ (ÜYE)
İnşaat Mühendisliği A.B.D., K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof.Dr. Mehmet TASMACI (ÜYE)
Tekstil Mühendisliği A.B.D., K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. M. Hakkı ALMA
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mehmet Burak ÖZEL

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**YÜKSEK PERFORMANSLI KUMAŞLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN
KUMAŞ KULLANIM PERFORMANSINA VE KUMAŞIN TUŞESİNE OLAN
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

MEHMET BURAK ÖZEL

ÖZ

Bu çalışmada yüksek performanslı olarak nitelendirilen ve alev iticilik özelliğiyle günümüzde geniş kullanım alanına sahip, Aramid ve ViscoseFR ipliklerinden dokunmuş olan, çok katlı, farklı iplik sıklıklarında ve farklı iplik kalınlıklarındaki, 128 farklı bezayağı kumaş numunesinin, mekanik özelliklerinin kumaş kullanım performansına ve kumaşın tutumuna (tuşe) olan etkilerinin araştırılmasını ve aralarındaki ilişkileri ortaya çıkarmayı hedeflemiştir. Kumaşların değerlendirilmesinde yapılan testler; kumaş sıkıştırma testi (KES-FB-3), kumaş bükülme (eğilme) testi (KES-FB-2), kumaşlarda temasla ısı transferi testi, kumaşlarda kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti testleridir. Yapılan deneyler sonucunda, kumaşlardan beklenen sıkışabilme, esneklik, temasla ısı transferi, kopma ve yırtılma mukavemetleri performans sonuçlarına tüm parametrelerin farklı oranlarda etki ettikleri tespit edilmiş olup, bu parametrelerden kumaşların sahip oldukları kat sayıları ve kumaşların içermiş oldukları liflerin ve bu liflerin kumaş içerisindeki dağılım oranlarının kumaş performansına ve tutumuna daha fazla oranda etki ettikleri bulunmuştur. Ayrıca ısıya dayanıklı özellikleriyle üretimi yapılmakta olan Aramid ve ViscoseFR liflerinden de beklenen ısı-alev iticilik özelliklerini gösterdikleri bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: KES-FB, Aramid Lifleri, ViscoseFR Lifleri, Tuşe Özellikleri, Temasla Isı Transferi, Kopma ve Yırtılma Mukavemeti

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Ocak / 2013

Danışman: Doç.Dr. Yasemin KORKMAZ

Sayfa sayısı: 108

**A RESEARCH FOR EVALUATING EFFECTS USE PERFORMANCE OF
FABRIC AND HAND OF FABRIC MECHANICAL PROPERTIES OF HIGH-
PERFORMANCE
(M.Sc. THESIS)**

MEHMET BURAK ÖZEL

ABSTRACT

In this study, which is described as high performance and property of flame-repellent with its wide area of use, multi-layer woven from Aramid yarns and ViscoseFR, different yarn densities and different yarn thicknesses, different 128 plain weave fabric samples, mechanical properties of fabric, behavior of users performance of fabric and handle of fabric aimed to evaluate the effects and to reveal relationship between. Evaluation of fabrics tests, compression test (KES-FB-3), pure bending test (KES-FB-2), contact heat transfer test, fabric tensile and tear strength tests. As a result of the experiments, expected of fabrics compression, flexibility, contact heat transfer, tensile and tear strength was determined that performance results of effect of all parameters at different rates, these parameters are number of layer of fabrics and fabrics are contained in fiber an fabric of these fiber in the performance of fabric and handle of fabric prevalence rates were more likely that effect. In addition, the production of heat-resistant properties of Aramid and ViscoseFR the expected property of flame-repellent of fibers were found to have.

Key Words: KES-FB, Aramid Fibers, ViscoseFR Fibers, Handle Properties Of Fabric, Contact Heat Transfer, Tensile And Tear Strength

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Textile Engineering January / 2013

Supervisor: Assoc. Prof. Yasemin KORKMAZ

Page number: 108

YÜKSEK PERFORMANSLI KUMAŞLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN KUMAŞ KULLANIM PERFORMANSINA VE KUMAŞIN TUŞESİNE OLAN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Gelişmekte olan teknoloji ile birlikte teknik tekstil ürünlerine olan beklentiler de artmaktadır. Tekstil endüstrisinin teknolojik ilerlemeleriyle birlikte, yüksek performanslı koruyucu kumaşlar ve ürünlere olan talebinin artması ve kullanım alanlarının genişlemesi sonucunda, koruyucu özelliklerinin yanında sağlam olmaları ve konforlu olmaları da kullanıcılar tarafından beklenmektedir.

Tüketiciler, kumaşları ve giysileri satın alırken, kumaşa dokunarak değerlendirme yapmaktadırlar. Kişisel ve hızlı olan bu yöntemin karar verme şeklinin subjektif olması sonucunda, farklı kalite varyasyonlarına neden olmaktadır. Bu sebeple tutum (tuşe) açısından birbirlerine benzer özelliklerde kumaşları üretilebilmek için subjektif değerlendirmelerle birlikte objektif ölçümlerden elde edilen sonuçlarla da desteklenmesi ve standart sonuçların sağlanması gerekmektedir.

Bu çalışmada ülkemizde genel olarak üzerinde fazla çalışmaya rastlanmayan, kumaşların tuşe özellikleriyle ilgili KES-F testleri üzerinde durulmuştur. Ayrıca yüksek performanslı ve alev iticilik özellikleriyle de üretilen ve kullanılan Aramid ve ViscoseFR liflerinden dokunmuş numune kumaşların temasla ısı transferi, kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti özellikleri de test edilmiştir. Kısacası yüksek performanslı kumaşların mekaniksel özelliklerinin kullanım performansına ve kumaş tuşe özelliklerine olan etkilerinin incelenmesi hedeflenmiştir.

A RESEARCH FOR EVALUATING EFFECTS USE PERFORMANCE OF FABRIC AND HAND OF FABRIC MECHANICAL PROPERTIES OF HIGH-PERFORMANCE

SUMMARY

Expectations that of developing technology with the technical textile products is also increasing. Textile industry, along with the advances of technology, high-performance protective fabrics and products as a result of the increased demand for and use of expansion of areas, they are sturdy and comfortable addition to their protective properties are expected by the users.

Consumers In their purchase fabrics and clothes, fabric touching the evaluation being present. Shape of the personal and subjective decision making of this method is faster as a result cause a different quality variations. For this reason, subjective evaluations to be produced fabrics with similar characteristics to each other terms hand of fabric with the objective to be supported by the results of the measurements and results of the standard must be met.

This study, further work on in our country, in general, examination of the properties of fabrics KES-F tests were focused on. Addition produced and used in high-performance, flame-repellent properties of the sample fabrics woven from aramid fibers and ViscoseFR contact heat transfer, tensile strength and tear strength properties were tested. In short, high-performance fabrics and fabric hand of fabric characteristics of the performance of the effects of mechanical properties was investigated with use.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitim hakkını kazandığım günden, sonuna kadar geçen süre zarfında her aşamada desteğini, bilgi hazinesini, tecrübesini ve zamanını benden esirgemeyen, tezin oluşturulmasında, düzenlenmesinde ve değerlendirilmesinde her açıdan katkıda bulunan danışman hocam Sayın Doç.Dr. Yasemin KORKMAZ' a teşekkürü bir borç bilirim.

Tezin laboratuvar ve deney aşamalarında her konuda destek ve yardımcı olan Universitat Politècnica De Catalunya (UPC) fiziksel tekstil laboratuvarındaki tekstil teknikeri Mercedes Escusa Julian' a, numunelerin teminin de ve hazırlanmasında yardımcı olan tekstil mühendisi Ferran Pares SABATES' e çok teşekkür ederim.

Ayrıca Sayın jüri üyelerim ve hocalarım Doç.Dr. Hüseyin TEMİZ ve Prof.Dr. Mehmet TASMACI' ya teşekkürlerimi sunarım.

Tüm çalışmam boyunca maddi ve manevi desteklerini benden hiç esirgemeyen ve her zaman benimle birlikte olan aileme sonsuz teşekkürü borç bilirim.

İÇİDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖZET.....	iii
SUMMARY.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
EKLER.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Teknik Tekstiller ve Kullanım Amaçları.....	1
1.2. Yüksek Performanslı Lifler ve Kumaşlar.....	4
1.3. Yüksek Isı ve Alevden Koruyucu Tekstiller.....	7
1.3.1. Isıya dayanıklı, güc tutusan lifler.....	8
1.3.1.1. Güc tutusur viskoz lifleri.....	9
1.3.1.2. Aramid (aromatik poliamid) lifleri.....	10
1.4. Givsi Konforu Nedir ve Beklenen Konfor Özellikleri Nelerdir?.....	14
1.5. Kumas Tusesi Nedir?.....	15
1.6. Kawabata (KES-FB) Serisi.....	17
1.6.1. KES-FB-3 (Kumas sıkıştırma test yöntemi).....	19
1.6.2. KES-FB-2 (Kumas bükme test yöntemi).....	20
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	22
3. MATERYAL ve METOD.....	28
3.1. Materyal.....	28
3.1.1. Araştırmanın önemi.....	28
3.1.2. Deneylerde kullanılan kumaşlar.....	28
3.2. Metod.....	30
3.2.1. Kumaş sıkıştırma testi (KES-FB-3).....	30
3.2.1.1. Deney hakkında.....	30
3.2.1.2. Deneyin yapılışı.....	30

3.2.2.	Kumaşlarda bükülme (eğilme, flexibility) testi (KES-FB-2).....	36
3.2.2.1.	Deney hakkında.....	36
3.2.2.2.	Deneyin yapılışı.....	37
3.2.3.	Kumaşlarda temasla ısı transferi deneyi.....	40
3.2.3.1.	Cihaz hakkında.....	40
3.2.3.2.	Deneyin yapılışı.....	41
3.2.4.	Kumaşların kopma mukavemeti (breaking strenght) deneyi.....	43
3.2.4.1.	Deney hakkında.....	44
3.2.4.2.	Deneyin yapılışı.....	45
3.2.5.	Kumaşlarda yırtılma mukavemeti (single rip method) deneyi....	48
3.2.5.1.	Deney hakkında.....	48
3.2.5.2.	Deneyin yapılışı.....	50
4.	GENEL SONUÇLAR.....	54
4.1.	Bulgular ve Tartışma.....	54
4.1.1.	KES-FB-3 (Kumas sıkıştırma testi) denevi sonuçları.....	54
4.1.2.	KES-FB-2 (Kumaşlarda bükülme) denevi sonuçları.....	60
4.1.3.	Kumaşlarda temasla ısı transferi denevi sonuçları.....	66
4.1.4.	Kumaşların kopma mukavemeti denevi sonuçları.....	72
4.1.5.	Kumaşlarda yırtılma mukavemeti denevi sonuçları.....	79
4.2.	Sonuçlar ve Öneriler.....	87
4.2.1.	Çalışmanın sonuçları.....	87
4.2.2.	Gelecek çalışmalar için öneriler.....	88
	KAYNAKLAR.....	89
	EKLER.....	95
	ÖZGEÇMİŞ.....	108

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Para-aramid (Kevlar®) ve metaaramid (Nomex®)'in kimyasal yapıları	12
Şekil 1.2. Kumaş sıkıştırma test yöntemi için sıkıştırma pistonunun başlangıç ayarı	20
Şekil 1.3. Bükülme test yönteminde numunelerin yerleştirilmesi ve cihazın şematik görünümü	21
Şekil 3.1. Deney numuneleri	28
Şekil 3.2. Sıkıştırma test cihazının şematik gösterimi	31
Şekil 3.3. Sıkıştırma test cihazı	32
Şekil 3.4. Sıkıştırma test cihazının elektronik ünitesi	32
Şekil 3.5. Sıkıştırma testi ekran görünüşü	33
Şekil 3.6. Sıkıştırılan numunenin kalınlık eğrisi	34
Şekil 3.7. Bükme test işleminin üstten görünüşü	36
Şekil 3.8. Eğilme testi diyagramı	36
Şekil 3.9. Bükülme testi kumaş numunesi	37
Şekil 3.10. Bükülme test cihazının ileri ve geri eğilme hareketi	38
Şekil 3.11. Eğilme test cihazı (KES-FB-2)	39
Şekil 3.12. Eğilme test cihazının elektronik ünitesi	39
Şekil 3.13. Temasla ısı transferi test cihazı bölümleri	40
Şekil 3.14. Temasla ısı transferi test cihazına numune yerleştirme	42
Şekil 3.15. Temasla ısı transferi testi sonrası numuneler	43
Şekil 3.16. Kopma mukavemeti testi için numune hazırlama	44
Şekil 3.17. Kopma mukavemeti deneyi esnasında numuneler	46
Şekil 3.18. Kopma mukavemeti deneyi sonrası kumaşlardaki farklı deformasyonlar ve değişimler	46
Şekil 3.19. Kopma mukavemeti kuvvet-uzama eğrisi	47
Şekil 3.20. Yırtılma mukavemeti test numunesi	48
Şekil 3.21. Yırtılma mukavemeti deneyi kelepçeleme düzeni	49

Şekil 3.22. Yırtılma mukavemeti deneyi için numune hazırlama	50
Şekil 3.23. Yırtılma mukavemeti deneyi	51
Şekil 3.24. Yırtılma mukavemeti test cihazının genel görünümü	52
Şekil 3.25. Yırtılma mukavemeti deneyi sonrası normal yırtılma gösteren numuneler.....	52
Şekil 3.26. Yırtılma mukavemeti deneyi esnasında yırtılma meydana gelmeyen numuneler	53
Şekil 4.1. 2 katlı kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları	55
Şekil 4.2. 4 katlı kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları	56
Şekil 4.3. 20 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları	56
Şekil 4.4. 40 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları	57
Şekil 4.5. %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları	58
Şekil 4.6. %65-35 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları	58
Şekil 4.7. 90/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları	59
Şekil 4.8. 60/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları	60
Şekil 4.9. 2 katlı kumaş numunelerinin esneklik testi sonuçları	61
Şekil 4.10. 4 katlı kumaş numunelerinin esneklik testi sonuçları	61
Şekil 4.11. 20 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin esneklik testi sonuçları	62
Şekil 4.12. 40 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin esneklik testi sonuçları	63
Şekil 4.13. %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin esneklik testi sonuçları	64
Şekil 4.14. %65-35 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin esneklik testi sonuçları	64

Şekil 4.15. 90/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları	65
Şekil 4.16. 60/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları	65
Şekil 4.17. 2 katlı kumaş numunelerinin temasla ısı transferi testi sonuçları	67
Şekil 4.18. 4 katlı kumaş numunelerinin temasla ısı transferi testi sonuçları	68
Şekil 4.19. 20 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin temasla ısı transferi testi sonuçları	69
Şekil 4.20. 40 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin temasla ısı transferi testi sonuçları	69
Şekil 4.21. %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin temasla ısı transfer testi sonuçları	70
Şekil 4.22. %65-35 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin temasla ısı transfer testi sonuçları	70
Şekil 4.23. 90/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin temasla ısı transferi testi sonuçları	71
Şekil 4.24. 60/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin temasla ısı transferi testi sonuçları	72
Şekil 4.25. 2 katlı kumaş numunelerinin kopma mukavemeti testi sonuçları	74
Şekil 4.26. 4 katlı kumaş numunelerinin kopma mukavemeti testi sonuçları	74
Şekil 4.27. 20 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti testi sonuçları	75
Şekil 4.28. 40 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti testi sonuçları	75
Şekil 4.29. %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti testi sonuçları	76
Şekil 4.30. %65-35 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti testi sonuçları	77
Şekil 4.31. 90/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti testi sonuçları	78
Şekil 4.32. 60/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti testi sonuçları	78
Şekil 4.33. 2 katlı kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti testi sonuçları	80

Şekil 4.34. 4 katlı kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti testi sonuçları	81
Şekil 4.35. 20 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti testi sonuçları	82
Şekil 4.36. 40 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti testi sonuçları	82
Şekil 4.37. %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti testi sonuçları	83
Şekil 4.38. %65-35 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti testi sonuçları	83
Şekil 4.39. 90/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti testi sonuçları	84
Şekil 4.40. 60/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti testi sonuçları	85

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 1.1. Yüksek performanslı kumaş ve ipliklerin kullanım alanına göre sınıflandırılması	3
Çizelge 1.2. Kullanıcı için temini mümkün olan yüksek performanslı lifler	6
Çizelge 1.3. ViscoseFR liflerinin farklı kesim boylarındaki fiziksel özellikleri	10
Çizelge 1.4. Aramid liflerinin ürün isimleri ve üretici firmaları	11
Çizelge 1.5. Para-aramid liflerinin fiziksel özellikleri	12
Çizelge 1.6. KES-F sistemi parametreleri	19
Çizelge 3.1. Kumaş numunelerinin fiziksel özellikleri	29
Çizelge 4.1. Kumaşların sıkışabilme özelliklerinin ANOVA sonuçları	55
Çizelge 4.2. Kumaşların temasla ısı transferi özelliklerinin ANOVA sonuçları	67
Çizelge 4.3. Kumaşların kopma mukavemeti özelliklerinin ANOVA sonuçları	73
Çizelge 4.4. Kumaşların yırtılma mukavemeti özelliklerinin ANOVA sonuçları	80
Çizelge 4.5. Numunelerin farklı kumaş ve iplik özelliklerinden alınan sonuçlar	86

EKLER

	Sayfa
Ek 1. Kumaş gruplarının test sonuçları	95
Ek 2. Kumaş numunelerinin kopma mukavemeti sonuçları	96
Ek 3. Kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti sonuçları	102

1.GİRİŞ

Gün geçtikçe gelişen teknolojiye birlikte yüksek performanslı kumaşlar diye bilinen tekstil ürünleri, insan vücudunu tehlikeli ortamlarda korumayı ve tehlikelere karşı etkiyi azaltmayı sağlayan tekstil yapıları gittikçe önem kazanmaktadır. Kişinin tehlikeli durumlara, zararlı maddelere, kötü çevre koşullarıyla karşılaşma riskini önlemek ve korunmasını sağlamak bu tekstil yapılarının üretilmesinde ana amaçtır. Koruyucu teknik tekstiller üretim miktarı açısından teknik tekstiller içerisinde farklı uygulama alanlarında kendisine yer bulmaktadır. Özellikle de gelişmekte olan ülkelerde sanayileşme oranı arttıkça güvenlik, sağlık ve hijyenik standartların önem kazanarak artması ile, koruyucu özelliğe sahip kıyafetlere olan talep de zamanla artış göstermektedir. Bu çalışmada koruyucu amaçlı kullanılabilen (özellikle itfaiye görevlileri) teknik tekstil kumaş numuneleri incelenerek, bu kumaş numunelerinde kullanılan yüksek performanslı lif özellikleri ve mekanik performansına ve kumaş tuşesine olan etkiler irdelenmiştir.

Koruyucu tekstil yapıları, kullanan kişiyi zorlu çevre koşullarına karşı korumak ve bulunduğu risk oranını azaltmak amacıyla kullanılan teknik tekstil yapılarıdır. Farklı durumlar da ortaya çıkabilecek bu risk durumları özellikle çalışmakta olan itfaiyeciler, güvenlik elemanları, hastane ve buna benzer kurumlarda çalışan personeller, ağır şartlar altında endüstri de çalışan işçileri korumaya yönelik üretilmekte ve tasarlanmaktadır. Bu ürünlerin özellikleri ise kullanıldıkları ortamlara ve bu ürünlerde aranan beklentilere göre farklı özelliklerde üretilmekte ve kullanılmaktadır. Bu tarz ürünlerin üretilmesi için konvansiyonel ürünler dışında da üretilen lifler ve diğer yardımcı maddeler kullanılmakta ve bunlar doğal liflerle farklı oranlarda kombine edilerek kullanılmaktadır. Büyük oranda da sentetik olarak üretilmekte olan bu elyaflara tekstil endüstrisinde “Yüksek Performanslı Lifler” ve bu liflerden elde edilen kumaşlara da “Yüksek Performanslı Kumaşlar” denilmektedir.

1.1. Teknik Tekstiller ve Kullanım Amaçları

Teknik tekstiller, tekstil endüstri içerisinde katma değeri en yüksek ve ileri teknoloji kullanılan alanlarından birisidir. Teknik tekstiller koruyucu, tıbbi tekstiller, askeri teknik tekstiller ve taşımacılık teknik tekstilleri gibi birçok alanın kapsamına giren ancak yüklendikleri işlev ve yapıları itibariyle ayrı bir kategoride değerlendirilen bir gruptur.

Teknik (akıllı) tekstillerin önemli bir kısmı günümüzde daha çok prototip üretimi aşamasında bulunmaktadır. Teknik tekstiller tekstil teknolojisi ve sentetik elyaflardaki gelişmelerle birlikte malzeme bilimi, tasarım, elektronik ve bilgisayar mühendisliği, tıp gibi disiplinler arası bir çalışma sonucu ortaya çıkmıştır. Son yıllar içerisinde akıllı tekstiller tekstil ve hazır giyim sektörleri içerisinde önemli bir yer edinmeye başlamıştır. Gelecekte de teknik tekstillerin değer yönünden tekstil ve hazır giyim sektörünün en önemli bölümünü oluşturacağı tahmin edilmektedir [1].

Son 2 yüzyıldan beri bilim ve teknolojinin birçok alanında insanoğlunu etkileyen devrimler büyük bir hızla meydana gelmektedir. Elektronik çiplerin, bilgisayarların, internetin icat edilmesi, insanın tüm gen haritasının çıkarılması ve daha birçoğu tüm dünyayı değiştiren olaylar olmuştur. Son yüzyılda özellikle tekstil ve hazır giyim endüstrisinde de çok büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Yapay liflerin kullanımları ve işleme teknolojilerinin geliştirilmesi ve sentetik liflerin üretilmesi daha da yaygınlaşmaktadır. Pek çok şey doğanın kendisinden öğrenilmiştir. Viskoz rayonu, nylon, polyester ve diğer sentetik liflerin bulunuşu öncelikle kendilerine benzeyen doğal maddelerin taklit edilmesine dayanmaktadır. Polimerlerin sentezlenmesi veya tekstillerin işlenmesi için kullanılan biyolojik yollar, doğal kaynaklardan yararlanmanın çevre dostu ve güvenli bir yoldur. Bilgisayarlar yardımıyla tasarım ve üretim, uzaktan merkezlenmiş veya dağıtılmış kontrol otomasyonu, internet tabanlı entegre tedarik zinciri yönetim sistemleri müşterileri bu zincire her zaman olduğundan daha da yaklaştırmıştır [2]. Akıllı lif ve kumaş teknolojileri farklı şekillerde sınıflandırılabilir. Fonksiyonu gerçekleştiren ürünün materyal formuna göre (elyaf, kumaş, giysi) veya fonksiyonu gerçekleştirmek için kullanılan üretim biçimine göre bir sınıflandırma yapılabilir. Yüksek performanslı kumaş ve ipliklerin kullanım alanına göre sınıflandırılması Çizelge 1.1’ de verilmektedir (Bkz. Çizelge 1.1).

Çok geniş bir ürün yelpazesine sahip olan yüksek performanslı kumaşlar, tekstil sektörünün en hızlı büyüyen alanlarından. Özellikle son yirmi yıl içerisinde bu alanda yapılan araştırmalar oldukça önem kazanmıştır. Günümüzde tekstil maddeleri, gerek lif çeşitliliği olarak, gerekse oluşturulabilen yapıların çeşitliliği sebebiyle klasik tekstil kullanım alanları dışında; tıp, inşaat, taşımacılık, tarım ve endüstri gibi alanlarda da yaygın olarak kullanılmaktadır. Yeni lif materyalleri, tekstil yüzeyleri ve tekstil üretim teknolojilerinin geliştirilmesi ile bu eğilim desteklenmiştir. Teknik tekstil ürünlerinin yeni uygulama alanları bulması ve pazar taleplerinin artması da, bu sektörün hızlı bir şekilde

gelişmesi için tetikleyici bir faktör olmuştur. Genel olarak, teknik tekstillerin üretimi için, tüm tekstil üretim prosesleri uygundur. Ancak, teknik tekstillerin görünüş, tasarım gibi özelliklerinden daha çok; mekaniksel, kimyasal ve akustik özellikleri önemli olduğu için, bu özel tekstil ürünleri için ayrıca özel üretim prosesleri de bulunmaktadır [3].

Çizelge 1.1. Yüksek performanslı kumaş ve ipliklerin kullanım alanına göre sınıflandırılması

Akıllı Lifler ve İplikler	Akıllı Kumaşlar	Akıllı Giysiler
-Nonalifler - Mikrolifler - Hollow Lifler - Güç Tutuşan Lifler - Lifler Aramidler Karbon lifleri - Kompozitler - Elektriği ileten lifler ve iplikler - Antibakteriyel Lifler -Yüksek performanslı lifler	- Akıllı Liflerden elde edilmiş kumaşlar - Antimikrobiyal kumaş - Güç tutuşur kumaş - Küflenmez kumaş - Su geçirmez kumaş - Su itici kumaş - Kir itici kumaş - Yağ itici kumaş - Buruşmaz kumaş - Pillinglenmeyen kumaş - Koku önleyici kumaş - Güzel koku yayan kumaş	- Işıklı giysi - Görünmez giysi - Yaşam Parametrelerini Ölçebilen Ürünler - Kullanıcının Yerini Belirleyebilen Ürünler - Müzik çalarlı giysi - Oda Sıcaklığına Göre Rengi Değişen Kumaşlar - Radyolu Kumaş - Sesi Bulma Özelliği Olan Kumaşlar

Yaygın şekilde kullanılan teknik tekstiller tanımı Textile Institute’ün yayınlamış olduğu “Textile Terms and Definitions” kitabının son baskısında aşağıda belirtildiği şekilde verilmiştir.

“Teknik tekstiller; Giysiler, ev mobilyaları ve yer kaplamaları dışında kullanılmak üzere, estetik ve dekoratif karakteristiklerinden ziyade öncelikli olarak performans ve özellikleri dikkate alınarak seçilmiş kumaş ve lif bileşenlerinden meydana gelmiş tekstil materyalleri ve ürünleridir” [4].

Bu tanımlamanın dışında farklı kaynakların yapmış olduğu diğer bazı tanımlamalar aşağıda belirtilmiştir:

“Teknik tekstiller; genel olarak, özel bir koruma amacı olmayan giysiler, ev tekstilleri, mobilya ve yer döşemeleri haricinde son kullanıma göre üretilen tekstil materyalleri ve ürünleridir” [5].

“Teknik tekstiller, yüksek teknik ve kalite gerekliliklerini karşılayan (mekaniksel, ısı, elektriksel, dayanıklılık vs.) ve teknik fonksiyonları olan materyallerdir” [6].

Ancak teknik tekstillerin daha genel ve kapsamlı tanımı “Konvansiyonel giysiler ve ev tekstilleri dışında kalan diğer tüm tekstiller, teknik tekstillerdir” şeklinde yapılabilir [3].

Endüstriyel ve boş zaman kullanımları için kişisel koruyucu giysi üretiminde teknik tekstil kullanımı, jeotekstillerden sonra en fazla ve en tutarlı büyüme alanı olmaya devam etmekte ve endüstriyel koruyucu giysi üretiminde işçinin güvenliği için yükselen standartlar ile birlikte güçlü talebin devam etmesi beklenmektedir. Teknik tekstil endüstrisinin 12 ana uygulama alanı bulunmaktadır.

Bunlar:

- Agrotech: tarım, bahçecilik ve ormancılık,
- Buildtech: bina ve inşaat,
- Clothtech: ayakkabı ve giysilerin teknik bileşenleri,
- Geotech: jeotekstiller ve inşaat mühendisliği,
- Homotech: mobilya, döşemelik ve yer kaplamalarının bileşenleri,
- Indutech: filtrasyon, temizleme ve diğer endüstriyel kullanımlar,
- Medtech: hijyen ve tıbbi kullanımlar,
- Mobiltech: otomobiller, gemiler, demir yolları ve roketler,
- Oekotech: çevre koruması uygulamaları,
- Packtech: ambalajlama,
- Protech: kişisel korunma ve mülkiyet koruması,
- Sporttech: spor ve boş zaman uygulamaları olarak sıralanabilir [7].

1.2.Yüksek Performanslı Lifler ve Kumaşlar

Tekstilin hammaddesini iplik, ipliğin hammaddesini ise lifler (elyaf) oluşturmaktadır. “Elyaf” sözcüğü terminolojik olarak analiz edilecek olursa, Arapça “lif” sözcüğünün çoğulu olup “lifler” anlamına gelmektedir. Lif ise genel anlamı ile bir ipliği, bir kağıt tabakasını ve genel olarak her çeşit maddeyi meydana getiren ince uzun eleman olarak

tanımlanabilir. Hem kimyasal hem de doğal “klasik” lifler halen teknik tekstillerde kullanılan tüm organik liflerin %95' inden fazlasını kapsamaktadır (cam, mineral ve metal lifleri haricinde). Bunların birçoğu karışım ve çok bileşikli ürünler olarak birleştirilerek mukavemetlerinin, uzunluklarının, inceliklerinin, yüzey özelliklerinin, terbiye maddelerinin ayarlanması ile oldukça özel kullanım alanlarına uygun hale getirilmiş ve uyarlanmışlardır. Ancak yüksek performanslı lifler olarak isimlendirilen lifler 1980'li yılların başında ortaya çıkmışlar ve teknik tekstillerin gelişimine önemli ve çarpıcı katkılar yapmışlardır. Yüksek performanslı liflerin ortaya çıkışı tekstilde yeni pazarlar açılmasına sebep olmuştur. Sıradan liflerle karşılaştırıldığında çok pahalı olan bu lifler genelde kullanıldıkları yerlerde ikame malzemelere göre daha yüksek performans, hafiflik vs. gibi özelliklere sahip oldukları için tercih edilirler. Normal lifler ile karşılaştırıldıklarında bu lifler oldukça pahalı ve kar payı yüksek lifler olarak tanımlanırlar. Bu liflerin üretimi ve tüketimi genel olarak Avrupa, Amerika ve Japonya ile sınırlı kalmıştır. Japonya'daki üretim ve gelişmeler diğer ülkelere nazaran daha hızlıdır.

Teknik tekstillerin, tekstil sektöründe gelişimi de muhtemelen bugüne kadar olan durumdan çok daha hızlı olacaktır. Ayrıca koruyucu elbiseler endüstrisi ve fiber optik kablo uygulamalarında para-aramidlerin pazar payını artıracığı düşünülmektedir [8].

Yüksek performanslı liflerin ve kumaşların metal ve ağır malzemelere nazaran avantajları vardır. Bunlar yüksek mukavemet, ısıya ve kimyasallara karşı dayanım, yüksek modül ve hafiflik gibi özelliklerdir.

Yüksek performanslı lifler ve bu liflerden elde edilmiş olan yüksek performanslı kumaşların diğer önemli kullanım alanlarından bazıları ise, koruyucu elbiseler ve endüstriyel kumaşlar gibi alanlardır. Bu liflerin ve kumaşların üretimindeki gelişmeler ve ilerlemelerin sonucunda tekstil ve hazır giyim sektörleri ile birlikte diğer kullanım alanlarındaki uygulamalarda yakın zamanda önemli gelişmeler söz konusudur. Bulduğumuz çağın karmaşık ürünlerinin üretiminde beklenen performans ve işlevlerin sağlanabilmesi için yüksek performanslı elyafların kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle yüksek teknolojiyle üretilen bu tür elyafların pazarının önemli oranda büyüyeceği tahmin edilmektedir. Kullanıcılar için temini mümkün olan yüksek performanslı lifler Çizelge 1.2' de verilmektedir.

Çizelge 1.2. Kullanıcı için temini mümkün olan yüksek performanslı lifler [8]

Yüksek Mukavemetli Yüksek Modüllü Organik Lifler	Yüksek Kimyasal ve Yanma Dirençli Organik Lifler	Yüksek Performanslı İnorganik Lifler	Çok İnce ve Yeni Lifler
<ul style="list-style-type: none"> - Para-aramidler [örneğin Kevlar (HX) ve Twaron] - Polibenzobistiazol (PBT) - Çok yüksek molekül ağırlıklı polietilen (Dyneema ve Spectra) v.b. 	<ul style="list-style-type: none"> - Meta-aramidler (örneğin Nomex ve Conex) - Kynol İnindex Okside akrilik lifleri, (panok) - Diğerleri: Aromatik polimerler - Polieter eterketonlar, PEEK (Vicretex) - Polieter ketonlar PEK - Poli p-fenilen sülfür, PPS (Ryton), - Politetrafloretillen, PTFE - Lenzing P84 	<ul style="list-style-type: none"> - Karbon, - Seramik, - Bor, - Tungsten, - Alumina (Saffil), - Yüksek modüllü, silikon karbid & silikonitür vb. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mikro lifler (incelik<0,5dtex), - Güneş enerjisini emen lifler (solar alfa), - Isıya duyarlı lifler, - Kokulu lifler, - Antibakteriyel lifler (Aseptik kloro lifleri), - İçi boş lifler, - Antistatik güç tutuşur lifler vb.

2023 ve sonrasında AB, ABD ve Japonya'nın dünya sentetik elyaf üretimindeki payı miktar olarak %10 civarına düşerken, değer olarak bununla kıyaslanamayacak kadar yüksek bir oranda olacaktır. Çünkü bu ülkelerin ucuz standart polyster, polipropilen gibi elyaf ve ipliklerin üretimini büyük ölçüde terk ederek, tamamen yeni nesil yüksek performanslı, büyük olasılıkla selülozik bazlı, özel elyaf geliştirmeye yönelecekleri ve bunu başaracakları öngörülmektedir [8].

Koruyucu tekstiller kişinin zararlı maddelere, kötü çevre koşullarına maruz kalma riskini önlemek ve bu riskten korunmasını sağlamak ve/veya bu riski azaltmak için kullanılan teknik tekstil ürünleridir. Çeşitli risk ortamlarında çalışan itfaiyeciler, güvenlik personeli, otomobil yarışçıları, tıbbi personel, ağır sanayi işçileri vb. insanların dış etkilerden korunması amacı ile üretilir. Bu yapıların özellikleri kullanıldıkları endüstrinin ihtiyaç ve beklentilerine göre değişmektedir. Koruyucu tekstil yapılarında hammadde olarak; kullanılan elyafların klasik elyaflarla kıyaslandığında bir takım üstünlüklere sahip olması gerektiği akla gelmelidir. Koruyucu giysilerde en önemli husus insan hayatının korunmasıdır. Ayrı bir tekstil malzemesinden ziyade giysinin kendisi koruma sağlar, fakat tekstil kuması bütün koruyucu giysilerde ve diğer koruyucu tekstil ürünlerinde kritik unsurdur. Giysiyi giyen kişi ve potansiyel yaralanma kaynağı arasındaki güvenlik bariyeri olarak, bir kazanın kurbanı tarafından yaşanan yaralanma derecesini belirleyecek olan kumasın özellikleridir. Literatürde özel olarak bahsedilen koruyucu giysi tipleri: çadırlar, kasklar (miğferler), eldivenler (el ve kol korunması için), uyku tulumları, hayatta kalma çantaları ve takım elbiseleri, yangından-koruyucu giysiler, ısıya dayanıklı giysiler, çift taraflı ceketler, balistik dayanımlı yelekler, biyolojik ve kimyasal koruyucu giysiler, patlamaya dayanıklı yelekler, alev almayan başlıklar ve eldivenler, erimiş metal koruyucu giysiler, yüzdürme yelekleri, donmayı (hipotermiya) önleyici ve kanallı ılık hava giysileri dahil askeri koruyucu giysiler, denizaltı koruyucu giysileri, dalgıç giysileri ve dalma derileri, hayat salları, özel havlu ve bezler, ısınlardan koruyucu tulumlar, arktik hayatta kalma giysileri, halatlar ve emniyet kemerleri olarak sınıflandırılabilir [9].

1.3.Yüksek Isı ve Alevden Koruyucu Teknik Tekstiller

Aleve karşı korunma, insan sağlığı ile ilgili diğer bir özelliktir. Tekstillerin aleve karşı dayanıklılık özelliği kullanılan yere ve ihtiyaç duyulan seviyeye bağlıdır. En iyi koruma itfaiyeci elbiselerinde olduğu gibi, termostabil ve aleve dayanıklı lif kullanımı ve uygun doku yapısıyla sağlanabilir. Isıl koruma liflerin ısı iletimi ve doku içindeki hava tabakası ile yakından ilgilidir. İlave katkılarla tekstil yüzeyinin termal koruma özellikleri geliştirilebilir (faz değiştiren malzemeler) [10]. Bu teknik tekstillerin görevi insan cildinin alevlere, kontakt ısıya, radyan ısıya, erimiş polimer kıvılcım ve damlalarına, sıcak gazlar ve buharlara karşı korunmasını sağlamaktır [11].

Burada kullanılan liflerin yüksek sıcaklıklarda bile fiziksel özelliklerini korumalar gerekmektedir. Bu lifler kullanılacak bölgeye göre dokuma ve dokusuz yüzey kumaşlar

olarak kullanılmaktadır. Bu kumaşlar birkaç katlı olarak kullanılabilir. Temel olarak bu giysilerde termal konfor öne çıkmaktadır. Dış kısımda yüksek nem ve ısı olduğundan, giysiyi giyen kişinin konforunu arttırmak gerekmektedir. Bu tip tekstiller en çok itfaiyeciler tarafından kullanılmaktadır. Termal koruma giysilerinin sahip olması gerekli özellikler sırasıyla şu şekildedir;

- 1- Alev karşı dayanıklılık: Sürekli yanmamalı ve tehlike oluşturmamalıdır.
- 2- Bütünlük: Yapı deforme olmamalıdır. Çekmemeli, eriyip büzüşmemeli veya gevrek kömür oluşturmamalıdır.
- 3- İzolasyon: Giysi kişinin kaçarak kurtulması için ısı transferini geciktirecek zaman sağlamalıdır. Yanma süresince katran veya iletken çözeltileri üzerinde tutmamalıdır.
- 4- Sıvı iticilik: Yağların, çözücülerin, su ve diğer sıvıların nüfuzunu engellemelidir [9].

1.3.1. Isıya dayanıklı, güç tutuşan lifler

Günümüzde yangınlar ve çıkış sebepleri ile ilgili kazalarda bir artış gözlenmektedir. İnsanların kendilerini ve ailelerini korumak için gösterdikleri hassasiyet en yüksek noktaya ulaşmıştır ve bu tip dramatik kazaları önlemek için yetkilileri her türlü tedbirlerin alınmasını sağlamaya zorlamıştır. Kazalardan korunmak için gerekli ilk adım tehlike henüz başlamadan önceki tehlike alarmlarıdır. Yangın alarmları ya da duman detektörleri yangına karşı koyma ya da sonlandırma konusunda bir şey yapamazlar, fakat insanları oluşabilecek tehlikelere karşı uyarırlar. Halka açık alanlarda kullanılan materyallerde alev geciktirici özellik gerekliliği uzun zaman önce tespit edilmiş ve kanunlarla yasallaştırılmıştır. Son zamanlarda evlerde alev geciktirici materyallere olan talep artmıştır ve gittikçe daha önemli olmaya başlamıştır. Evlerde kullanılan çeşitli elektrikli cihazlar ev tekstil ürünleri ile birlikte potansiyel bir tehlike oluşturmaktadırlar. Bu sebeple yangın ihtimalini azaltmak hatta önlemek için sadece kumaşların değil dolgu ve dikiş ipliklerinde de alev geciktirici özellik olmalıdır. Tekstillere güç tutuşurluk özelliği kazandırmak için yapılan kimyasal modifikasyon, üretimlerinin çeşitli aşamalarında uygulanabilmektedir:

- a. Polimerizasyon adımı; belli fosfor ve/veya halojen içeren komonomerlerin, lif oluşturma polimeri içine eklenmesiyle,
- b. Lif çekimi sırasında; belli modifiye edici maddelerin lif çekim çözeltileri içine ve lif çekim banyosuna eklenmesiyle,

c. Doğal, rejenere ve sentetik liflerin ve kumaşların, güç tutuşurluk bitim işlemini de içeren, yüzey modifikasyonu [12].

Yangınlardan dolayı ortaya çıkan can ve mal kaybını en aza indirmek için alınacak tedbirlerden biride yanmayan veya yanmayı geciktirici malzemeler kullanımınıdır. Genelde alev geciktiricilerden iki görev istenir. Öncelikle alev geciktirme etkisine sahip olmak ve daha sonra içine katıldığı ana malzemenin işleme özelliklerine zarar vermemek/uygun olmak [13].

1.3.1.1.Güç tutuşur viskoz lifleri

Viskoz lifinin güç tutuşurluk işlemi için; halojen, azot ve fosfor içeren maddelerin her biri kullanılabilir. Viskoz lifleri, lif çekim banyosuna uygun bir maddenin katılmasıyla güç tutuşur yapılabilir. Viskozun yıkamaya dayanıklı güç tutuşurluk işlemi için en etkili olanın fosfazen türevleri olduğu bulunmuştur.

%100 ViscoseFR liflerinin askeri giysilerin takımlarında ve dış giysilerinde kullanılması önerilmemektedir. İtfaiye giysilerinde kullanımlarında daha etkili olduğu bulunmuştur [12].

ViscoseFR, viskoz matrisi içine “fosfor” dahil edilerek, alev geciktirici bir suni selülozik lifdir. Alev geciktirici bu fosfor, lif çekim aşamasında dahil edilmektedir.

ViscoseFR korumadan ödün vermeden konforlu ve yüksek nem emme sağlayan kumaş karışımlarıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Temel aplikasyonlar P-84®, PBI®, Conex® ve Aramet® gibi diğer lifler ile karıştırılarak koruyucu giysileri (örgüler, dokuma, nonwoven) içerir. Bu ürün dış yüzey kumaş için uygun değildir. Sığınak giysisi veya diğer uygulamalar aşınma direnci ve aşırı fiziksel direnç gerektirmektedir.

Geniş bir renk aralığında boyanabilme imkanına sahip olmakla birlikte, yıkama haslığı değişkenlik göstermektedir ve normal viskon elyafına benzemektedir. ViscoseFR asitler ve alkalilerin çok geniş bir yelpazesine maruz kaldığı zaman kararlıdır. Bununla birlikte sülfirik asit, sodyum hidroksit, dimetil formamid, dimetil sülfoksit ile yüksek yüksek konsantrasyonlar da uzun süre maruz kalması tavsiye edilmez. Kumaş giyen kişiye kimyasal koruma sağlamaz. Kimyasal maddelerle uzun süre maruz kaldığında, tehlike meydana gelir. Bunun için uygun özel bariyerli giysiler seçilmelidir. ViscoseFR organik çözücüler ve ağartıcı maddelere maruz kaldığı zaman stabildir [14].

ViscoseFR lifi, çok iyi mukavemet değerlerine sahip bir lifdir. Alev geciktirici özellikleri kurutma işleminden ve çok fazla yıkama işleminden sonra bile kalıcıdır. Selülozlu zengin karışımları, konfor artışı için doğal yumuşak tutumlu kumaşlar sağlar. Böylece ViscoseFR lifi ince, hafif, aleve dayanıklı kumaşlar üretmek için ince iplik olarak bükülmeye izin verir ve çeşitli d' tex ve kesilmiş uzunlukları mevcuttur [15]. ViscoseFR lifinin kesim boyları ve fiziksel özellikleri Çizelge 1.3' de verilmiştir.

Çizelge 1.3. ViscoseFR liflerinin farklı kesim boylarındaki fiziksel özellikleri [14]

Kesim Boyu (mm)	38 mm	51 mm	60 mm
Kuru mukavemet (cN/dtex)	2,1	2,1	2,1
Islak mukavemet (cN/dtex)	1,1	1,1	1,1
Uzama	18	18	18

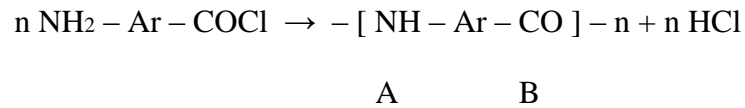
1.3.1.2. Aramid (aromatik poliamid) lifleri

Aramid “Aromatik poliamidler” den imal edilen liflere verilen genel isimdir. Poliamidler uzun zincirli polimerlerdir ve aromatik halkaları (benzen halkaları) altı karbon atomundan, birbirine ve farklı hidrojen atomlarının farklı kombinasyonlarına bağlandığı moleküler yapılardır [16]. Çizelge 1.4.' de belli başlı aramid üreticileri ve ürün isimleri bulunmaktadır.

Çizelge 1.4. Aramid liflerinin ürün isimleri ve üretici firmaları [16]

Aramid Ürünü	Ticari İsmi	Üretici Firma
M-aramid	Apyeil	(Unitika/Japan)
	Nomex	(Du Pont/ USA)
	Teijinconex	(Teijin/Japan)
P-aramid	Kevlar 29	(Du Pont/ USA)
	Kevlar 49	(Du Pont/ USA)
	Kevlar HM	(Du Pont/ USA)
	Kevlar HT	(Du Pont/ USA)
	Twaron	(Akzo / W.Europe)
	Twaron HM	(Akzo / W.Europe)
Kopolimer lif (p-tip)	Technora	(Teijin/Japan)

Aramid lifleri aromatik poliamid lifleridir. Amid bağlarının (–CO–NH–) en az %85'i direkt olarak iki aromatik halka arasında bulunmaktadır. Aramidler bir amin grubu ile bir karboksilli grubunun reaksiyonu sonucu elde edilmektedir. Basit bir AB homopolimeri (NH = A, CO = B) aşağıdaki gibi şematize edilebilmektedir:

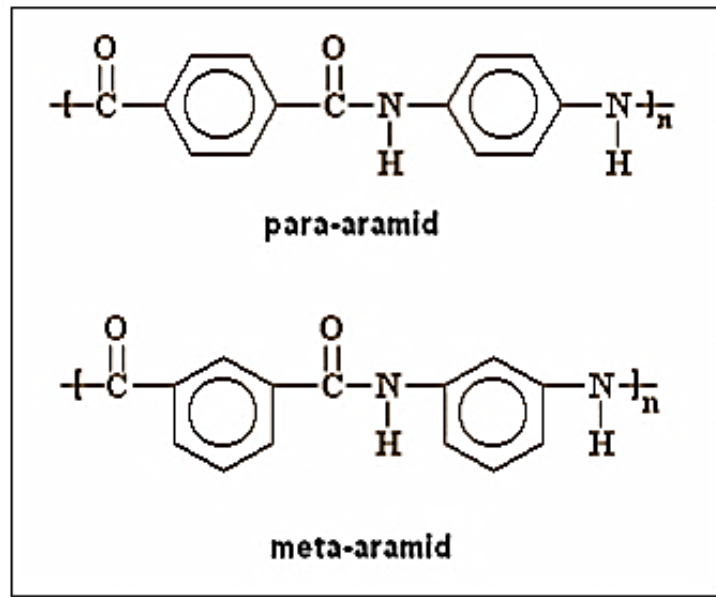


Polimerler daha ziyade ara yüzey polimerizasyonu ve düşük sıcaklık polikondenzasyonu gibi yöntemlerle elde edilmektedirler. Eriyik, ya da buhar fazında polimerizasyon reaksiyonlarından da bahsedilmektedir. AABB aromatik poliamidler çeşitli aromatik diaminler ve diasitler veya diasitklorürlerden üretilmektedirler. AABB polimerleri metaaramidler ve para-aramidler olmak üzere iki sınıfta incelenmektedir. Paraaramidlerde aromatik grup 1. ve 4. karbon atomları üzerinden zincire dahil olmaktadır. En basit formu poli p-fenilentereftalamid'dir ve piyasada Kevlar® ve Twaron® lifleri olarak bulunmaktadır. Meta-aramidlerde aromatik grup 1. ve 3. karbon atomları üzerinden zincire dahil olmaktadır. Nomex® adı altında ticarileştirilen bu lifler, poli-m-fenilenisofhtalamid yapısındadırlar. Şekil 1.1' de para ve meta-aramidlerin kimyasal yapısı

sunulmaktadır (Bkz. Şekil 1.1). (Meta-aramid lifleri düşük oryantasyon derecesi nedeniyle düşük modüllü olduklarından balistik koruma ürünlerinde tercih edilmemektedirler [17]. Para-aramid liflerinin fiziksel özellikleri Çizelge 1.5’ de verilmektedir.

Çizelge 1.5. Para-aramid liflerinin fiziksel özellikleri

Lif Cinsi	Kopma Mukavemeti (g/d)	Kopma Uzaması (%)	Modül (g/d)	Özgül Ağırlık (g/cm ³)
Para-aramidler	23-28	2,5-3,5	500-900	1,44



Şekil 1.1. Para-aramid (Kevlar®) ve metaaramid (Nomex®)’in kimyasal yapıları

Aramid liflerinin lif çekim çözeltileri sıvı kristalin yapısı göstermektedirler. Lif üretiminin ilk adımı %100’lük sülfürik asit ile hazırlanan lif çekim çözeltisinin 80°C’ de ısıtılmasıdır. Bu sıcaklıkta, ağırlıkça %10 civarındaki polimer konsantrasyonunun üzerindeki konsantrasyonlarda çözelti sıvı kristalin faza tekabül etmektedir. Çubuk benzeri polimerler rijit olduklarından, kendilerini birbirlerine göre oryante etmektedirler [17].

Aramid lifi de cam ve karbon lifi gibi yüksek performanslı lifler olarak bilinir. Aramid lifinin kullanımının artmasındaki en önemli özellikler, iyi sıcaklık stabilitesi (uzun süreli aynı çalışma sıcaklığı) ve kimyasallara karşı mukavemet ve elastik modüllerdir [18]. Aramid lifleri, yüksek sıcaklığa ve kimyasallara karşı dayanımı nedeniyle filtrelerde

(özellikle sıcak gaz filtrasyonunda), dokuma kayışlarda, halat ve kablolarda ve yüksek performanslı kumaşlarda kullanılmaktadır [19].

- **Aramid liflerinin temel özellikleri**

- Paslanmaz,
- Hafif,
- Alev dayanıklı, mükemmel alev direnci ve termal koruma,
- Kimyasallara karşı yüksek dirence sahip,
- Kopma ve yırtılmalara karşı dayanıklı,
- Kesilmesi ve kırılması zor bir liftir,
- Uzama anında yüksek direnç,
- Yüksek çekme kuvveti,
- Düşük elektriksel iletkenlik,
- Yüksek dayanım,
- Mükemmel boyutsal kararlılık,
- Düşük sıcaklıklarda gevreme ve bozunma olmayan bir liftir,
- Kendini söndürebilen,
- Kopmaya dayanıklı,
- Elyafta erime ve damlama meydana gelmez,
- Yüksek uzama,
- Aşınmaya karşı dirençli,
- - 196° C' den +300° C aralığında çalışma imkanı,
- Şekillendirilebilir,
- Radyasyona dayanıklı,
- Non-Toxic (zehirsiz),
- Isı bariyerli,
- Elektrik yalıtımlıdır [20, 21].

- **Aramid liflerinin kullanım alanları**

- Sualtı kabloları,
- Havacılık uygulamalarında kemerler ve kayışlar,
- Dağcılık halatları,
- Kaldırma kayışları,
- Çekme (kurtartma) halatları,
- Fiber optik kablolar,
- Haberleşme (iletişim) kabloları,
- Balistik ve savunma da (Anti-mayın çizmelerde, eldiven, kask ve çelik yelekler de),
- Endüstriyel halatlar,
- Askeri halatlar,
- Emniyet halatları ve şeritleri,
- İtfaiyeci giysilerinde yaygın kullanım alanı bulmaktadır [20, 21].

1.4.Giysi Konforu Nedir ve Beklenen Konfor Özellikleri Nelerdir?

Fonksiyonel ve koruyucu giysilerin satışlarının son yıllardaki artışından ötürü, giysi konforu ve konfor ile ilgili değerlendirme metotları oldukça önemli hale gelmiştir. Konfor; duyu organlarımız algılanır ve herhangi bir acı ya da rahatsızlığın algılanmaması durumu olarak ifade edilir.

Giyim konforu; fizyolojik konfor, duyuşsal konfor ve termal konfor olmak üzere 3 temel elemandan oluşur. Fizyolojik ve duyuşsal konforu, kişinin ve bulunduğu ortamın fiziksel şartları, coğrafi (iklimsel), ekonomik, tarihi, kültürel, sosyal ve bireysel faktörleri içerir. Bu konfor çeşitlerinin algılanmasının ve yorumlanmasını sübjektif yönleri ağır basmaktadır [22].

Tekstil teknolojisindeki gelişmeler sayesinde yüksek performanslı kumaşlardan üretilen, koruyucu giysiye olan talebin artması, giysi ve kumaşların koruyucu ve sağlam olmalarının yanında ayrıca konforlu olmasını da gerektirmektedir. Koruyucu giysilerde konfor konusu

son yıllar da araştırmacıların ilgi odağı olmuştur. Koruyucu giysi konforu bahsedildiğin de ilk dikkat edilmesi gereken husus termal konfordur. Termal konfor, çevreden ısıl bakımdan memnun olma halidir [23].

Ergonomi bilimi termal konforu farklı bir şekilde tanımlasa bile giyside termal konfor; giysinin içinde bulunulan çalışılan ortamda kendisinden beklenen termal yalıtım ve nefes alabilme özelliklerini taşıması ile belirlenir. Konforlu olmayan bir ortamda ya da konforsuz giysiyle çalışan insan üzerindeki pozitif veya negatif yöndeki ısıl yk, dikkatin dağılmasına ve neticesinde performansın düşmesine sebep olabilir. Koruyucu giysilerin insan sağlığını ve güvenliğini koruma işlevini yerine getirmesinde elbisenin konforu da önemlidir. Yeterli konfor sağlamayan bir elbise yüklenilen görevi yerine getirmede verimliliği azaltır. Çünkü birinci amacı yüksek koruyuculuk özelliği sağlamak olduğu için bu kıyafetler kişiye ağır gelebilmekte, hareket etme olanaklarını kısıtlayabilmekte, yeterli ısı ve nem transferinin yapılamadığı durumlarda kişinin iş verimliliğini dşrebilmektedir [24].

1.5.Kumaş Tuşesi Nedir?

Günümüzde ilerleyen teknolojiyle beraber artan kumaş çeşitliliği hem üreticiler hem de son kullanıcılar açısından kullanım amacına yönelik değerlendirilmesini ve seçimini zorlaştırmaktadır. Klasik bir tekstil üretici ve tüketicisi için belirli bir kullanım amacına yönelik giysi seçerken dikkate aldıkları en önemli faktörlerden biri kumaşın tuşe/tutum özellikleridir.

Giysi ya da giysilik kumaş seçimi sırasında kumaş kalitesini değerlendirmek ve kumaşın son kullanım yerine uygunluğuna karar vermek için kumaşa dokunmak bir tüketicinin yaptığı ilk davranıştır. Tüketicisi kumaşa dokunarak bir değerlendirme yapmakta ve bu şekilde duygularını ifade edebilmektedir. Tutum, kumaşın sahip olduğu fiziksel ve mekanik özellikler tarafından belirlenmektedir. Teknik alanlarda kullanılacak kumaşlar doğrudan kopma mukavemeti, uzama yeteneği, patlama mukavemeti, çeşitli kimyasallara ve evre etkilerine direnç gibi performans özelliklerine göre seçilmektedirler. Fakat giysi yapılması dşnlen kumaşlar seçilirken genellikle teknik özelliklerinden önce parlaklık, yüzey düzgünlüğü veya pürüzlülüğü, yumuşaklık-sertlik, dolgunluk, dökümlülük gibi görünüm ve tutum özelliklerine dikkat edilmektedir. Bu zellikler kumaşların işlenerek giysi haline getirilmesi sürecini, ayrıca o giysiyi kullanan kişinin görünüm ve konforunu da etkilemektedir [25].

Kumaş tuşesi, kumaşın el ile algılanan estetik kalitesi olarak tanımlanmıştır [26]. Bu özellikleri belirlemede ise genellikle hızlı ve pratik olması itibariyle dokunarak değerlendirme yapılmaktadır. Ancak bu değerlendirme şekli, karar veren kişinin psikolojisi, yaşı, cinsiyeti, tecrübesi gibi faktörlerin yanında iklim, moda, kültürel yapı, ekonomik geçmiş ve ırksal farklılıklardan etkilenmektedir. Bu önemli sakıncayı ortadan kaldırmak için birçok araştırmacı kumaşların sürtünme davranışlarını belirlemek için objektif ölçüm yapabilen cihazlar, KES-F ve FAST gibi yöntemler geliştirmişlerdir. Çünkü tutum açısından birbirine benzeyen kumaşlar üretebilmek ve bunun sürekliliğini sağlayabilmek için sübjektif değerlendirmelerin objektif ölçümlerle desteklenmesi gerekmektedir. Bu noktadan hareketle, kumaş yüzey yapısının objektif değerlendirmelerle belirlenmesi için herkes tarafından aynı şekilde anlaşılıp uygulanabilen basit ve pratik standart yöntemlerin geliştirilmesi ihtiyacı doğmaktadır [27, 28].

Tutum, bir kumaşa dokunulduğunda hissedilen her şey ya da tüm hislerin toplamı olarak düşünülürse, bu özelliği tek bir cihazla objektif olarak ölçmenin mümkün olmadığı açıkça görülmektedir. Bu nedenle, en çok bilinen ve akla ilk gelen duyuşsal özellik olan tutum, çoğu zaman kişiler tarafından yapılan ve sübjektif olarak adlandırılan testlerle değerlendirilmektedir. Tutumun objektif olarak belirlenmesi amacıyla, tutumla ilgili olduğu düşünölen özellikler üç şekilde ölçölebilmektedir:

1. Uygun yöntemlerle tutumla ilgili olduğu düşünölen özellikler tek tek ölçölebilir,
2. KES - F ya da FAST gibi kumaş özelliklerini belirleyen bir sistem tarafından ölçölebilir,
3. Çekme cihazları kullanarak yeni yöntem veya aparatlar geliştirilerek ölçölebilir [25].

Kumaş estetiği 6 kavramda tanımlanır ve bu kavram sübjektif olarak değerlendirilirdi. Üreticiler ve markalar estetik kumaşların temelde insanların tercihlerine ve insanlar tarafından sübjektif olarak değerlendirilmesi gerektiğini iddia ederlerdi. Üreticiler yaygın olarak, kumaşın vücudu sarması (bending), askıya asıldığındaki kumaşın duruşu, elastikiyeti, yüzey dokusu ve şıklık gibi yaygın kullanılan kelimelerle sınıflandırılırdı. Genel sözcük kullanımları, kumaş estetiğindeki 6 kavram canlı, uyumlu, sıkı yapılı, akıcı yapıya sahip, vücudu destekleyen ve keskin görünümlü olmalı kavramlarıydı [26].

“Dökümlü” terimi ve bu terimin kullanım, sübjektif değerlendirmeleri esas alırdı ve nicel olarak sert, gevşek ve canlı kelimeleriyle tarif edilmekteydi. Bununla birlikte tekstil endüstrisi, nicel sonuçları oluşturmak için sübjektif ölçmeye ihtiyaç duyardı. Pazarlama, tasarım ve tekstilin farklı alanlarında kumaş tuşesinin anlamını standart hale gelmesi için bir anlayış oluşturma ihtiyacı oluştu [29].

Tuşe, tekstil materyalinin giyim eşyası olarak kullanılması üzerine en önemli performans niteliklerinden bir tanesi olarak kabul edilir. Tuşe, giyim perakendecilerinin ürünlerinin satılabilirliğini ve dolayısıyla ürün kullanışlılığının tüketicinin bunu nasıl algıladığını ve tercihlerini etkiler. Bu kumaş özelliği, tekstil materyallerinin geliştirilmesinde ve seçiminde üreticiler, giysi tasarımcıları ve görsel düzenlemeler açısından çok önemlidir [30, 25]. Geleneksel olarak, kumaşın tuşesi (dökümlülük) kumaşın elde tutularak veya onu asılı görerek değerlendirilmesidir. Bu, kumaş kıvrım düzenine bakarak, nasıl görünüyor diye kolayca bir fikir yürütme yapılarak değerlendirilmesidir [31].

Tuşenin, insanlar tarafından sübjektif değerlendirilmesi gereklidir. Çünkü temelde estetik kavramı insan tercihiyle bağlıdır. Böylece, duyu niteliklerin tanımlayıcıları olarak yumuşaklık, pürüzsüzlük ve sertlik gibi sübjektif değerlendirme için bu tarifler tüketiciler tarafından kullanılır. Ancak bu sübjektif değerlendirmeler tekstil imalatı ve tasarımcılar için belirli bir kalite oluşturmak adına tutarlı sonuçlar üretememektedir. Kumaş tuşesinin objektif ölçümünün geliştirilmesinin gerektiğini düşünen araştırmacılar için iki önemli soruyu karşılıklarına çıktı. Tuşe nasıl ölçülür? Ki bu çeşitli mekanik özelliklerin bir sonucu mudur? Ve tuşeyi en iyi şekilde yansıtmak için kumaşın hangi fiziksel özellikleri nasıl ölçülmelidir? Tuşe esneklik, sıkıştırılabilirlik katlanabilirlik, elastisite, esneklik ve yüzey sürtünmesinden etkilenir [32, 33].

1.6.Kawabata (KES-FB) Serisi

Kyoto Co. Kato Tech. tarafından ilk makine kataloğunu 1972 yılında yayımlandı. Daha sonra KES-FB serisi olarak adlandırılan modeller, 1978 yılında yayımlandı ve numune hazırlama ve test için gerekli olan süreler azaltılarak tasarlandı. 1984 yılında, az oranda dünya çapında ve Japonya’ da kabul edildi. Test cihazlarının daha fazla otomasyon gelişimleri (KES-AUTO-A System) ki operatörün daha az çalışmasını ve otomatik çalışma proseslerini içerecek 1997 yılında gelişimini tam olarak tamamlamıştır [34].

Kumaşlar için Kawabata değerlendirme sistemi (KES-FB)' ne ait test cihazları 1970'lerden beri kumaşların mekanik özelliklerini ölçmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemin içerisinde kopma ve kırılma test cihazı (KES-FB-1), bükme test cihazı (KES-FB-2), sıkıştırma test cihazı (KES-FB-3) ve sürtünme ve pürüzlülük test cihazı (KES-FB-4) cihazları vardır [35].

Kumaşlar için Kawabata değerlendirme sistemi olan (KES-FB) yaygın olarak, kumaş tuşesiyle ilgili mekanik davranışları ölçmek için kullanılır. Bununla birlikte veri toplama ve analiz tekniği için biraz süre gerekmektedir [36].

Kyoto Co. Kato Tech. Tarafından, KES-F sistemini oluşturan cihazlar, kumaşın doğasındaki tuşe ve tutum özelliklerini belirlemek için geliştirilmiştir. Bu özellikler, konsiyonlanma şartlarında bekletilmiş kumaşların, belirli şartlar altında deformasyonlarının ve tepkilerinin ölçülmesidir. Kyoto Co. Kato Tech. tarafından üretilen bu sistem 4 ayrı cihaz kullanılarak, kumaşların fiziksel, mekanik ve yüzey özelliklerini ölçmektedir. Bu özellikler;

KES-FB-1 (Kopma/Kırılma test yöntemi)

Bu test yöntemi, 50 mm x 200 mm boyutlarındaki numunenin, 500 gf/cm (490 N/m) altında kumaşın kuvvet-kopma ve kırılma özelliklerinin ölçülmesidir.

KES-FB-2 (Kumaş bükme test yöntemi)

Bu cihazda, numunenin 300° lik (150° sağa, 150° sola) kıvrılmasıyla, bu bölümde çevrilme deformasyonunda kumaşta meydana gelen direnci ölçmektedir.

KES-FB-3 (Kumaş sıkıştırma test yöntemi)

Bu cihaz, 50 gf/cm² (4,9kPa)'lık bir basınç altında kumaştaki basınç-kalınlık karakteristiklerini ölçer.

KES-FB-4 (Kumaş yüzeyi test yöntemi)

Bu test yönteminde, statik bir basınç altında kumaş numunesinin hareket ettirilmesi ile oluşan sürtünme kuvvetini ölçmektedir.

Kumaşların mekanik özellikleri için KES sistemleri testleri, Kawabata parametreleri kumaşın tuşesini değerlendirmek için kullanılmaktadır ve bu parametreler aşağıdaki Çizelge 1.6' da listelenmiştir.

Çizelge 1.6. KES-F sistemi parametreleri [44]

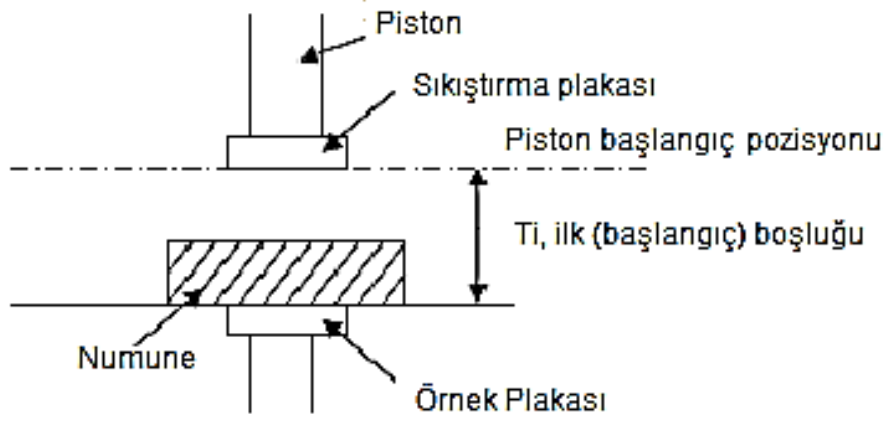
Özellik	Parametre	Birim	
Kopma	Doğrusallık (LT)	Boyutsuz	KES-FB-1
	Enerji (WT)	gf.cm/cm ²	
	Dayanıklılık (Esneklik) (RT)	%	
Kırılgnlık	Sertlik (G)	gf/cm.derece	KES-FB-1
	0.5°' deki histerisiz (2HG)	gf/cm	
	5°' deki histerisiz (2HG5)	gf/cm	
Bükülme (Eğilme)	Sertlik (B)	gf.cm ² /cm	KES-FB-2
	Histerisiz (2HB)	gf.cm/cm	
Sıkıştırılabilirlik	Doğrusallık (LC)	Boyutsuz	KES-FB-3
	Sıkıştırma Enerjisi (WC)	gf.cm/cm ²	
	Dayanıklılık (Esneklik) (RC)	%	
Yüzey görünüşü	Sürtünme katsayısı (MIU)	Boyutsuz	KES-FB-4
	MIU'nun standart sapması (MMD)	Boyutsuz	
	Pürüzlülük (SMD)	Mikron	

Bu çalışma da kullanmış olduğumuz KES-FB-2 ve KES-FB-3 testleri hakkında daha ayrıntılı bilgiler aşağıdaki gibidir.

1.6.1.KES-FB-3 (Kumaş sıkıştırma test yöntemi)

Sıkıştırılabilirlik, kumaşların önemli özelliklerinden birisidir. Ayrıca KES serisinde önemli diğer özelliklerden olan eğilme, gerilim ve sürtünme testleri de yapılabilmektedir. Mesela; giysinin, istiften katlara başarılı bir şekilde ayrılması için sıkıştırılabilirlik çok önemlidir. Simülasyona yönelik daha iyi bir malzeme modelleme için artan ihtiyaç ile kumaş sıkıştırılmasının ölçüm hedefi giderek daha önemli bir hale gelmektedir. Bu test, statik basınçtan, materyalin mekanik “esneklik” göstergesini verir. Bir kumaşa yatay sıkıştırma ile hemen algılanmayan bir basınca tabii tutulduğu zaman, basınç içinde uygun artış ile kalınlığındaki içsel değişiklik olarak tanımlanır. Genellikle maksimum basıncın yaklaşık

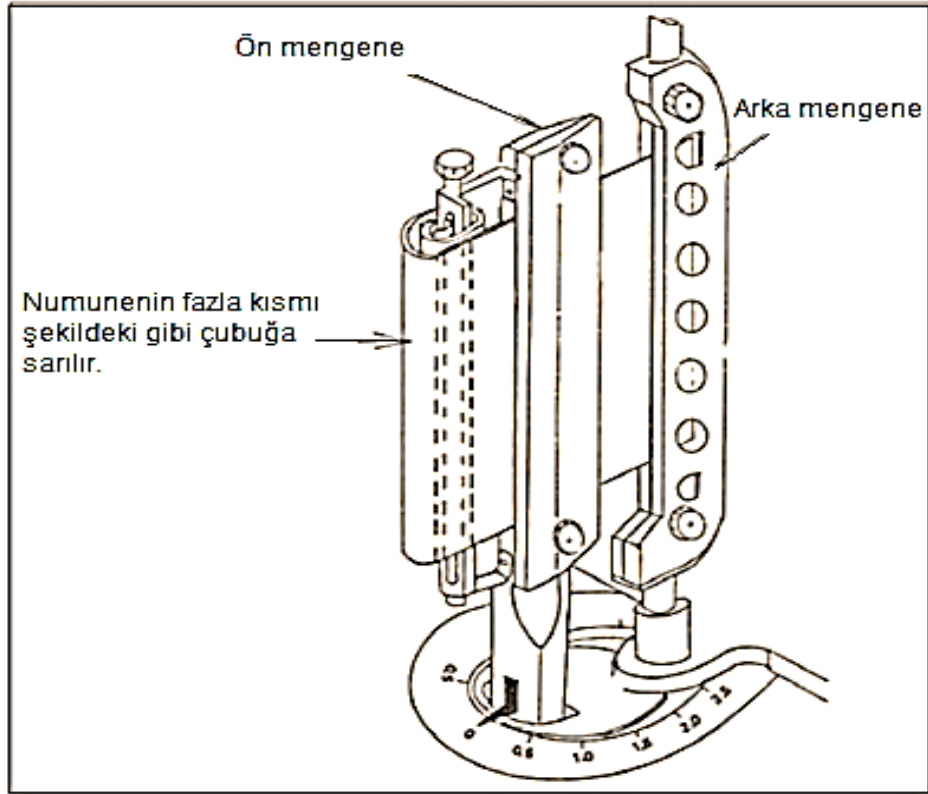
%1' i kadardır. Dolayısıyla daha düşük hacimli kaydedilir ki 5 ile 100 arasında sıkıştırma döngüsü üzerinde sürekli azalacaktır [37]. Test cihazını oluşturan kısımları aşağıdaki Şekil 1.2.' de verilmektedir.



Şekil 1.2. Kumaş sıkıştırma test yöntemi için sıkıştırma pistonunun başlangıç ayarı

1.6.2.KES-FB-2 (Kumaş bükme test yöntemi)

Kumaşlarda eğilme (bükülme) özelliği, kumaşların değerlendirilmesi için önemli özelliklerden bir tanesidir. Bu özellik, kumaşın tutumunu (tuşesini) değerlendirmek için gerekli, önemli öğelerden bir tanesidir. Temel bükülme (eğilme) testi KES-FB sisteminin bir bileşenidir. Bu da kumaşın büküm sertliğini belirlemek için kullanılır. Eğilme test cihazı, ince film malzemelerin bükülme özelliğini ölçmek için kullanılır (kumaşlar, film, kauçuk, deri malzeme vb. ürünler için). Test cihazı ayrıca otomatik ve bilgisayara bağlı olup, elektronik ve mekanik olmak üzere 2 üniteden oluşmaktadır [38]. Şekil 1.3. test cihazının ve örneğin cihazdaki durumunu şematik olarak göstermektedir.



Şekil 1.3. Bükülme test yönteminde numune yerleştirme ve cihazının şematik görünümü [38]

Kumaş estetik özellikleri, 1970' li yıllara kadar tanımlanabilir ve objektif olarak ölçülebilen bir olgu değildi. Kumaş tuşesinin ölçülmesi amacıyla Kawabata tarafından KES-FB geliştirilinceye kadar ölçülebilen bir değerlendirme yoktu. Öncesinde ise araştırma ve sonuçlar markalar ve üreticiler tarafından yürütülür ve belirlenirdi [35]. 1970' llerden beri tekstil araştırmacıları tuşenin ölçümü için KES (Kawabata Evaluation System)' i kullanmaktadır. Çeşitli çalışmalar, duysal değerlendirmeler ve mekanik özelliklerin arasında genellikle ilişkilerin yakın olduğunu belirtmektedir [39, 40].

Kumaşın objektif ölçümü için teknikler 1930' lar da Pierce' nin konsol metodu ile daha sonralarda ilse 1950' li yıllarda Chu ve arkadaşları tarafından bir dropemeter kullanıldı. Ancak bu yöntemler o dönemlerde de tekstil sanayinde yaygın olarak kullanım alanı bulamamıştır [29].

Kumaşların mekanik özelliklerinin ölçülmesinin amacı, giyim malzemelerinin kalite kontrolü için büyük bir potansiyele sahiptir. Ancak, bu ölçümleri yapmak için kullanılacak cihazlar yüksek maliyetleri nedeniyle birçok potansiyel kullanıcı için onlara erişimleri konusunda önemli bir sorun oluşturmaktadır [32].

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kim ve Slaten (1984), farklı çocuk pijamaları kullanarak kendiliğinden alev geciktiricili fiziksel özellikler ve tuşe özellikleri arasında ilişkiyi incelemiştir. Onların bulguları, tuşenin ölçümü, duyuşal rijitliğin hem el ile hem de cihaz ile olan sonuçlarının birbirine yakın olduğunu belirtmektedir.

Yokuro, Nagae ve Niwa (1986), dokuma kumaşların paketleme mekanik özelliklerini incelemiştir. Yaptıkları çalışmada, numuneler sabit yük altında deforme olmuştur. Onlar, KES-FB sistemi ile kumaşların mekanik özelliklerini ölçmüşlerdir. KES-FB sisteminden elde edilen değişkenlerden, dokuma kumaşların paketleme hacmini tahminlemek için çoklu doğrusal regresyonun analizini değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda, dokuma kumaşların örgü kumaşlara nazaran paketleme için daha uygun olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca farklı dokuma yapılan farklı kumaş özelliklerini meydana getirdiğini ortaya koymuşlardır.

Pan ve ark. (1988), 1988 yılında kumaş tuşesi özellikleri ile birlikte kumaş pürüzlülüğünü ölçmek için yeni bir yaklaşım tartışmışlardır. Yeni yaklaşımın konsepti, esasında numune kumaşın esnek bir çemberden geçirilmesi prensibine bağlıydı. Numune kumaşın çekilme ya da itilme olduğundaki kuvvet süreleri ile oluşturulan eğrinin kaydedildiği bir fonksiyon olarak ölçülmüştür. Bu yeni yaklaşım, bu kavram üzerine kurulup, PhabrOmeter ismini almıştır.

Biglia, Rocznik ve Fassina (1990), Postle (1990), geleneksel olarak kumaşların mekanik özelliklerinin test edilmesi, kumaş yetersizlikleriyle ilgili olarak patlama, yırtılma, kopma gibi çeşitli güçlüklerin test edilmesine odaklanmaktadır. Yaşam standartlarının yükselmesiyle birlikte, giysilerin fonksiyonları ve giyen kişinin kumaşın işlevlerine ilişkin özellikler değişmektedir. Kumaşların genel performansı ve kumaşların dayanımı kişiler tarafından daha yaygın bir biçimde seçilir hale gelmiştir. Genel olarak, mekanik mukavemet testleri bu açıdan önemli bir yerde durmaktadır. Sonuç olarak, kumaşların mekanik özelliklerinin ölçülmesi için gün geçtikçe değişen özellikler ve farklı test cihazları ortaya çıkmaktadır.

Yakartepe (1994), dokuma kumaşlarda yırtılma mukavemeti önemli bir performans özelliği olup kullanım yerine bağlı olmakla birlikte, genellikle tüm kumaşlar için yüksek yırtılma mukavemeti istenilmektedir. Yırtılma mukavemeti, kumaş üzerinde başlamış bir yırtılmanın devamı için gerekli olan kuvvettir ve kumaşta yırtılma sırasında iplikler tek tek

ya da gruplar oluşturacak biçimde kopmaktadır. Yırtılma mukavemeti kumasın yapısı ile ilgili olup, kümelenmiş iplikler gerilimi paylaşarak yüksek yırtılma mukavemeti gösterirken ipliklerin bir arada fonksiyon göstermelerini engelleyen yapılar kumaş yırtılma mukavemetini düşürmektedir. İplik mukavemetinin yanında kumaş konstrüksiyonu, kumaşları kaplayan ve ipliklerin hareketlerini kısıtlayan terbiye işlemleri de yırtılma mukavemetini etkilemekte olan faktörlerdendir.

Pan ve ark. (1988), son yıllardaki çalışmalar, kumaş tuşesinin birçok veri tarafından oluşturulan, geniş yelpazeli bir algılama olduğunu kabul etmişlerdir.

İmer (1999), dokuma kumaşlarda kopma mukavemeti önemli bir performans özelliği olup, gerilim altındayken (uzunlamasına yöndeki çekme etkisindeyken) dayanma kabiliyetidir. Bir kumasın çözgü veya atkı doğrultusunda yük uygulandığındaki direnci olan kopma mukavemeti, kumaş konstrüksiyonu, kumasın gördüğü terbiye işlemleri gibi faktörlerden etkilenebilen bir özelliktir. Literatürde konu ile ilgili karşılaşılan çalışmalardan bazıları burada verilmiştir: İmer, pamuklu kumaşlarda atkı sıklığının bazı kumaş özellikleri üzerine etkisini incelediği çalışmasında, atkı sıklığı ile atkı yönünde kopma mukavemeti arasında doğrusal ve anlamlı bir ilişki gözlemlemiş, atkı sıklığı ile çözgü yönündeki kopma mukavemetinde ise bu ilişkinin zayıf ve anlamsız olduğunu ortaya koymuştur.

Adanur (2001), Cock (2001), Saville (2002), Kumpikate (2007), kopma mukavemeti, kopma noktasındaki test parçasının uzamasında kaydedilen maksimum gerilme kuvvetidir. Genellikle kuvvet olarak ifade edilir. Atkı ve çözgü yönündeki kumaş mukavemeti özellikle ipliğin mukavemetini belirtmektedir. Dokuma kumaşların mukavemetini etkileyen en önemli kumaş değişkenleri iplik özellikleri, çözgü ve atkı yönündeki yoğunluk, kumaş örgü yapısı, kıvrım ve apre işlemleridir. Bu nedenle, dokuma kumaşın kopma özellikleri, kumaşın yapısına yakından bağlıdır.

Wang ve Li (2002), günümüzde kumaşın elle tutulduğunda verdiği duygu (tuşe) tüketicinin kumaşı satın alma kararında önemli bir faktör haline gelmiştir. Shustov (2002); Pamuklu dokuma kumaşlarda kopma mukavemeti üzerine yaptığı çalışmasında, kopma mukavemeti kumaş yapısal faktörlerinin bir fonksiyonu olarak belirlenmiş, ring iplik ve rotor iplik eğirme sistemleriyle üretilmiş pamuklu ipliklerden dokunan kumaşlarda bez ayağı, 2/1 dimi, 2/2 dimi ve 3/1 dimi olmak üzere farklı örgü türleri için kumaş kopma mukavemeti incelenmiş ve kumaş kopma mukavemeti atkı-çözgü sıklığı ve örgü türünün fonksiyonu olarak tespit edilmiştir.

Yokura ve Niwa (2003), çalışmalarında, polipropilen ve polyester karışimli dokunmuş kumaşların mekanik ve yüzey özelliklerine bağlı tutum ve tuşe özelliklerini incelemiştirlerdir. Çalışmada sağlık, hijyen, iç giyim ve tela yapımında kullanılan farklı özellikteki numuneler kuru ve ıslak olmak üzere 25 farklı kişi tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirme dokunmamış kumaş numunelerine tamamen subjektif olarak dokunularak ve hissedilerek yapılmıştır. Tutum ve tuşe özelliklerine ek olarak, mukavemet ve kıvrılmaya karşı dayanımı testleri uygulanmıştır. Yüzeyin yumuşaklığına göre 1'den 5'e kadar derecelendirme (1= Çok Zayıf, 2= Zayıf, 3= Orta, 4= İyi, 5= Mükemmel) yapılmıştır.

Ramkumar, Wood ve Fox (2003), çalışmalarında, kumaşların yüzey özelliklerini belirleyebilmek amacıyla polimerik insan parmağı sensörü geliştirmişlerdir. Kumaşların duysal özelliklerinin subjektif olarak değerlendirilmesi, araştırmacıların yıllardır üzerinde çalıştığı önemini yitirmeyen ve gelişmeye açık bir konudur. Bu değerlendirme tekniğine göre jüri üyesi en çok kullandığı eline aldığı kumaşı başparmağı ile diğer parmakları arasına sıkıştırır veya parmak uçlarını kumaş yüzeyinde serbestçe gezdirerek hissettiği tutuma göre karar vermektedir. Bu noktadan hareketle insan parmak yapısına uygun polyvinylsiloxane hammaddeden parmak sensörü geliştirmişlerdir. Yapay insan parmağına benzeyen kızak 25 mm uzunluğunda ve 10 mm kalınlığında polyvinylsiloxane hammaddeden geliştirmişlerdir. Yapay insan parmak kızığın bir ucu esnemeyen ipele mukavemet cihazına diğer ucu ise ağırlık konularak serbest bırakılmıştır. Öne ve arkaya doğru her iki yönde de hareket sağlanırken mukavemet cihazından elde edilen verilerle sürtünme katsayıları elde edilebilmektedir.

Primachenko ve Prokhorova (2003), pamuklu dokuma kumaşlarda kopma mukavemeti üzerine, kumaş yapı parametrelerinin etkisinin incelendiği bir başka çalışma ile kumaş konstrüksiyonu ile kopma mukavemeti arasındaki ilişki pamuklu kumaşların bez ayağı, dimi ve saten örgüleri için belirlenmeye çalışılmıştır. Kalan parametrelerde küçük bir fark olması kaydıyla, örgü türünün kopma mukavemeti üzerine kesin bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Can (2004), iplik özelliklerinin pamuklu bez ayağı kumaşların bazı mekanik özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma yapmış, %100 pamuklu bez ayağı örgü yapısındaki kumaşların kopma, yırtılma ve aşınma mukavemeti üzerinde etkili olan iplik özelliklerini belirlemiştir. Neticede, kumaş kopma mukavemetine, iplik numarası, büküm, iplik mukavemeti, düzgünsüzlük ve tüylülüğün önemli derecede etki ettiği tespit edilmiştir.

Witkowska ve Frydych (2004), yaptıkları çalışmada statik ve dinamik yırtılma kuvvetini, ölçüm metotlarını ve farklı ölçüm metotlarıyla elde edilen sonuçların birbiri arasındaki korelasyonu tanımlamaya çalışmışlardır. Aynı konstrüksiyonda 5 farklı kumaş numunesi ile 6 farklı ölçüm metodu kullanarak ölçümler yapmışlar ve yırtılma mukavemetleri metotları arasında, özellikle kuvvet uygulanma yönü yırtılma yönüne paralel olan kumaşlarda olmak üzere yüksek korelasyon ilişkisi ortaya koymuşlardır.

Gider (2004), tuşe, kumaşın giyim performansını değerlendirmek, en önemli kalite parametreleri arasında yer almaktadır. Giysiyi kullanacak olan kişinin isteklerine karşı üretilmiş olan doğru kumaş seçimi, kişiye rahat hareket etme ve konfor özelliklerini sağlar. Bunun sağlanması içinde uygun giysi üretimi önemli bir hal almaktadır. Tekstil endüstrisi spesifik özelliklere sahip çeşitli kumaşları üretme yeteneğine sahip olduğu için, belirli bir giysinin son kullanımına en uygun kumaşı tasarlamak ve bulmak daha da önemli bir hale gelmektedir.

Sülar (2005), çalışmasında, yünlü takım elbiselik kumaşların tutum özelliklerini subjektif yöntemlerle belirlemiştir. Değerlendirme kriterleri olarak incelik-kalınlık, yumuşaklık-sertlik, pürüzlülük-düzgünlük olarak tanımlamıştır. Tanımlanan bu kriterlerin değerlendirilmesi için standart yöntemler oluşturulmaya çalışılmıştır. Her numune farklı zamanlarda üçer tekrar yaparak 12 defa subjektif değerlendirme süresince test edilmiştir. Sonuçlar gösteriyor ki; değerlendirmeler arası uyumun tesadüf olmadığı ve jüri üyelerinin aynı yöntemi izleyerek standartları uyguladıklarını ve tekrarlanabilir sonuçlar elde ettiklerini söylemek mümkündür. Bu çalışmada ortaya konan değerlendirme tekniklerinin subjektif değerlendirmeler yaparak gerek üretim, gerek satın alma gerekse tasarım aşamasında karar verme durumunda olan kişiler tarafından kullanılmasının yararlı olacağı belirtilmiştir.

Gurumurthy (2007), kumaşın sıkıştırılabilirlik özelliği, veri analizleriyle ilgili sıkıştırma sınırları bilindiği takdirde gerçekleştirilebilir. Tekstil kumaşlarının yapı-özellik ilişkisini öğrenmenin, otomasyon konusunda yeni bir eğilimi KES-FB-3 cihazıdır. Böyle KES-FB-3 gibi sıkıştırma test cihazları, sonuçları hızlı bir şekilde, objektif ve etkin bir şekilde öğrenmek için ideal bir cihazdır. Kumaş materyaller için verilerini tanımlanması konusunda firmaların deneyimi ve uzmanlığına yardımcı olacaktır. Bu cihaz, kumaş üreticilerine ve moda tasarımcılarına kumaş tasarımı, kumaş seçimi ve kumaşların uygun şekilde kullanılabilirliği hakkında rehberlik sağlayabilmektedir. Sıkıştırılabilirlik, sürtünme, germe ve kayma' ya ek olarak en önemli kumaş özelliklerindedir. Giysi otomasyonu, örneğin;

kumaşların istiflerden katlara ayrılmasında başarılı olabilmesi için çok önemli bir özelliktir. Simülasyona yönelik daha iyi bir malzeme modellemeye artan ihtiyaç ile kumaş sıkıştırılabilirliğinin objektif ölçümleri, statik basınç altında malzemenin mekanik bir göstergesi olarak “yaylanma” giderek daha önemli hale gelecektir.

Ünal ve Taşkın (2007), %100 PES kumaşlarda doku ve sıklıkların kopma mukavemetine etkisi üzerine yapılan bir çalışmada, farklı sıklıklarda ve farklı örgülerde üretilen kumaşların kopma mukavemeti deneysel olarak tespit edilmiş, yapılan istatistiksel analizle sıklık ve dokunun kopma mukavemetine etkisi yorumlanmıştır. Kopma mukavemeti aynı zamanda çok sayıda ipliğin kırılması için gereken kuvveti göstermektedir. Kopma mukavemeti, iplik ve kumaş parametrelerinden etkilenirken, yırtılma mukavemeti ise daha çok iplik çeşitlerinden ve kumaş yapısından etkilenir. Ünal ve Taşkın’ ın kopma mukavemeti, kopma uzaması ve yırtılma mukavemeti üzerine araştırmaları vardır. Sahip oldukları numunelerde çözgü ve atkı yönlerinde farklı yoğunluklara sahiptir. Kopma mukavemeti değerleri, aynı iplik ayarlarında bez ayağı yapılı numunelerde dimi yapılı numunelere göre daha yüksek çıkmıştır. Atkı yönündeki kopma mukavemeti atkı sıklığının artışı ile artmaktadır. Aynı durum çözgü yönündeki kopma mukavemeti içinde meydana gelmiştir.

Oğulata ve Kadem (2009), bezayağı ve 2/2 dimi yapılı, %100 pamuk dokuma ve farklı boyalı iplikleri için farklı sonuçları vermiştir. Çözgü yönü boyunca kopma mukavemeti değerleri, atkı yönüne göre daha yüksek olmuştur. Bununla birlikte onlar hem atkı hem çözgü yönleri boyunca yırtılma mukavemetlerinin, hem çözgü hem atkı sıklığı artışıyla azaldığı görülmüştür.

Liao ve ark. (2011), KES-FB ölçüm yöntemine göre PhabrOmeter daha hızlı esneklik özelliklerini değerlendiren bir yöntem olup, KES sistemi ise, objektif olarak test sonuçlarını ve mekanik, fiziksel değerlerin yorumlamasını daha net yaptığını tespit etmişlerdir.

Konopov (2011), teknik tekstiller, global tekstil endüstrisinin en başarılı ve en hızlı değişen sektörü olarak kabul edilmektedir. Yenilikçi yeni malzemeler, prosesler ve uygulamalar yeni ve mevcut tekstil ürünleri için kullanım alanları alışılmamış şekilde gelişmektedir. Teknik tekstillerin fonksiyonları hakkında yüksek katma değer yaratan ve öncü teknolojiler kullanılmaktadır. Günümüzde, mevcut farklı teknik tekstiller hakkında tekstil sanayi ve öğrencileri yeterli bilgiye sahip değillerdir. Bu mevcut gelişmiş tekstil özellikleri için daha

fazla araştırma yapmak by önem taşımaktadır. KES-FB-2 test cihazı, kumaşın tuşe özelliklerinin objektif ölçümleri için kullanılmaktadır. KES test cihazları mekanik özellikleri ölçmek için kumaş tuşesini, kumaşın temel deformasyon ve tepkilerinin simülasyonunu sağlar. KES-FB-2 test cihazı, kumaşın tuşe ölçümü için en yaygın kabul gören yöntemdir. Kawabata ilk olarak kumaş tuşesini lme teorisi için kumaşın sertlik, yumuşaklık ve pürüzlülükleri gibi kumaş özelliklerini baz aldı. KES' in en büyük avantajı, yüksek hassasiyet derecesi ve doğruluğu iler çok küçük kumaş deformasyon ve tepki değerlerini dahi ölçebilme yeteneğine sahip olmasıdır. Bu yetenek, çok spesifik özellikleri (eğilme, kayma, sıkıştırılabilme, pürüzlülük) ayrı ayrı doğru ölçebilen bir yeteneğe sahip olduğunun göstergesidir.

3.MATERYAL ve METOT

3.1.Materyal

3.1.1.Araştırmanın önemi

Bu çalışmanın amacı; yüksek performanslı lifler olarak üretilen ve özellikle de ısıya dayanıklı özelliğiyle günümüzde geniş kullanım alanına sahip Aramid ve ViscoseFR liflerinden üretilmiş, çok katlı, jakarlı dokuma makinelerinde üretilen yüksek performanslı dokuma kumaşların bazı mekanik özelliklerinin birbirlerine karşı ve kumaş kullanım performansına olan etkilerinin yanı sıra kumaşın tuşesine olan etkilerini değerlendirmeyi içermektedir. Bu çalışma esnasında aşağıdaki testler yürütülmüştür.

- Kumaş Sıkıştırma Testi (KES-FB-3),
- Kumaşlarda Eğilme (Flexibility) Testi (KES-FB-2).
- Kumaşlarda Temasla Isı Transferi Testi,
- Kumaşların Kopma Mukavemeti Tespiti Deneyi (Breaking Strenght),
- Kumaşlarda Yırtılma Mukavemeti Tayini (Single Rip Method).

3.1.2.Deneylerde kullanılan kumaşlar

Deneylerde test edilmiş olan numunelerin tamamı çok katlı dokuma kumaşlar olup, jakarlı dokuma makinesinde dokunmuşlardır. Numuneler Aramid ve ViscoseFR ipliklerini farklı oranlarda içermekte, farklı iplik sıklıklarında ve farklı iplik numaraları kullanılarak dokunmuş kumaşlardır.



Şekil 3.1. Deney numuneleri

Deneylere tabi tutulan 128 adet kumaş numunesi, farklı iplik numaralarında, farklı lif oranlarında, farklı iplik sıklıklarında ve farklı kumaş kat sayılarına sahip 16 farklı gruptan oluşturmaktadır. Aşağıdaki Çizelge 3.1’ de bu gruplara ait numune kumaşların, iplik numaralarını, iplik sıklıklarını, örgü yapılarını, kumaş kat sayılarını ve kumaş numunelerinin içerdiği lif oranlarını aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kumaş numunelerinin fiziksel özellikleri

Numune	İplik Numarası	Örgü	Lif Oranı	Sıklık	Kat sayısı
Grup 1	90/2 Nm	Bezayağı	% 50-50 Aramid - ViscoseFR	20	2
Grup 2				40	2
Grup 3				20	4
Grup 4				40	4
Grup 5			% 65-35 Aramid - ViscoseFR	20	2
Grup 6				40	2
Grup 7				20	4
Grup 8				40	4
Grup 9	60/2 Nm		% 50-50 Aramid - ViscoseFR	20	2
Grup 10				40	2
Grup 11				20	4
Grup 12				40	4
Grup 13			% 65-35 Aramid - ViscoseFR	20	2
Grup 14				40	2
Grup 15				20	4
Grup 16				40	4

3.2. Metod

Yapılan deneylerin tamamı Universitat Politecnica De Catalunya (Barcelona, İspanya) tekstil laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Yürütülen deneylerin ayrıntıları sonraki bölümlerde açıklanmaktadır.

3.2.1. Kumaş sıkıştırma testi (KES-FB-3)

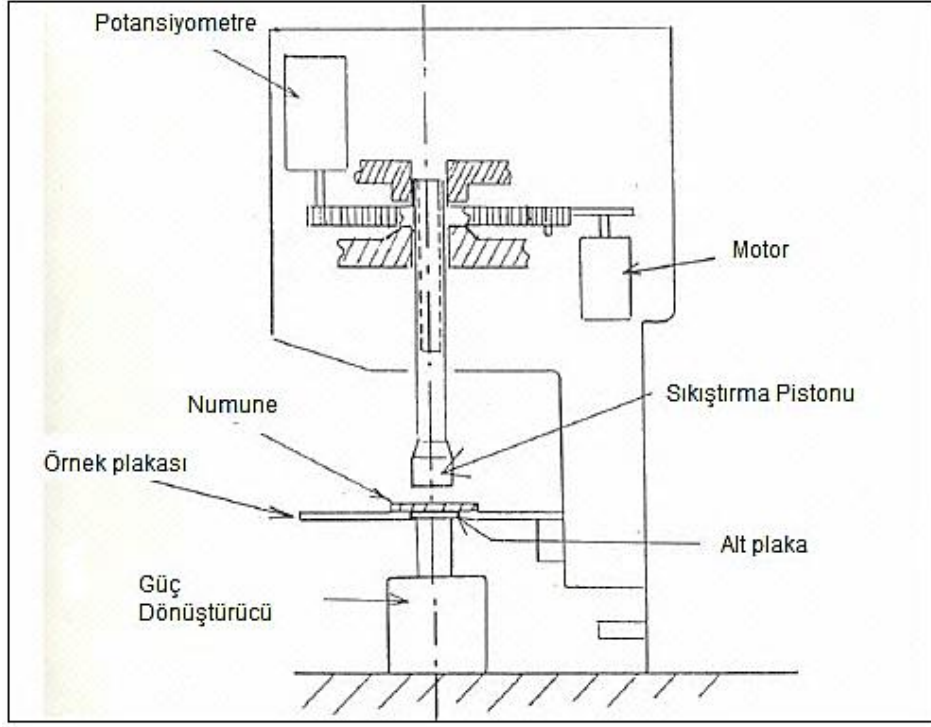
3.2.1.1. Deney hakkında

Kumaşların değerlendirilmesi için gerekli olan kumaşların sıkıştırılma özelliği, kumaşın mekanik özellikleri arasındadır. KES-FB serisinin bir parçası olan KES-FB-3 kumaşın sıkışma özelliğinin ölçülmesinde kullanılır. Film, kauçuk, deri, nonwoven gibi diğer materyaller içinde kullanılabilir.

Numune, sıkışma deformasyonunun sabit oranda ve üst sınır kuvvetinin altında olmalıdır. Maksimum strokun (inmenin) 2 tipi vardır. Standart bir mesafe 0 mm ile 5 mm ve büyük mesafe ise 0 mm ile 50 mm' dir. Maksimum uygulanabilir kuvvet 2500 gf' tir. İlk üst limit kuvvet değeri ve pistonun alt plakadan uzaklığı ayarlanır. Daha sonra numune alt plaka üzerine yerleştirilmelidir. Ölçüm başladığında, piston sabit bir hızla aşağı iner ve örneği sıkıştırmaya başlar. Belirli bir süre sonra sıkışma kuvveti üst sınır kuvvete ulaştığında piston yukarı hareket etmeye başlar ve toparlanma (geri alma) süreci tamamlandığında ölçüm bitmiş olur. Cihazın bir avantajı da doğrusal olmayan sıkışma özelliği ile kumaşın test edilebilir olmasıdır. Ancak bu tamamlayıcı bir devre kurulumu gerektirmektedir. Aynı zamanda, iplik ve kumaşın ilmek şeklinin büküm özelliğinin ölçülmesinde kullanılabilir [65].

3.2.1.2. Deneyin yapılışı

Numuneler KES-FB-3-AUTO-A (Automatic Compression Tester) test cihazında test edilmiştir. KES-FB-3 elektronik ve mekanik ünite olmak üzere 2 birimden oluşmaktadır. Elektronik ünite; yükseltici (amplifikatör) ve sistem entegratöründen oluşmaktadır. Mekanik ünite ve KES-FB-3' ün çalışma mekanizması Şekil 3.2' de gösterilmektedir.

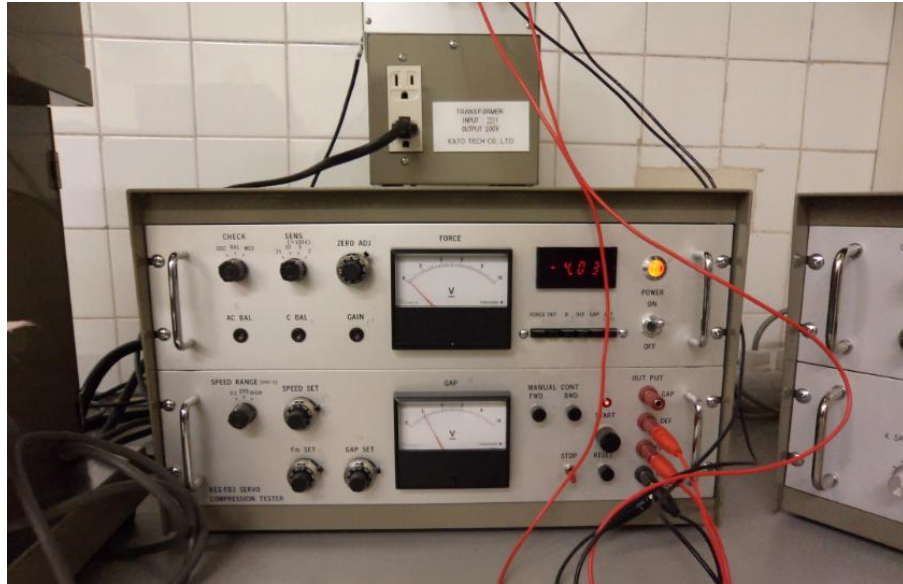


Şekil 3.2. Sıkıştırma test cihazının şematik gösterimi

Şekil 3.3 makinenin gerçek görüntüsünü, Şekil 3.4 ise sıkıştırma test cihazının elektronik ünitesini göstermektedir.

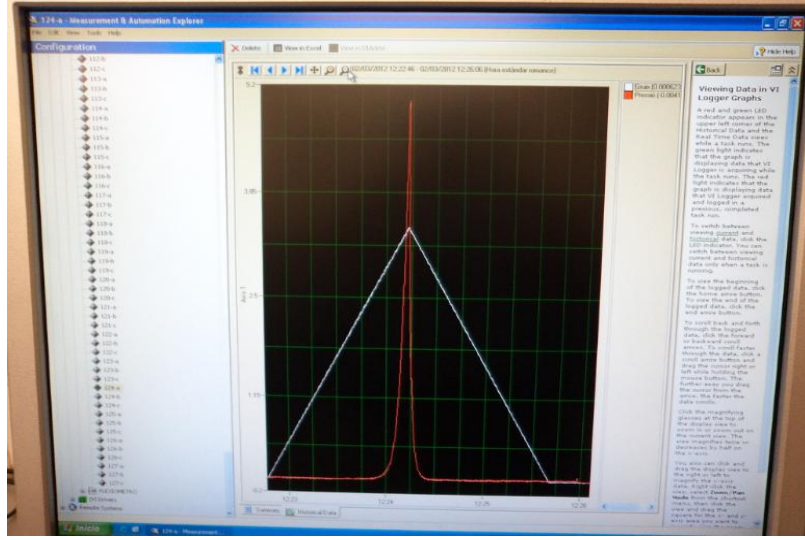


Şekil 3.3. Sıkıştırma test cihazı



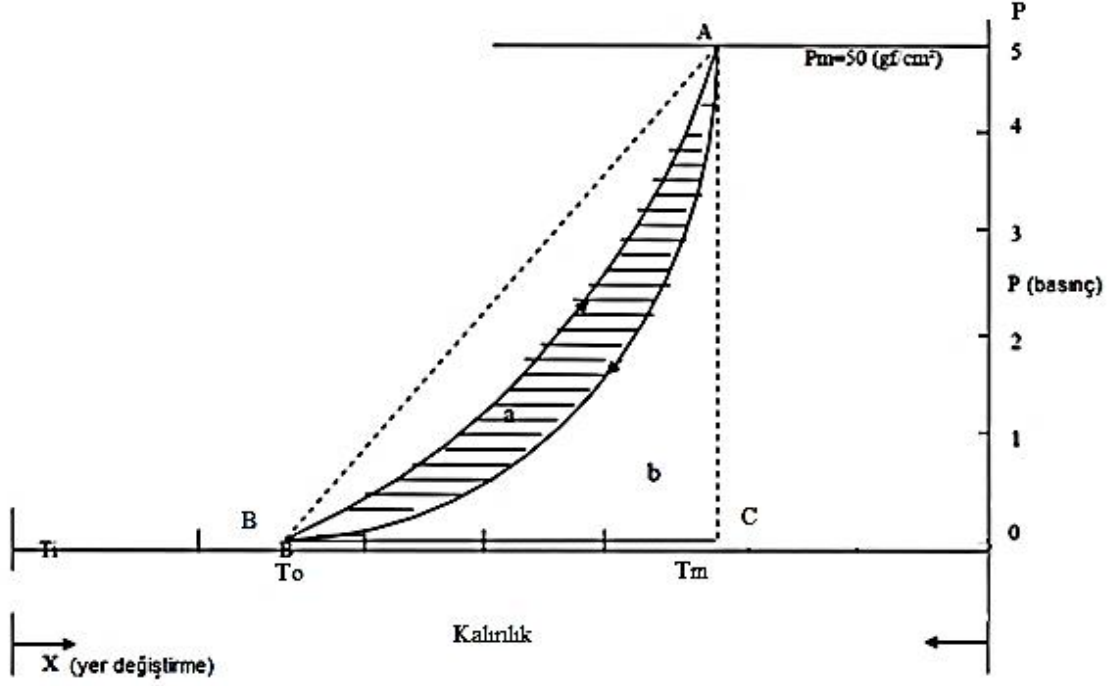
Şekil 3.4. Sıkıştırma test cihazının elektronik ünitesi

Ölçümü yapılacak kumaş numunesi, numune plakası üzerine yerleştirilir. Sıkıştırma için piston numune üzerine 1mm/50sn (standart) hızda aşağıya doğru hareket eder. Potansiyometre pistonun yer değiştirmesini algılar. Piston kumaş numunesini sıkıştırırken, sıkıştırma kuvvetinin çıkış voltajı önceden belirlenmiş gerilime ulaşır ve eş zamanlı motor piston tersine çevirir, böylece piston yükselir. Test sırasında, basınca karşı kalınlık ölçülür ve x-y kayıt cihazı kaydeder. Kaydedilmiş veriler aşağıda gösterildiği gibi (Bkz. Şekil 3.5) ekranda gösterilmektedir [60].



Şekil 3.5. Sıkıştırma testi ekran görünüşü

Farklı kumaşların sıkıştırma eğrilerini karşılaştırmak için, Kawabata KES-F, 4 parametre ortaya koymaktadır. KES-FB-3 test parametreleri WC (sıkıştırma enerjisi, serbest eğri altındaki alan). LC (doğrusallık, lineerlik) RC (esnek dayanım) ve EMC (kumaş sıkıştırılabilirliği)' dir. Bu parametreler aşağıdaki Şekil 3.6' de gösterildiği gibi hesaplanır.



Şekil 3.6. Sıkıştırılan numunenin kalınlık eğrisi

$$x = T_m$$

$$WC = \int_{x=To}^{x=T_m} P \, dx \text{ (gf.cm/cm}^2\text{)}$$

$$x = T_o$$

$$x = T_m$$

$$WC' = \int_{x=To}^{x=T_m} P' \, dx \text{ (gf.cm/cm}^2\text{)}$$

$$x = T_o$$

Buradan;

P: Sıkıştırma esnasındaki basınç

P' : Sıkıştırma geri almadaki basınç

T: Kalınlık

T max: Pm' deki basınç

Ti: Başlangıç basıncı

Pm: Maksimum basınç

x = Pistonun yer değiştirmesi

RC (esneklik dayanımı);

$$RC = (WC'/WC) \times 100 (\%)$$

LC (doğrusallık);

$$LC = WC / [(T_o - T_m) \cdot P_m / 2] \text{ ' dir.}$$

Cihazın integratörü aşağıdaki gibi giriş voltajını bütünleştirir;

T_m

$$VI = K/10 \int_0^T V dt$$

V: giriş voltajı

VI: dijital panelmetre üzerinde belirtilen değer

K: sabit devre değeri (=2.00)

t: süre (saniye)

t_m : P_m ' deki süre (saniye)

Buradan;

$$P = CV \text{ (C; constant)}$$

$$x = u \cdot t \text{ (u; sıkıştırma hızı (cm/saniye))}$$

Bunları dikkate alarak,

$$WC = 10/k \times C \times u \times VI \text{ ve}$$

$$WC = 5 C u VI \text{ ' dir.}$$

Test standartlarına göre, $u=0.002$ cm/saniye ve $C= 10 \text{gf.cm}^{-2} \cdot \text{volt}^{-1}$ ' dir. Buradan;

$$WC = 0,1VI \text{ (gf.cm / cm}^2 \text{)' dir.}$$

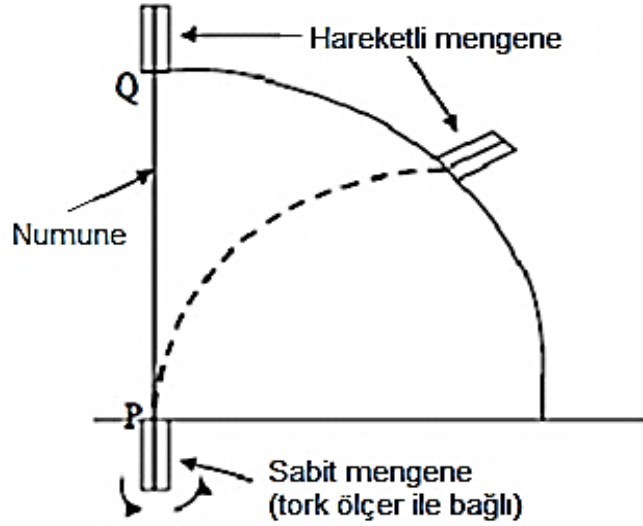
EMC (Sıkıştırma Oranı);

$$EMC \text{ (Sıkıştırma Oranı)} = \frac{T_o - T_m}{T_o} \times 100$$

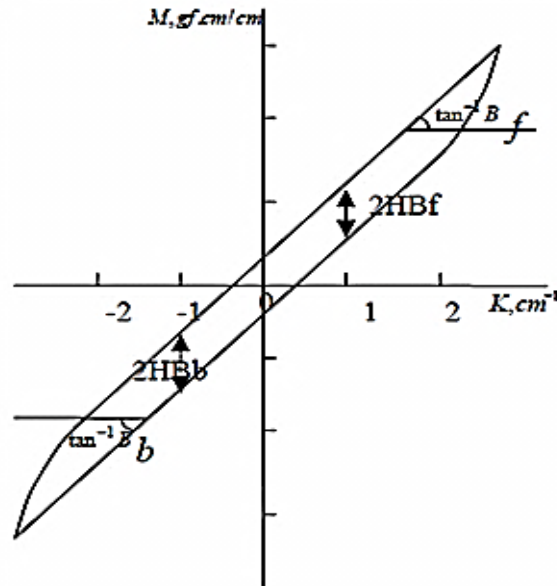
3.2.2.Kumaşlarda bükülme (eğilme, flexibility) testi (KES-FB-2)

3.2.2.1.Deney hakkında

Teste tabii tutulacak olan numunenin bir ucu sabit olan kavramaya diğeri ise hareketli olan kavramaya monte edilir. Numunenin hareketi, bükülme özelliğinin ölçülmesini sağlar. Şekil 3.7 cihazın ve cihazın içine monte edilmiş olan numunenin üstten görünüşünü göstermektedir [60].



Şekil 3.7. Bükme test işleminin üstten görünüşü [38]

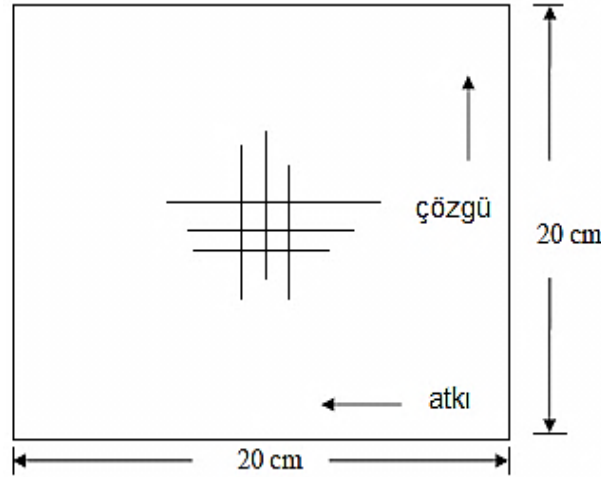


Şekil 3.8. Eğilme testi diyagramı [38]

Eğilme rijitliği B' yi bulmak için 2 eğrinin ortalaması alınır. Değer, kumaş yüzeyi dışı büküldüğü zaman ve büküldüğündeki kumaşın iç yüzeyinin sonucu bulunur. Bu $B=(B_f+B_b)/2'$ yle tespit edilir. Benzer şekilde eğilme direnci, gecikme eğilimini bulmak için $2HB$ ve en az 2 eğrilik genişliğinin gecikmesinin ± 1 mm' si alınmıştır. Böylece, $2HB=2(HB_f+HB_b)/2$ elde edilir [60].

3.2.2.2. Deneyin Yapılışı

Deneyler KES-FB-2-AUTO-A (Automatic Pure Bending Tester, Vertically) test cihazında test edilmiştir. Bu test atkı ve çözgü yönünde 2 tekrarlı olarak yapılmaktadır. Bu deney için 200 mmx200 mm' lik kumaş numuneleri hazırlanır. Ölçüm, sabit bir tutma noktası olan bir mengene ve diğeri hareketli olan bir mingenenin, sabit mingenenin eksenini etrafında dönüş yapması ile gerçekleşir ve tutma noktasına geri dönen numune ardından diğere yöne de sabit noktanın eksenini etrafında bir hareketi gerçekleştirir. Son olarak numune sabit tutma noktasına geri dönerek durur ve böylece bir numunenin ölçümü yapılmış olur.



Şekil 3.9. Bükülme testi numunesi

Eğilme özelliğini belirlemek için numuneler Kawabata System (KES-FB-2) Pure Bending Tester ile test edilmiştir.

Eğilme özelliği;

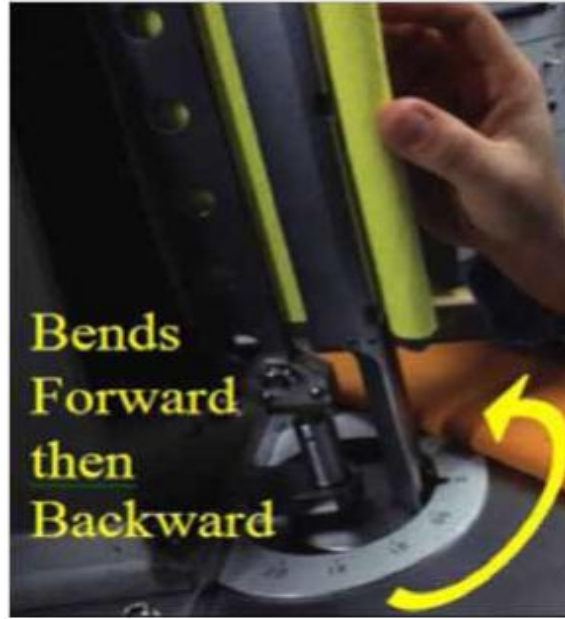
B = Bükülme direnci (gf.cm²/cm)

$2HB$ = Bükme momenti histeriği (gf.cm/cm)

Bu testteki gerçekleşen hareket, belirli bir basınç uygulanarak sabit noktadan yaklaşık 150°'ye kadar meydana gelen harekettir. Kumaş önce bir yönde 150°'lik bir mesafe kat eder ve sabit tutma noktasına geri döner. Ardından duruş yapmadan diğer yöne 150°'lik bir hareket yapar ve tekrar sabit noktaya dönüş gerçekleşir ve cihaz durur. Böylece bir numunenin bükülme değeri tespit edilmiş olur.

Bükme deneyi yoluyla elde edilen değerler, eğilme sertliği olarak adlandırılır ve "B" sembolü ile gösterilir. Eğilme sertliği birimleri $gf.cm^2/cm$ 'dir. Bu birim her kumaş eni başına eğilme sertliğini (rijitliğini) yansıtmaktadır. Bu değer, kumaşın 150°'lik bükülmeye karşı meydana gelen direnç miktarını göstermektedir.

Daha yüksek bir "B" değeri, kumaşın eğilme hareketine karşı daha büyük bir direnci ve daha yüksek bir sertliği (rijitliği) ifade etmektedir. Daha düşük bir "B" değeri kumaşın daha yumuşak olduğu ve sportif amaçlı kullanılan giysiler için ideal olduğunu gösterebilmektedir [66]. Şekil 3.10, KES-FB-2 testinin ileri ve geriye bükülme hareketini göstermektedir.



Şekil 3.10. Bükülme test cihazının ileri ve geri eğilme hareketi

Şekil 3.11 ve Şekil 3.12' de eğilme test cihazının ve cihazın sahip olduğu elektronik üniteyi göstermektedir.



Şekil 3.11. Eğilme test cihazı (KES-FB-2)



Şekil 3.12. Eğilme test cihazının elektronik ünitesi

3.2.3.Kumaşlarda temasla ısı transferi deneyi

3.2.3.1.Cihaz hakkında

Temasla ısı transferi deneyi yapılırken kullanılan cihaz, ASSI firmasını ürettiği Contact Heat Transfer Tester (T100) test cihazıdır. Temasla ısı transferi testinde ilk olarak, alüminyum levha üzerine oda sıcaklığındaki test numunesi yerleştirilir. Ardından istenilen sıcaklıkta ayarlanan ısı başlığı ile kumaş numunesi temas ettirilir. Bu testin amacı kumaştaki meydana gelecek $10^{\circ} C'$ lik ısı artışının ne kadar sürede gerçekleştiğini tespit etmektir. Bu test cihazı Şekil 3.13' de ki bölümlerden meydana gelmektedir.



- | | |
|--------------------|-------------------------|
| 1- Isı Başlığı | 5- Sıcaklık denetleyici |
| 2- Alüminyum plaka | 6- Isıtıcı düğmesi |
| 3- Süre sayacı | 7- Ana şalter |
| 4- Isı Denetleyici | |

Şekil 3.13. Temasla ısı transferi test cihazı bölümleri

Numune kontrol konsolu test ekipmanları, ısıtıcı ve sıcaklık sensörleri çerçevesinde test edilir. Numune, sensör temizlendikten sonra ısıtıcı altına itilir ve test başlatılır.

Isıtıcı, 100° C ile 500° C aralığında istenilen sıcaklıklar arasında ısıtılıp, cihaz çalıştırılır. Başlama tuşuna bastıktan sonra ısı başlığı aşağı hareketine başlar. Isı başlığının indirme hızı son 10 mm' de 5 mm/sn' dir. Zaman ölçümü 100 mm mesafeden başlamaktadır ve fiili görünür sıcaklığı, başlangıç değeri olarak saklanır. Daha sonra piston (ısı başlığı) kumaşın üzerine yaklaşık 40 gf/cm² lik basınç ile kumaşın üzerinde basmaktadır ve kumaştaki 10° C' lik sıcaklık artışından sonra cihaz otomatik olarak durur. Süre kaydedilir ve cihazın ısı başlığı, ilk konumunu almak için yukarı hareketine başlar.

Süre göstergesindeki süre sonraki ölçüm başlayıncaya kadar kaydedilmelidir. Test parametrelerinin ayarlanması, ölçüm kontrolü ve sonuçların gösterilmesi kontrol konsolu üzerinde gerçekleştirilir [67]. Kontrol prosedürü takiben test öncesi sıcaklık kontrolleri, süre sıfırlaması, fiili sıcaklık kontrol edilir. Isıtıcı başlıkta istenilen sıcaklık düşene veya artıncaya kadar test başlatılmamalıdır.

3.2.3.2.Deneyin yapılışı

Cihazın sensörü, ısı göstergesi, zaman kayıt kontrolü ve kaldırma amaçlı da kullanılmaktadır. Isı göstergesi kalkarken, manuel olarak sıcaklık ayarlanır. Sensor fiili sıcaklığı gösterir, ısıtıcı başlığı aşağı inerken başlangıç değeri fiili sıcaklığı kaydeder ve otomatik olarak depolar [67].

Bu yöntemde 10° C' lik ısı artışı sonunda (eşik değeri) meydana geldiği an cihaz otomatik olarak durur ve piston (ısıtıcı baslık) yukarı kalkar. Numunenin yerleştirildiği ve ısı başlığında meydana gelen ısı değişimlerinin, istenilen standart sıcaklığa gelinceye kadar biraz süre geçmesi gerekebilir. Belirli standartlarda testin gerçekleşmesi için bu bekleme süreleri göz ardı edilmemelidir [67].

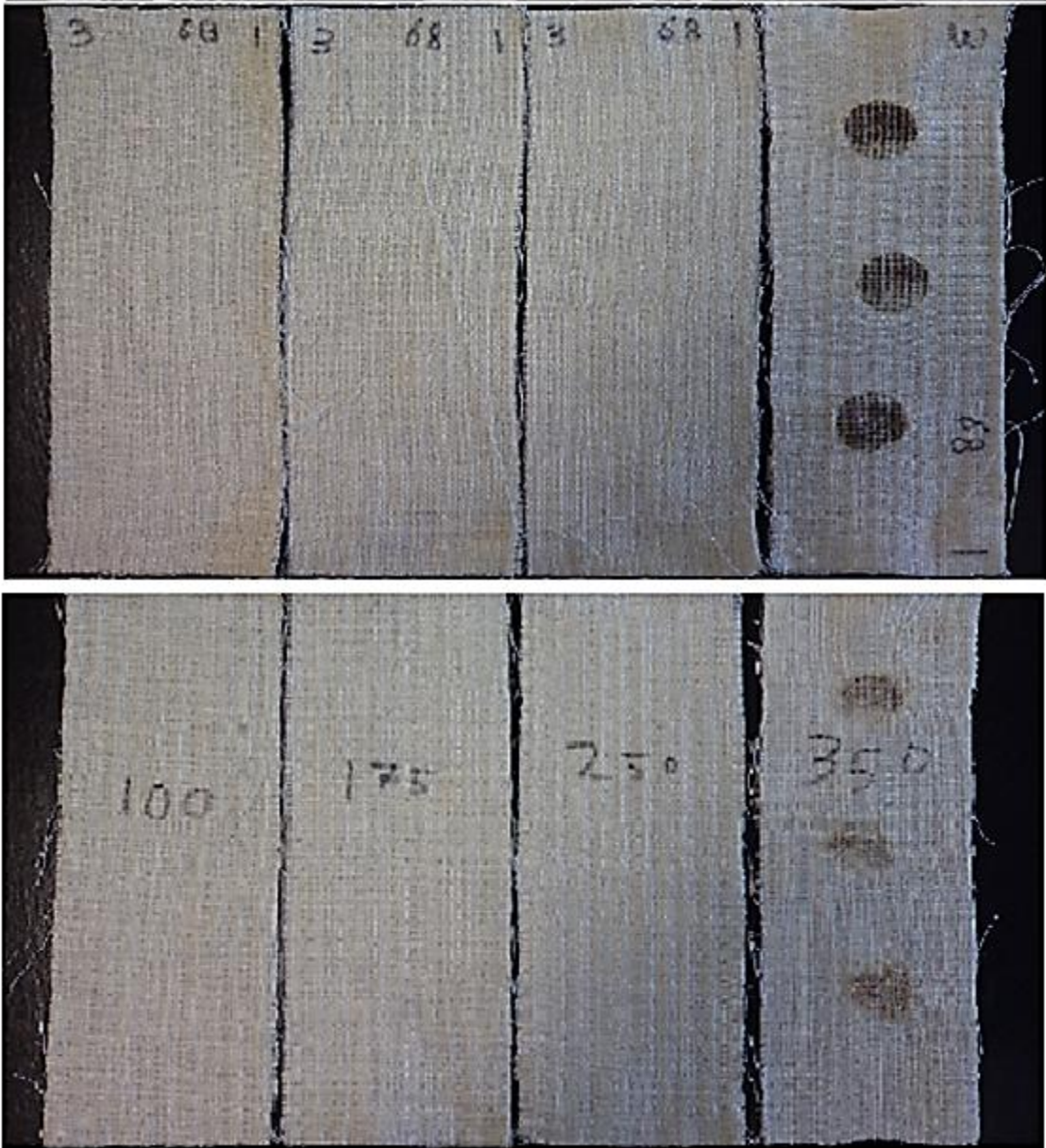
Alüminyum plakanın sıcaklığı arttığı zaman üzerine metal bir disk koyarak oda sıcaklığına düşmesi sağlanabilir (22° C ± 2). Bu metal önceden soğutulmuş bir su içerisine tutularak daha soğuk hale getirilir ve alüminyum plaka üzerine yerleştirilerek sıcaklık ayarlanır. Ölçümler bittikten sonra ana şalterden cihaza gelen enerji beslemesi kapatılır [67].

Aşağıdaki şekil numunenin cihaza nasıl yerleştirildiğini ve cihazın herhangi bir örneğinin ısı değerlerini göstermektedir (Bkz. Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Temasla ısı transferi test cihazına numune yerleştirme

Deney sonrasında kumaşlarda meydana gelen şekil değişiklikleri ve deformasyonlar aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. Bu farklı sonuçların temel sebebi kumaş kalınlığı ve kumaşlarda kullanılan ipliklerin özelliklerinin neticesidir (Bkz. Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Temasla ısı tranferi testi sonrası numuneler

3.2.4.Kumaşların kopma mukavemeti tespiti deneyi (breaking strenght)

Testin amacı tekstil kumaşlarında en büyük kuvvetin ve bu kuvvet altında boyca uzamanın şerit metodu ile tespit etmektir. Bu deney jeotekstil ürünlerine, dokusuz yüzeylere, dokunmuş elastik kumaşlara, cam elyaftan dokunmuş kumaşlar, karbon elyaf, poliolefin şeritli ipliklerden üretilmiş kumaşlar ve kaplanmış kumaşlar haricindeki diğer dokunmuş kumaşlara uygulanmaktadır [68]. Deneyde atıf yapılan standartlar ise; EN ISO 13934-1, EN ISO 13934-2, ASTMD 5034' dir.

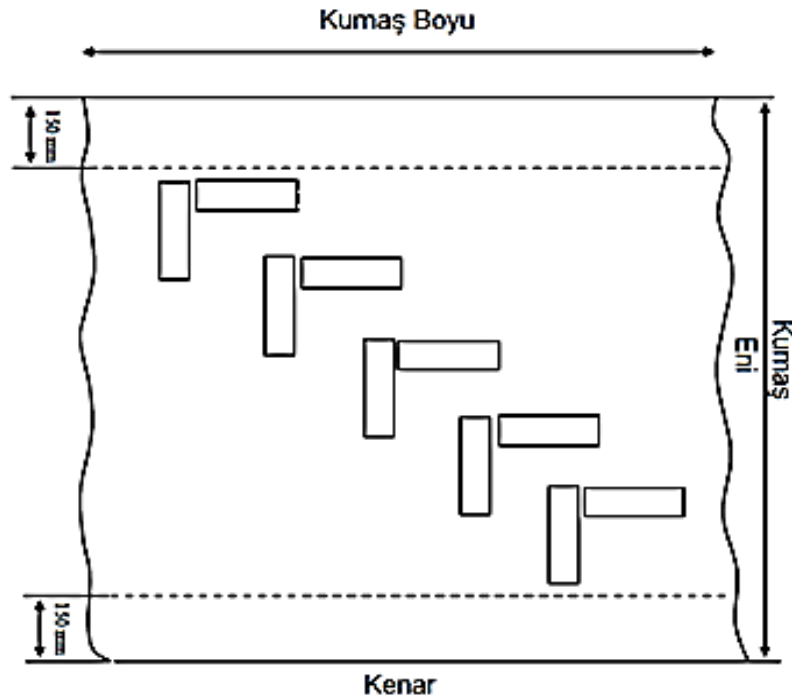
3.2.4.1.Deney hakkında

Standart atmosfer koşulları, test numuneleri, kopma dayanımı test cihazı, cetvel ve makas' tır. Kopma dayanımı test cihazın özellikleri (Uzatma hızı sabit (CRE) çekme cihazı);

Çekme cihazı, deney parçasını gerdirerek koparmak için uygulanan kuvvet ile bu kuvvete karşılık gelen uzamayı gösteren veya kaydeden bir donanıma sahip olmalıdır. Cihazın kullanıldığı aralıktaki herhangi bir noktada gösterilen veya kaydedilen en büyük kuvvetin hatası $\pm \%1$ 'i geçmemelidir. Belirtilen ve kaydedilen çeneler arası mesafenin hatası ± 1 mm' yi geçmemelidir. Kuvvet ve boyca uzama değerleri, veri toplama kartı ve yazılımı ile kaydediyorsa, veri toplama sıklığı saniyede en az 8 kez olmalıdır. Cihazın her iki çenesinin orta noktasını birleştiren doğru, çekme doğrusuna paralel, çene ağızları ise bu doğrultuya dik olmalıdır [69].

Numunelerin hazırlanması;

Örnek almadan önce kumaş numuneleri standart atmosfer koşullarında kondisyonlanmalıdır. Deneye tabi tutulacak kumaş numunesinden atkı ve çözgü yönünde iki takım deney parçası kesilir. Aşağıda verilen şekilde gösterildiği gibi numuneler alınır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Kopma Mukavemeti için numune hazırlama [68]

Her takım üçer deney parçasını ihtiva eder. Deney parçaları kesilirken aynı atkı ve çözgüleri ihtiva etmemesine dikkat edilir. Her deney parçasının eni 50 mm (saçaklar hariç) ve boyu 200 mm'lik bir gösterge uzunluğuna yetecek kadar şekilde olması gerekmektedir. Bu yüzden numuneden deney parçası eni 60 mm ve boyu 300 mm (çene payları ile beraber) olacak şekilde kesilir. Deney parçasının her iki kenarından iplikler sökülerek saçaklar oluşturulur ve eni 50 mm'ye ayarlanır. Böylece deney parçası içerisinde kuvvete maruz kalmayan iplik bulunmaz.

Eğer atkı ve çözgü mukavemeti kuru ve ıslak halde tespit edilmesi isteniyorsa o zaman numune sayısı iki katı alınır, yarısı ıslak (şekilde kesik çizgi ile gösterilmiş) yarısı kuru test için kullanılır. Islak halde yapılan deneylerde, deney parçası $20^{\circ} C \pm 2^{\circ} C$ ' taki ISO 3696' ya uygun sınıf-3 suya 1 saat süreyle daldırılır. Su yerine içinde en fazla 1 g/L iyonik olmayan ıslatma maddesi ihtiva eden bir sulu çözelti de kullanılabilir [69].

3.2.4.2.Deneyin yapılışı

Dokuma kumaşların kopma mukavemeti ve kopma uzaması sonuçları için, deney esnasında MTS Synergie 1000 (5 kN) test cihazı kullanılmıştır. Deney parçası test cihazının çeneleri arasına çalışma prensibine bağlı olarak ön gerilmeli olarak veya gevşek olarak yerleştirilir (Kumaş kütlesi 200 g/m^2 ' den küçük ise ön gerilme 2 N, kumaş kütlesi $200\text{-}500 \text{ g/m}^2$ arasında ise ön gerilme 5 N ve 500 g/m^2 ' den büyük ise ön gerilme 10 N alınır). Ön gerilmeli olarak yerleştirildiğinde bu gerilmenin %2' den büyük bir boyca uzamaya sebep olmamasına dikkat edilir. Ön gerilme ile deney parçası yerleştirildiğinde cihazın kuvvet göstergesindeki deneye başlamadan önce sıfırlanır. Cihazın çekme hızı kumaşın kuvvet altında boyca uzama oranına bağlı olarak standarda belirtilen değere ayarlanır ve test başlatılır. Deney parçasında kopma meydana geldiğinde en büyük kuvvet ve en büyük kuvvet altında meydana gelen uzama miktarı milimetre olarak veya % olarak kayıt edilir. Deney atkı ve çözgü doğrultusunda en az üç deney parçası üzerinde tatbik edilir [69]. Deneye tabii tutulan kumaş numunelerimiz metrekaare ağırlıkları $200\text{-}500 \text{ gr/m}^2$ aralığında olduğu için ön gerilme 5 N olarak alınmıştır. Deney sırasında numunelerde meydana gelen değişimler aşağıdaki Şekil 3.17' de ki gibidir.



Şekil 3.17. Kopma mukavemeti deneyi esnasında numuneler

Deney sonrası, farklı numunelerde meydana gelen değişimler ve deformasyonlar aşağıdaki Şekil 3.18' deki gibidir.

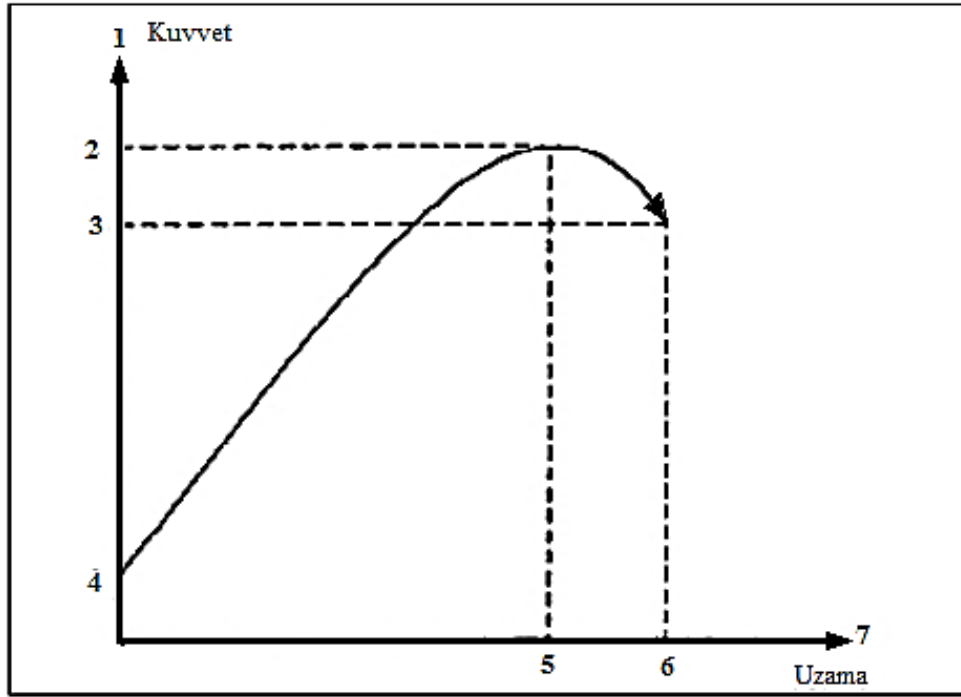


Şekil 3.18. Kopma mukavemeti sonrası kumaşlardaki farklı deformasyonlar ve değişimler

Her bir doğrultuda yapılan deneyden elde edilen en büyük kuvvetlerin ve isteniyorsa kopma kuvvetlerinin aritmetik ortalaması Newton cinsinden hesaplanır. Ayrıca her bir doğrultuda yapılan deneylerden elde edilen en büyük kuvvet altındaki ve isteniyorsa kopmadaki uzama oranlarının aritmetik ortalaması hesaplanır.

Belirtilen boyutlardaki numune kumaş kopma (kırılma) oluncaya kadar sabit hızla uzar. Gerektiğinde maksimum kuvvet noktasındaki uzama ve maksimum kuvvet, kopma kuvveti ve kopma uzaması kaydedilebilir [68]. Çekme testinde kopma mukavemeti yapılacak olan numune, test makinesinin çenelerine tam olarak tutturulmalıdır. Test cihazının iki etkili kenetleme noktaları arasında mesafe ölçülerek dikkatli bir şekilde ayarlanmalıdır.

Not: Çenelerde başarılı bir kenetleme ve tutma sağlamak için, test örneği ve çene yüzeyleri arasında karbon kağıt vb. bir ürün kullanılarak, çenelerin kumaşları kavrayarak, numunelerin test esnasında çenelerden kayarak kurtulması engellenebilir. Şekil 3.19'da maksimum kuvvet altında uzama, uzama oranı, kopma kuvveti, maksimum kuvvet değerleri gösterilmektedir.



- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| 1- Kuvvet | 5- Maksimum kuvvetteki uzama |
| 2- Maksimum Kuvvet | 6- Kopma anındaki uzama |
| 3- Kopma (yırılma) anındaki kuvvet | 7- Uzama |
| 4- Ön gerilme | |

Şekil 3.19. Kopma mukavemeti kuvvet-uzama eğrisi [68]

3.2.5.Kumaşlarda yırtılma mukavemeti tayini (single rip method) deneyi

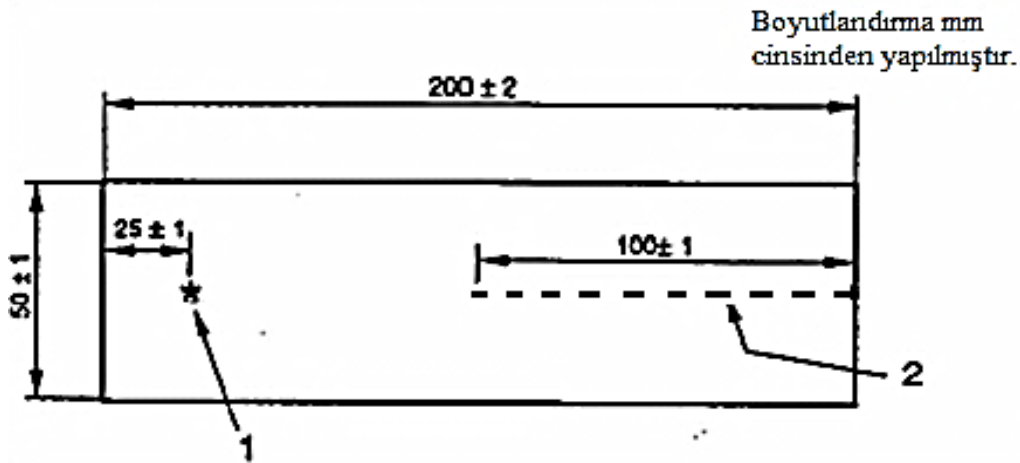
Yırtılma mukavemeti, kumaşlarda daha önceden açılmış bir yırtığın ilerlemesi için gerekli olan kuvvettir. Dokuma kumaşların yırtılma dayanımları dil metodu, pantolon metodu, kanat metodu ve balistik sarkaç metodu gibi farklı yöntemler kullanılarak tespit edilebilir. Burada bahsi geçen metot, pantolon (tek dil) metodudur. Bu metoda göre yırtılma mukavemeti EN ISO 13937-2 standardına göre tespit edilir. Tek yırtılma mukavemetinde pantolon şeklinde kesilmiş test numuneleri kullanılır.

3.2.5.1.Deney hakkında

Deney esnasında MTS Synergie 1000 (5 kN) kopma mukavemeti test cihazı kullanılmıştır.

Numunelerin hazırlanması;

Numuneler teste başlamadan önce standart atmosfer koşullarında 24 saat boyunca kondisyonlanmalıdır. Numunelerin 3' ü atkı, 3' ü çözgü olmak üzere 2 takım test numunesi hazırlanır. Numunelerin aynı atkı ve çözgü ipliklerini içermeyecek şekilde alınmasına dikkat edilir. Test numunesi olarak 50 mm x 200 mm ebatlarında dikdörtgen şeklinde numuneler işaretlenir. 50 mm işaretlediğimiz uzunluğun tam orta noktasından 100 mm uzunluğunda bir çizgi çizilir ve bu noktadan makasla kesilerek pantolon şekli oluşturulur. Daha sonra numunenin üst kısmından 25 mm işaretlenerek yırtılmanın sona erdirileceği yırtık sonu işaretlenir. Uzun kenarı çözgüye paralel olan numuneler için yırtılma doğrusu "Atkı Boyunca", uzun kenar atkıya paralel olan numuneler için yırtılma doğrusu "Çözgü Boyunca" olarak isimlendirilir [69]. Bu test için numune hazırlanması, Şekil 3.20' de daha ayrıntılı olarak verilmektedir.

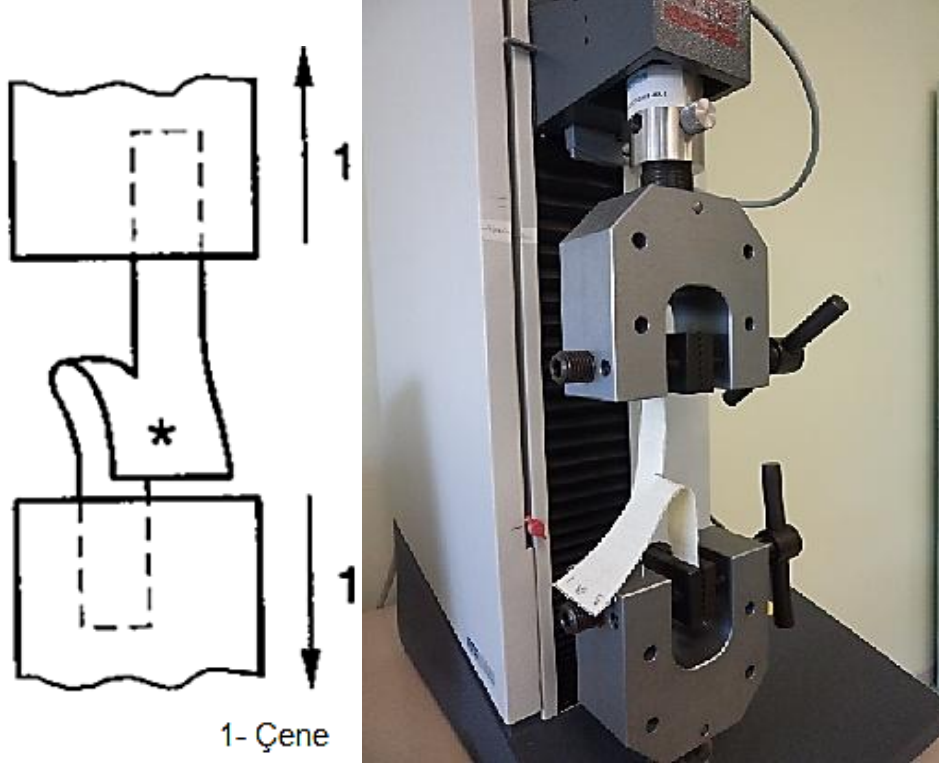


1-Yırtılma uzunluğunun son noktası 2-Kesilen bölge

Şekil 3.20. Yırtılma testi numunesi [70]

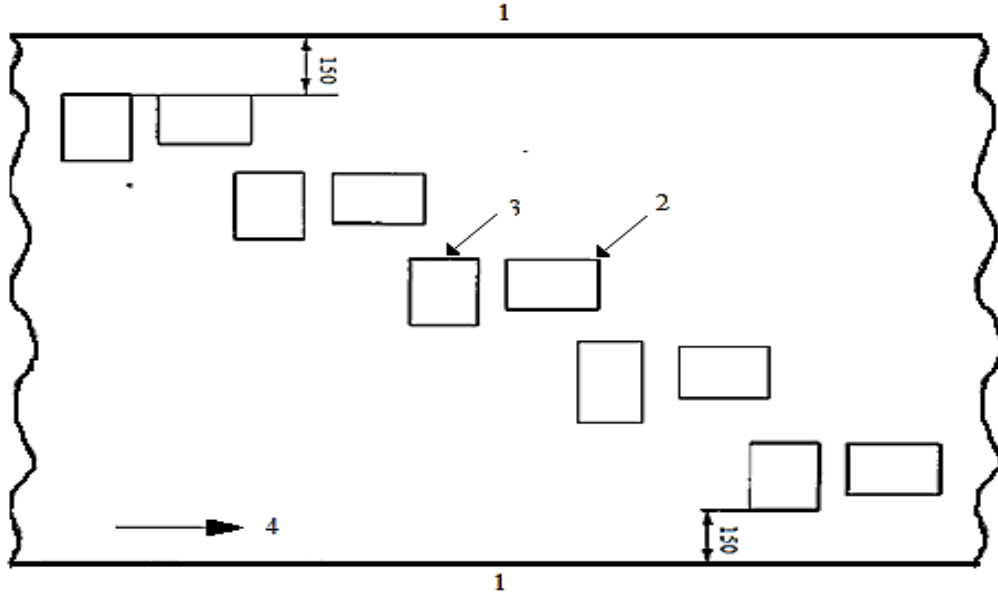
Numunelerin cihaza yerleştirilmesi;

Çenelere test numuneleri yerleştirilirken, numunenin bacakları çenelere 90° olacak şekilde yerleştirilmelidir. Test numunesinin kesilmemiş ucu serbest olarak bırakılır. Kelepçeleme düzeni Şekil 3.21’ de gösterilmektedir. Yırtılma testi başlamadan önce her bacağın birbirine paralel olup olmadığı kontrol edilmelidir. Test başlangıcında ön gerilmeden kaçınılmalıdır.



Şekil 3.21. Yırtılma mukavemeti deneyi kelepçeleme düzeni

Şekil 3.22’ deki gibi numuneler hazırlanırlar. Yığın örneklerden her bir parça numune, tam eni en az 1 m. olan kumaşlardan kesilmelidir. Alınan numunenin kırık veya görünür herhangi bir hataya sahip olmadığından emin olunmalıdır.



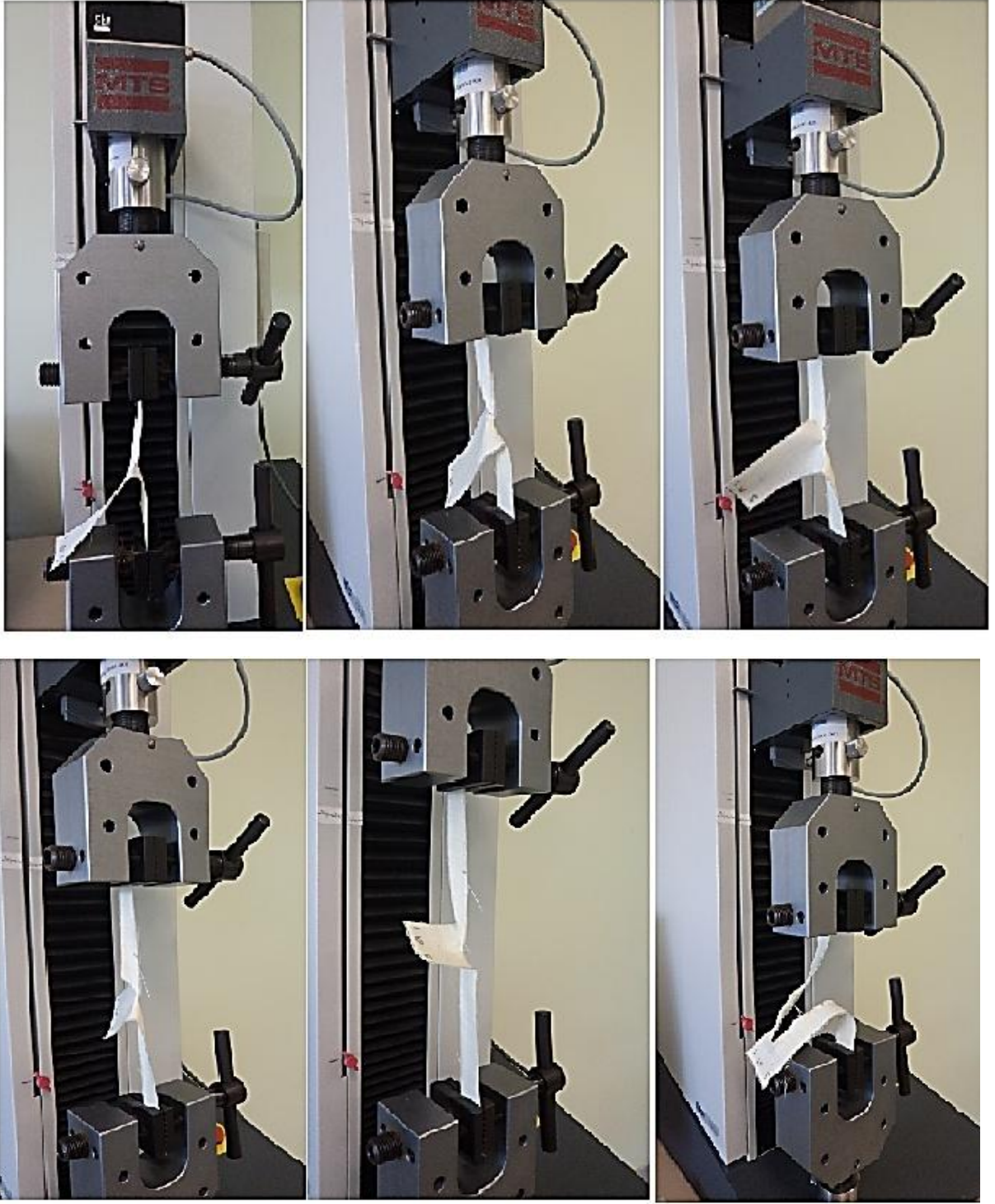
- 1- Kenar
 2- Atkı yönündeki test numunesi
 3- Çözgü yönündeki test numunesi
 4- Çözgü yönü

Şekil 3.22. Yırtılma mukavemeti deneyi için numune hazırlama [70]

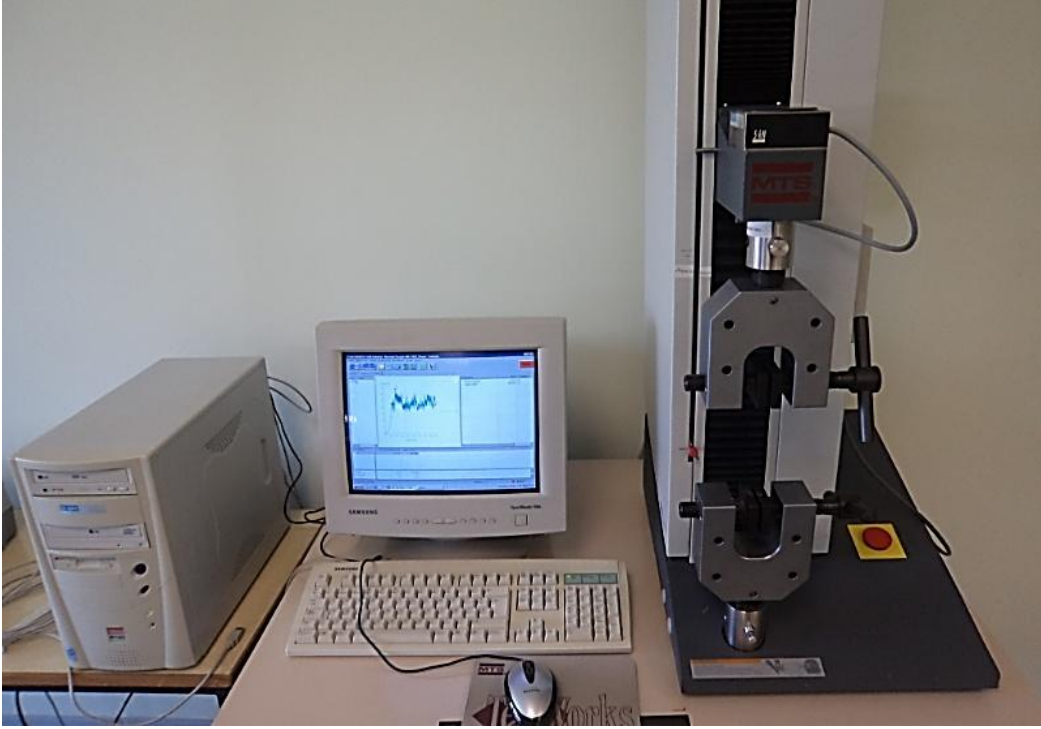
3.2.5.2. Deneyin yapılışı

Pantolon şeklinde hazırlanan test numuneleri çekme cihazında teste tabi tutulur. Çekme cihazı tutucularından biri hareketsiz (sabit) diğeri ise sabit hızda hareket eden bir cihaz olmalıdır. Tek yırtma testi için uygun çeneler cihaza takılır ve cihazın göstergesi 100 mm' ye, numune uzama hızı ise 100 mm/sn' ye ayarlanır. Daha sonra hazırlanan test numunelerinin bacaklarından her biri cihazın çenelerine tutturulur ve ayırma işleminin çenelerin orta hattı boyunca olması sağlanır. Deney numunesinin kesilmemiş ucu serbest bırakılır. Her bir bacağın tutucu çenelere yırtma işleminin başlangıç noktası kesiğe paralel olacak şekilde yerleştirilmesine dikkat edilir. Cihazın PC ekranındaki kuvvet ve uzama tuşlarına basılarak değerler sıfırlanır. Ardından yukarı ok tuşuna basılır ve teste başlanır. Bu esnada çekme cihazının hareketli üst çenesi yukarı doğru harekete geçer. Yırtılma işlemi 25 mm olarak işaretlediğimiz noktaya gelene kadar devam eder. İşaretli noktaya gelindiğinde test durdurulur ve yırtılma kuvveti kaydedilir.

Numune test edilirken çenelerde kayma olmaması, kumaştan herhangi bir iplik kopmaması, bir doğru boyuna yırtılma olması ve yırtılmanın tamamlanması durumunda testin doğru yapıldığı kabul edilir. Bu şekilde en az 3 test numunesi test edilerek test tekrar edilir. Kaydedilen tüm piklerin Newton cinsinden aritmetik ortalaması bize test sonucunu verir [69]. Deney yapılırken test numuneleri Şekil 3.23' deki gibidir.



Şekil 3.23. Yırtılma mukavemeti deneyi



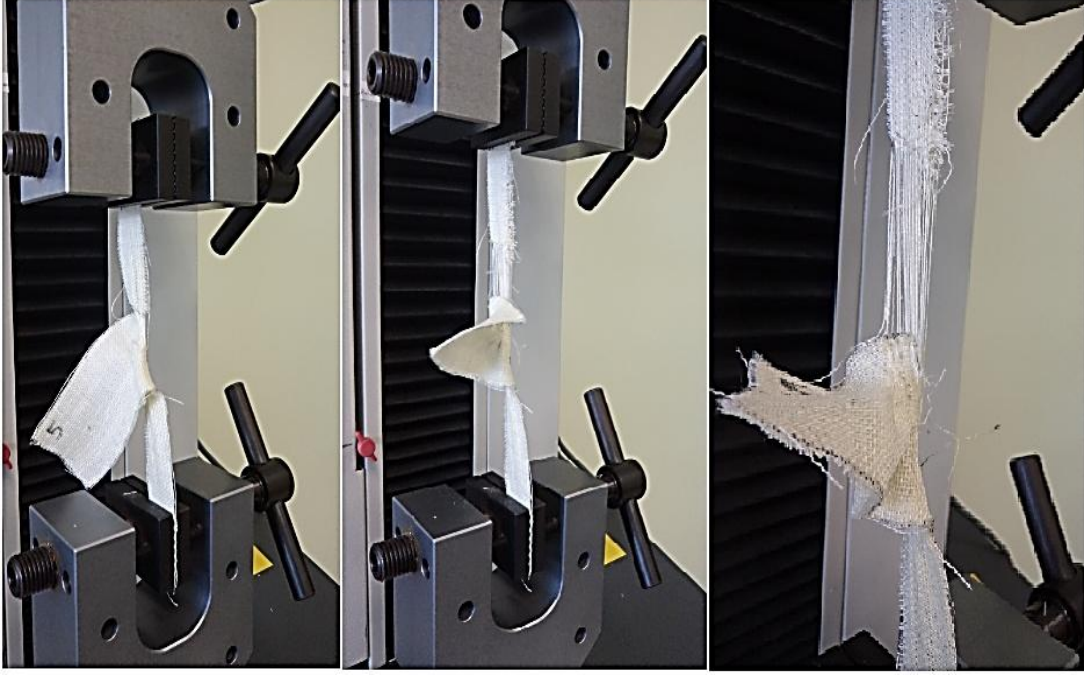
Şekil 3.24. Yırtılma mukavemeti test cihazının genel görünümü

Deney sonrasında numuneler aşağıdaki şekilde olmaktadır (Şekil 3.25).



Şekil 3.25. Yırtılma mukavemeti deneyi sonrası normal yırtılma gösteren numuneler

Bazı kumaşlarda deney sırasında yırtılma meydana gelmemektedir. Bu numuneler aşağıdaki şekilde gibi bir deformasyon göstermektedirler. Bu durumda olan kumaş numunelerinin değerlendirmeleri test sonuçlarının değerlendirilmesi sırasında göz ardı edilir (Bkz. Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Yırtılma mukavemeti deneyi esnasında yırtılma meydana gelmeyen numuneler

4.GENEL SONUÇLAR

4.1.Bulgular ve Tartışma

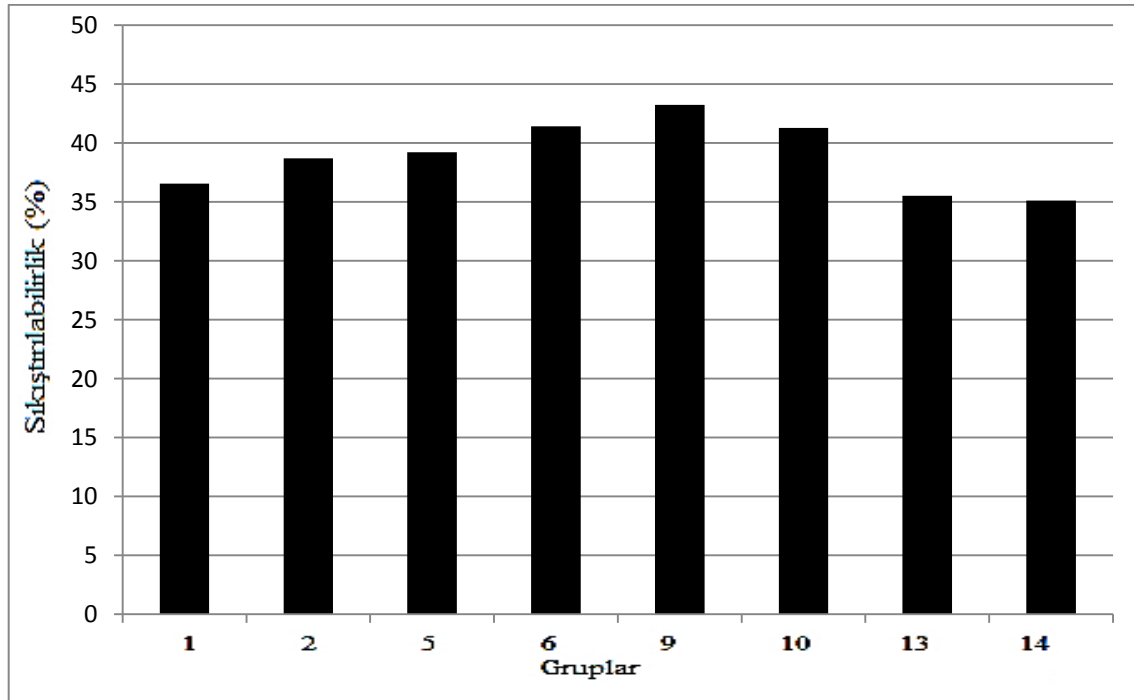
4.1.1.KES-FB-3 (Kumaş sıkıştırma testi) deneyi sonuçları

Yapılan testler ve istatistiki ANOVA sonuçlarına göre, kumaşlardaki sıkışabilme özelliklerine (EMC), bu çalışma kapsamında en fazla etki eden etkenlerin başında kumaşların sahip oldukları kumaş kat sayıları ve içermiş oldukları liflerin kumaşlardaki dağılım oranıdır. Buradan hareketle, aynı örgü yapısıyla dokunmuş olan kumaş numunelerindeki ipliklerin sıklıklarının ve bu ipliklerin kalınlıklarının, sıkışabilme özelliğine etkileri, kumaşların sahip oldukları kat sayılarından ve kumaşların dokunması esnasında kullanılan ipliklerin ve bu ipliklerin kumaşlardaki oranlarından daha az oranda etki ettiği tespit edilmiştir. Performans değerlendirilmesinde bulunduğu zaman, 2 katlı, 20 tel/cm sıklıkta dokunmuş, %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranına sahip ve 90/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunesinin en iyi sıkışabilme özelliğine sahip olacağı tespit edilmiştir. Yine bu bağlamda kumaş tuşesinin istenilen en yumuşak tutuma sahip olacağı görülmektedir. Ayrıca yapılan istatistiki değerlendirmelere bakıldığında tekli faktör olarak kumaşların kat sayılarının ve lif oranlarının değerleri $p < 0.05$ değerinden daha küçük olduğundan dolayı istatistiki yönden de anlamlı çıkmıştır. İkili olan ilişkide ise Nm x lif oranı etkileşiminin anlamlı olduğu bulunmuştur. Buradan 90/2 Nm ve %50-50 Aramid-ViscoseFR oranıyla dokunan kumaşların sıkışabilme özelliğinin daha iyi olacağı sonucuna ulaşılmaktadır. Sıkıştırılabilme özelliğinin ANOVA sonuçları Çizelge 4.1' de verilmektedir.

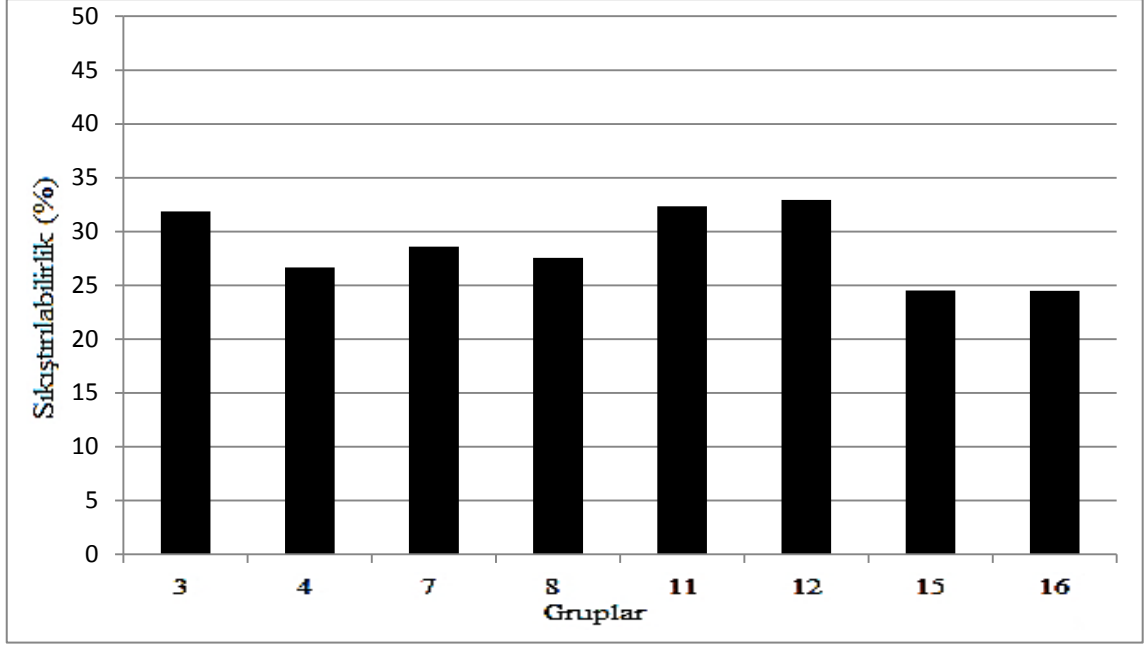
Çizelge 4.1. Kumaşların sıkışabilme özelliklerinin ANOVA sonuçları

Parametreler	p değeri
Kat sayısı	<.0001
Nm	0.8942
Lif oranı	0.0022
Sıklık	0.6725
Nm x Kat sayısı	0.9699
Kat sayısı x Lif oranı	0.2398
Kat sayısı x Sıklık	0.3767
Nm x Lif oranı	0.0002
Nm x Sıklık	0.9918
Lif oran x Sıklık	0.5544
Nm x Kat sayısı x Lif oranı	0.5334
Nm x Kat sayısı x Sıklık	0.1216
Kat x Lif oranı x Sıklık	0.8237
Nm x Lif oranı x Sıklık	0.7107

Farklı numaralı ipliklerle dokunmuş, farklı iplik sıklıklarında, farklı lif oranlarına ve farklı kat sayılarına sahip kumaş numuneleri, her birisi 3'er farklı noktadan olmak üzere 3'er kez sıkıştırma test cihazında teste tabii tutulmuştur. Bu testler neticesinde alınan sonuçlar aşağıdaki şekillerde ayrıntılı olarak verilmektedir.

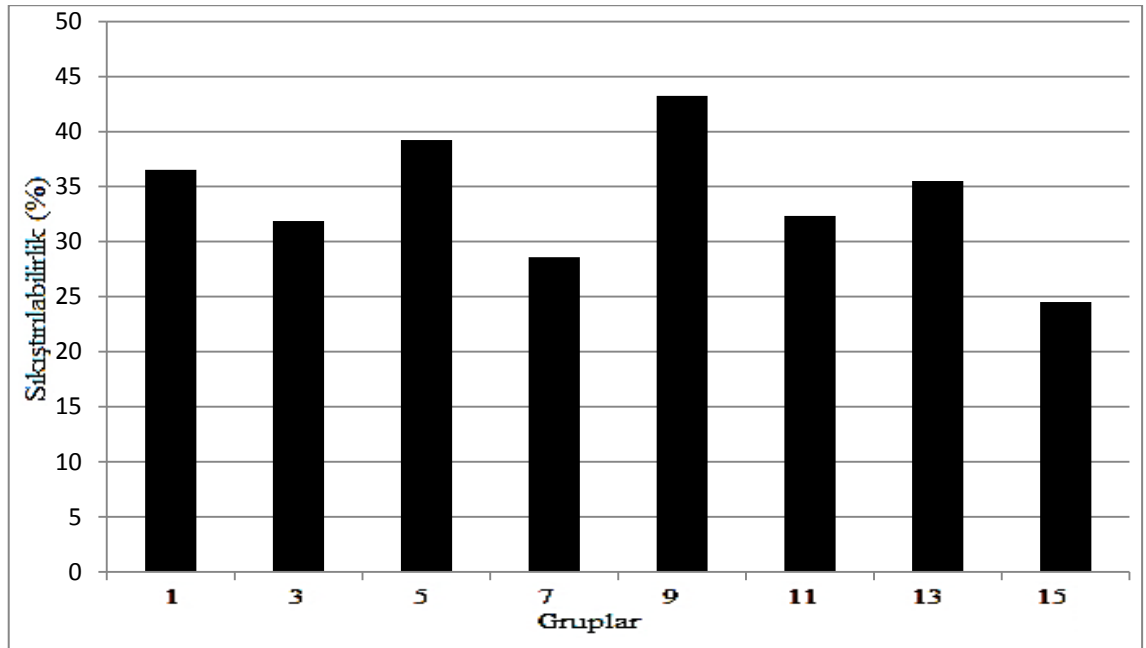


Şekil 4.1. 2 katlı kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları

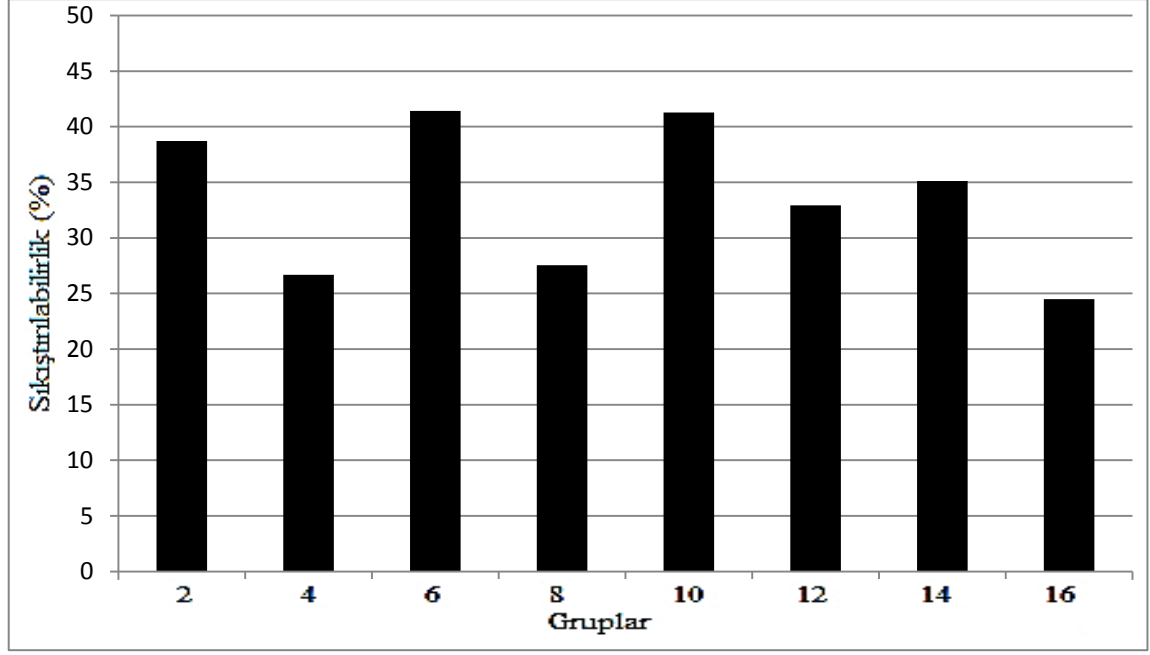


Şekil 4.2. 4 katlı kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2' den hareketle, kumaşların sıkıştırılabilme özelliklerine (EMC) kumaşların kat sayılarının etkileri incelendiğinde, 2 katlı kumaşların 4 katlı kumaşlara göre daha kolay sıkıştırılabildiği görülmektedir. 2 katlı kumaşlar %38,88 oranında sıkıştırılabilirken, 4 katlı kumaşların ise %28,61 oranında sıkıştırılabilmektedir. Bu sonuçlar neticesinde, kumaşlardaki kat sayılarının artmasıyla birlikte kumaşların sıkıştırılabilme özelliği de azalmaktadır sonucuna varılmaktadır.

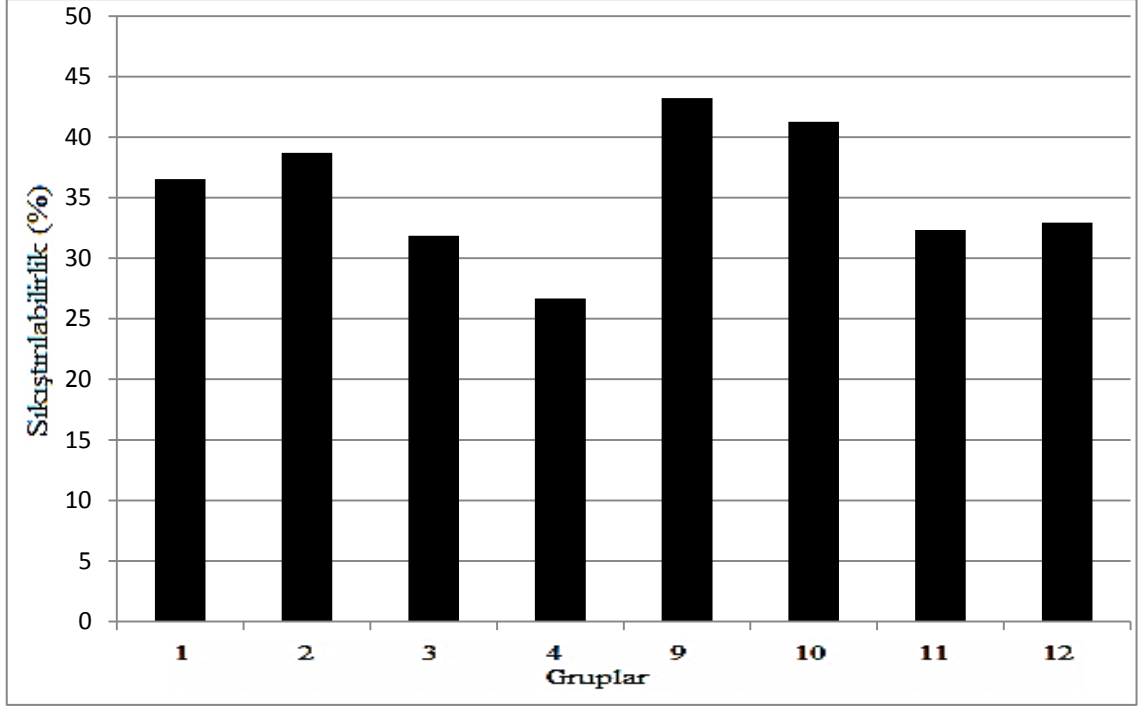


Şekil 4.3. 20 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları

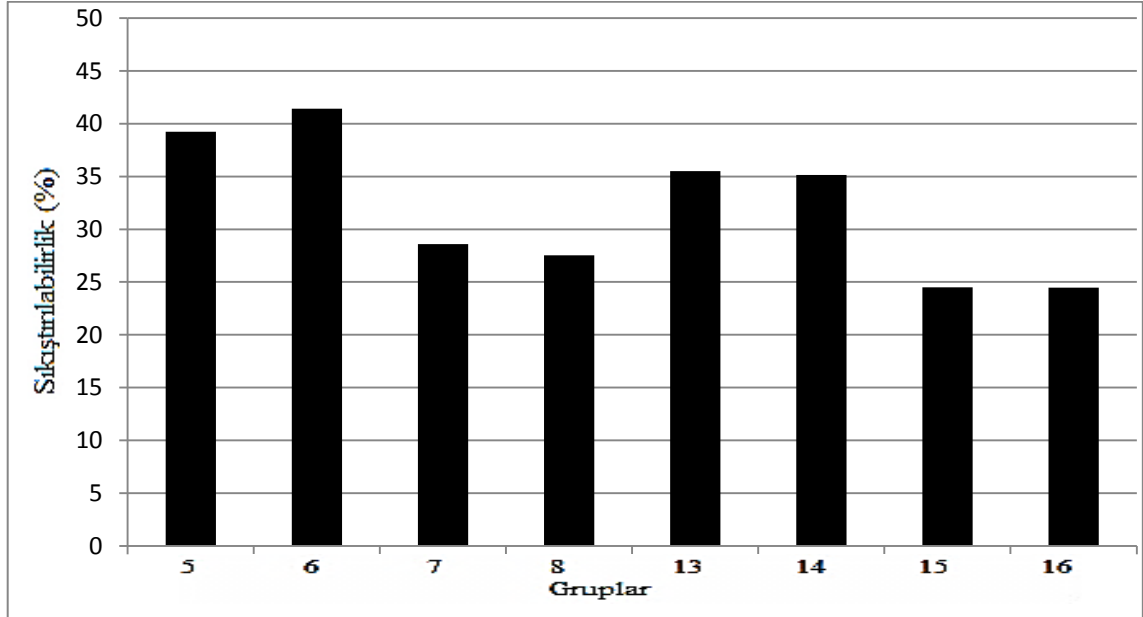


Şekil 4.4. 40 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları

Şekil 4.3 ve Şekil 4.4 incelendiğinde, kumaşlardaki iplik sıklıklarının farklılıklarına göre kumaşların sıkıştırılabilirlik özellikleri birbirlerine yakın sonuçlar vermiş olsa da, 20 tel/cm sıklıkla dokunmuş kumaş numuneleri, daha sık dokunmuş olan 40 tel/cm sıklığa sahip kumaş numunelerine göre daha fazla oranda sıkıştırılabilmektedir. 20 sıklığa sahip kumaşlar %33,98 oranında sıkıştırılabilirken, 40 tel/cm sıklığa sahip numuneler %33,52 oranında sıkıştırılabilmektedir. Yani, daha az sıklığa sahip kumaşlar daha sık dokunmuş kumaşlara nazaran daha kolay sıkıştırılabilmektedir.



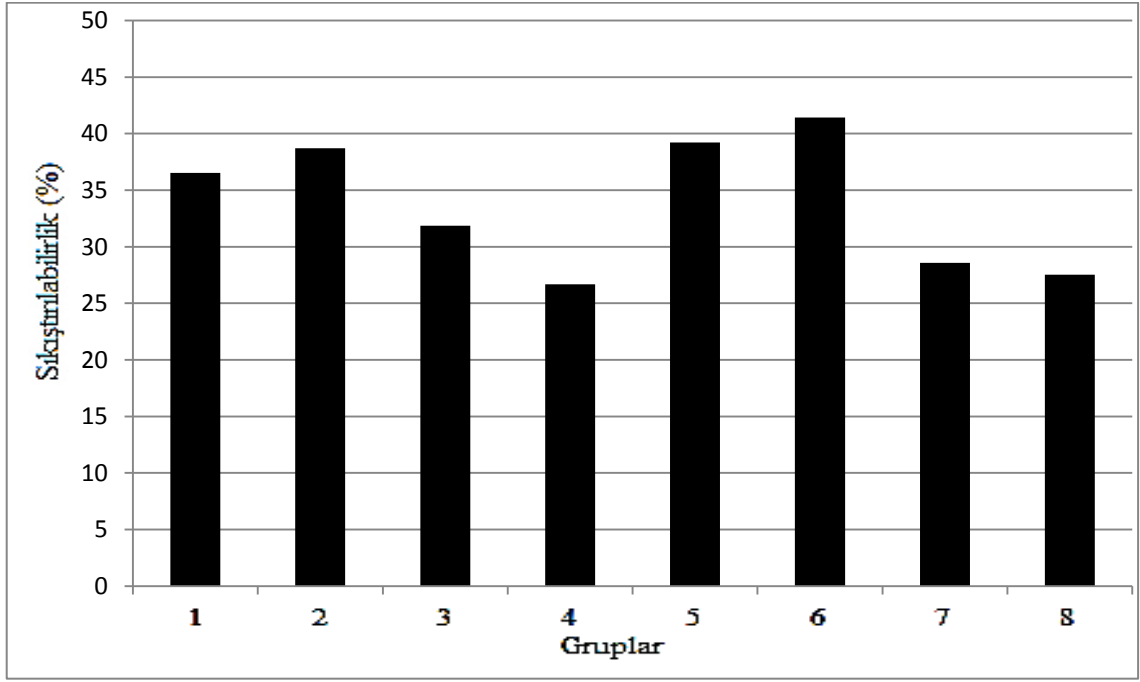
Şekil 4.5. %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları



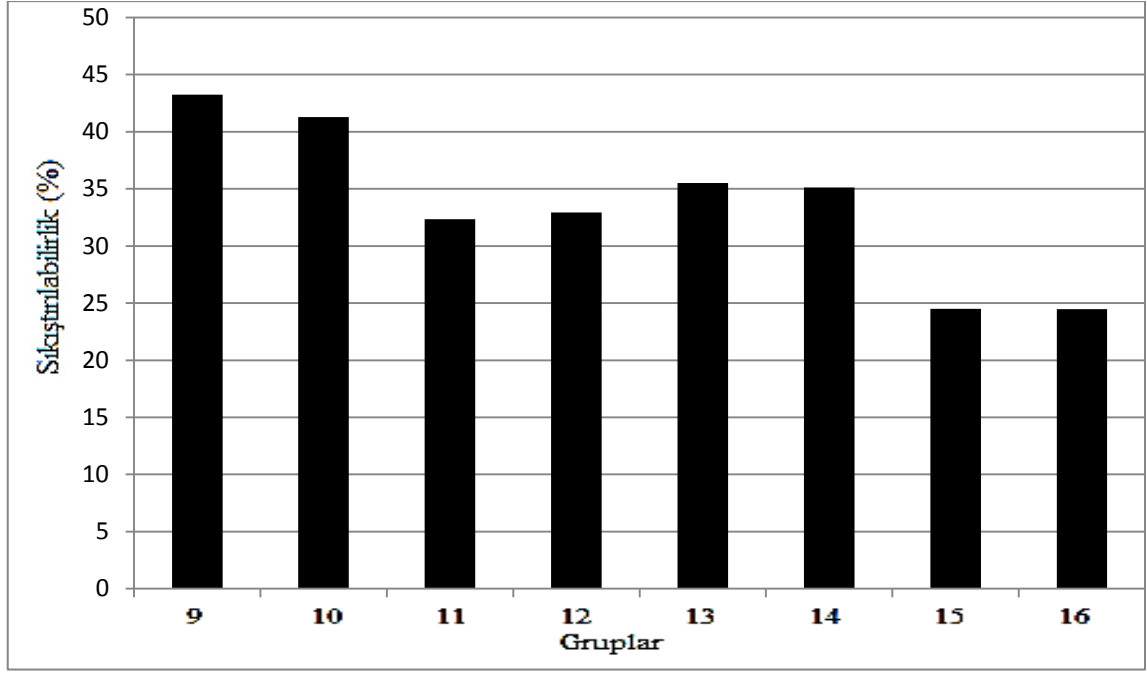
Şekil 4.6. %65-35 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları

Şekil 4.5 ve Şekil 4.6' dan hareketle, kumaşların içerdiği lif oranlarının kumaş sıkıştırma özelliklerine olan etkileri incelendiğinde, %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranında dokunmuş olan kumaşlar %35,44 oranında sıkıştırılabilirken, %65-35 Aramid-

ViscoseFR lif oranında dokunmuş olan kumaşlar %32,05 oranında sıkıştırılabilmektedir. Buradan hareketle, kumaştaki Aramid liflerinin oranın arttıkça, kumaşlar daha az sıkıştırılabilmektedir. Diğer bir deyişle kumaşlardaki ViscoseFR liflerinin oranı arttıkça kumaşlar daha fazla oranda sıkıştırılabilmektedir. Yani ViscoseFR lif oranı fazla olan kumaşlar daha esnek bir yapıya sahip olduğundan dolayı sıkıştırılabilme oranları da artış göstermektedir. Sonuç olarak ViscoseFR liflerinin Aramid liflerine göre daha esnek bir yapıya sahip olduğu ve daha kolay sıkışabildiği görülmektedir.



Şekil 4.7. 90/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları



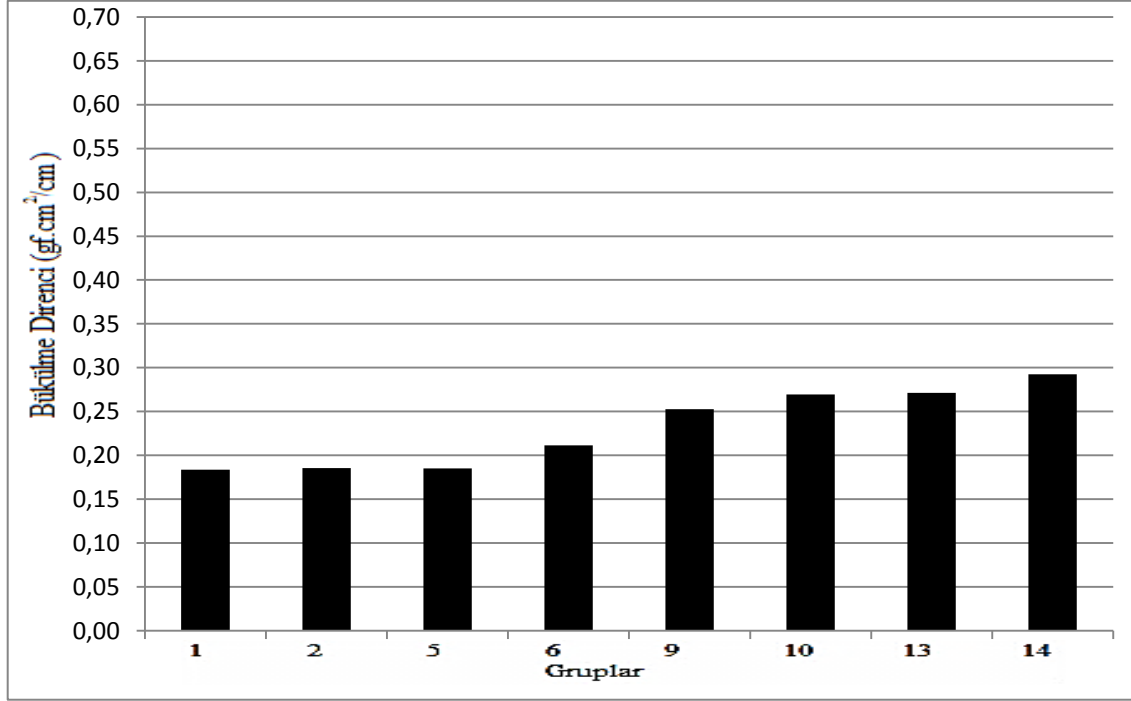
Şekil 4.8. 60/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları

Şekil 4.7 ve Şekil 4.8' den hareketle, kumaş numunelerini meydana getiren ipliklerin, farklı numaraları ile dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırılabilirlik özelliğine etkisi incelendiğinde, 90/2 Nm iplik numarası ile dokunmuş olan kumaşlar %33,82 oranında sıkıştırılabilirken, 60/2 Nm iplik numarası ile dokunmuş olan numune kumaşlar %33,67 oranında sıkıştırma oranına sahiptirler. Buradan hareketle, kumaşlardaki kullanılan ipliklerin inceliyle birlikte kumaşların sıkıştırma oranları da artış göstermektedir. İplikler kalınlaştıkça ise kumaşların sıkıştırma oranları düşmektedir.

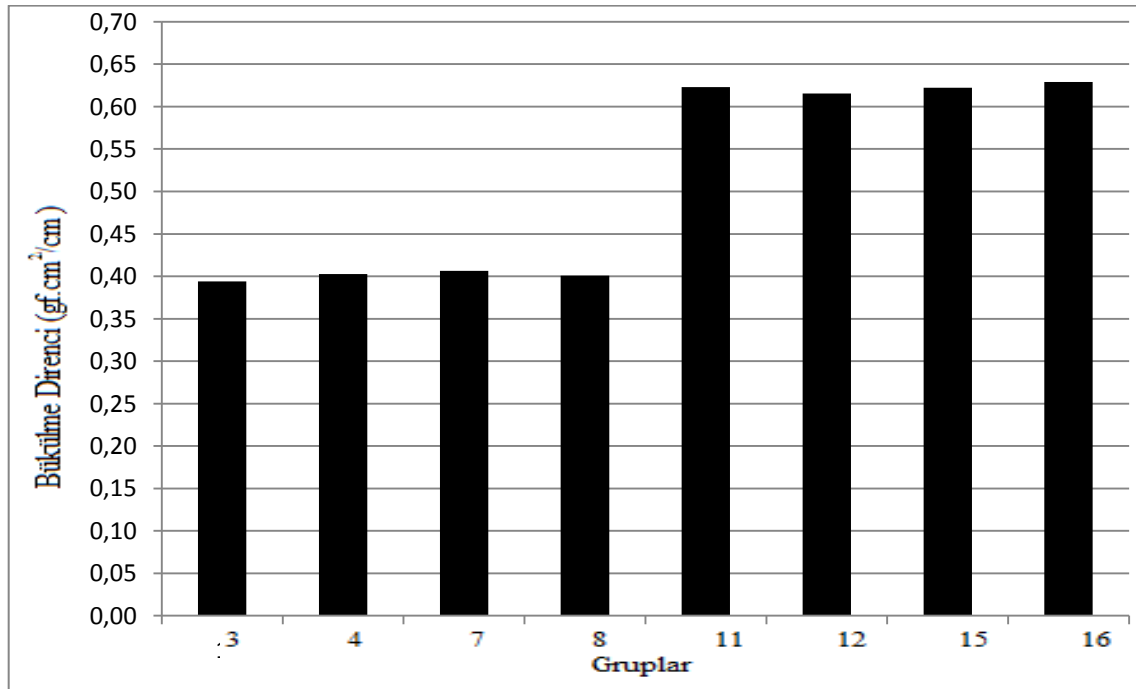
4.1.2. KES-FB-2 (Kumaşlarda bükülme) deneyi sonuçları

Kumaş numunelerinin bükülme (esneklik) özelliklerine, bu çalışmalar neticesinde en fazla etki eden özelliklerin, kumaşların sahip oldukları kat sayılarının ve kumaşların dokunması esnasındaki kullanılmış olan ipliklerin numara varyasyonlarının olduğu görülmektedir. İpliklerin sıklıklarının ve kumaşların içerdikleri liflerin oranlarının, bu özelliklere nazaran, kumaşlardaki esneklik özelliğine daha az oranda etki ettiği tespit edilmiştir. Daha az kat sayısına sahip ve daha ince ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin esneklik değerlerinin daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Kumaşların esneklik özellikleri ve buna bağlı olarak tutum (tuşe) özelliklerine bakıldığında, 2 katlı, 20 tel/cm sıklıkla dokunmuş, %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranına sahip ve 90/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin tuşelerinin daha yumuşak olduğu sonucuna varılmaktadır.

Her kumaş numunesi hem çözgü yönünde hem de atkı yönünde, 2'şer kez olmak üzere Pure Bending Tester test cihazında bükülebilme testine tabii tutulmuştur. Alınan sonuçlar aşağıdaki şekillerde ayrıntılı olarak verilmektedir.

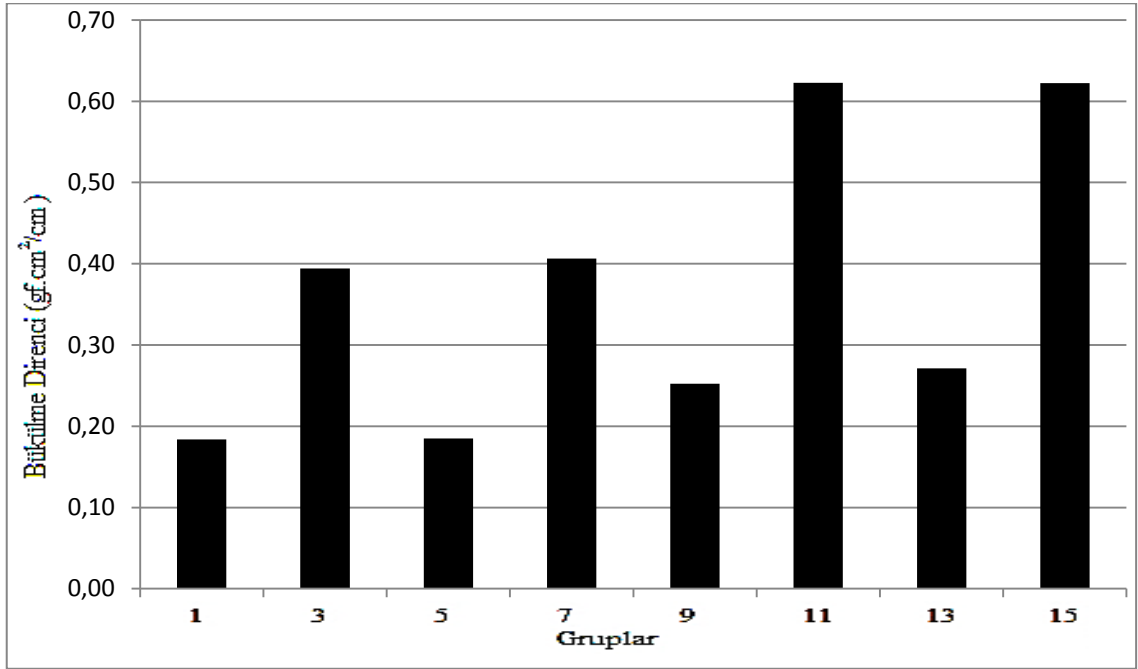


Şekil 4.9. 2 katlı kumaş numunelerinin esneklik testi sonuçları

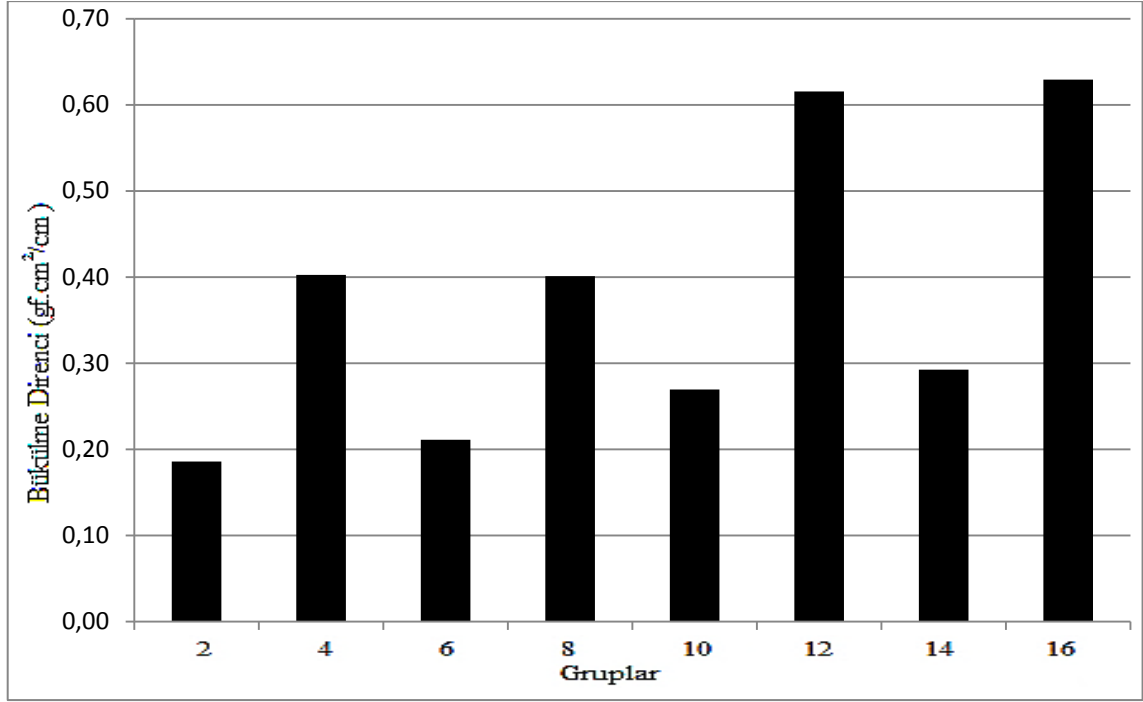


Şekil 4.10. 4 katlı kumaş numunelerinin esneklik testi sonuçları

Kumaşların sahip olduğu kat sayılarının, kumaşın göstermiş olduğu bükülme dirençlerine olan etkileri için Şekil 4.9 ve Şekil 4.10 incelendiğinde, 2 katlı kumaşların bükülmeye karşı gösterdiği bükülme direnci $0,23 \text{ gf.cm}^2/\text{cm}$ iken, 4 katlı kumaş numunelerinin bükülmeye karşı göstermiş olduğu direnç ise $0,51 \text{ gf.cm}^2/\text{cm}$ dir. Daha anlaşılır bir şekilde açıklanacak olur ise, kumaşların kat sayıları artış gösterdikçe, kumaşların bükülmeye karşı gösterdiği dirençte buna bağlı olarak artış göstermektedir. Bu sonuçlarla birlikte, KES-FB-3 sıkıştırma testinden elde edilen sonuçlarla örtüşen sonuçlar tespit edilmiştir. Yani 2 katlı kumaşlardaki yüksek sıkıştırma oranına sahip kumaşlar, daha esnek bir yapıya sahip olduğundan dolayı bu test sonucunda da bükülmeye karşı daha az bükülme direnci göstermektedir.

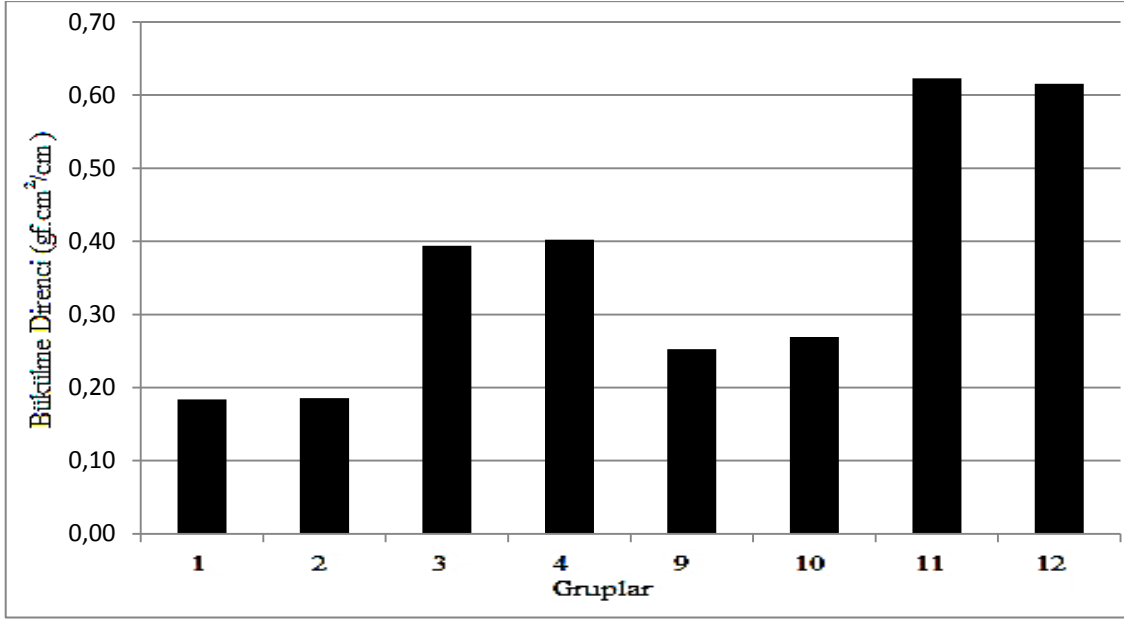


Şekil 4.11. 20 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin esneklik testi sonuçları

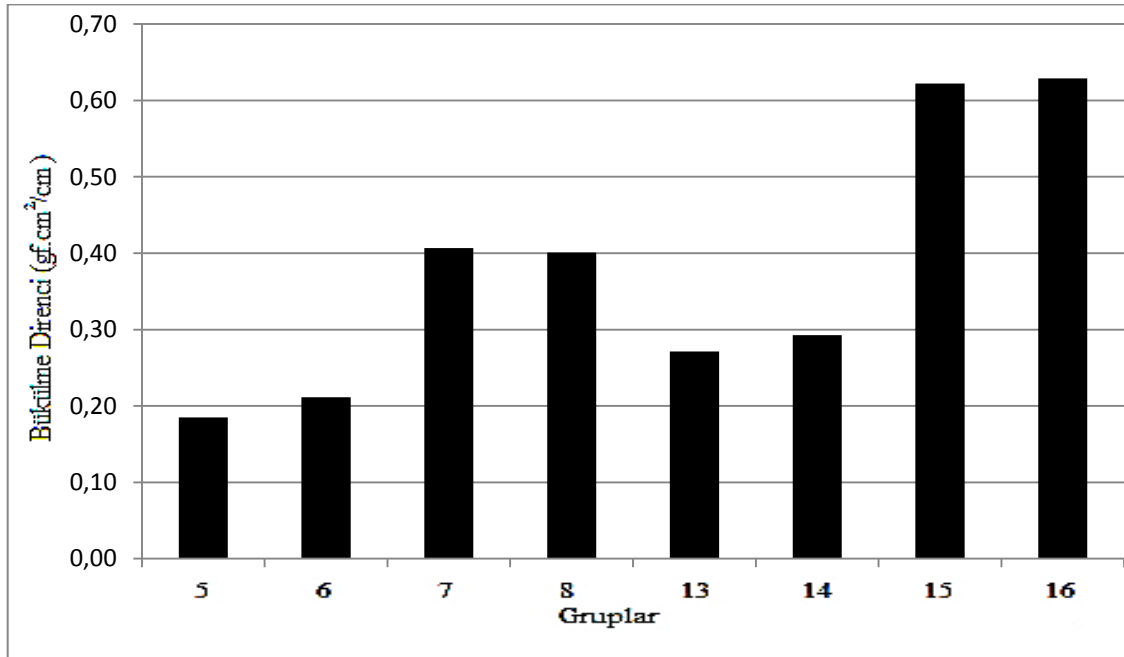


Şekil 4.12. 40 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin esneklik testi sonuçları

Kumaşlardaki iplik sıklıklarının kumaş bükülme direncine karşı olan etkileri Şekil 4.11 ve Şekil 4.12 ile birlikte incelendiğinde, 20 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaşlar 0,37 gf.cm²/cm bükülme direnci gösterirken, 40 tel/cm' lik sıklıkla daha sık dokunmuş olan kumaş numuneleri ise 0,38 gf.cm²/cm bükülme direnci değerlerini vermektedir. Yine kumaş sıklıklarının, sıkıştırma ve bükülme direnci test sonuçlarına bakıldığında, KES-FB-2 (esneklik) ve KES-FB-3 (sıkıştırma) test sonuçlarının birbirlerini doğrular nitelikte sonuçlar verdiği görülmektedir. Diğer bir deyişle daha az sıklığa sahip kumaşlar daha yüksek sıkıştırma oranına sahipken (%33,98), daha az sıklığa sahip kumaş numuneleri bükülmeye karşı da daha az direnç (0,37 gf.cm²/cm) göstermektedir ve daha esnektir sonucuna varılmaktadır.



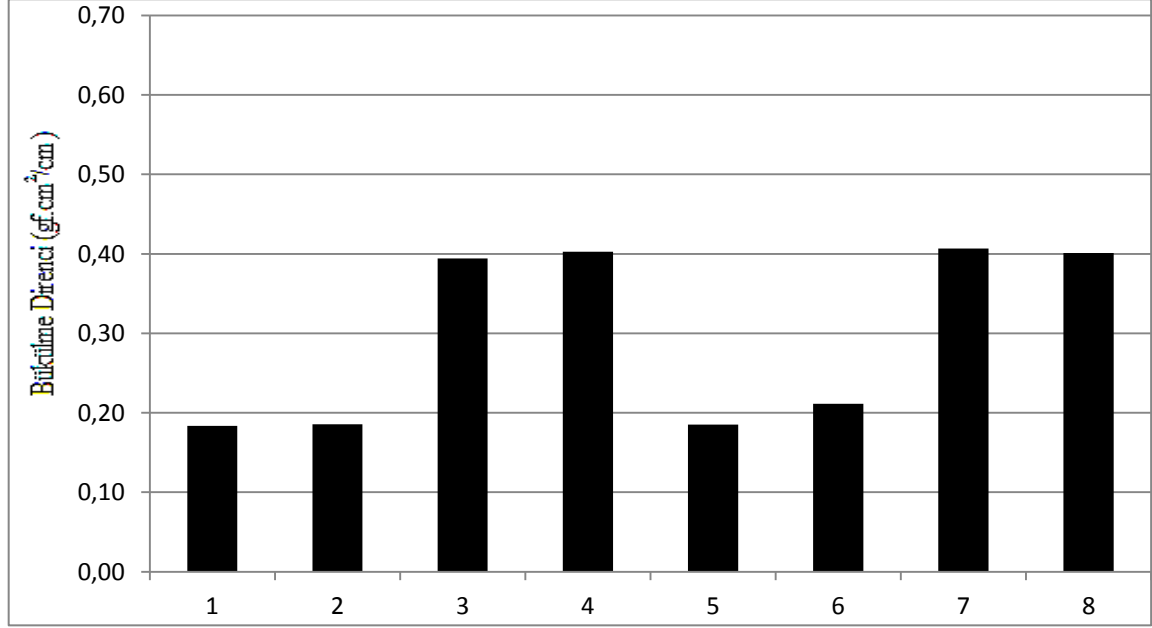
Şekil 4.13. %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin esneklik testi sonuçları



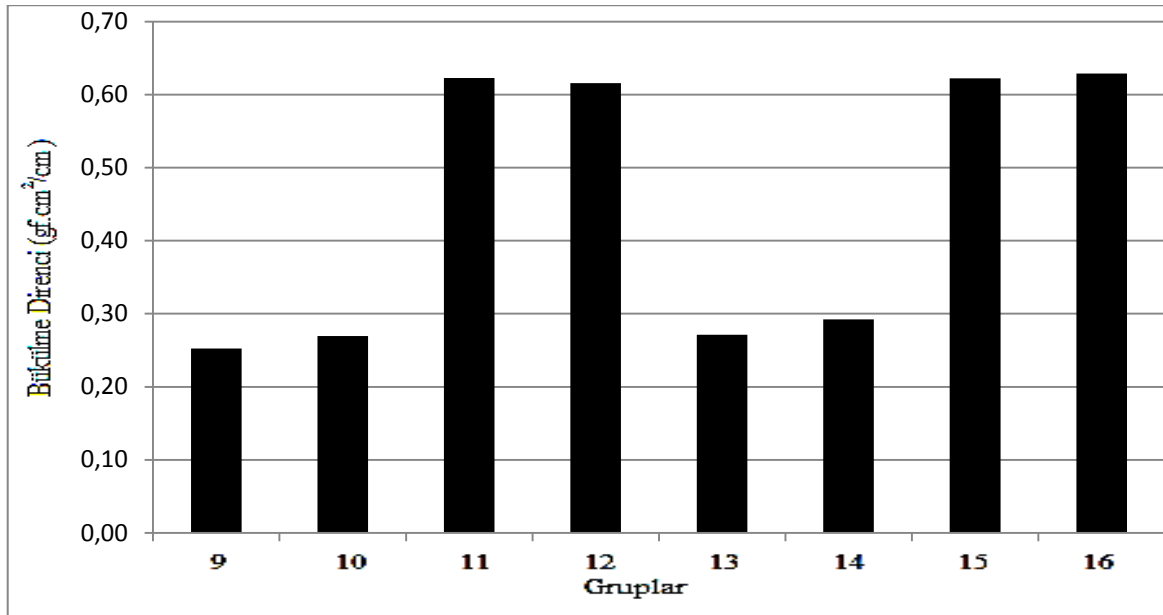
Şekil 4.14. %65-35 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin esneklik testi sonuçları

Şekil 4.13 ve Şekil 4.14' den hareketle, kumaşların içerdikleri lif oranlarına göre bükülme dirençleri sonuçlarına göre, %50-50 Aramid-ViscoseFR oranında lif içeren kumaş numuneleri 0,37 gf.cm²/cm bükülme direnci gösterirken, %65-35 Aramid-ViscoseFR oranında lif içeren kumaş numuneleri ise 0,38 gf.cm²/cm bükülme direnci göstermektedir.

Yani kumaşlardaki Aramid lif oranı arttıkça bükülmeye karşı gösterdiği dirençte artmaktadır. Kumaşların içerdikleri lif oranlarının, kumaşların sıkışabilme ve bükülmeye karşı olan etkilerine de bakıldığında, KES-FB-2 ve KES-FB-3 test sonuçlarının birbirlerini doğruladığı görülmektedir. ViscoseFR lifleri daha esnek bir yapıya sahip olarak daha kolay sıkışabilmekte ve de esnek yapısı ile bükülmeye karşı daha az direnç göstermektedir.



Şekil 4.15. 90/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları



Şekil 4.16. 60/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin sıkıştırma testi sonuçları

Kumaşları oluşturan ipliklerin, iplik numaralarının farklılıklarının kumaş bükülme direncine karşı olan etkisi için Şekil 4.15 ve Şekil 4.16' ya bakıldığında, 60/2 Nm ipliklerden dokunmuş olan kumaş numuneleri 0,45 gf.cm²/cm bükülme direnci gösterirken, 90/2 Nm ipliklerden meydana gelen kumaş numuneleri ise 0,30 gf.cm²/cm bükülme direnci göstermektedir. Yani, kumaşları meydana getiren ipliklerin kalınlığı arttıkça, gösterdikleri bükülme dirençleri de artmaktadır. Bu test sonuçlarında da KES-FB-2 ve KES-FB-3 test sonuçları birbirleriyle örtüşen sonuçlar elde edilmektedir. KES-FB-3 sıkıştırma test sonuçlarına göre iplik numarası kalınlaştıkça kumaşlar daha az sıkıştırılabilirken, KES-FB-2 bükülme testi sonuçlarına göre de iplik numarası kalınlaştıkça kumaşların bükülmeye karşı gösterdiği dirençte artış göstermektedir.

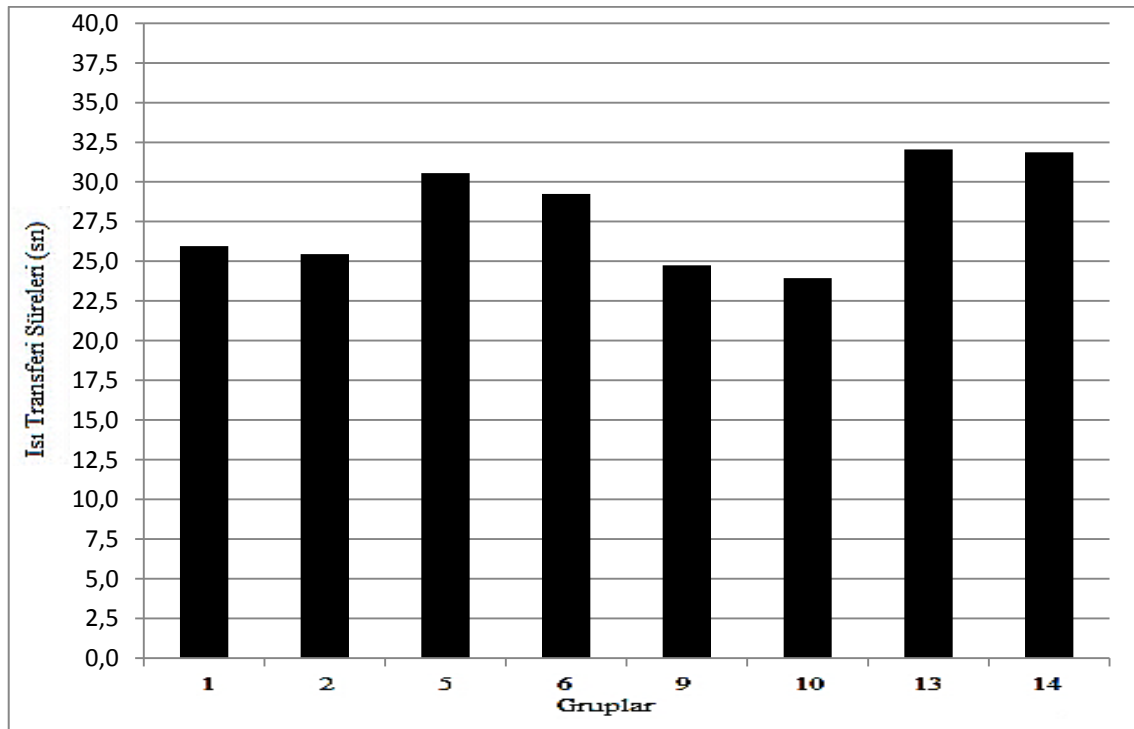
4.1.3.Kumaşlarda temasla ısı transferi deneyi sonuçları

Deneylemlerin sonuçlarıyla ve istatistiki ANOVA sonuçlarıyla birlikte kumaşlardaki temasla ısı transferi özelliklerine, kumaşların sahip oldukları kat sayılarının ve kumaşların içerdikleri liflerin oranlarının, kumaşlardaki ipliklerin sıklıklarından ve bu ipliklerin kalınlıklarından daha fazla oranda etki ettiği sonucuna ulaşılmaktadır. 20 tel/cm ve 40 tel/cm sıklıkla ve de 90/2 Nm ve 60/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin temasla ısı transferi sürelerinin sonuçlarının birbirlerine yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Ancak 4 katlı kumaş numunelerinin 2 katlı kumaş numunelerine göre temas sonucu meydana gelen ısı transferi süreleri daha uzun süreler almaktadır. Kumaşlarda kullanılan Aramid liflerinin, kumaş içerisindeki oranının artmasıyla birlikte kumaştaki ısıya dayanıklılık, temasla ısı transferi süreleri göz önüne alındığında, artış göstermektedir. Kumaşlardan beklenen ısıya dayanıklılık performans özelliği dikkate alındığında, 4 katlı, 20 tel/cm sıklıkla dokunan ve %65-35 Aramid-ViscoseFR lif oranına sahip kumaş numunelerinin ısıya en dayanıklı kumaş numunesi olduğu tespit edilmektedir. Yapılan istatistiki değerlendirmelere bakıldığında tekli faktör olarak kumaşların kat sayılarının ve lif oranlarının değerleri $p < 0.05$ değerinden daha küçük olduğundan dolayı istatistiki yönden de anlamlı çıkmıştır. İkili olan ilişkide ise yine kat sayısı x lif oranı ve Nm x lif oranı etkileşiminin anlamlı olduğu bulunmuştur. Temasla ısı transferi özelliğinin ANOVA sonuçları Çizelge 4.2' de verilmektedir.

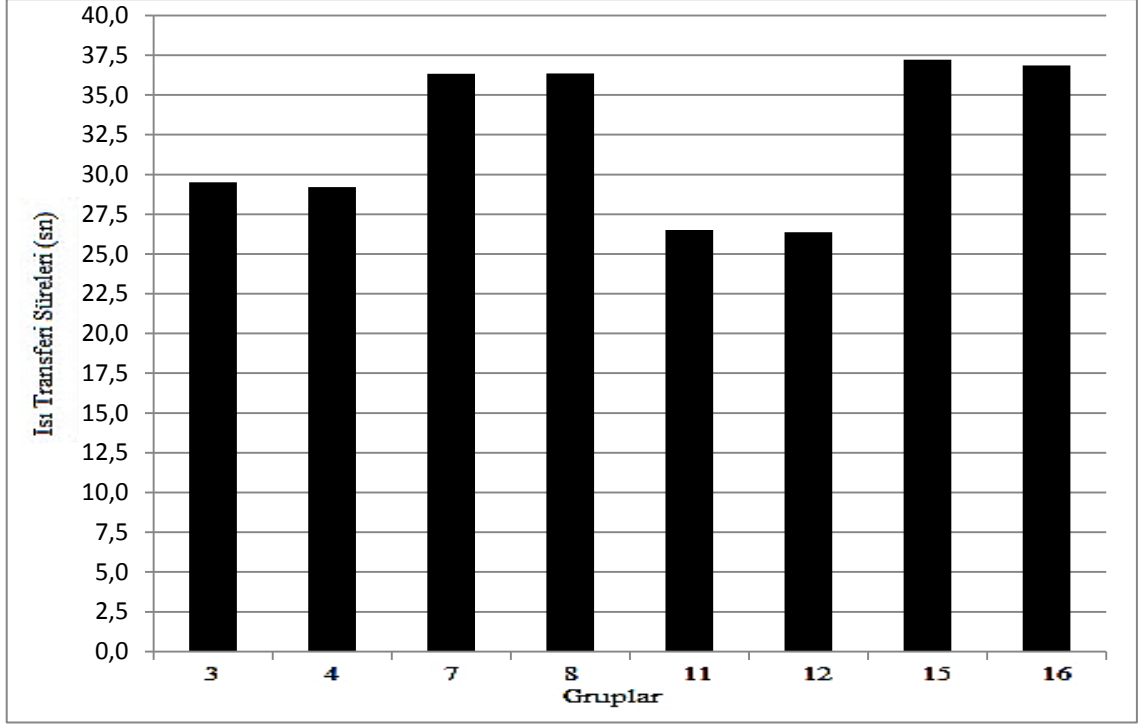
Çizelge 4.2. Kumaşların temasla ısı transferi özelliklerinin ANOVA sonuçları

Parametreler	p değeri
Kat sayısı	<.0001
Nm	0.3131
Lif oranı	<.0001
Sıklık	0.2342
Nm x Kat sayısı	0.0549
Kat sayısı x Lif oranı	0.0002
Kat sayısı x Sıklık	0.5033
Nm x Lif oranı	<.0001
Nm x Sıklık	0.8438
Lif oran x Sıklık	0.9844
Nm x Kat sayısı x Lif oranı	0.8967
Nm x Kat sayısı x Sıklık	0.7322
Kat x Lif oranı x Sıklık	0.9190
Nm x Lif oranı x Sıklık	0.7573

Farklı numara ipliklerle dokunmuş ve farklı iplik sıklıklarına sahip, çok katlı dokuma kumaş numuneleri, her bir numune için 3 farklı bölgeden olmak üzere, 4 farklı sıcaklıkta test edilmiştir. Temasla ısı transferi testi, 100° C, 175° C, 250° C ve 350° C sıcaklıklarında yapılmıştır. Deney sonucunda alınan veriler aşağıdaki şekillerde ayrıntılı olarak verilmiştir.

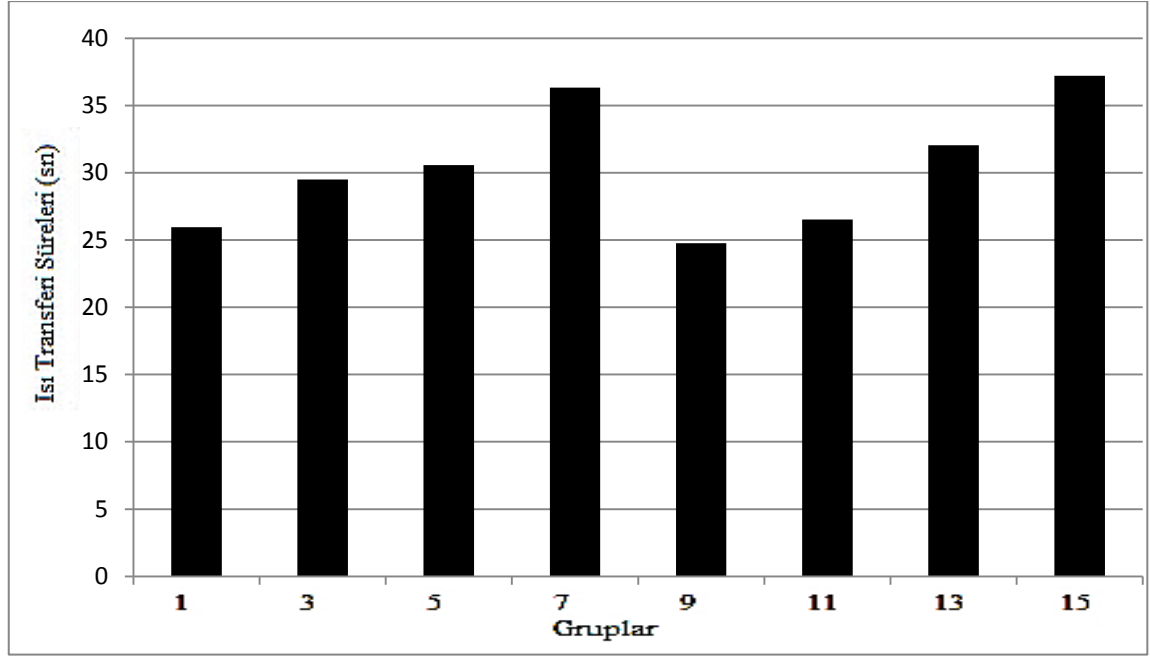


Şekil 4.17. 2 katlı kumaş numunelerinin temasla ısı transferi testi sonuçları

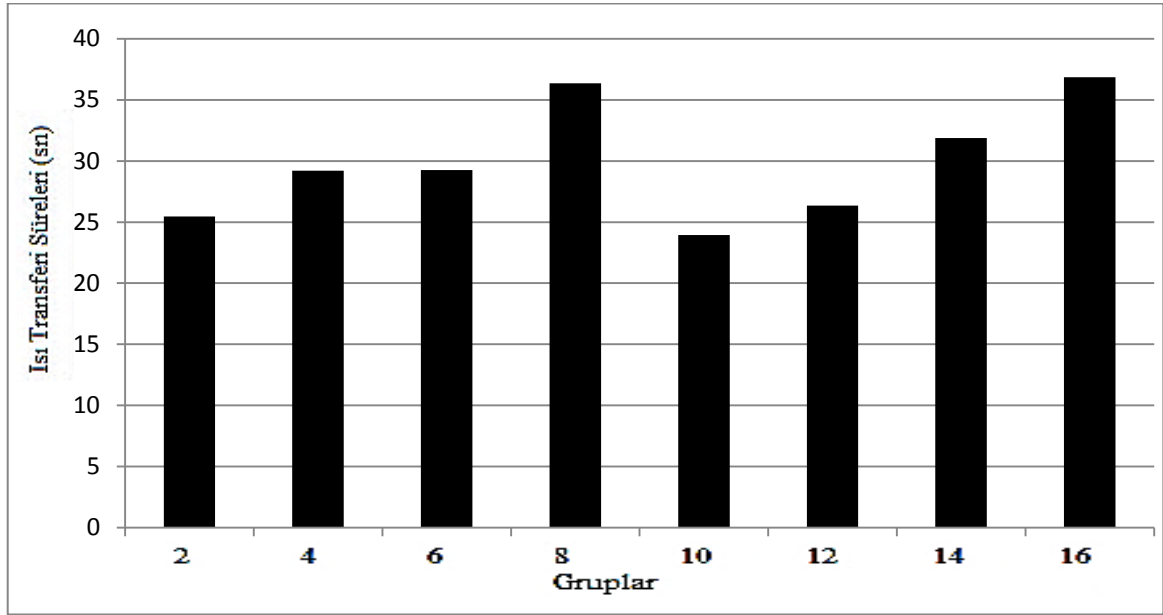


Şekil 4.18. 4 katlı kumaş numunelerinin temasla ısı transferi testi sonuçları

Kumaşlarda temasla ısı transferine, kumaşları oluşturan kat sayılarının etkileri incelendiği zaman Şekil 4.17 ve Şekil 4.18' den hareketle, 2 katlı kumaşlarda sırasıyla 100° C, 175° C, 250° C ve 350° C' de gerçekleşen temasla ısı transferi süreleri 27,89 sn., 12,19 sn., 8,99 sn. ve 6,66 sn. iken, 4 katlı kumaşlarda yine bu sıcaklıklar için gerçekleşen temasla ısı transferi süreleri sırasıyla; 32,29 sn., 15,33 sn., 10,45 sn. ve 6,94 saniyedir. Bu sonuçlarla birlikte kumaşlardaki kat sayısı arttıkça, kumaşlardaki temasla ısı transferi süreleri de artmaktadır. Yani daha fazla kat sayısına sahip olan kumaşlarda temasla ısı transferi daha uzun sürelerde meydana gelmektedir.



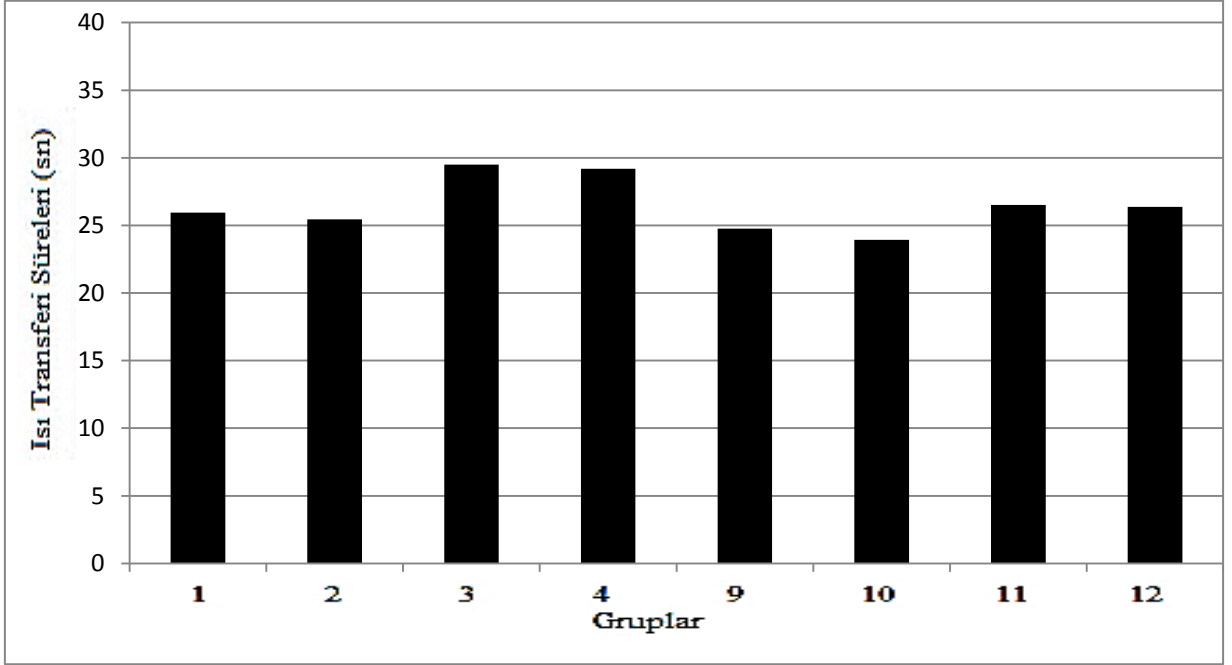
Şekil 4.19. 20 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin temasla ısı transferi testi sonuçları



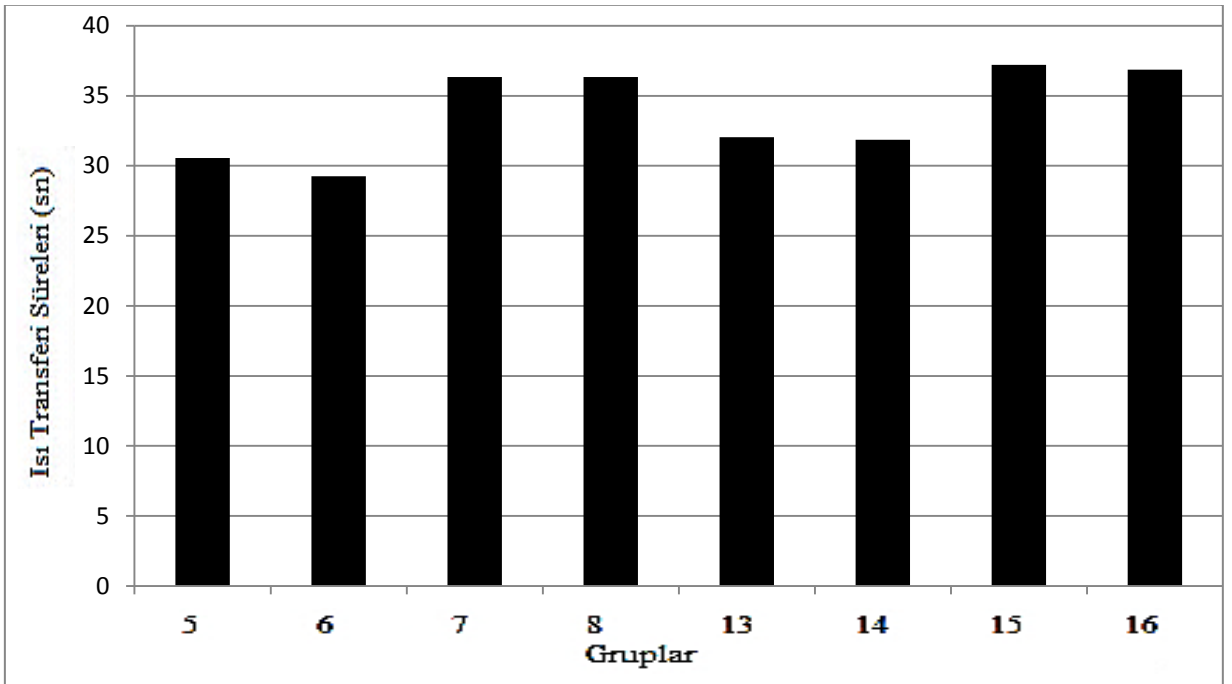
Şekil 4.20. 40 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin temasla ısı transferi testi sonuçları

Şekil 4.19 ve Şekil 4.20 incelendiğinde, kumaşları oluşturan iplik sıklıklarının temasla ısı transferine olan etkilerinin sonuçları 20 tel/cm sıklık ile dokunmuş olan kumaş numuneleri 100° C, 175° C, 250° C ve 350° C için sırasıyla 30,36 sn., 13,81 sn., 9,83 sn. ve 6,89 sn. sürelerle sahipken, 40 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numuneleri aynı sıcaklıklar için

sırasıyla; 29,91 sn., 13,71 sn., 9,60 sn. ve 6,71 sn. sürelerle sahiptir. Yani kumaşlardaki iplik sıklıkları arttıkça, temasla gerçekleşen ısı transferi süreleri azalmaktadır. Daha sıkı bir yapıya sahip kumaşlarda temasla ısı transferi daha kısa sürelerde gerçekleşmektedir.

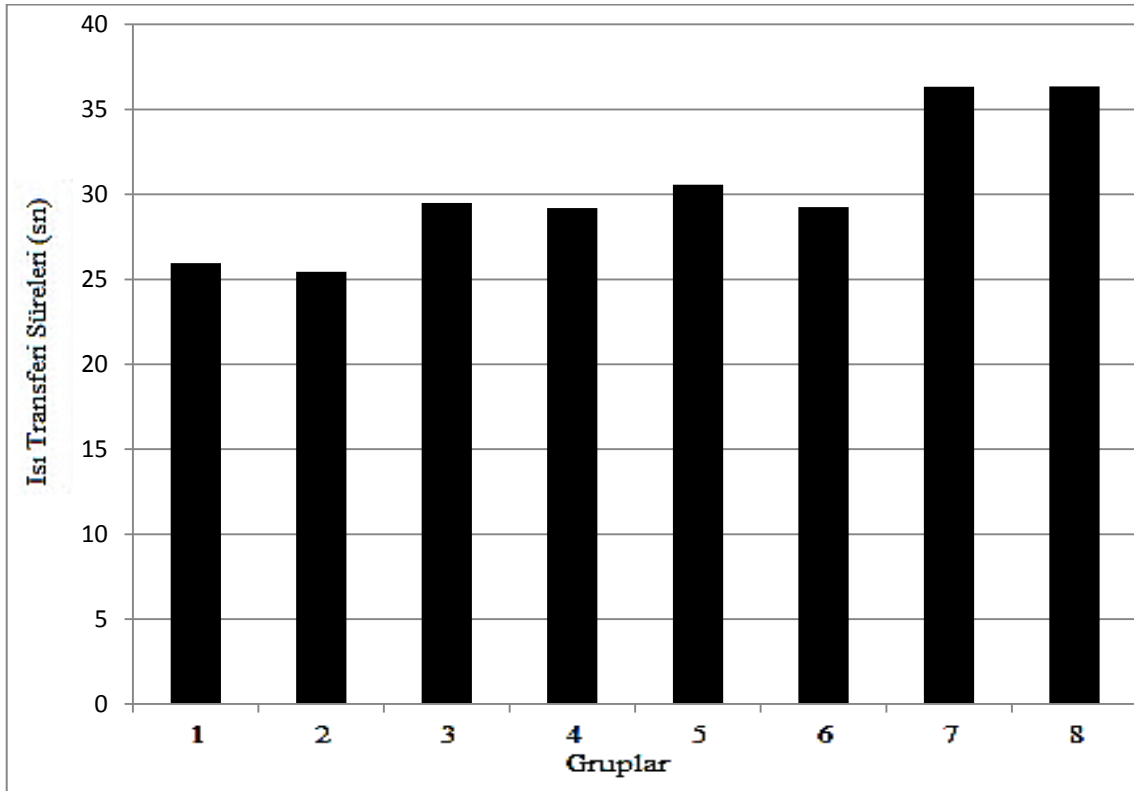


Şekil 4.21. %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin temasla ısı transfer testi sonuçları

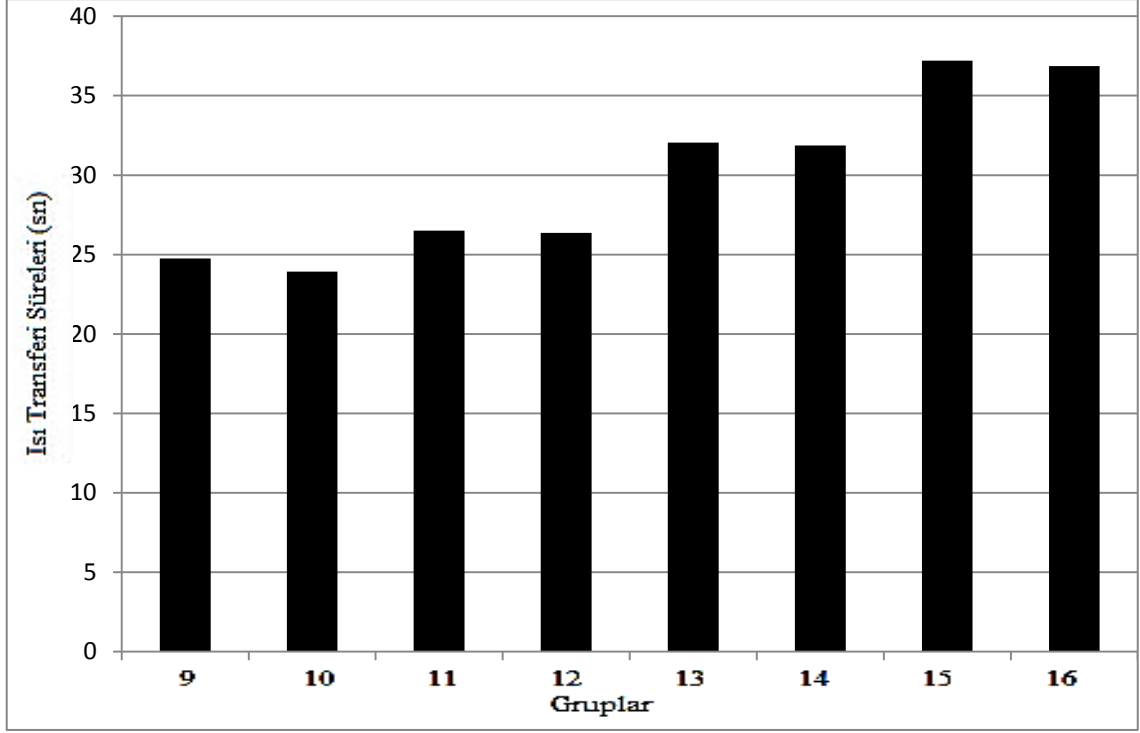


Şekil 4.22. %65-35 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin temasla ısı transfer testi sonuçları

Kumaşların içerdikleri liflerin oranlarının temasla ısı transferine karşı olan etkileri için Şekil 4.21 ve Şekil 4.22 bakıldığında, lif oranlarının temasla ısı transferine olan etkileri şu şekilde meydana gelmektedir. %50-50 Aramid-ViscoseFR oranında lifleri içeren kumaş numunelerinin 100° C, 175° C, 250° C ve 350° C için sırasıyla 26,46 sn., 12,38 sn., 8,87 sn. ve 6,28 sn.' lik sürelerde temasla ısı transferi gerçekleşmiş olup, %65-35 Aramid-ViscoseFR oranlarında lif içeren kumaş numuneleri için aynı sıcaklıkta alınan test süreleri sırasıyla; 33,81 sn., 15,14 sn., 10,57 sn. ve 7,32 saniyedir. Buradan hareketle, kumaşlardaki Aramid lif oranı artış gösterdikçe kumaşların temasla ısı transferi süreleri de uzamaktadır. Yani, Aramid liflerinin, ViscoseFR liflerine göre temasla ısı transferi süreleri daha uzundur. Aramid liflerinin ViscoseFR liflerine göre ısıya karşı daha dayanıklı olduğu ve alev iticilik özelliklerinin daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.



Şekil 4.23. 90/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin temasla ısı transferi testi sonuçları



Şekil 4.24. 60/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin temasla ısı transferi testi sonuçları

Kumaşlarda kullanılan ipliklerin numaralarının, kumaşlardaki meydana gelen temasla ısı transferine olan etkileri Şekil 4.23 ve Şekil 4.24 incelendiğinde, 90/2 Nm numara ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinde 100° C, 175° C, 250° C ve 350° C için sırasıyla; 30,32 sn., 13,70 sn., 9,70 sn. ve 6,85 sn. süreleri test sonucunda elde edilmiştir. Diğer numune grubu olan 60/2 Nm iplik kullanılarak dokunan kumaş numunelerinde bu süreler sırasıyla; 29,94 sn., 13,82 sn., 9,73 sn. ve 6,75 sn. olarak kaydedilmiştir. Yani kumaşlardaki iplik numaralarının farklılıkları, kumaşların temasla olan ısı transferinin çok etkilemediğini göstermektedir.

4.1.4.Kumaşların kopma mukavemeti deneyi sonuçları

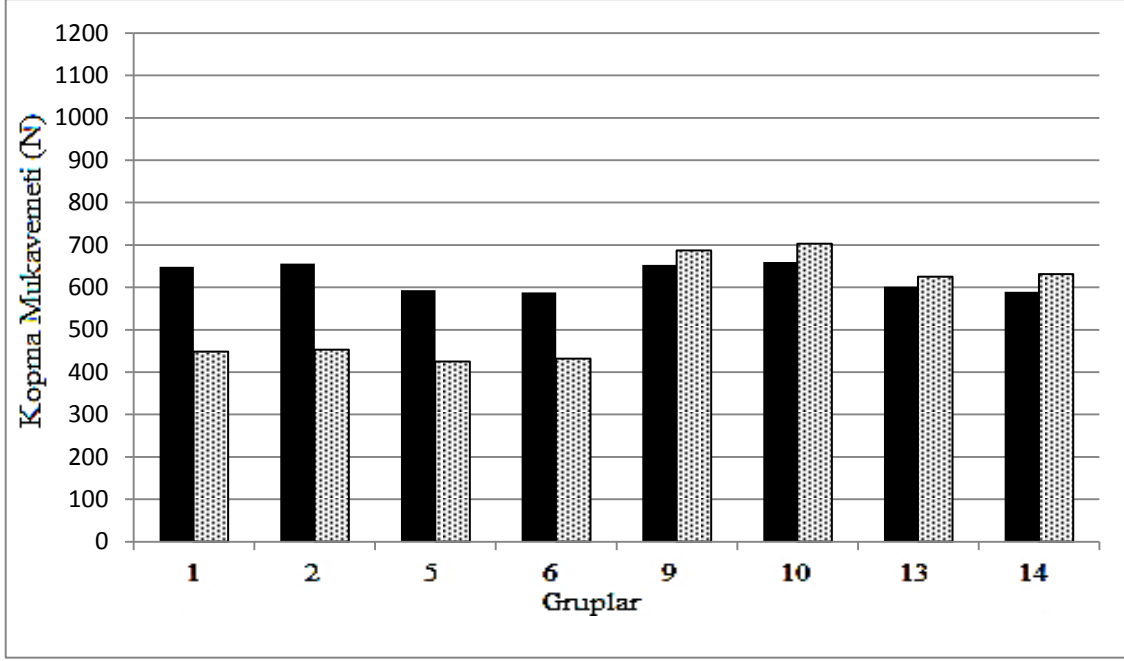
Kumaşların kopma mukavemetlerine etki eden değerler ve istatistiki ANOVA sonuçları incelendiğinde, kumaşların sahip oldukları kat sayılarının ve kumaşlarda kullanılan liflerin oranlarının, kumaşlardaki iplik sıklıkları ve iplik kalınlıklarından daha fazla oranda sonuçları etkilediği görülmektedir. Kat sayıları daha fazla olan kumaş numunelerinin, kopma mukavemetleri daha yüksek değerler vermektedir. Ayrıca ViscoseFR liflerinin kumaşlar içerisindeki oranı arttıkça, kumaşın kopma mukavemeti artmakla birlikte, Aramid liflerinin oranının artmasıyla birlikte ise kopma mukavemeti sonuçları azalmaktadır. Kumaşlardan istenilen kopma mukavemeti performansının daha yüksek

seviyelerde olması istenildiği durumlarda, 4 katlı, 40 tel/cm sıklığa sahip, %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranlarında ve 60/2 Nm iplik numaralarıyla kumaşın oluşturulmasının, kumaşların kullanım performansına maksimum oranda katkı sağlayacağı görülmektedir. Ayrıca yapılan istatistiki değerlendirmelere bakıldığında tekli faktör olarak kumaşların kat sayılarının ve lif oranlarının değerleri $p < 0.05$ değerinden daha küçük olduğundan dolayı istatistiki yönden de anlamlı çıkmıştır. İkili olan ilişkide ise yine kat sayısı x lif oranı etkileşiminin anlamlı olduğu bulunmuştur. Kumaşların kopma mukavemeti özelliğinin ANOVA sonuçları Çizelge 4.3' de verilmektedir.

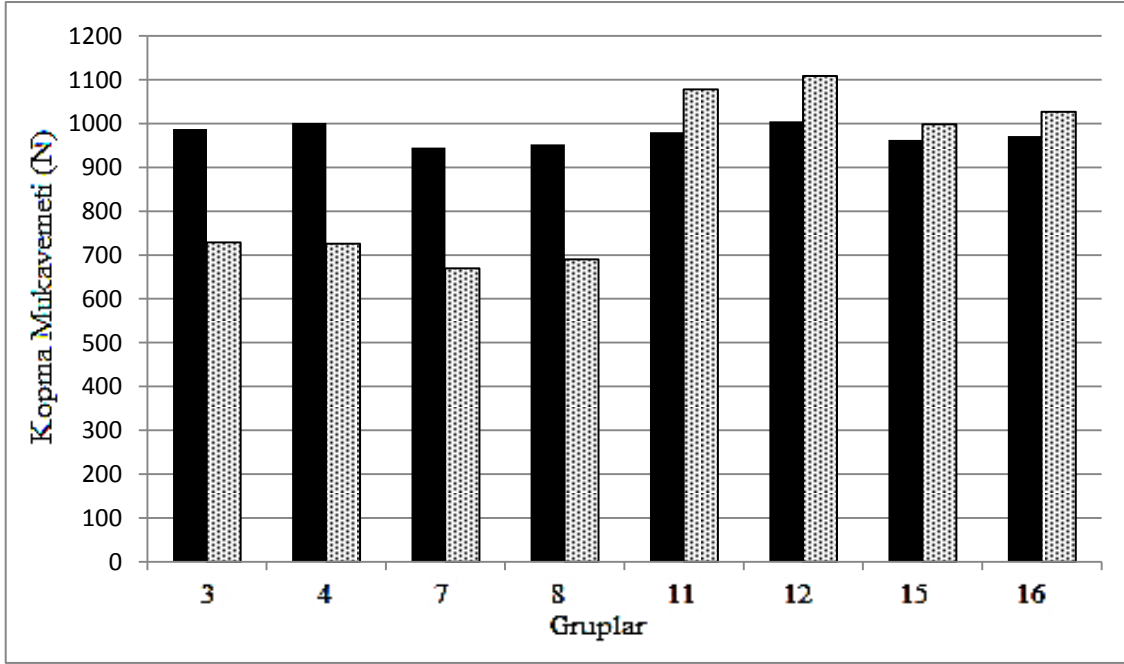
Çizelge 4.3. Kumaşların kopma mukavemeti özelliğinin ANOVA sonuçları

Parametreler	p değeri
Kat sayısı	<.0001
Nm	0.1251
Lif oranı	<.0001
Sıklık	0.1137
Nm x Kat sayısı	0.6667
Kat sayısı x Lif oranı	0.0025
Kat sayısı x Sıklık	0.0846
Nm x Lif oranı	0.2119
Nm x Sıklık	0.8866
Lif oran x Sıklık	0.1057
Nm x Kat sayısı x Lif oranı	0.2275
Nm x Kat sayısı x Sıklık	0.5405
Kat x Lif oranı x Sıklık	0.7813
Nm x Lif oranı x Sıklık	0.6349

Kumaş numunelerinin her biri hem çözgü yönünde hem de atkı yönünde olmak üzere, 3'er kez kopma mukavemeti testine tabii tutulmuştur. Deney sonucunda alınan sonuçlar aşağıdaki şekillerde ayrıntılı olarak verilmektedir (çözgü: ■, atkı: ●).



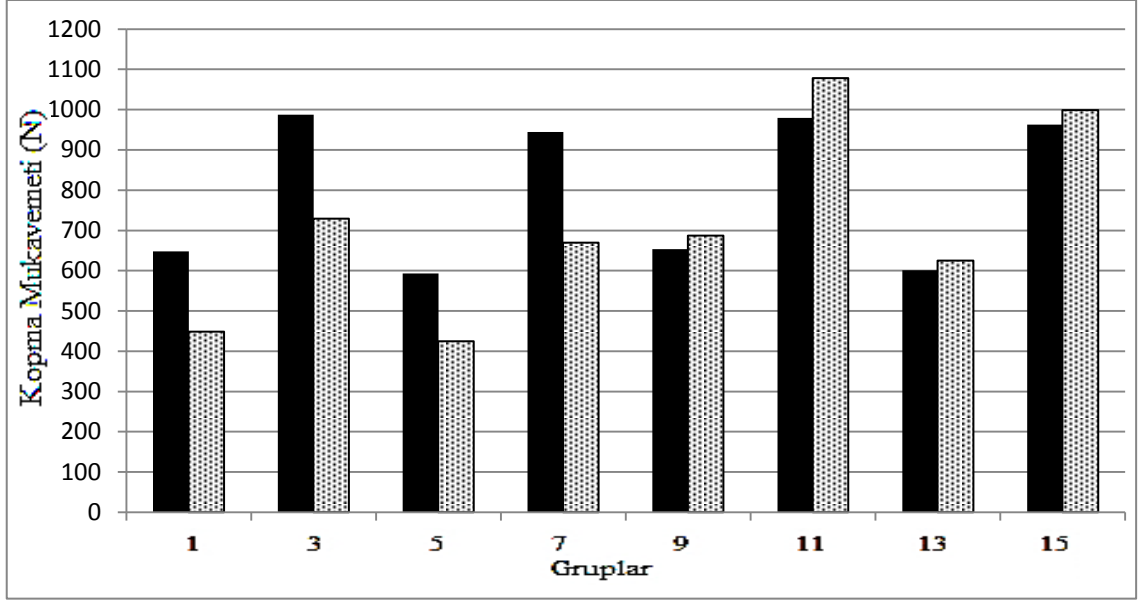
Şekil 4.25. 2 katlı kumaş numunelerinin kopma mukavemeti testi sonuçları



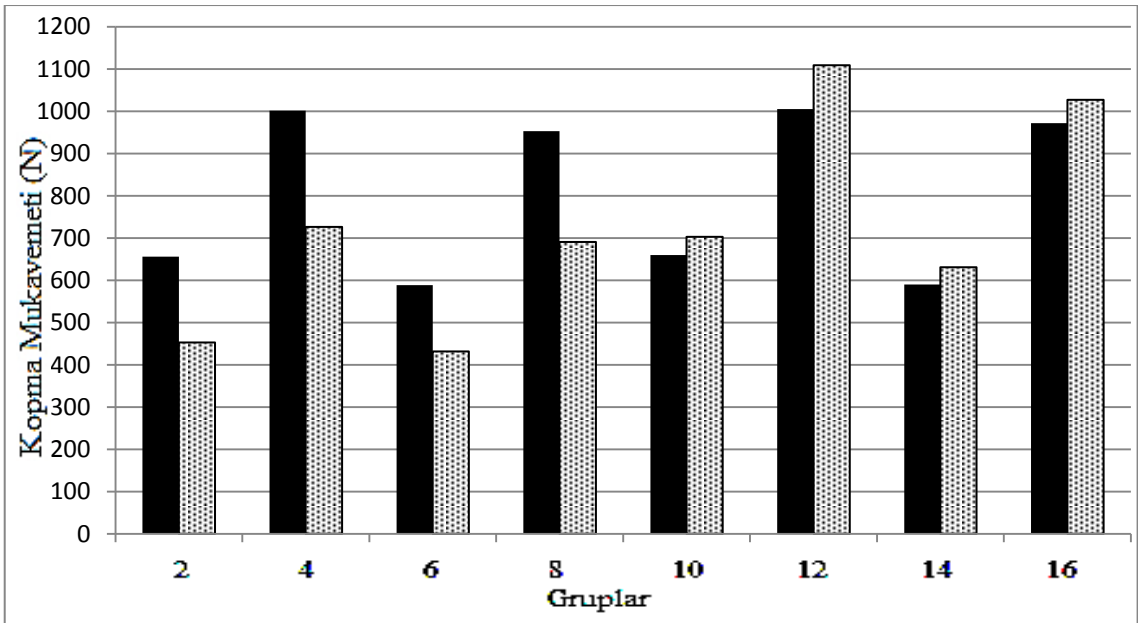
Şekil 4.26. 4 katlı kumaş numunelerinin kopma mukavemeti testi sonuçları

Şekil 4.25 ve Şekil 2.26 incelendiğinde, kumaşların kat sayılarının, kumaşların kopma mukavemetlerine olan etkileri, 4 katlı kumaş numunelerinin 2 katlı kumaş numunelerine göre hem çözümlü yönünde hem de atkı yönünde daha dayanıklı olduğunun sonuçlarını vermektedir. 2 katlı kumaş numunelerinin çözümlü yönündeki kopma mukavemeti değeri 623,75 N. iken, bu değer 4 katlı kumaş numunelerinde 975,71 N.' a çıkmaktadır. Yine 2

katlı kumaş numunelerinin atkı yönündeki kopma mukavemeti değeri 550,42 N. iken, bu değer 4 katlı kumaş numunelerinde 878,52 N.' a yükselmektedir. Her iki farklı kumaş kat sayılarına ait numunelerinde çözgü yönündeki kopma mukavemetleri, atkı yönündeki kopma mukavemetlerine göre daha yüksektir.

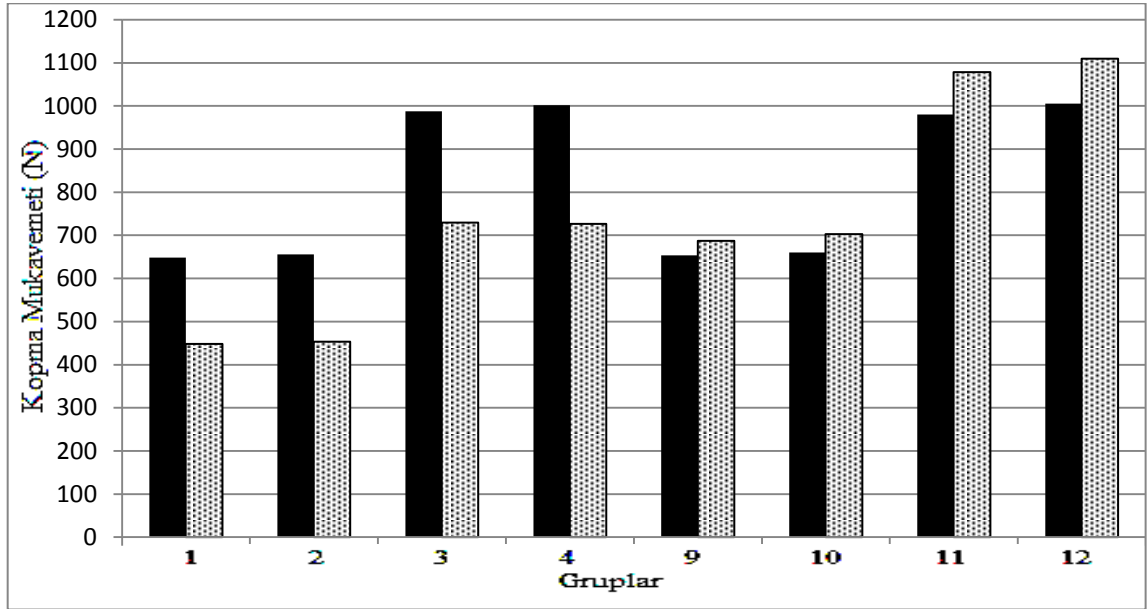


Şekil 4.27. 20 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti testi sonuçları

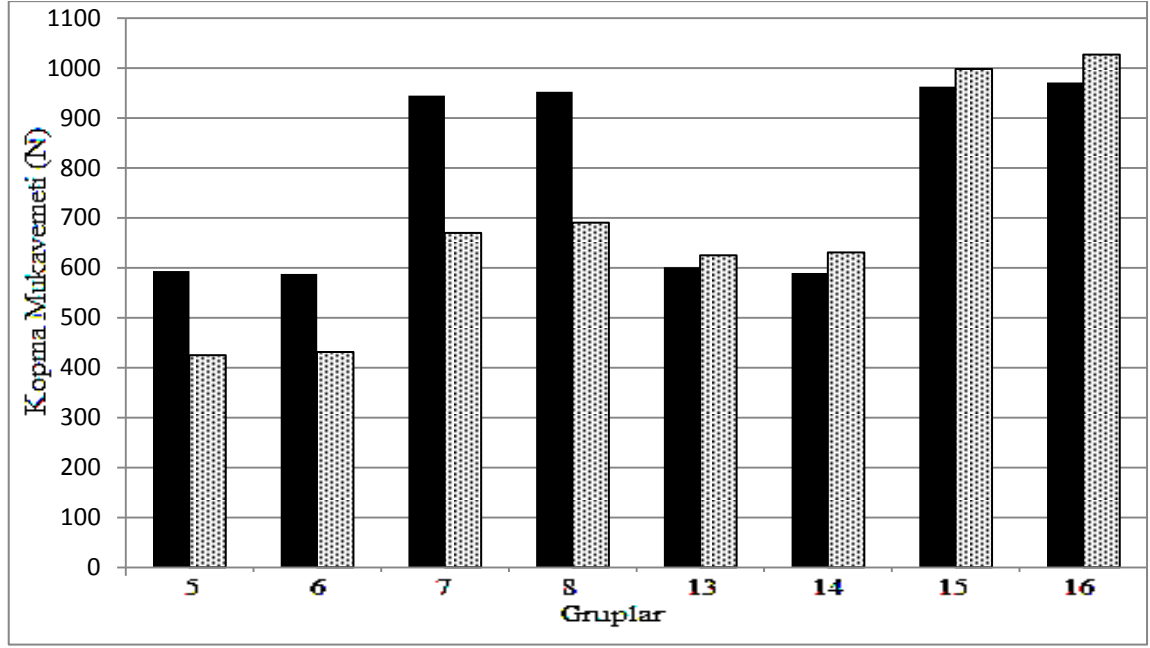


Şekil 4.28. 40 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti testi sonuçları

Şekil 4.27 ve Şekil 4.28’ den hareketle, kumaşları oluşturan ipliklerin sıklıklarının farklılığının kumaşların kopma mukavemetleri olan etkileri incelendiğinde, kumaşlardaki iplik sıklığının artmasıyla birlikte kumaşların kopma mukavemetleri de hem çözgü yönünde hem de atkı yönünde artış göstermektedir. 20 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin, çözgü yönündeki kopma mukavemeti 796,42 N. iken, bu değer 40 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaşlarda 803,04 N.’ a çıkmaktadır. 20 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin atkı yönündeki kopma mukavemeti 707,61 N. iken, 40 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinde 721,33 N.’ a yükselmektedir. Tüm bu sonuçlarla birlikte bu sonuçlarda da çözgü yönündeki kopma mukavemetleri, atkı yönündeki kopma mukavemetlerine göre daha yüksektir.

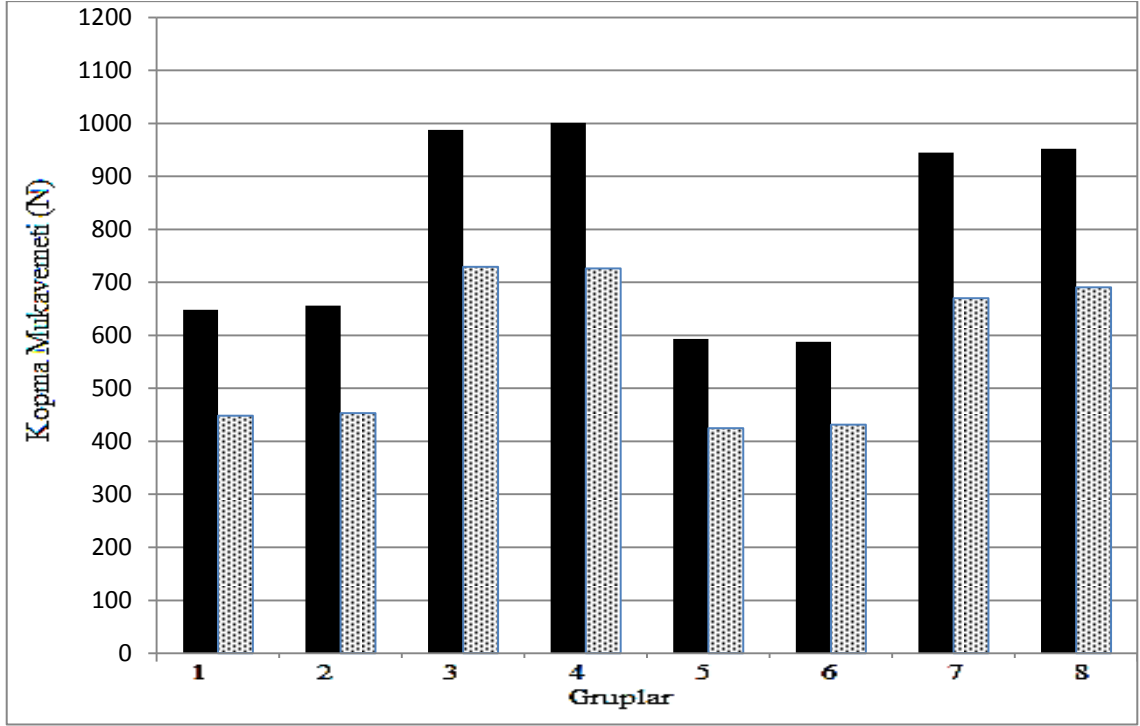


Şekil 4.29. %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti testi sonuçları

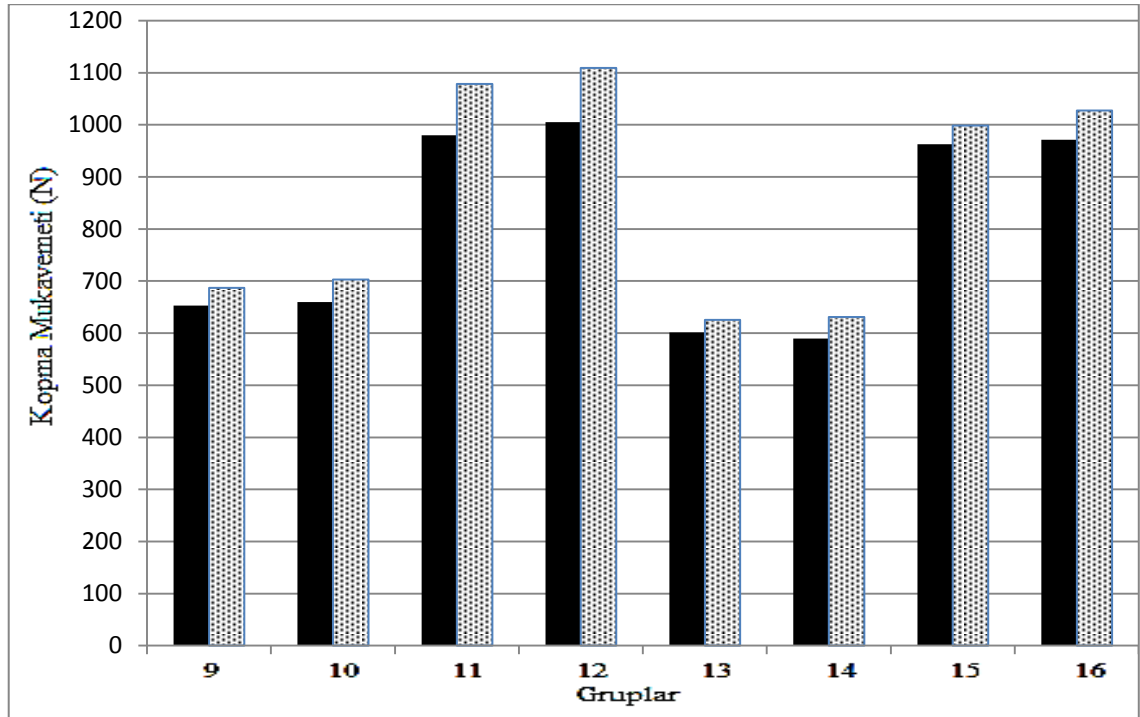


Şekil 4.30. %65-35 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti testi sonuçları

Kumaş numunelerinin içerdikleri farklı lif oranlarının kopma mukavemetine olan etkilerine Şekil 4.29 ve Şekil 4.30' dan hareketle bakıldığında, kumaşların ViscoseFR lif oranı artış gösterdikçe kopma mukavemeti değerleri de hem çözü yönünde hem de atkı yönünde artmaktadır. %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaşların çözü yönündeki kopma mukavemetleri 823,95 N. iken, %65-35 Aramid-ViscoseFR oranıyla dokunmuş olan kumaşların kopma mukavemetleri 775,51' e düşmektedir. %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin atkı yönündeki kopma mukavemet değeri 741,69 N. iken, %65-35 Aramid-ViscoseFR oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinde bu değeri 687,25 N.' a düşmektedir. Bu sonuçlar ışığında ViscoseFR liflerinin Aramid liflerine göre daha yüksek kopma mukavemetlerine sahip oldukları sonucuna varılmaktadır. Tüm bu sonuçlarla birlikte bu sonuçlarda da çözü yönündeki kopma mukavemetleri, atkı yönündeki kopma mukavemetlerine göre daha yüksektir.



Şekil 4.31. 90/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti testi sonuçları



Şekil 4.32. 60/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti testi sonuçları

Kumaşlardaki kullanılan ipliklerin numaralarının, kumaşların kopma mukavemetlerine etkileri için Şekil 4.31 ve Şekil 32' ye bakıldığında, kullanılan ipliklerin kalınlıkları arttıkça hem çözümlü yönünde hem de atkı yönündeki kopma mukavemeti değerlerinin artış gösterdiği yönündedir. 90/2 Nm iplikler kullanılarak dokunmuş olan kumaş numunelerinin çözümlü yönündeki kopma mukavemeti 796,52 N. iken, 60/2 Nm iplikler kullanılarak dokunmuş olan kumaşların kopma mukavemetleri 802,94 N.' a çıkmaktadır. Kumaşların atkı yönlerinde kopma mukavemetleri incelendiğinde ise, 90/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin kopma mukavemetleri 571,63 N. iken, bu değerler 60/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinde ise 857, 31 N.' a çıkmaktadır.

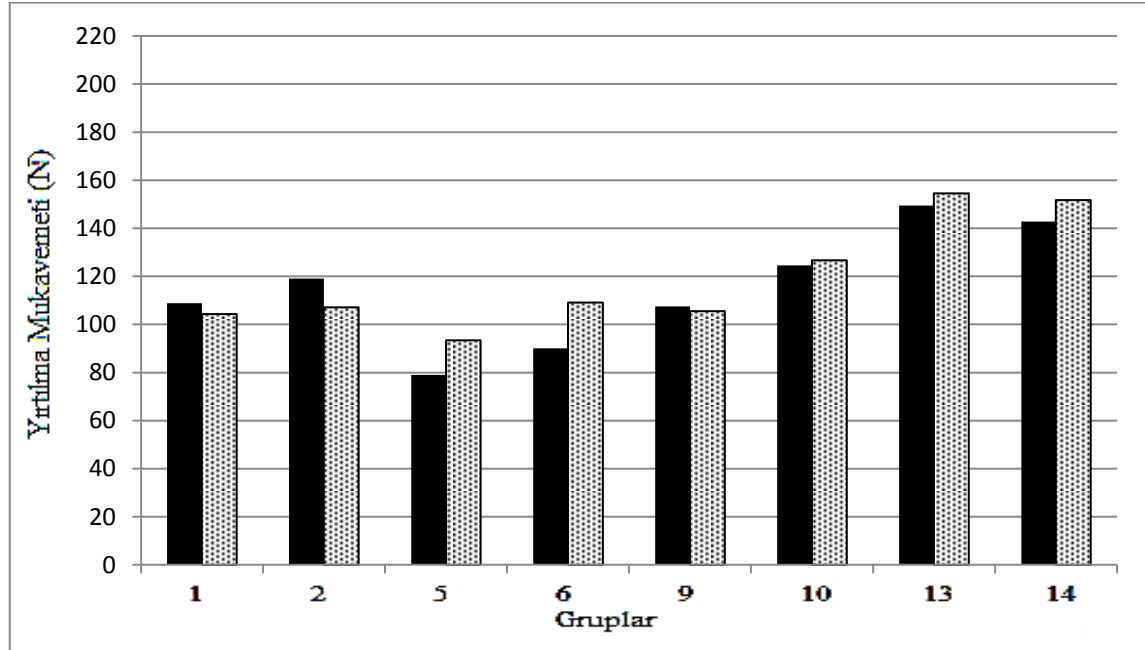
4.1.5.Kumaşlarda yırtılma mukavemeti deneyi sonuçları

Deneyler sonucunda ve istatistiki ANOVA sonuçları incelendiğinde kumaş numunelerinin yırtılma mukavemetlerine, kumaşların sahip oldukları kat sayıları, kullanılan liflerinin kumaşlardaki oranlarının ve kullanılan ipliklerin kalınlıklarının, iplik sıklıklarından daha fazla etki ettiği sonucuna ulaşılmaktadır. 4 katlı kumaşların ve Aramid lif oranları fazla olan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemetleri daha fazla oranda artmaktadır. Aramid liflerinin kumaş içerisindeki oranı artış gösterdikçe, kumaşların göstermiş oldukları yırtılma mukavemetleri de artış göstermektedir. Kumaşlardan yırtılma mukavemeti performansının yüksek olması isteniyorsa, bu kumaşların 4 katlı, 40 tel/cm sıklıklarda, %65-35 Aramid-ViscoseFR lif oranlarıyla ve 60/2 Nm ipliklerle dokunması gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır. Yapılan istatistiki değerlendirmelere bakıldığında tekli faktör olarak kumaşların kat sayılarının ve lif oranlarının değerleri ve iplik numaralarının $p < 0.05$ değerinden daha küçük olduğundan dolayı istatistiki yönden de anlamlı çıkmıştır. İkili olan ilişkide ise kat sayısı x lif oranı, Nm x kat sayısı ve Nm x lif oranı etkileşiminin anlamlı olduğu bulunmuştur. Kumaşların yırtılma mukavemeti özelliğinin ANOVA sonuçları Çizelge 4.4' de verilmektedir.

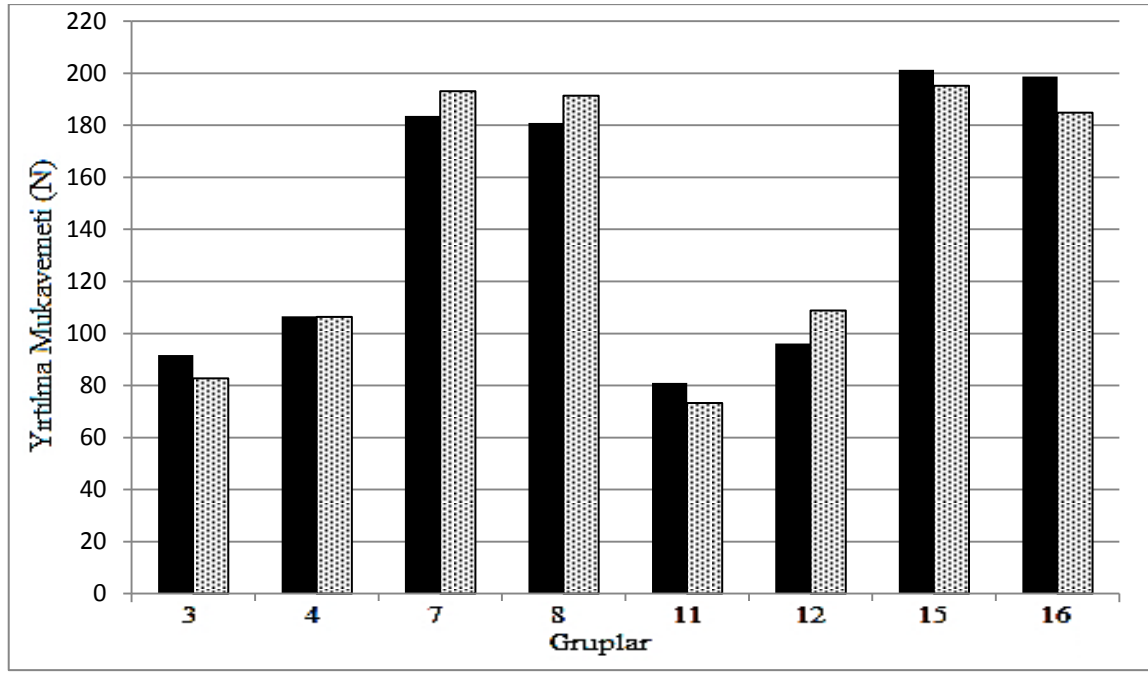
Çizelge 4.4. Kumaşların yırtılma mukavemeti özelliğinin ANOVA sonuçları

Parametreler	p değeri
Kat sayısı	<.0001
Nm	<.0001
Lif oranı	<.0001
Sıklık	0.0316
Nm x Kat sayısı	<.0001
Kat sayısı x Lif oranı	<.0001
Kat sayısı x Sıklık	0.7896
Nm x Lif oranı	<.0001
Nm x Sıklık	0.6891
Lif oran x Sıklık	0.0258
Nm x Kat sayısı x Lif oranı	0.0178
Nm x Kat sayısı x Sıklık	0.6623
Kat x Lif oranı x Sıklık	0.6373
Nm x Lif oranı x Sıklık	0.3376

Numunelerden her biri hem çözgü yönünde hem de atkı yönünde olmak üzere, 3'er kez yırtılma mukavemeti testine tabii tutulmuştur. Deney neticesinde alınan sonuçlar aşağıdaki şekillerde ayrıntılı olarak verilmektedir (çözgü: ■ , atkı: ▨).

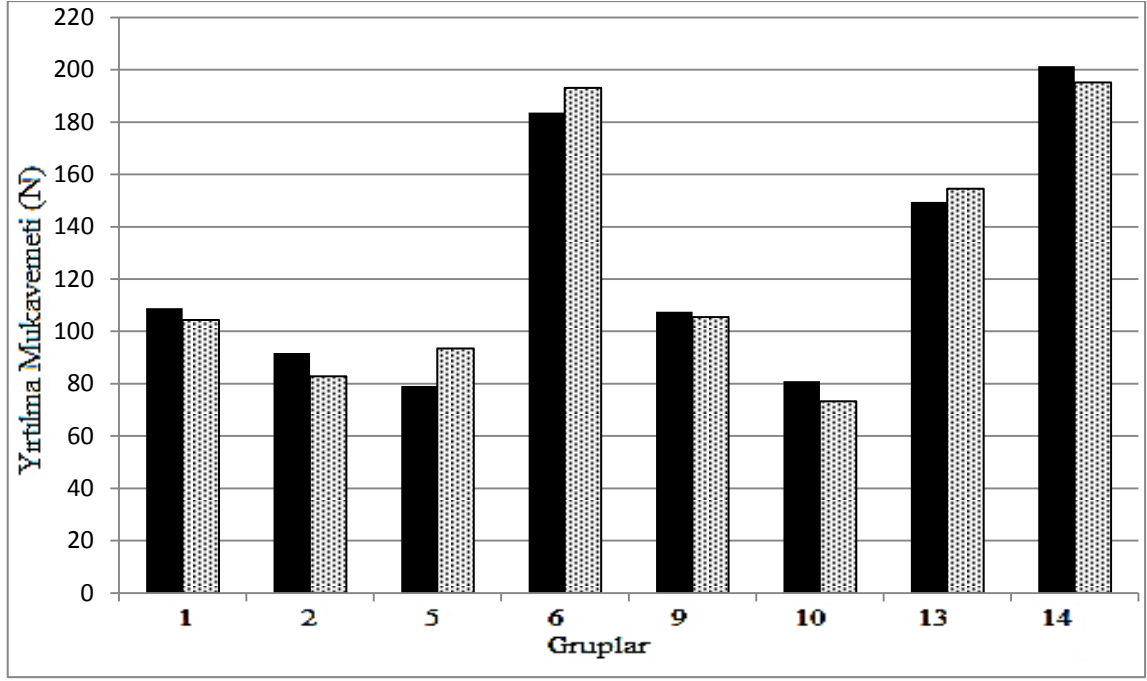


Şekil 4.33. 2 katlı kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti testi sonuçları

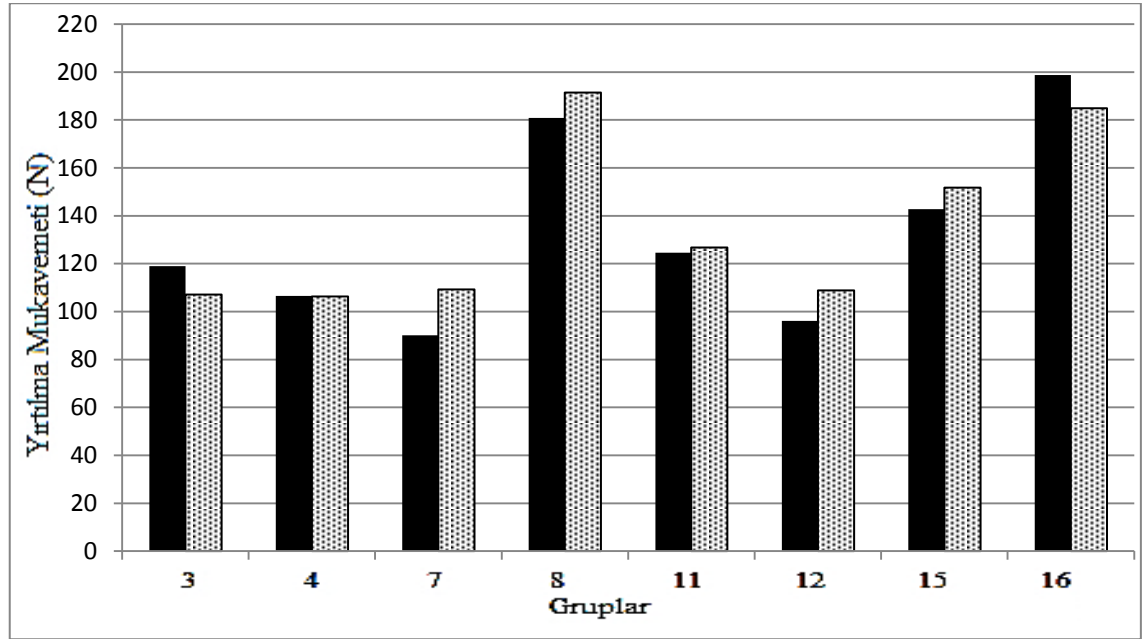


Şekil 4.34. 4 katlı kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti testi sonuçları

Şekil 4.33 ve Şekil 4.34' den hareketle, kumaşların yırtılma mukavemetlerine, kumaşların sahip oldukları kumaş kat sayılarının etkileri incelendiği zaman, kumaşlardaki kat sayılarının artışıyla birlikte kumaşların gösterdikleri yırtılma mukavemeti de artmaktadır. 2 katlı kumaş numunelerinin çözgü yönündeki yırtılma mukavemetleri 115,17 N. iken, 4 katlı kumaşlarda bu sonuçlar 142,49 N.' a çıkmaktadır. 2 katlı kumaş numunelerinin atkı yönündeki yırtılma mukavemeti 119,05 N. iken, 4 katlı kumaşlardaki yırtılma mukavemeti 141,94 N.' a çıkmaktadır. Yırtılma mukavemeti değerleri hem 2 katlı hem de 4 katlı kumaş numunelerinde çözgü ve atkı yönlerinde birbirlerine yakın sonuçlar vermektedir.



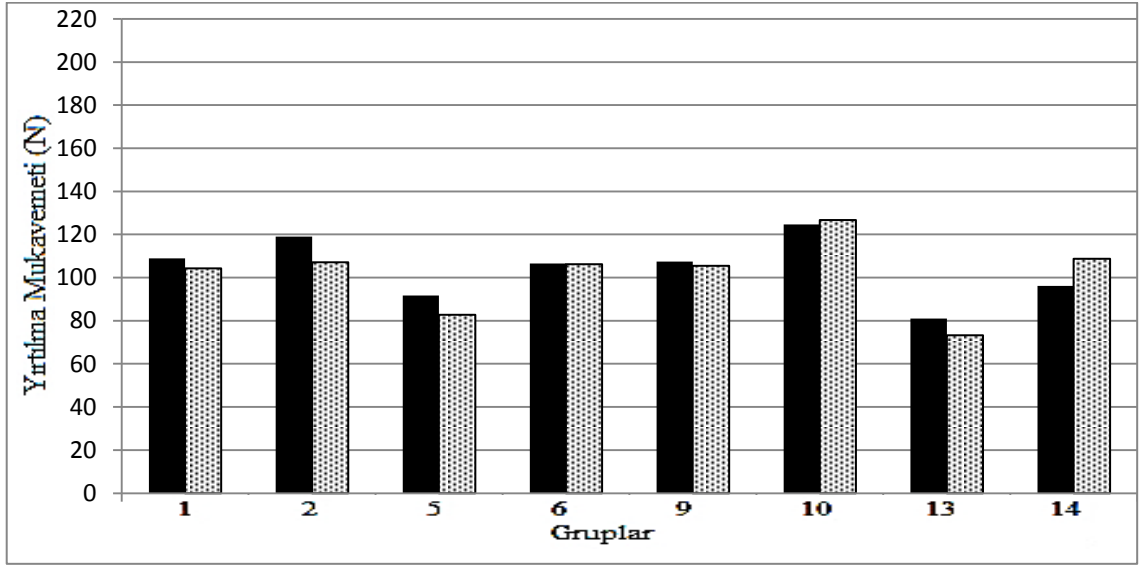
Şekil 4.35. 20 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti testi sonuçları



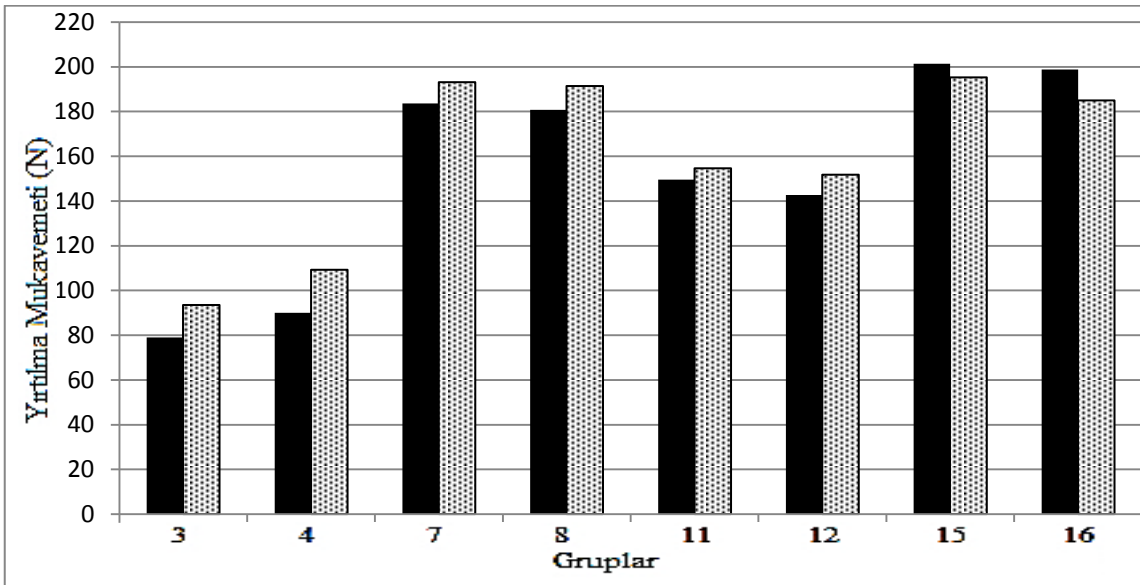
Şekil 4.36. 40 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti testi sonuçları

Kumaşların üretilmesi sırasında kullanılan ipliklerin sıklıklarının kumaşların yırtılma mukavemetlerine etkileri için Şekil 4.35 ve Şekil 4.36 incelendiğinde, iplik sıklıkları arttıkça kumaşların yırtılma mukavemeti değerleri de artış göstermektedir. 20 tel/cm

sıklıkla dokunmuş olan kumaşların çözgü yönündeki yırtılma mukavemetleri 125,32 N. iken, 40 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemetleri 132,34 N.' a yükselmektedir. Yine 20 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinin atkı yönündeki yırtılma mukavemetleri 125,25 N. iken, bu değer 4 katlı kumaş numunelerinde 135,74 N.' a yükselmektedir. Yırtılma mukavemeti değerleri, hem 20 tel/cm hem de 40 tel/cm sıklıkla dokunmuş olan kumaş numunelerinde çözgü ve atkı yönlerinde birbirlerine yakın sonuçlar vermektedir.

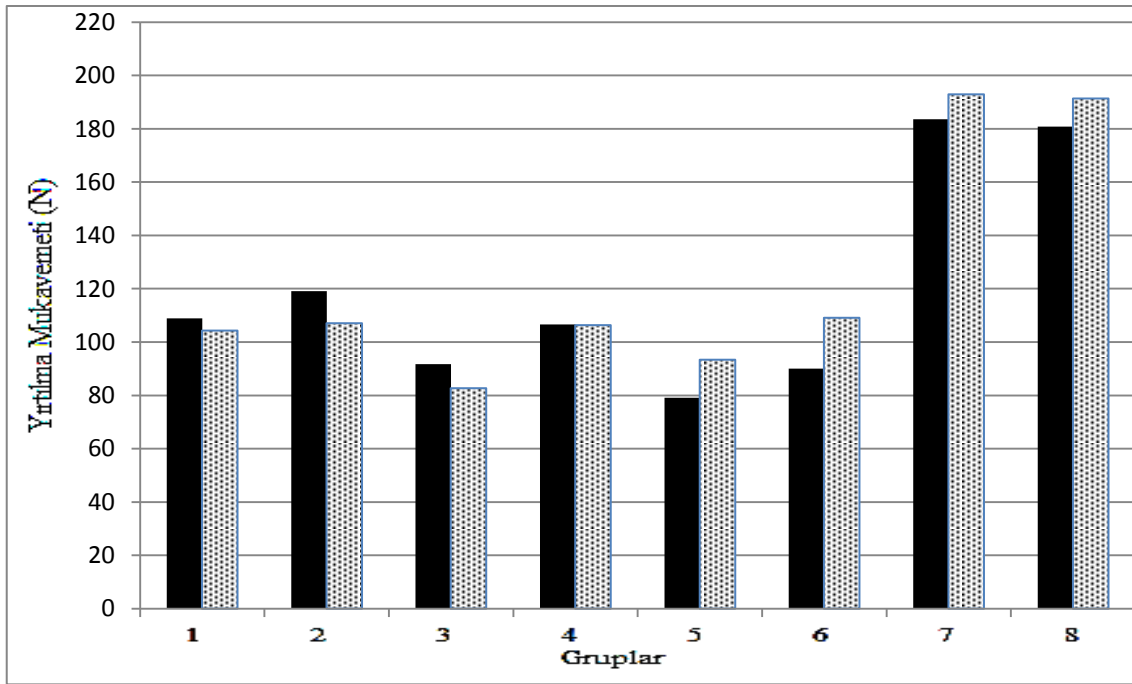


Şekil 4.37. %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti testi sonuçları

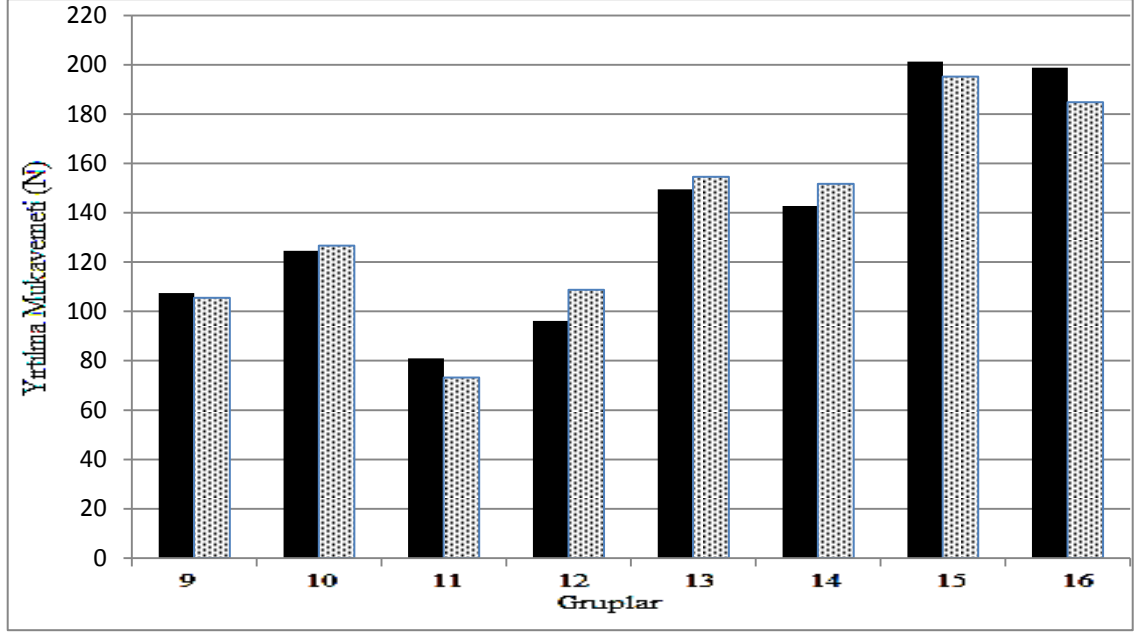


Şekil 4.38. %65-35 Aramid-ViscoseFR lif oranıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti testi sonuçları

Kumaşlarda kullanılan liflerin oranlarının, kumaşlardaki yırtılma mukavemetine olan etkileri incelendiği zaman, Şekil 4.37 ve Şekil 4.38' den hareketle, Aramid liflerinin oranının artması ile kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti değerleri de artmaktadır. %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranlarıyla dokunmuş olan kumaşların çözümlü yönündeki yırtılma mukavemeti 104,42 N. iken, %65-35 Aramid-ViscoseFR lif oranlarıyla dokunmuş olan kumaşlarda bu değer 153,24 N.' a yükselmektedir. %50-50 Aramid-ViscoseFR lif oranlarıyla dokunmuş olan kumaşların çözümlü yönündeki yırtılma mukavemeti 101,84 N. iken, %65-35 Aramid-ViscoseFR lif oranlarıyla dokunmuş olan kumaşlarda bu değer 159,15 N.' a yükselmektedir. Bu sonuçlar neticesinde, Aramid liflerinin ViscoseFR liflerine nazaran yırtılma mukavemeti değerleri daha yüksektir. Yırtılma mukavemeti değerleri, hem %50-50 Aramid-ViscoseFR hem de %63-35 Aramid-ViscoseFR lif oranlarıyla dokunmuş olan kumaş numunelerinde çözümlü ve atkı yönlerinde birbirlerine yakın sonuçlar vermektedir.



Şekil 4.39. 90/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti testi sonuçları



Şekil 4.40. 60/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti testi sonuçları

Kumaşlarda kullanılmış olan ipliklerin numaralarının, yırtılma mukavemetine olan etkileri için Şekil 4.39 ve Şekil 4.40' a bakıldığında, ipliklerin kalınlıkları arttıkça yırtılma mukavemeti de artış göstermektedir. 90/2 Nm iplik ile dokunmuş olan kumaş numunelerinin çözümlenmiş yönlerdeki yırtılma mukavemeti 119,98 N. iken, 60/2 Nm iplik ile dokunmuş olan kumaş numunelerinde bu değer 137,69 N.' a yükselmektedir. 90/2 Nm iplik ile dokunmuş olan kumaş numunelerinin atkı yönlerindeki yırtılma mukavemeti 123,44 N. iken, 60/2 Nm iplik ile dokunmuş olan kumaş numunelerinde bu değer 137,55 N.' a yükselmektedir. Yırtılma mukavemeti değerleri, hem 90/2 Nm iplik kullanılmış hem de 60/2 Nm ipliklerle dokunmuş olan kumaş numunelerinde çözümlenmiş ve atkı yönlerinde birbirlerine yakın sonuçlar vermektedir.

Alınan sonuçlar doğrultusunda, numune gruplarının farklı kumaş ve iplik özellikleri (lif oranı, kumaş kat sayısı, iplik numarası, iplik sıklığı) ve buna bağlı olarak alınan deney sonuçları Çizelge 4.5' de verilmektedir.

Çizelge 4.5. Numunelerin farklı kumaş ve iplik özelliklerinden alınan sonuçlar

Kumaş özellikleri	Sıkıştırılabilirlik (%)	Bükülme Direnci (gf.cm ² /cm)	Temasla Isı Transferi (sn)				Kopma Mukavemeti (N)		Yırtılma Mukavemeti (N)	
			100°C	175°C	250°C	350°C	Çözüğü	Atkı	Çözüğü	Atkı
%50-50 Aramid-ViscoseFR	35,44	0,37	26,46	12,38	8,87	6,28	823,95	741,69	104,42	101,84
%65-35 Aramid-ViscoseFR	32,05	0,38	33,81	15,14	10,57	7,32	775,51	687,25	153,24	159,15
2 katlı	38,88	0,23	27,98	12,19	8,99	6,66	623,75	550,42	115,17	119,05
4 katlı	28,61	0,51	32,29	15,33	10,45	6,94	975,71	878,52	142,49	141,94
90/2 Nm	33,82	0,30	30,32	13,70	9,70	6,85	796,52	571,63	119,98	123,44
60/2 Nm	33,67	0,45	29,94	13,82	9,73	6,75	802,94	857,31	137,69	137,55
20 tel/cm	33,98	0,37	30,36	13,81	9,83	6,89	796,42	707,61	125,32	125,25
40 tel/cm	33,52	0,38	29,91	13,71	9,60	6,71	803,04	721,33	132,34	135,74

4.2.Sonuçlar ve Öneriler

4.2.1.Çalışmanın sonuçları

Bu çalışmada farklı özelliklere sahip, çok katlı kumaş numunelerinin yapılan deneyler sonucunda gösterdikleri mekaniksel davranışları ve tuşe özellikleri değerlendirilmiştir.

Kumaşlarda kullanılan liflerden ViscoseFR liflerinin Aramid liflerine göre daha iyi sıkıştırılabildiği (daha yumuşak tuşeli) ve daha kolay bükülebildiği sonuçları bulunmuştur. Ayrıca Aramid liflerinin ısı ve alev iticilik özelliklerinin ViscoseFR liflerine nazaran daha iyi oldukları bulunmuştur. Daha tutumlu, yumuşak (yüksek tuşeli) kumaşların üretilmesi için ViscoseFR liflerinin oranının Aramid liflerine nazaran artırılması daha iyi sonuçlar verecektir. Bu liflerin mukavemet özellikleri incelendiğinde ise, ViscoseFR liflerinin kopma mukavemetlerinin Aramid liflerine göre daha yüksek ancak yırtılma mukavemetlerinin daha düşük oldukları bulunmuştur. Buradan hareketle üretilen kumaşların kullanım alanına ve amacına göre liflerin oranlarının kumaş içerisinde belirlenmesi önem taşımaktadır. Eğer boyuna uzamalara maruz kalacak kuvvetler iplik ve liflere uygulanacaksa ViscoseFR, ancak iplik ve liflerin üzerine dik açılarla uygulanacak kuvvetler var ise Aramid liflerinin seçilmesinin daha iyi olacağı sonuçlarına ulaşılmıştır.

Kumaşların kumaş kat sayılarının kumaşların kullanım performanslarına ve tuşesine olan etkileri incelendiği zaman, 2 katlı kumaşların sıkışabilme ve esneklik değerlerinin 4 katlı kumaşlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Temasla olan ısı transferi, kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemetlerinin 4 katlı kumaşlara nazaran daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan hareketle, tuşe özelliğinin çok arandığı ve öne çıktığı kumaşlarda 2 katlı kumaşların, ancak daha sağlam ve ısı-alev geciktirici özelliklerin ön plana çıktığı ve aranıldığı kumaşlarda ise 4 katlı kumaşların tercih edilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

İplik sıklıklarının kumaşların kullanım performansı ve tuşe özelliklerine etkileriyle ilgili olan neticelerde, daha az sıklıkta dokunmuş olan (20 tel/cm) kumaş numunelerinin tuşe (tutum) ve ısı-alev iticilik özelliklerinin dikkat çektiği ve daha iyi değerlere sahip olduğu görülmüştür. Kopma ve yırtılma mukavemetleri sonuçlarının ise, daha sık yapılı olarak dokunan (40 tel/cm) kumaşlarda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlarla birlikte, daha yumuşak tuşeli ve ısıya dayanıklı kumaş üretim aşamalarında 20 tel/cm sıklıkla kumaşların üretilmesinde avantaj olduğu tespit edilmiştir. Ancak mukavemet

değerlerinin yüksek olması istendiği zaman daha sık yapıda dokunmuş olan kumaşları üretmek gerekmektedir.

Kumaşları oluşturan ipliklerin kalınlık farklarının kumaşların kullanım performanslarına ve tuşe özelliklerine etkileri incelendiği zaman, daha ince kalınlıktaki ipliklerden meydana gelmiş (90/2 Nm) kumaş numunelerinin tuşelerinin, daha yumuşak olduğu tespit edilmiş olup, kopma ve yırtılma mukavemetleri değerlerinin ise daha düşük oldukları bulunmuştur. İplik kalınlıkları birbirlerine yakın olan kumaş numunelerinin ise temasla ısı transferi sonuçlarının birbirlerine yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.

4.2.2. Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler

Elde edilmiş olan bu sonuçlar, gelişen teknolojiler ile üretilen kumaş numuneleri ile kıyaslanabilir.

Ayrıca bu testte yürütülen testlerde kullanılan numunelerin belirli özellikleri, değiştirilerek benzer testler uygulanabilir ve bu sonuçlarla kıyaslanabilir. Örneğin; kumaşlarda kullanılan iplik kalınlıklarının daha farklı olması sağlanabilir (20/2 Nm ve 120/2 Nm gibi). Ayrıca kullanılan liflerin oranları değiştirilebilir hatta %100 ViscoseFR ve %100 Aramid liflerinden meydana gelen numunelerin testlere tabii tutulması sağlanabilir. Bu tez esnasında kullanılan kumaşlar gibi ham kumaş numuneleri yerine belirli bitim işlemleri görmüş kumaş numunelerinin elde edilmesi sağlanabilir ve böylece oluşabilecek farklılıklar gözlemlenebilir. Yapay yangın ortamları yaratılıp, yürütülen test sıcaklıklarıyla alınan sonuçlar birlikte değerlendirilebilir. Tuşe sonuçlarının objektif sonuçlarının yanında, aynı numuneler için sübjektif değerlendirmelerde de bulunularak, alınan sonuçların birbirlerine olan yakınlıkları birlikte değerlendirilebilir. Ayrıca çok katlı bu kumaşlar, belirli kompozit malzemelerle birleştirilerek, günlük kullanım koşullarındaki konforu ve performansı değerlendirilebilir.

Bu ve buna benzer değişikliklerle daha tutumlu, daha mukavemetli ve ısı-alev iticilik özelliklerinin geliştirilmesi sağlanabilen kumaşlar elde edilebilir.

Son olarak ülkemizde az bilinen ve kullanılan KES-F testlerinin, daha fazla oranlarda yapılarak ve yaygınlaştırılarak belirli tutum (tuşe) standartlarında üretim yapılabilecek kumaş üretiminin gerçekleşmesine yardımcı olunabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Teknik Tekstiller Dünya Pazarı, Türkiye'nin Üretim ve İhraç İmkanları, www.igeme.gov.tr (25.05.2005).
- [2] Tao, X., Smart Fibers, Fabrics and Clothing- Introduction and Overview, *The Textile Institute, Woodhead Publishing Limited*, New York Washington, DC, 316s. (2001).
- [3] Tarakçıoğlu I., Mecit D.,İlgaz S., Duran D., Başal G., Gülümser T., Teknik Tekstiller ve Kullanım Alanları (Bölüm 1), *Tekstil Ve Konfeksiyon*, sayı 2, s. 79-82 (2007).
- [4] McIntyre J., Daniels P.N., Textile Terms and Definitions, 10th edition, ed., Manchester, The Textile Institute (1995).
- [5] Kosiyanon, R., Technical Textiles: An Industry Overview, TTIS, 23 Eylül (2003).
- [6] <http://www.technica.net/tessilitecnici/rel20011107/Nemoz.pdf> (2007).
- [7] Duran K., Bahtiyari İ., Atav R., Koruyucu Dokusuz Teknik Tekstiller, *Tekstil ve Konfeksiyon*, Sayı 4, s. 174-177 (2003).
- [8] Emek, A., Teknik Tekstiller Dünya Pazarı, Türkiye'nin Üretim ve İhraç İmkanları, Araştırma ve Geliştirme Başkanlığı Sanayi Dairesi Uzmanlık Tezi, Ankara (2004).
- [9] Karakan G., Teknik Tekstillerin Koruyucu Yapılarda Kullanımı, *Teknolojik Araştırmalar: TTED*, (1) 65-70 (2009).
- [10] <http://www.bilesim.com.tr/tr/index.nsf?lf=/tr/leftbarfuarcilik.html&rf=> (2007).
- [11] Horrocks A.R., Anand S.C., Teknik Tekstiller El Kitabı, Türk Tekstil Vakfı (2003).
- [12] Kutlu, B., Isıya Dayanıklı ve Isıdan Koruyucu Giysilerin Termal Analizi ve Performans Özellikleri, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir (2002).
- [13] Kaya M., Öz D., Mineral Esaslı Alev Geciktirici ve Duman Bastına Katkı Maddeleri, 3.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu/14-15 Ekim, İzmir (1999).

- [14] http://www.aramid.com/index.php?option=com_content&task=view&id=52&Itemid=93 (2012).
- [15] <http://www.waxmanspecialityproducts.co.uk/So-FR-Viscose-Spinning.html> (2012).
- [16] Gök., T., Aramid Lifleri, *Tekstil & Teknik Dergisi*, Haziran, s. 28-32 (1995).
- [17] Tarakçıoğlu I., Çay A., Süpüren G., Kanat E., Gülümser T., Balistik Lifler (Bölüm 1), *Tekstil ve Konfeksiyon*, sayı 4, s. 232-236 (2007).
- [18] Güla, Ö., Yüksek Performanslı Lifler, Ç.Ü., Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bitirme Ödevi, Adana (2004).
- [19] Tarakçıoğlu I., Mecit D., Ilgaz S., Duran D., Başal G., Gülümser T., Teknik Tekstiller Ve Kullanım Alanları (Bölüm 1), *Tekstil Ve Konfeksiyon*, sayı 3, s. 154-160 (2007).
- [20] <http://csrbraids.com/index.php/nomex-fiber.html> (2012).
- [21] <http://csrbraids.com/index.php/kevlar-fiber.html> (2012).
- [22] Sivri, Ç., Membranla Lamine Edilmiş Nefes Alabilir Kumaşların Konfor Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, S.D.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta (2008).
- [23] Andersson, C.J., Relationships Between Physical Textile Properties and Human Comfort During Wear Trials of Chemical Biological Protective Garment Systems, Master of Science in Textiles and Clothing, University of Alberta, Spring ,pp. 24-30 (1999).
- [24] Atmaca, İ., Kaynaklı, Ö., Yiğit, A., Çeşitli Metabolik Aktivite Düzeyleri İçin Isıl Konfor ve Üretkenliğin Sürekli Rejim Enerji Dengesi Modeli İle Değerlendirilmesi, *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, Sayı: 25 (1), s. 1-16 (2005).
- [25] Kalebek N.A., Değişik Yöntemlerle Elde Edilmiş Dokunmamış Kumaşların (Nonwoven) Aşınma-Sürtünme Ve Yüzey Özelliklerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Ç.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, s. 3 (2010).

- [26] Brand, R. H., Measurement of Fabric Aesthetics-Analysis of Aesthetic Components, *Textile Research Journal.*, 34, s. 791-804 (1964).
- [27] Sular, V., Kumaş Tutumunun Ölçülebilir Kumaş Özelliklerinden Tahminlenmesi Üzerine Bir Araştırma, D.E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (2005).
- [28] Hes, L., The Effect of Moisture on Frictional Coefficient of Elastic Knitted Fabrics, *Tekstil ve Konfeksiyon*, Vol:18(3), pp:206-210 (2008).
- [29] Cusick, G., The Dependence of Fabric Drape on Bending and Shear Stiffness, *Journal of the Textile Institute*, 56, T596-T607 (1965).
- [30] Kawabata, S., Niwa, M., Fabric Performance in Clothing and Clothing Manufacture, *J. Textile Inst.* 80, s. 19-50 (1989).
- [31] Sudnik, Z. M., Objective Measurement of Fabric Drape: Practical Experience in the Laboratory, *Textile Institute and Industry*, s. 14-18, January (1972).
- [32] Pan N., Haig S., Ryu H.S., An Alternative Approach to the Objective Measurement of Fabrics, *Textile Research Journal* 63; 33 (1993).
- [33] Alley, V. L., McHatton, A. D., Nozzle Extraction Process and Handlemeter for Measuring Handle, United States patent 4,103,550, August 1 (1978).
- [34] Behery H. M., Effect of mechanical and physical properties on fabric hand, The Textile Institute (2005).
- [35] American Association of Chemists and Colorists, Sueo Kawabata to Receive The Millson Award, *Textile Chem. Color.* 24(9), 52, 72 (1992).
- [36] Chen Y., Zhao T., Turner B., A New Computerized Data Acquisition and Analysis System for KES-FB Instruments, *Textile Research Journal*, 71: 767 (2001).
- [37] Gurusurthy B.R., Prediction of Fabrics Compressive Properties Using Artificial Neural Networks, *AUTEX Research Journal*, Vol. 7, No 1, March (2007).
- [38] Manual for Pure Bending Tester KES-FB-2, Kyoto, Japan: KATO Tech Co. Ltd. (2006).

- [39] Oğulata, R.T., Kadem, F.D., Boyalı İpliklerden Üretilen Farklı Konstrüksiyonlardaki Pamuklu Kumaşlarda Kumaş Yırtılma Mukavemetinin Regrasyon Analizi, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2009/2, p.97-101 (2009).
- [40] Kim, J. O., Slaten, B. L., Objective Assessment of Fabric Handle in Fabric Treated with Flame Retardants, *Jou. Test. Eval.* 24, 223 -228 (1996).
- [41] Ramkumar, S.S., Wood, D.J., Fox, K., Harlock, S.C., Developing Polymeric Human Finger Sensor to Study the Frictional Properties of Textile, *Textile Research Journal*, 73(6): 469-473 (2003).
- [42] Yokura, H., Nagae, S., Niwa, M., Prediction of Fabric Bagging from Mechanical Properties, *Textile Research Journal*, 56, 748-754 (1986).
- [43] Pan, N., et al., A new approach to the objective evaluation of fabric handle from mechanical properties. Part II: Objective measure for total hanlde, *Textile Research Journal*, 58: p. 6 (1988).
- [44] Biglia, U., Roczniok, A. F., Fassina, C., Ly, N. G., The Prediction of Garment Appearance from Measured Fabric Properties, *Int. J. Clothing Sci. Technol.* 2, 48 (1990).
- [45] Kawabata, S., Niwa, M., Ito, K., and Nitta, M., Application of Objective Measurement to Clothing Manufacture , *Int. J. Clothing Sci. Technol.* 2, 18 (1990).
- [46] Postle, R., Fabric Objective Measurement Technology: Present Status and Future Potential, *Int. J. Clothing Sci. Technol.* 2, 7 (1990).
- [47] Yakartepe, M, Yakartepe, Z, *Tekstil Ansiklopedisi Elyaf-İplik-Dokuma-Örme-Testler*, Cilt 4, *Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi, İkinci Baskı, İstanbul* (1994).
- [48] İmer, Z, Atkı Sıklığının Bazı Kumaş Özelliklerine Etkisinin Pamuklu Kumaşlar Üzerinde İncelenmesi, *Tekstil ve Konfeksiyon*, Yıl: 9 (4) (1999).
- [49] Saville B. P., *Physical Testing of Textiles*, Woodhead Publishing Limited, p. 115-167 (2002).

- [50] Adanur S., Handbook of Weaving, Technomic Publishing Company Inc., p:564 (2001).
- [51] Cook J.G., Handbook of Textile Fibers, Volume 1: Natural Fibers, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, p:208 (2001).
- [52] Kumpikaitė E., Analysis of Dependencies of Woven Fabric's Breaking Force and Elongation at Break on its Structure Parameters, Fibers and Textiles in Eastern Europe, Vol.15 (1), pp:35-38 (2007).
- [53] Wong, A.S.W., Li Y., Clothing sensory comfort and brand preference, in IFFTI international conference, Hong Kong (2002).
- [54] Shustov, Y. S., The Breaking Strength of Woven Cotton Fabrics as a Function of the Structural Factors, Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, No:4-5, 18-20 (2002).
- [55] Yokura, H, Niwa, M., Objective Hand Measurement of Nonwoven Fabrics Used for the Top Sheets of Disposable Diapers, *Textile Research Journal*, 73(8): 705-712 (2003).
- [56] Kim, C. J., Piromthamsiri, K., Sensory and Physical Hand Properties of Inherently Flame-Retardant Sleepwear Fabrics, *Textile Research Journal*, 54, 61-68 (1984).
- [57] Primachenko, B,M, Prokhorova, I,A, Effect of Structural Parameters on the Breaking Strength of Woven Cotton Fabrics, Elsevier Science (2003).
- [58] Can, Y, İplik Özelliklerinin Pamuklu Bez ayağı Kumaşların Bazı Mekanik Özelliklerine Etkileri Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 160 s (2004).
- [59] Witkowska, B., Frydrych, I., A Comparative Analysis of Tear Strength Methods, Fibres and Textiles in Eastern Europe, April/June (2004).
- [60] Gider A., An Online Fabric Database to Link Fabric Drape and End-Use Properties, December, İstanbul (2004).

- [61] Ünal G., P., Taşkın C., % 100 Polyester Kumaşlarda Dokunun ve Sıklıkların Kopma Mukavemetine Etkisi, *Tekstil ve Konfeksiyon*, Yıl:17(1), s:36-39 (2007).
- [62] Oğulata, R.T., Kadem, F.D., Boyalı İpliklerden Üretilen Farklı Konstrüksiyonlardaki %100 Pamuklu Kumaşlarda Kumaş Kopma Mukavemeti Regrasyon Analizi ile Tahminlenmesi, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2008/3, p.185-190 (2008).
- [63] Liao, X., et al., A review on fabric smoothness-roughness sensation studies, in Textile bioengineering and informatics Symposium, Beijing: Binary Information Press, Textile Bioengineering and Informatics Society (2011).
- [64] Konopov I., The Assessment and Evaluation of the Comfort and Protection of Advanced Textiles, ISS Institute/RMIT University Fellowship, February (2011).
- [65] Manual for Compression Tester KES-FB-3, Kyoto, Japan: KATO Tech Co. Ltd. (2006).
- [66] Properties of DuPont Industrial Filament Yarns, E.I. DuPont de Nemours, Inc. (2012).
- [67] ÖTI-CHP-Tester Handbook, Ökologie-Technik-Innovation (2004).
- [68] EN ISO 13934-1, Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method (Manual Hand) (1999).
- [69] www.e-tex-lab.com (2011).
- [70] EN ISO 13934-1, Determination of the tear force trouser - shaped test specimens (single tear method) (1999).

EKLER

Ek 1. Kumaş gruplarının test sonuçları

Gruplar	Sıkıştırılabilirlik (%)	Bükülme Direnci (gf.cm ² /cm)	Temaslı Isı Transferi (sn)				Kopma Mukavemeti (N)		Yırtılma Mukavemeti (N)	
			100° C	175° C	250° C	350° C	Çözüğü	Atkı	Çözüğü	Atkı
Grup 1	36,54	0,19	25,95	11,53	8,83	6,52	648,21	448,33	108,88	104,34
Grup 2	38,70	0,19	25,45	11,12	8,46	6,23	656,10	452,89	119,04	107,13
Grup 3	31,87	0,40	29,50	13,93	9,61	6,54	987,65	729,20	91,74	82,76
Grup 4	26,67	0,40	29,20	14,16	9,57	6,44	1001,41	726,01	106,56	106,31
Grup 5	39,23	0,19	30,56	13,22	9,22	7,13	593,31	424,75	79,08	93,41
Grup 6	41,42	0,21	29,25	12,44	8,98	6,94	588,13	431,54	90,09	109,16
Grup 7	28,59	0,41	36,33	16,73	11,53	7,56	944,85	669,84	183,59	193,01
Grup 8	27,54	0,40	36,35	16,50	11,43	7,41	952,50	690,46	180,84	191,36
Grup 9	43,23	0,25	24,75	10,47	8,25	6,08	653,23	687,04	107,46	105,49
Grup 10	41,27	0,27	23,94	11,26	8,02	6,02	659,99	702,75	124,59	126,70
Grup 11	32,34	0,63	26,51	13,48	9,40	6,33	979,90	1078,21	80,99	73,24
Grup 12	32,93	0,62	26,36	13,11	8,82	6,07	1005,08	1109,06	96,10	108,76
Grup 13	35,51	0,27	32,05	13,52	10,19	7,23	601,46	625,16	149,51	154,54
Grup 14	35,12	0,30	31,87	13,97	9,92	7,08	589,58	630,88	142,74	151,68
Grup 15	24,51	0,63	37,21	17,63	11,63	7,72	962,74	998,34	201,34	195,19
Grup 16	24,48	0,63	36,86	17,1	11,63	7,50	971,55	1027,06	198,78	184,85

Ek 2. Kumaş numunelerinin kopma mukavemeti sonuçları

Numune		Maksimum Kuvvet (N)			Uzama Oranı (%)			Yırtılma Süresi (sn)		
		Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
1	Çözüğü	617,30	13,20	3,02	13,70	0,50	5,38	19,88	1,01	5,99
	Atkı	442,60	14,40	3,27	9,60	0,60	6,17	14,97	0,99	6,62
2	Çözüğü	593,60	3,50	0,59	9,50	0,50	5,32	15,95	0,81	5,05
	Atkı	432,10	13,90	3,22	8,70	0,10	1,44	14,33	1,02	7,09
3	Çözüğü	656,40	11,10	1,69	13,40	0,50	3,89	19,34	1,03	5,31
	Atkı	449,60	4,60	1,03	9,00	0,50	5,13	14,61	1,17	8,02
4	Çözüğü	580,20	9,10	1,57	9,30	0,50	5,02	14,83	0,18	1,22
	Atkı	427,80	2,80	0,66	8,80	0,10	1,64	14,09	0,37	2,63
5	Çözüğü	653,80	6,50	1,00	14,10	0,40	2,98	20,82	0,31	1,50
	Atkı	681,00	18,60	2,73	11,40	0,50	4,38	17,22	0,34	1,95
6	Çözüğü	617,40	12,00	1,94	10,70	0,30	2,73	17,24	0,47	2,74
	Atkı	634,60	7,10	1,11	10,20	0,20	2,05	15,49	0,48	3,10
7	Çözüğü	681,30	5,40	0,80	13,90	0,30	1,95	20,06	0,40	2,00
	Atkı	710,10	10,60	1,50	13,80	0,50	3,74	20,39	0,37	1,81
8	Çözüğü	582,00	10,50	1,80	10,40	0,10	1,36	15,99	0,37	2,32
	Atkı	631,10	8,60	1,36	10,20	0,10	1,44	16,11	0,90	5,56
9	Çözüğü	644,40	19,30	2,99	12,50	0,40	3,23	17,90	1,34	7,51
	Atkı	422,20	1,70	0,40	9,20	0,50	5,59	14,32	0,78	5,45
10	Çözüğü	563,20	14,00	2,49	8,80	0,50	6,20	15,47	0,21	1,37
	Atkı	395,80	1,20	0,31	8,40	0,30	3,74	13,77	0,63	4,60
11	Çözüğü	641,00	6,90	1,08	13,00	0,30	2,02	18,70	0,71	3,82
	Atkı	423,10	1,70	0,40	9,50	0,50	5,10	14,94	0,38	2,55
12	Çözüğü	559,80	9,70	1,73	8,60	0,20	2,28	15,28	0,34	2,20
	Atkı	416,60	9,20	2,22	8,20	0,40	4,38	13,08	0,31	2,35
13	Çözüğü	631,10	9,20	1,45	13,80	0,20	1,45	19,60	0,92	4,70
	Atkı	665,00	10,40	1,56	11,10	0,10	1,22	16,51	0,90	5,45
14	Çözüğü	581,60	21,50	3,70	9,60	0,60	6,86	15,49	0,69	4,43
	Atkı	601,00	2,90	0,48	9,40	0,30	3,67	15,51	0,58	3,73
15	Çözüğü	646,00	8,30	1,29	13,50	0,40	2,92	20,69	0,56	2,71
	Atkı	681,50	17,40	2,55	12,80	0,20	1,37	18,40	0,04	0,22
16	Çözüğü	566,20	9,10	1,61	9,40	0,10	1,33	15,79	0,24	1,50
	Atkı	602,10	7,20	1,20	9,70	0,40	4,49	15,27	1,19	7,76
17	Çözüğü	654,40	9,60	1,47	13,50	0,30	2,41	19,21	0,78	4,04
	Atkı	438,10	4,10	0,94	9,60	0,50	5,36	16,07	1,20	7,49
18	Çözüğü	634,90	13,60	2,14	11,30	0,40	3,82	16,43	0,46	2,78
	Atkı	436,30	6,00	1,38	9,40	0,20	2,47	15,05	0,17	1,11
19	Çözüğü	648,50	16,60	2,56	14,00	0,60	3,96	19,64	0,53	2,70
	Atkı	462,10	10,30	2,24	10,40	0,40	3,80	15,90	0,43	2,73
20	Çözüğü	598,00	8,80	1,46	10,50	0,40	3,47	16,05	0,22	1,37
	Atkı	427,30	4,40	1,02	9,50	0,50	5,38	15,27	0,58	3,76
21	Çözüğü	646,00	10,50	1,63	14,70	0,40	2,64	21,37	0,44	2,06

	Atk1	707,80	6,40	0,91	12,40	0,10	0,58	17,32	0,26	1,51
22	Çözgü	625,20	6,50	1,04	11,60	0,30	2,33	17,48	0,18	1,03
	Atk1	650,70	8,60	1,32	10,20	0,10	0,88	16,15	0,89	5,51
23	Çözgü	657,70	10,40	1,58	15,00	0,20	1,06	20,82	0,45	2,17
	Atk1	702,40	4,30	0,62	12,50	0,20	1,81	19,05	0,79	4,13
24	Çözgü	594,00	3,20	0,54	10,90	0,50	4,74	17,61	0,79	4,51
	Atk1	626,70	10,60	1,70	10,50	0,40	3,45	15,84	0,73	4,62
25	Çözgü	633,80	5,70	0,90	12,90	0,50	3,55	18,58	0,66	3,55
	Atk1	427,80	3,50	0,82	10,20	0,70	7,06	15,67	0,24	1,56
26	Çözgü	573,50	12,70	2,22	9,30	0,60	6,12	14,94	0,68	4,56
	Atk1	392,80	9,10	2,33	8,60	0,20	2,99	13,83	0,89	6,45
27	Çözgü	629,60	26,30	4,17	13,20	0,20	1,36	19,20	0,70	3,65
	Atk1	421,30	9,50	2,25	8,90	0,10	1,33	14,31	1,09	7,58
28	Çözgü	550,90	10,00	1,81	8,60	0,40	4,92	14,52	0,67	4,64
	Atk1	409,40	7,80	1,91	8,40	0,40	5,32	13,91	0,54	3,90
29	Çözgü	636,20	6,40	1,00	13,40	0,30	2,52	19,59	1,41	7,18
	Atk1	653,90	17,50	2,67	12,20	0,20	1,60	17,40	0,58	3,31
30	Çözgü	569,40	6,80	1,19	9,70	0,50	4,86	15,65	0,53	3,36
	Atk1	598,70	14,70	2,46	9,30	0,10	1,04	14,86	0,41	2,78
31	Çözgü	644,40	12,20	1,90	14,60	0,40	2,97	21,52	0,91	4,24
	Atk1	697,80	4,10	0,59	11,60	0,20	1,61	16,78	1,02	6,09
32	Çözgü	554,20	10,80	1,94	9,10	0,20	2,01	15,82	0,38	2,41
	Atk1	601,60	13,10	2,18	9,20	0,30	3,22	14,72	0,42	2,83
33	Çözgü	659,50	9,10	1,37	17,00	5,40	31,89	35,03	1,54	4,40
	Atk1	458,80	8,00	1,74	18,10	7,20	40,08	28,16	10,92	38,78
34	Çözgü	595,50	8,20	1,38	10,20	0,30	2,76	17,60	1,10	6,24
	Atk1	443,20	14,70	3,32	18,70	8,80	46,86	27,95	11,48	41,08
35	Çözgü	659,80	5,00	0,76	18,00	7,40	41,43	36,73	1,13	3,07
	Atk1	459,20	6,50	1,42	24,10	1,20	4,82	34,35	1,28	3,72
36	Çözgü	595,40	3,10	0,53	18,80	7,60	40,12	35,99	0,43	1,19
	Atk1	435,80	5,20	1,20	17,40	6,40	36,96	28,50	10,45	36,66
37	Çözgü	662,00	2,50	0,38	19,20	7,10	37,14	37,84	0,51	1,34
	Atk1	679,50	12,90	1,90	12,00	0,70	5,56	30,23	2,78	9,18
38	Çözgü	604,00	3,70	0,62	18,80	7,60	40,32	30,17	10,60	35,11
	Atk1	641,10	11,10	1,73	23,00	1,90	8,17	33,69	1,05	3,12
39	Çözgü	662,40	10,80	1,63	20,20	8,30	41,08	36,93	2,59	7,02
	Atk1	701,90	5,20	0,74	16,40	6,80	41,18	32,71	0,57	1,73
40	Çözgü	610,20	13,60	2,24	15,50	8,50	54,48	31,72	11,35	35,77
	Atk1	653,90	17,90	2,74	24,40	1,40	5,96	35,03	1,21	3,46
41	Çözgü	639,50	3,10	0,49	16,80	6,80	40,44	34,82	0,81	2,33
	Atk1	458,70	6,30	1,37	22,00	0,40	1,93	33,77	0,58	1,71
42	Çözgü	578,90	10,00	1,73	22,50	0,80	3,44	35,36	1,90	5,37
	Atk1	403,20	14,80	3,67	21,20	1,70	8,18	34,43	1,77	5,13
43	Çözgü	670,70	2,00	0,30	18,00	7,40	40,93	37,65	2,08	5,53
	Atk1	475,20	4,60	0,97	24,10	1,00	4,00	34,47	0,35	1,01
44	Çözgü	620,50	9,10	1,47	10,60	0,30	2,56	17,64	0,68	3,83
	Atk1	449,60	13,30	2,96	22,00	1,40	6,47	33,47	0,93	2,78
45	Çözgü	665,70	3,60	0,55	22,80	7,80	34,31	38,20	2,46	6,44

	Atk1	712,70	24,20	3,39	14,80	4,10	27,58	30,97	2,53	8,18
46	Çözüğü	604,00	8,00	1,33	24,80	0,70	2,91	35,15	1,82	5,17
	Atk1	612,20	8,00	1,31	18,20	7,50	41,16	28,13	10,57	37,57
47	Çözüğü	671,50	5,70	0,85	23,40	7,50	32,08	38,66	0,94	2,43
	Atk1	706,80	4,50	0,64	12,20	0,40	3,07	31,67	1,70	5,37
48	Çözüğü	593,80	20,70	3,49	18,30	6,80	36,87	29,32	11,33	38,63
	Atk1	640,10	5,90	0,92	18,20	7,60	41,78	28,28	10,10	35,72
49	Çözüğü	672,50	1,60	0,24	19,40	8,20	42,30	37,31	3,38	9,06
	Atk1	469,70	2,20	0,47	23,00	0,90	4,10	34,95	1,36	3,90
50	Çözüğü	620,00	1,10	0,18	11,10	0,60	5,89	18,69	0,50	2,65
	Atk1	459,90	21,10	4,59	23,20	0,60	2,57	33,37	1,33	4,00
51	Çözüğü	681,60	4,80	0,70	14,60	0,30	1,81	37,55	2,72	7,24
	Atk1	478,00	8,40	1,75	24,20	1,00	4,00	35,45	1,36	3,82
52	Çözüğü	626,50	15,30	2,44	15,80	8,10	51,37	30,35	10,17	33,50
	Atk1	454,00	14,70	3,25	17,80	7,20	40,43	27,48	9,83	35,76
53	Çözüğü	675,00	9,40	1,40	20,40	7,40	36,41	37,92	3,44	9,07
	Atk1	706,40	16,40	2,32	16,30	6,60	40,25	31,66	1,98	6,24
54	Çözüğü	618,10	4,90	0,79	15,60	8,60	54,77	30,51	9,78	32,06
	Atk1	641,60	13,30	2,07	22,90	0,10	0,48	33,90	0,76	2,24
55	Çözüğü	661,80	4,40	0,67	15,30	0,30	1,93	38,25	1,53	4,01
	Atk1	725,50	10,30	1,42	21,40	7,30	33,96	35,56	0,92	2,59
56	Çözüğü	623,90	7,30	1,17	16,40	8,50	51,91	37,13	1,20	3,22
	Atk1	675,30	19,70	2,92	24,80	2,80	11,25	35,83	2,01	5,61
57	Çözüğü	664,30	4,00	0,60	18,70	6,40	34,01	40,12	0,39	0,96
	Atk1	468,70	11,30	2,41	22,20	1,90	8,72	33,45	1,26	3,76
58	Çözüğü	586,90	13,00	2,22	14,40	8,50	59,18	21,90	11,36	51,88
	Atk1	434,70	6,10	1,40	23,10	0,70	3,02	33,81	0,77	2,28
59	Çözüğü	661,20	4,80	0,73	13,70	0,20	1,78	35,85	2,85	7,95
	Atk1	454,60	8,40	1,85	23,90	1,60	6,63	34,82	0,32	0,91
60	Çözüğü	573,70	9,82	2,01	23,60	7,40	54,86	35,40	9,87	45,44
	Atk1	431,80	10,40	2,41	13,30	7,80	58,65	21,97	10,75	48,90
61	Çözüğü	656,00	11,80	1,80	24,00	7,90	32,81	39,17	0,95	2,42
	Atk1	690,00	3,10	0,45	16,20	6,00	37,28	33,25	2,91	8,76
62	Çözüğü	592,00	7,80	1,32	24,30	0,90	3,58	36,30	0,17	0,48
	Atk1	621,40	10,60	1,70	14,60	8,30	57,21	21,77	10,56	48,49
63	Çözüğü	654,80	6,70	1,03	18,90	6,90	36,67	38,14	3,77	9,87
	Atk1	696,00	18,90	2,72	20,00	6,50	32,44	32,91	1,84	5,60
64	Çözüğü	592,30	4,20	0,72	20,50	7,80	37,97	30,91	10,29	33,27
	Atk1	616,20	10,10	1,63	13,90	7,60	54,98	21,97	9,46	43,07
65	Çözüğü	977,60	5,80	0,60	19,10	0,60	3,06	25,54	0,62	2,44
	Atk1	747,90	2,40	0,32	13,40	0,60	4,22	19,53	0,63	3,24
66	Çözüğü	921,50	18,10	1,96	13,90	0,30	2,02	20,49	0,65	3,16
	Atk1	685,30	7,70	1,13	11,50	0,40	3,31	17,02	0,55	3,22
67	Çözüğü	983,30	9,60	0,97	18,70	0,50	2,59	25,99	0,69	2,67
	Atk1	731,80	20,70	2,83	12,40	0,70	5,64	18,33	0,51	2,77
68	Çözüğü	938,00	5,40	0,57	14,20	0,40	3,04	20,35	0,64	3,16
	Atk1	672,80	15,80	2,34	11,40	0,30	2,66	17,13	0,50	2,94
69	Çözüğü	948,70	4,50	0,48	22,10	0,60	2,66	29,87	1,10	3,68

	Atk1	1081,30	17,10	1,58	15,20	0,60	4,31	21,45	0,54	2,52
70	Çözgü	974,00	22,10	2,27	16,00	0,20	0,94	22,53	0,33	1,46
	Atk1	988,40	10,90	1,10	13,20	0,20	1,34	18,69	0,42	2,26
71	Çözgü	990,10	3,00	0,31	22,60	0,10	0,49	29,65	0,39	1,32
	Atk1	1108,00	24,90	2,25	16,00	0,20	1,39	21,91	0,91	4,16
72	Çözgü	963,80	13,20	1,37	15,50	0,40	2,25	22,16	0,54	2,42
	Atk1	1026,50	5,60	0,54	13,70	0,30	2,15	18,80	0,54	2,87
73	Çözgü	965,30	12,40	1,28	18,10	0,10	0,61	24,46	0,18	0,75
	Atk1	708,80	5,70	0,81	11,90	0,40	3,58	17,90	0,45	2,54
74	Çözgü	905,20	21,90	2,42	12,80	0,30	2,52	19,18	0,41	2,15
	Atk1	644,40	5,10	0,79	10,60	0,30	3,07	15,89	0,44	2,79
75	Çözgü	985,20	8,00	0,81	18,70	0,60	3,46	25,87	1,05	4,06
	Atk1	719,20	8,40	1,17	12,10	0,40	3,79	18,71	0,28	1,52
76	Çözgü	910,40	14,70	1,61	12,30	0,40	3,60	18,18	0,62	3,41
	Atk1	667,80	14,30	2,14	10,90	0,40	3,30	16,93	1,16	6,82
77	Çözgü	960,90	21,90	2,28	20,40	1,00	4,65	27,64	0,87	3,13
	Atk1	1046,20	27,40	2,62	14,10	0,80	5,41	18,44	0,61	3,32
78	Çözgü	936,70	22,50	2,40	13,50	0,80	5,73	19,70	0,64	3,22
	Atk1	971,00	10,50	1,08	12,30	0,00	0,27	18,05	1,20	6,66
79	Çözgü	998,50	10,60	1,06	21,50	0,60	2,70	28,97	0,86	2,97
	Atk1	1095,40	18,20	1,66	15,30	0,40	2,61	21,07	0,72	3,41
80	Çözgü	934,70	11,40	1,22	12,90	0,40	3,36	19,40	0,90	4,65
	Atk1	966,20	24,70	2,56	12,60	0,30	2,70	18,37	0,67	3,63
81	Çözgü	987,20	5,50	0,56	19,50	0,10	0,66	25,96	0,48	1,85
	Atk1	725,70	7,50	1,03	13,00	0,20	1,22	19,25	0,42	2,19
82	Çözgü	1008,50	13,30	1,32	15,90	0,10	0,90	21,61	0,30	1,37
	Atk1	695,90	10,00	1,44	12,30	0,60	5,01	17,82	1,20	6,70
83	Çözgü	1007,20	7,20	0,72	20,30	0,60	3,10	28,04	0,64	2,30
	Atk1	722,10	3,80	0,53	13,10	0,20	1,61	19,07	0,49	2,57
84	Çözgü	977,20	1,40	0,14	15,40	0,20	1,54	21,31	1,03	4,84
	Atk1	703,00	0,70	0,10	12,00	0,40	3,41	17,88	1,10	6,13
85	Çözgü	987,40	8,40	0,85	22,50	0,40	2,04	30,56	0,42	1,36
	Atk1	1070,10	31,70	2,96	15,00	0,80	5,26	21,32	0,44	2,06
86	Çözgü	1013,40	20,00	1,98	16,00	0,30	1,91	22,13	1,12	5,04
	Atk1	1020,00	10,40	1,02	12,90	0,40	3,53	18,55	0,59	3,19
87	Çözgü	1002,20	12,80	1,28	21,90	0,60	2,85	29,56	1,57	5,30
	Atk1	1074,90	16,70	1,56	15,00	0,30	2,09	20,35	0,69	3,38
88	Çözgü	995,90	8,00	0,80	16,50	0,30	1,85	22,55	0,18	0,77
	Atk1	1058,20	14,50	1,37	13,40	0,20	1,46	19,08	0,54	2,82
89	Çözgü	976,70	13,20	1,36	18,10	0,30	1,83	24,81	0,95	3,84
	Atk1	718,20	4,10	0,57	11,80	0,50	4,06	17,15	0,49	2,87
90	Çözgü	949,20	11,50	1,21	12,60	0,20	1,19	19,02	1,09	5,72
	Atk1	664,40	15,90	2,39	10,90	0,40	3,98	16,87	0,90	5,33
91	Çözgü	1006,70	9,70	0,96	19,00	0,60	3,06	26,07	0,39	1,50
	Atk1	745,20	6,00	0,81	12,60	0,10	0,89	18,03	0,72	3,97
92	Çözgü	934,90	12,90	1,38	12,40	0,00	0,32	20,28	0,06	0,28
	Atk1	671,70	3,50	0,53	10,60	0,40	4,04	16,67	1,19	7,13
93	Çözgü	982,50	8,80	0,90	20,70	0,10	0,71	27,38	0,58	2,11

	Atk1	1063,00	24,50	2,30	14,50	0,70	4,70	19,61	0,27	1,39
94	Çözü	956,40	11,50	1,20	13,60	0,20	1,31	20,13	0,58	2,87
	Atk1	990,50	12,60	1,27	12,00	0,60	5,40	17,53	0,48	2,72
95	Çözü	999,10	14,10	1,41	21,50	0,30	1,39	30,19	0,37	1,23
	Atk1	1087,50	11,50	1,06	15,50	0,60	3,70	21,37	0,30	1,42
96	Çözü	938,20	8,00	0,86	13,00	0,60	4,48	19,41	0,46	2,37
	Atk1	973,80	25,60	2,63	12,20	0,50	3,90	18,24	0,71	3,88
97	Çözü	987,90	6,70	0,68	22,00	0,20	1,00	46,59	1,56	3,35
	Atk1	713,80	6,00	0,84	25,90	9,90	38,42	36,21	12,18	33,63
98	Çözü	938,80	12,50	1,33	25,90	9,60	37,06	37,60	13,36	35,53
	Atk1	680,20	13,50	1,98	24,60	10,10	40,95	35,04	14,04	40,06
99	Çözü	992,60	9,70	0,97	22,70	0,80	3,44	44,47	5,82	13,09
	Atk1	691,40	3,30	0,48	14,20	0,20	1,25	20,30	1,25	6,16
100	Çözü	947,20	4,60	0,49	21,50	10,00	46,81	30,37	13,65	44,94
	Atk1	690,10	14,20	2,06	25,20	10,10	39,99	35,37	13,08	36,98
101	Çözü	985,10	5,70	0,58	24,50	0,10	0,25	47,23	0,55	1,16
	Atk1	1080,30	26,20	2,42	18,00	0,60	3,39	35,52	0,65	1,83
102	Çözü	956,20	26,00	2,72	21,60	8,90	41,16	30,47	12,31	40,38
	Atk1	991,20	15,20	1,54	30,60	1,20	3,77	41,34	1,52	3,67
103	Çözü	990,40	11,50	1,16	30,70	9,20	30,04	48,09	2,93	6,08
	Atk1	1118,30	5,20	0,47	18,40	0,10	0,33	43,25	0,09	0,22
104	Çözü	995,10	16,30	1,64	17,10	0,50	2,71	24,56	0,40	1,65
	Atk1	1024,60	13,70	1,34	31,80	0,60	1,84	43,83	1,04	2,37
105	Çözü	987,50	11,90	1,21	21,40	0,20	1,20	42,61	5,57	13,07
	Atk1	718,60	17,80	2,47	25,50	10,10	39,50	41,95	1,65	3,93
106	Çözü	919,50	17,40	1,89	26,40	10,30	39,27	37,61	13,66	36,32
	Atk1	645,50	3,40	0,52	12,20	0,10	1,19	18,72	0,27	1,44
107	Çözü	988,30	1,40	0,14	27,10	9,10	33,52	48,11	2,56	5,32
	Atk1	702,90	23,70	3,37	18,40	8,40	45,80	26,93	10,54	39,15
108	Çözü	914,40	6,40	0,70	20,30	10,20	50,07	29,64	14,43	48,67
	Atk1	678,40	21,70	3,19	30,40	0,50	1,65	41,89	1,33	3,19
109	Çözü	986,10	10,40	1,05	24,10	0,90	3,70	45,39	3,50	7,70
	Atk1	1097,90	15,30	1,39	17,90	0,80	4,55	28,99	4,86	16,77
110	Çözü	915,50	17,50	1,92	26,70	8,90	33,33	38,54	12,23	31,72
	Atk1	960,10	27,40	2,85	30,40	1,70	5,63	41,74	1,23	2,94
111	Çözü	1010,10	4,00	0,39	24,00	1,30	5,48	48,75	0,48	0,99
	Atk1	1191,20	8,80	0,74	17,40	0,30	1,88	37,42	1,37	3,67
112	Çözü	974,30	5,70	0,59	20,60	11,00	53,24	28,16	14,20	50,44
	Atk1	1029,50	3,10	0,30	24,90	10,20	40,79	35,07	13,01	37,10
113	Çözü	1009,00	2,60	0,26	21,50	0,40	1,73	38,77	0,66	1,70
	Atk1	745,60	6,10	0,81	24,00	9,30	38,70	33,31	12,56	37,70
114	Çözü	988,80	41,70	4,22	20,90	9,80	47,07	29,59	14,39	48,64
	Atk1	672,50	14,20	2,11	23,70	9,00	37,83	33,48	12,52	37,38
115	Çözü	1022,70	3,50	0,34	21,80	0,40	1,89	44,49	5,21	11,72
	Atk1	748,60	6,00	0,80	19,10	9,90	51,65	26,17	11,84	45,26
116	Çözü	1041,00	12,30	1,18	17,20	0,10	0,68	23,97	0,93	3,90
	Atk1	753,10	9,80	1,30	18,80	9,60	51,10	26,76	12,73	47,57
117	Çözü	994,20	19,70	1,98	23,60	1,60	6,60	38,97	3,10	7,95

	Atk1	1088,10	5,10	0,47	16,80	0,20	0,93	30,29	4,20	13,85
118	Çözüğü	1002,30	5,00	0,50	16,00	0,40	2,85	23,34	0,34	1,46
	Atk1	1051,60	8,00	0,76	20,50	10,60	51,77	28,31	12,13	42,85
119	Çözüğü	1035,80	7,20	0,69	25,20	0,40	1,39	45,79	7,61	16,61
	Atk1	1117,50	9,40	0,84	16,70	0,30	1,80	41,98	2,27	5,40
120	Çözüğü	997,80	22,80	2,29	23,10	10,40	45,15	32,62	11,91	36,52
	Atk1	1103,50	6,50	0,59	15,50	0,40	2,40	22,33	0,09	0,40
121	Çözüğü	1012,80	7,90	0,78	21,10	0,80	3,89	37,70	3,12	8,28
	Atk1	755,00	13,30	1,76	18,80	9,20	48,61	36,83	4,50	12,23
122	Çözüğü	927,30	14,50	1,56	18,60	8,90	47,79	28,22	13,34	47,26
	Atk1	670,50	2,80	0,41	27,70	0,90	3,20	40,76	1,46	3,57
123	Çözüğü	1025,30	3,30	0,33	21,50	0,90	4,29	47,53	2,22	4,67
	Atk1	746,90	7,00	0,94	25,20	9,60	38,02	34,01	12,79	37,60
124	Çözüğü	956,90	16,60	1,73	20,00	9,10	45,40	28,79	11,90	41,35
	Atk1	686,80	21,10	3,07	17,90	9,90	55,34	26,33	13,78	52,31
125	Çözüğü	991,50	14,50	1,47	23,90	0,40	1,61	36,42	0,42	1,15
	Atk1	1098,80	13,80	1,26	17,30	0,50	2,79	31,35	3,80	12,11
126	Çözüğü	947,40	21,60	2,28	19,60	9,90	50,47	27,95	13,29	47,56
	Atk1	1013,90	17,30	1,70	24,20	9,40	39,12	33,27	12,87	38,67
127	Çözüğü	1014,40	3,00	0,30	22,70	0,60	2,45	43,17	3,82	8,85
	Atk1	1079,70	32,80	3,04	16,20	0,10	0,50	38,67	3,93	10,15
128	Çözüğü	972,60	12,20	1,26	19,80	9,90	49,88	29,87	13,08	43,80
	Atk1	1034,20	6,50	0,63	12,70	0,20	1,34	19,23	0,49	2,56

Ek 3. Kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti sonuçları

**** Yırtılma meydana gelmeyen numuneler

Numune		Maksimum Kuvvet (N)			Ortalama Kuvvet (yük) (N)		
		Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
1	Çözü	95,10	2,30	2,46	67,08	3,45	5,14
	Atkı	92,60	2,30	2,52	68,71	1,71	2,49
2	Çözü	98,00	0,80	0,88	****	****	****
	Atkı	105,30	6,20	5,90	63,14	0,33	0,52
3	Çözü	104,30	27,10	26,00	76,50	14,24	18,61
	Atkı	93,50	4,10	4,43	69,13	5,67	8,21
4	Çözü	110,50	3,10	2,78	****	****	****
	Atkı	108,60	7,10	6,55	63,62	6,38	10,02
5	Çözü	99,50	6,70	6,74	70,86	1,57	2,21
	Atkı	89,40	4,20	4,69	65,44	3,10	4,73
6	Çözü	147,20	10,70	7,26	99,97	3,83	3,83
	Atkı	162,30	1,00	0,64	121,86	3,37	2,76
7	Çözü	130,90	4,40	3,32	97,51	2,01	2,06
	Atkı	129,70	3,70	2,89	100,72	0,52	0,52
8	Çözü	140,80	2,00	1,42	107,68	3,10	2,88
	Atkı	141,00	1,10	0,81	103,73	2,86	2,76
9	Çözü	97,70	2,20	2,26	71,02	2,12	2,99
	Atkı	95,20	4,30	4,50	68,19	4,65	6,82
10	Çözü	56,80	7,30	12,84	****	****	****
	Atkı	77,70	8,90	11,44	51,19	****	****
11	Çözü	120,00	4,50	3,79	90,89	2,56	2,82
	Atkı	95,70	4,60	4,84	72,48	3,65	5,04
12	Çözü	50,00	2,10	4,29	****	****	****
	Atkı	101,10	23,00	22,75	66,01	****	****
13	Çözü	94,10	8,80	9,40	68,76	1,04	1,51
	Atkı	93,50	5,10	5,50	65,17	2,13	3,26
14	Çözü	158,50	8,40	5,29	93,11	9,28	9,97
	Atkı	158,10	17,80	11,30	****	****	****
15	Çözü	132,60	2,32	2,01	101,93	2,01	2,44
	Atkı	127,00	2,40	1,92	99,64	2,32	2,33
16	Çözü	132,20	17,60	13,35	****	****	****
	Atkı	148,80	4,20	2,86	109,04	7,14	6,54
17	Çözü	97,90	1,80	1,89	68,88	2,54	3,69
	Atkı	98,10	1,80	1,81	73,56	1,01	1,37
18	Çözü	136,30	5,00	3,69	111,25	****	****
	Atkı	95,30	12,00	12,62	64,22	7,24	11,27
19	Çözü	119,30	6,60	5,52	80,43	2,15	2,67
	Atkı	92,20	6,00	6,50	70,51	3,93	5,57
20	Çözü	109,50	7,00	6,42	****	****	****
	Atkı	86,90	21,80	25,03	60,92	14,54	23,86
21	Çözü	99,20	1,60	1,63	68,38	4,66	6,81
	Atkı	96,90	4,20	4,31	65,69	3,24	4,94

22	Çözgü	128,30	13,70	10,67	92,48	13,52	14,62
	Atk1	155,20	2,00	1,28	119,01	1,49	1,25
23	Çözgü	105,90	3,20	3,08	77,87	2,27	2,92
	Atk1	127,00	1,90	1,49	94,39	0,69	0,72
24	Çözgü	144,80	9,40	6,47	113,02	0,63	0,56
	Atk1	120,80	2,90	2,42	96,14	3,21	3,34
25	Çözgü	98,10	6,60	6,71	71,67	2,81	3,92
	Atk1	94,00	2,20	2,30	69,91	1,79	2,56
26	Çözgü	60,20	2,30	3,84	****	****	****
	Atk1	80,80	3,90	4,88	47,92	****	****
27	Çözgü	118,90	6,60	5,51	92,53	0,39	0,42
	Atk1	91,20	9,70	10,61	70,52	6,13	8,70
28	Çözgü	58,90	6,40	10,87	****	****	****
	Atk1	113,80	2,30	2,02	63,97	****	****
29	Çözgü	90,70	3,80	4,20	63,92	3,95	6,18
	Atk1	90,70	2,50	2,79	60,86	2,41	3,96
30	Çözgü	162,20	7,40	4,55	****	****	****
	Atk1	132,90	7,30	5,49	****	****	****
31	Çözgü	119,40	5,40	4,57	90,73	1,77	1,95
	Atk1	128,80	1,60	1,26	98,61	4,89	4,96
32	Çözgü	127,20	5,90	4,64	****	****	****
	Atk1	137,10	8,90	6,52	98,69	1,00	1,02
33	Çözgü	116,50	3,30	2,86	87,54	1,90	2,17
	Atk1	107,80	4,10	3,83	83,98	0,74	0,89
34	Çözgü	82,80	9,10	11,00	****	****	****
	Atk1	95,40	9,20	9,70	****	****	****
35	Çözgü	123,40	1,30	1,02	94,68	2,56	2,70
	Atk1	114,00	4,80	4,25	86,97	2,33	2,68
36	Çözgü	105,80	6,30	5,99	****	****	****
	Atk1	125,30	9,10	7,28	67,83	****	****
37	Çözgü	118,20	8,60	7,31	89,12	4,08	4,57
	Atk1	115,80	3,00	2,63	87,74	2,56	2,91
38	Çözgü	162,60	19,80	12,16	144,96	****	****
	Atk1	174,80	10,40	5,98	****	****	****
39	Çözgü	128,90	5,60	4,31	92,62	3,21	3,46
	Atk1	126,80	6,23	1,22	89,54	****	****
40	Çözgü	164,70	19,70	11,95	122,66	****	****
	Atk1	186,40	3,00	1,61	126,21	6,75	5,34
41	Çözgü	120,70	3,70	3,04	90,94	1,08	1,19
	Atk1	110,30	7,10	6,40	83,13	1,38	1,65
42	Çözgü	41,50	2,30	5,46	33,20	5,60	16,88
	Atk1	73,50	14,40	19,60	****	****	****
43	Çözgü	122,50	1,80	1,49	95,00	0,22	0,23
	Atk1	125,70	5,20	4,10	90,60	1,34	1,48
44	Çözgü	118,60	4,70	3,95	96,30	6,59	6,85
	Atk1	103,70	6,80	5,22	****	****	****
45	Çözgü	122,00	3,40	2,76	88,74	1,58	1,78
	Atk1	120,60	10,50	8,68	90,26	1,82	2,02

46	Çözü	128,80	20,20	15,67	****	****	****
	Atkı	132,20	19,20	14,48	****	****	****
47	Çözü	128,90	3,10	2,44	94,13	3,29	3,49
	Atkı	130,20	5,40	4,12	91,15	1,13	1,23
48	Çözü	145,30	12,20	8,39	****	****	****
	Atkı	162,20	21,50	13,28	****	****	****
49	Çözü	121,10	2,10	1,76	89,40	2,19	2,45
	Atkı	108,40	0,90	0,85	80,73	3,82	4,73
50	Çözü	100,00	5,90	5,94	****	****	****
	Atkı	131,60	4,40	3,36	****	****	****
51	Çözü	121,90	2,80	2,32	93,29	1,01	1,08
	Atkı	121,80	6,40	5,28	89,92	0,71	0,79
52	Çözü	113,50	8,40	7,39	****	****	****
	Atkı	145,10	12,70	8,78	87,60	****	****
53	Çözü	118,30	6,50	5,47	86,45	4,14	4,79
	Atkı	116,60	5,80	4,99	87,19	3,39	3,88
54	Çözü	167,10	1,90	1,13	****	****	****
	Atkı	179,80	6,10	3,37	142,50	1,01	0,71
55	Çözü	120,80	1,10	0,88	89,04	1,86	2,09
	Atkı	120,10	7,90	6,57	86,64	6,23	7,20
56	Çözü	155,80	8,20	5,30	126,56	2,87	2,27
	Atkı	163,00	6,10	3,76	131,59	3,61	2,74
57	Çözü	123,90	1,40	1,15	89,56	1,39	1,56
	Atkı	128,30	2,82	9,91	91,56	****	****
58	Çözü	57,00	4,70	8,18	43,68	****	****
	Atkı	87,70	12,70	14,44	****	****	****
59	Çözü	122,00	6,20	5,12	91,24	2,95	3,23
	Atkı	122,90	2,60	2,08	90,21	2,20	2,43
60	Çözü	53,90	5,10	9,52	****	****	****
	Atkı	88,80	4,40	4,98	50,35	****	****
61	Çözü	117,70	2,40	2,00	85,51	2,27	2,65
	Atkı	120,40	4,70	3,88	88,53	1,01	1,14
62	Çözü	141,40	9,10	6,44	****	****	****
	Atkı	141,00	11,60	8,25	****	****	****
63	Çözü	129,30	2,40	1,82	92,58	1,50	1,62
	Atkı	124,00	8,30	6,68	88,85	0,48	0,54
64	Çözü	131,10	21,80	16,60	****	****	****
	Atkı	154,10	5,40	3,53	****	****	****
65	Çözü	90,30	3,90	4,30	62,24	2,23	3,58
	Atkı	87,10	6,80	7,79	54,90	3,85	7,00
66	Çözü	206,80	5,00	2,41	150,83	4,18	2,77
	Atkı	180,90	6,50	3,58	134,39	8,17	6,08
67	Çözü	151,50	9,50	6,30	98,86	11,14	11,27
	Atkı	126,00	5,20	4,14	88,47	4,84	5,47
68	Çözü	195,20	14,10	7,23	142,25	0,35	0,24
	Atkı	182,10	4,00	2,18	137,02	1,20	0,88
69	Çözü	71,40	9,10	12,78	45,26	1,56	3,44
	Atkı	62,60	5,00	8,00	45,38	1,26	2,78

70	Çözü	194,30	13,00	6,70	149,13	5,57	3,74
	Atkı	192,80	9,80	5,08	139,98	1,96	1,40
71	Çözü	108,20	16,60	15,39	69,13	7,25	10,49
	Atkı	94,60	3,80	3,98	57,51	4,14	7,19
72	Çözü	211,60	5,20	2,45	155,37	7,49	4,82
	Atkı	197,00	11,60	5,87	144,09	5,68	3,94
73	Çözü	86,60	3,50	4,00	56,11	2,86	5,10
	Atkı	73,00	4,10	5,63	44,72	3,86	8,64
74	Çözü	162,70	14,30	8,77	****	****	****
	Atkı	195,50	21,40	10,93	132,16	11,99	9,07
75	Çözü	123,70	9,80	7,93	81,58	6,29	7,71
	Atkı	125,70	13,80	10,95	80,43	8,59	10,68
76	Çözü	155,90	24,30	15,60	****	****	****
	Atkı	197,80	17,70	8,94	123,69	16,17	13,08
77	Çözü	80,00	9,40	11,82	46,73	0,87	1,86
	Atkı	60,60	2,30	3,79	43,88	2,11	4,81
78	Çözü	210,30	10,90	5,16	161,83	6,16	3,80
	Atkı	200,20	12,20	6,12	154,06	5,12	3,32
79	Çözü	127,50	8,00	6,29	76,72	4,84	6,31
	Atkı	105,50	3,90	3,73	62,01	3,93	6,34
80	Çözü	207,10	18,40	8,90	160,39	11,26	7,02
	Atkı	218,20	9,50	4,34	165,14	7,65	4,63
81	Çözü	93,80	8,00	8,57	58,80	5,97	10,15
	Atkı	91,90	9,00	9,78	54,87	6,17	11,25
82	Çözü	163,50	3,20	1,94	125,22	1,41	1,12
	Atkı	157,90	8,80	5,60	118,35	3,11	2,63
83	Çözü	106,40	3,30	3,11	65,26	2,70	4,14
	Atkı	144,50	3,10	2,17	110,96	4,00	3,60
84	Çözü	182,10	9,40	5,19	128,74	1,49	1,16
	Atkı	160,80	4,40	2,71	117,57	4,83	4,11
85	Çözü	95,20	9,80	10,29	59,57	2,78	4,67
	Atkı	70,50	7,30	10,40	47,98	1,89	3,93
86	Çözü	198,30	0,40	0,18	156,52	1,65	1,06
	Atkı	187,90	19,50	10,40	141,81	5,12	3,61
87	Çözü	85,10	7,20	8,46	48,37	5,05	10,43
	Atkı	126,00	9,50	7,51	72,69	2,13	2,93
88	Çözü	178,30	6,70	3,78	133,10	4,25	3,19
	Atkı	180,00	4,10	2,29	133,75	3,70	2,77
89	Çözü	88,40	5,70	6,45	55,10	2,47	4,49
	Atkı	69,40	6,60	9,58	42,58	1,84	4,31
90	Çözü	201,10	16,70	8,31	143,13	5,89	4,11
	Atkı	184,20	6,80	3,69	133,34	10,78	8,08
91	Çözü	120,00	12,00	10,00	71,88	8,45	11,75
	Atkı	127,50	13,50	10,58	89,02	7,53	8,45
92	Çözü	187,00	2,70	1,42	****	****	****
	Atkı	180,10	1,80	1,02	139,34	1,90	1,37
93	Çözü	76,60	5,70	7,43	48,08	3,35	6,96
	Atkı	57,60	7,80	13,50	40,39	2,09	5,16

94	Çözü	209,60	14,10	6,71	157,60	5,88	3,73
	Atkı	183,30	3,90	2,12	139,52	5,76	4,12
95	Çözü	119,90	15,20	12,69	69,94	8,08	11,55
	Atkı	111,60	13,10	11,77	61,74	4,54	7,35
96	Çözü	225,10	11,90	5,27	177,41	2,85	1,61
	Atkı	212,10	9,00	4,24	161,41	7,95	4,92
97	Çözü	99,40	3,20	3,26	67,70	3,20	4,73
	Atkı	83,00	7,60	9,14	53,27	6,88	12,92
98	Çözü	184,10	22,70	12,36	138,86	3,49	2,51
	Atkı	193,10	3,40	1,78	145,18	7,63	5,25
99	Çözü	109,00	16,40	15,03	66,00	3,99	6,05
	Atkı	99,40	5,00	5,00	64,13	4,82	7,51
100	Çözü	223,70	5,70	2,54	162,43	4,93	3,03
	Atkı	182,50	6,70	3,66	143,32	0,92	0,64
101	Çözü	101,70	18,40	18,11	53,69	2,92	5,43
	Atkı	90,90	7,50	8,24	57,93	1,44	2,48
102	Çözü	202,40	1,00	0,52	159,03	2,06	1,30
	Atkı	210,20	8,20	3,88	155,92	6,10	3,91
103	Çözü	85,90	11,20	13,05	48,41	6,34	13,10
	Atkı	74,20	4,70	6,31	47,64	2,46	5,16
104	Çözü	168,30	4,30	2,54	126,80	11,94	9,41
	Atkı	181,70	6,30	3,49	131,46	1,93	1,47
105	Çözü	93,60	3,20	3,39	62,38	3,82	6,13
	Atkı	79,60	7,10	8,97	49,81	6,68	13,40
106	Çözü	180,80	23,30	12,88	****	****	****
	Atkı	229,60	10,40	4,55	149,32	3,04	2,03
107	Çözü	90,60	11,10	12,23	59,69	1,66	2,78
	Atkı	77,20	4,40	5,76	52,78	4,00	7,57
108	Çözü	170,50	5,90	3,45	****	****	****
	Atkı	216,60	12,40	5,74	160,55	9,23	5,75
109	Çözü	69,10	1,50	2,18	48,53	0,87	1,80
	Atkı	80,30	9,80	12,22	52,83	7,18	13,58
110	Çözü	206,70	7,00	3,40	161,26	2,87	1,78
	Atkı	212,80	15,10	7,11	160,24	8,01	5,00
111	Çözü	72,90	6,90	9,49	47,13	1,10	2,34
	Atkı	66,70	3,20	4,84	47,84	0,67	1,39
112	Çözü	202,00	11,70	5,80	152,80	5,70	3,73
	Atkı	204,10	16,00	7,87	157,37	11,99	7,62
113	Çözü	95,30	3,70	3,86	61,18	0,64	1,05
	Atkı	89,70	1,60	1,78	59,29	3,64	6,14
114	Çözü	174,50	7,70	4,43	135,14	9,22	6,82
	Atkı	173,30	17,70	10,23	135,18	14,31	10,58
115	Çözü	78,80	2,80	3,53	49,00	0,84	1,71
	Atkı	69,20	4,50	6,51	46,10	2,67	5,78
116	Çözü	176,60	10,40	5,89	132,85	4,72	3,55
	Atkı	182,20	4,20	2,29	136,98	1,22	0,89
117	Çözü	76,30	6,00	7,80	43,46	1,20	2,75
	Atkı	73,30	9,30	12,72	47,69	2,89	6,06

118	Çözgü	192,20	8,20	4,29	148,61	3,34	2,25
	Atkı	184,80	17,50	9,45	136,54	9,22	6,75
119	Çözgü	74,40	9,00	12,07	47,63	1,53	3,21
	Atkı	92,40	8,10	8,73	47,53	1,13	2,38
120	Çözgü	170,70	7,50	4,37	130,52	3,42	2,62
	Atkı	170,10	9,80	5,76	131,73	4,29	3,25
121	Çözgü	86,50	8,20	9,46	57,01	3,57	6,26
	Atkı	88,40	6,20	7,02	54,13	4,33	8,00
122	Çözgü	195,20	11,60	5,94	****	****	****
	Atkı	229,60	14,50	6,31	123,65	20,46	16,55
123	Çözgü	72,50	1,80	2,49	50,94	0,78	1,54
	Atkı	81,00	11,70	14,50	49,70	2,86	5,76
124	Çözgü	155,70	28,90	18,58	****	****	****
	Atkı	228,80	8,20	3,60	164,34	3,10	1,89
125	Çözgü	77,60	6,80	8,80	49,32	3,61	7,32
	Atkı	90,10	5,10	5,71	52,48	4,40	8,37
126	Çözgü	196,90	6,90	3,49	149,65	7,85	5,25
	Atkı	189,50	15,20	8,00	148,44	3,55	2,39
127	Çözgü	94,90	2,70	2,82	57,02	6,55	11,48
	Atkı	86,40	2,20	2,58	52,71	1,61	3,05
128	Çözgü	227,10	2,40	1,07	177,71	3,36	1,89
	Atkı	228,30	11,20	4,93	174,63	3,70	2,12

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Mehmet Burak ÖZEL
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 19.12.1984 Kahramanmaraş
Medeni hali : Bekar
Telefon : (536) 827 55 32
Faks : -
e-posta : mehmetburakozel@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	KSÜ/ Tekstil Mühendisliği Bölümü	2007
Lise	Manavgat Lisesi, Antalya	2001

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2007-2008	Kurteks Tekstil ve Enerji A.Ş., K.Maraş	Ring iplik işletmesi İşletme şefi
2009-2010	Isparta Mensucat, Isparta	Ring iplik işletmesi İşletme şefi

Yabancı Dil

İngilizce (iyi)
İspanyolca (başlangıç)

Hobiler

Tekstil, Teknoloji, Gezi, Müzik, Tarih.