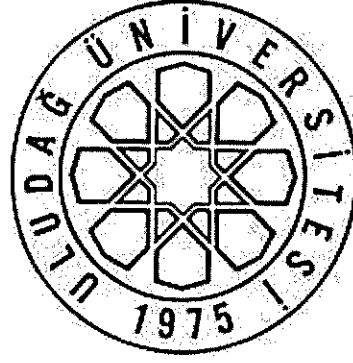


**ÇÖZGÜLÜ ÖRME RAŞEL KUMAŞLARIN  
PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**Mehmet TİRİTOĞLU**



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇÖZGÜLÜ ÖRME RAŞEL KUMAŞLARIN  
PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Mehmet TİRİTOĞLU

Doç.Dr. Yasemin KAVUŞTURAN

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2016

## TEZ ONAYI

Mehmet TİRİTOĞLU tarafından hazırlanan “Çözgümlü örme raşel kumaşların performans özelliklerinin incelenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Doç.Dr.Yasemin KAVUŞTURAN

**Başkan** : Doç.Dr.Yasemin KAVUŞTURAN  
Uludağ Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

**Üye** : Doç.Dr. Gülcan SÜLE  
Uludağ Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

**Üye** : Doç.Dr.Kenan YILDIRIM  
Bursa Teknik Üniversitesi  
Doğa Bilimleri Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi  
Lif ve Polimer Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım  
Prof.Dr. Ali Osman DEMİR

Enstitü Müdürü

27.06.2016

**U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
  - başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
  - atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
  - kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
  - ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı
- beyan ederim.**

22.10.2016  
İmza  
Mehmet TİRİTOĞLU

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ÇÖZGÜLÜ ÖRME RAŞEL KUMAŞLARIN PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

**Mehmet TİRİTOĞLU**

Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç.Dr. Yasemin KAVUŞTURAN

Bu çalışmada çözgüdü örme raşel kumaşların performans özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla numune olarak perdelik ya da giysilik olarak kullanılabilen raşel tipi çözgüdü örme kumaşlar seçilmiştir.

Literatürde, kumaş üretim parametrelerindeki değişimlerin ölçüm sonuçlarına etkisi üzerine birçok araştırma mevcuttur. Fakat bu çalışmaların daha çok dokuma veya düzyuvarlak örme kumaşlarla yapıldığı, çözgüdü örme kumaşların üretim parametrelerinin deney sonuçlarına etkisinin çok fazla araştırılmadığı gözlenmiştir. Bu nedenle deneylerde sıra sıklığı ve desen iplik numarası farklı olmak üzere kontrollü olarak üretilen raşel tipi çözgüdü örme tül kumaşlar numune olarak kullanılmıştır. Tül kumaşların perdelik olarak kullanımını modellemek için kumaşlara sert apre uygulanmıştır. Giysi olarak kullanımını modellemek için yumuşak apre uygulanmıştır.

Perdelik kumaşlarla ilgili olarak TS 11680:2013 “Perdelik kumaş” standardında yer alan performans göstergelerinden kumaşların patlama mukavemeti, yırtılma mukavemeti ve kopma mukavemeti değerlerinin farklı metotlarla ve cihazlarla ölçümü durumunda sonuçlara etkisi incelenmiştir. Kumaşların giysi olarak da kullanılabilen düşüncesiyle üretilen raşel tipi çözgüdü örme kumaşlara, boncuklanma ve elastikiyet (% uzama ve % kuvvet kaybı) testleri de uygulanmıştır. Kumaşların aşınma mukavemeti testleri, farklı aşındırıcı yüzey ve farklı metotlarda gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çözgüdü örme, raşel, perdelik kumaş, kopma mukavemeti, patlama mukavemeti, yırtılma mukavemeti, aşınma, boncuklanma, % uzama

2016, xiv + 141 sayfa

## **ABSTRACT**

MSc Thesis

### **INVESTIGATION OF PERFORMANCE PROPERTIES OF WARP KNITTED RASCHEL FABRICS**

**Mehmet TİRİTOĞLU**

Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Textile Engineering

**Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Yasemin KAVUŞTURAN**

In this study, performance properties of warp knitted raschel fabrics were investigated. For this purpose, warp knitted raschel fabrics for curtain or outwear were selected as a sample.

In the literature, there are many studies on measuring the effects of the changes in fabric production parameters. However, these studies mostly were performed for woven, flat or circular knitted fabrics. A few studies were performed with warp knitted raschel fabrics. In order to investigate the effects of production parameters, warp knitted fabric samples were knitted with two different course density values. Two different yarn count were used as pattern yarn. To investigate the properties of the warp knitted raschel fabric used for curtain and outwear, the fabric samples were treated with two different finishing processes.

In the study, bursting strength, tearing strength and tensile strength values of fabrics which are present in TS 11680:2013 "Curtain fabric" standart were measured with different methods and apparatus. Pilling, elongation tests (% elongation and % loss of strength) and abrasion tests were measured with different methods and apparatus for warp knitted raschel fabrics for outwear.

**Key words:** Warp knitting, curtain, raschel, tensile strength, bursting strength, tearing strength, pilling, abrasion, % elongation

**2016, xiv + 141 pages**

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin boyunca derslerde ve tez çalışmam sırasında yardımlarını esirgemeyen, tecrübe ve bilgi birikimiyle sabırla yol gösteren değerli danışman hocam **Doç. Dr. Yasemin KAVUŞTURAN**'a teşekkürü borç bilirim.

Deneysel çalışmalarımı gerçekleştirmemde katkıları bulunan Milli Savunma Bakanlığı Bursa Tekstil Laboratuvarında görevli eski çalışma arkadaşlarıma değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim. Ayrıca, katkılarından dolayı Füsun EKREN Hanım'a teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca bana destek olan Eşim'e teşekkür ederim.

Mehmet TİRİTOĞLU  
22.1.06/2016

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	5
2.1. Örme Kumaşların Patlama Mukavemeti.....	7
2.2. Örme Kumaşların Aşınma Dayanımı.....	16
2.3. Örme Kumaşların Boncuklanma Davranışı.....	21
2.4. Örme Kumaşların Yırtılma Mukavemeti.....	23
2.5. Örme Kumaşların Kopma Mukavemeti.....	30
2.6. Örme Kumaşların Kalıcı Uzama ve Elastikiyet Özellikleri.....	35
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	40
3.1. Materyal.....	40
3.2. Yöntem .....	41
3.2.1. Kumaşlara uygulanan relakse işlemi.....	42
3.2.2. Kumaşlardan ıslak numune hazırlanması işlemi.....	42
3.2.3. Kumaşların patlama mukavemetinin ölçümü.....	42
3.2.4. Kumaşların aşınma dayanımının ölçümü.....	44
3.2.5. Kumaşların boncuklanma davranışının ölçümü.....	47
3.2.6. Kumaşların yırtılma mukavemetinin ölçümü.....	47
3.2.7. Kumaşların kopma mukavemetinin ölçümü.....	49
3.2.8. Kumaşların kalıcı uzama ve elastikiyet özelliklerinin ölçümü.....	49
3.2.9. Aykırı değer yönetimi.....	50
3.2.10. Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi.....	51
4. BULGULAR .....	54
5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....	61
5.1. Kumaşların Patlama Mukavemetinin İncelenmesi.....	61
5.1.1. Hidrolik metotla ölçülen patlama mukavemeti değerlerinin incelenmesi.....	62
5.1.2. Pnömatik metotla ölçülen patlama mukavemeti değerlerinin incelenmesi.....	71



5.1.3. Mekanik metotla ölçülen patlama mukavemeti değerlerinin incelenmesi....	72
5.1.4. Farklı test cihazlarıyla ölçülen patlama mukavemeti sonuçlarının karşılaştırılması.....	74
5.2. Kumaşların Aşınma ve Boncuklanma Dayanımının İncelenmesi .....	77
5.2.1. Test edilecek kumaş numunesinin birbirine sürtünerek yapılan aşınma dayanımı ölçümü sonuçları .....	84
5.2.2. May sıklığı ve desen iplik numarasının kumaşların aşınma dayanımına etkisi .....	85
5.3. Kumaşların Yırtılma Mukavemetinin İncelenmesi.....	86
5.3.1. Balistik sarkaç (Elmendorf) metoduna göre yırtılma mukavemetine ilişkin bulgular.....	86
5.3.2. Tek yırtma metoduna göre kanat biçimli numunelerde ölçülen yırtılma mukavemeti değerlerinin incelenmesi.....	88
5.4. Kumaşların Kopma Mukavemetinin İncelenmesi.....	90
5.5. Kumaşların Kalıcı Uzama ve Elastikiyet Özelliklerinin İncelenmesi.....	102
5.5.1. Tekrarlı kuvvet altında kalıcı uzama ve elastikiyet testleri.....	102
5.5.2. Sabit kuvvet altında kalıcı uzama testleri.....	114
5.6. Sonuç.....	118
5.6.1. Patlama mukavemeti .....	118
5.6.2. Aşınma dayanımı .....	120
5.6.3. Yırtılma mukavemeti .....	122
5.6.4. Kopma mukavemeti .....	123
5.6.5. Kalıcı uzama ve streç testi .....	125
5.6.6. Perdelik kumaş olarak kullanım için performans değerlendirme sonuçları..	126
5.6.7. Giysilik kumaş olarak kullanım için performans değerlendirme sonuçları...	128
KAYNAKLAR .....	131
EKLER .....	137
EK 1 .....	137
EK 2 .....	138
EK 3 .....	139
EK 4 .....	140
ÖZGEÇMİŞ.....	141

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Elmendorf yırtılma cihazı.....	24
Şekil 2.2. Yırtılma deney numunesi ebatları .....	25
Şekil 2.3. Kanat biçiminde yırtılma deneyi numune ölçüleri .....	26
Şekil 2.4. Kuvvet – uzama diyagramı (Ani kopma) .....	31
Şekil 2.5. Kuvvet – uzama diyagramı (Parçalı kopma) .....	31
Şekil 2.6. Fryma kumaş ekstensometre cihazının teknik çizimi.....	36
Şekil 3.1. (a) Kumaş numunelerinin üretiminde uygulanan örgü raporu (b) kumaş fotoğrafı.....	40
Şekil 3.2. (a) SDL Atlas M229 Autoburst hidrolik patlama muk. test cihazı (b) SDL Atlas M229P Pnuburst pnömatik patlama muk. test cihazı.....	43
Şekil 3.3. 4301 model Instron mukavemeti test cihazına yerleştirilmiş bilyalı patlatma aparatı.....	44
Şekil 3.4. Numunelerin aşınma alanında rastgele ve desen ortalanarak yerleşimi.....	45
Şekil 3.5. SDL Atlas M008E Digital Elmendorf yırtılma mukavemeti test cihazı...	47
Şekil 3.6. Tek yırtma metodunda test edilen kanat şeklindeki deney parçası örneği.	48
Şekil 3.7. Tinius-Olsen H5KT0467 mukavemet cihazı.....	49
Şekil 3.8. Fryma kumaş ekstensometre cihazı.....	50
Şekil 5.1. Hidrolik test cihazında 7,3 cm <sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemeti sonuçları .....	63
Şekil 5.2. Hidrolik test cihazında 10 cm <sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemeti sonuçları.....	63
Şekil 5.3. Pnömatik test cihazında 7,3 cm <sup>2</sup> deney alanında yapılan patlama mukavemeti test sonuçları.....	71
Şekil 5.4. Mekanik (bilyalı) patlama mukavemeti test sonuçları.....	73
Şekil 5.5. Hidrolik, pnömatik ve bilyalı patlama mukavemeti sonuçlarına ilişkin grafik.....	75

Şekil 5.6. Numunelerin altına yerleştirilen kumaş değişiminin aşınma dayanımı üzerine etkisi.....	78
Şekil 5.7. Numunelerin 9 kPa yük altında aşınma dayanımı değerleri.....	79
Şekil 5.8. Numunelerin 12 kPa yük altında aşınma dayanımı değerleri.....	80
Şekil 5.9. Ters aşınma testi sırasında kumaşlarda volanlanma oluşumu.....	81
Şekil 5.10. Aşınmanın, tül kumaşın zemininde oluşmasına örnek fotoğraflar.....	81
Şekil 5.11. 3 numaralı kumaş numunelerinin test aparatına rastgele ya da ortalanarak yerleştirilmesi durumunda aşındıkları devir sayıları sonrası çekilen fotoğraflar.....	82
Şekil 5.12. Kumaş numunesinin test aparatına yerleştirilme şeklinin Martindale aşınma mukavemeti deneyi sonuçlarına etkileri.....	83
Şekil 5.13. 3 numaralı kumaş numunelerinin teknik ön ve arka yüzeylerinin aşındıkları devir sayıları sonrası çekilen fotoğraflar.....	84
Şekil 5.14. Test numunelerinin birbirine sürtünmesiyle yapılan aşınma dayanımı test sonuçları.....	85
Şekil 5.15. Elmendorf cihazında ölçülen çubuk yönlü yırtılma muk. değerleri.....	87
Şekil 5.16. Kanat biçimli numunelerde ölçülen sıra yönlü yırtılma muk. değerleri...	89
Şekil 5.17. Üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönü kopma muk. etkisi .....	94
Şekil 5.18. Üretim parametrelerinin kumaşların çubuk yönü kopma muk. etkisi .....	94
Şekil 5.19. Üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönü maksimum yük altında uzama oranına etkisi .....	98
Şekil 5.20. Üretim parametrelerinin kumaşların çubuk yönü maksimum yük altında uzama oranına etkisi .....	99
Şekil 5.21. Üretim parametrelerinin kumaşların tekrarlı kuvvet altında sıra yönlü % uzama değerlerine etkisi .....	103
Şekil 5.22. Üretim parametrelerinin kumaşların tekrarlı kuvvet altında çubuk yönlü % uzama değerlerine etkisi .....	103
Şekil 5.23. Üretim parametrelerinin kumaşların tekrarlı kuvvet altında sıra yönlü % kuvvet kaybı değerlerine etkisi .....	106

Şekil 5.24. Üretim parametrelerinin kumaşların tekrarlı kuvvet altında çubuk yönlü % kuvvet kaybı değerlerine etkisi .....	106
Şekil 5.25. Üretim parametrelerinin kumaşların sabit kuvvet altında çubuk yönlü % uzama oranı değerlerine değerlerine etkisi .....	114
Şekil 5.26. Üretim parametrelerinin kumaşların sabit kuvvet altında sıra yönlü % uzama oranı değerlerine değerlerine etkisi .....	115

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Ev tekstili ve tül-dantel kumaşlara ait dış ticaret rakamları.....	3
Çizelge 1.2. Ürün grupları bazında ev tekstili birim fiyatları.....	3
Çizelge 2.1. Yırtılma mukavemeti deneyleri arasındaki korelasyon değerleri.....	28
Çizelge 3.1. Deneylerde kullanılan raşel tipi çözümlü örme kumaş özellikleri .....	41
Çizelge 3.2. Aşınma dayanımı test düzenekleri .....	46
Çizelge 4.1. Kumaşların gramaj ve kalınlık değerleri .....	54
Çizelge 4.2. Kumaşların sıra sıklığı, çubuk sıklığı ve ilmek yoğunluğu değerleri...	54
Çizelge 4.3. Hidrolik ve pnömatik metotlarla ölçülen patlama muk. sonuçları.....	55
Çizelge 4.4. Mekanik (Bilyalı) metotla ölçülen patlama mukavemeti sonuçları.....	56
Çizelge 4.5. Aşınma dayanımı test sonuçları (Delinme oluşan devir sayısı).....	56
Çizelge 4.6. Boncuklanma (I.C.I. Pilling box) test sonuçları .....	57
Çizelge 4.7. Yırtılma mukavemeti test sonuçları .....	57
Çizelge 4.8. Kumaşların kopma mukavemeti ve % uzama değerleri.....	58
Çizelge 4.9. Elastikiyet testi sonucunda numunelerin % uzama ve % kuvvet kaybı değerleri .....	59
Çizelge 4.10. Fryma ekstensometre ile ölçülen % uzama değerleri .....	60
Çizelge 5.1. Kuru kumaşların üretim parametrelerinin hidrolik tipteki cihazla 7,3 cm <sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	64
Çizelge 5.2. Kuru kumaşların üretim parametrelerinin hidrolik tipteki cihazla 7,3 cm <sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemetine etkisi için yapılan SNK test sonuçları.....	64
Çizelge 5.3. Islak kumaşların üretim parametrelerinin hidrolik tipteki cihazla 7,3 cm <sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	65
Çizelge 5.4. Islak kumaşların üretim parametrelerinin hidrolik tipteki cihazla 7,3 cm <sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemetine etkisi için yapılan SNK test sonuçları.....	65

<b>Çizelge 5.5.</b> Kuru kumaşların üretim parametrelerinin hidrolik tipteki cihazla 10 cm <sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	66
<b>Çizelge 5.6.</b> Kuru kumaşların üretim parametrelerinin hidrolik tipteki cihazla 10 cm <sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemetine etkisi için yapılan SNK test sonuçları.....	66
<b>Çizelge 5.7.</b> Islak kumaşların üretim parametrelerinin hidrolik tipteki cihazla 10 cm <sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	67
<b>Çizelge 5.8.</b> Islak kumaşların üretim parametrelerinin hidrolik tipteki cihazla 10 cm <sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemetine etkisi için yapılan SNK test sonuçları.....	67
<b>Çizelge 5.9.</b> Hidrolik tipteki cihaz ile farklı koşullarda uygulanan patlama mukavemeti testlerine ait SNK analizi sonuçları.....	68
<b>Çizelge 5.10.</b> Numune özellikleri, deney alanı değişimi ve apre türünün hidrolik tipteki cihazla ölçülen patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	69
<b>Çizelge 5.11.</b> Numune özellikleri, deney alanı değişimi ve apre türünün hidrolik tipteki cihazla ölçülen patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları.....	69
<b>Çizelge 5.12.</b> Numunenin ıslak yada kuru oluşunun 7,3 cm <sup>2</sup> ve 10 cm <sup>2</sup> deney alanlarında hidrolik tipteki cihazla ölçülen patlama muk. etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları .....	70
<b>Çizelge 5.13.</b> Numunenin ıslak yada kuru oluşunun 10 cm <sup>2</sup> deney alanında hidrolik tipteki cihazla ölçülen patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları.....	70
<b>Çizelge 5.14.</b> Sıra sıklığı, desen iplik numarası ve uygulanan aprenin kumaşların pnömatik test cihazında 7,3 cm <sup>2</sup> deney alanında yapılan patlama muk. etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	72
<b>Çizelge 5.15.</b> Sıra sıklığı, desen iplik numarası ve uygulanan aprenin kumaşların pnömatik test cihazında 7,3 cm <sup>2</sup> deney alanında yapılan patlama muk. etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları.....	72
<b>Çizelge 5.16.</b> Üretim parametrelerinin kumaşların bilyalı patlama muk. test sonuçlarına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları..	74

<b>Çizelge 5.17.</b> Üretim parametrelerinin kumaşların bilyalı patlama muk. test sonuçlarına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları.....	74
<b>Çizelge 5.18.</b> Test metodu değişikliğinin ve numune değişiminin patlama muk. etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	75
<b>Çizelge 5.19.</b> Test metodu değişikliğinin ve numune değişiminin patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları....	76
<b>Çizelge 5.20.</b> Patlama muk. ölçüm metotları arasındaki korelasyon katsayıları .....	77
<b>Çizelge 5.21.</b> Balistik yırtılma mukavemeti ölçüm cihazında numunelerin üretim parametrelerinin yırtılma muk. etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	88
<b>Çizelge 5.22.</b> Kanat biçiminde yırtılma metodunda numunelerin üretim parametrelerinin sıra yönlü yırtılma muk. etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	89
<b>Çizelge 5.23.</b> Kanat biçiminde yırtılma metodunda numunelerin üretim parametrelerinin sıra yönlü yırtılma muk. etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları.....	90
<b>Çizelge 5.24.</b> Kuru numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü kopma muk. etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.	91
<b>Çizelge 5.25.</b> Kuru numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü kopma muk. etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları .....	91
<b>Çizelge 5.26.</b> Islak numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü kopma muk. etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.	92
<b>Çizelge 5.27.</b> Islak numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü kopma muk. etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları.....	92
<b>Çizelge 5.28.</b> Kuru numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların çubuk yönlü kopma muk. etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.	93
<b>Çizelge 5.29.</b> Islak numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların çubuk yönlü kopma muk. etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.	93
<b>Çizelge 5.30.</b> Kuru numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü uzama oranlarına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları .....	95
<b>Çizelge 5.31.</b> Kuru numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü uzama oranlarına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları..	95

<b>Çizelge 5.32.</b> Islak numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü uzama oranlarına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	95
<b>Çizelge 5.33.</b> Islak numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü uzama oranlarına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları..	96
<b>Çizelge 5.34.</b> Kuru numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların çubuk yönlü uzama oranlarına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	96
<b>Çizelge 5.35.</b> Kuru numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların çubuk yönlü uzama oranlarına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları..	97
<b>Çizelge 5.36.</b> Islak numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların çubuk yönlü uzama oranlarına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	97
<b>Çizelge 5.37.</b> Islak numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların çubuk yönlü uzama oranlarına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları..	97
<b>Çizelge 5.38.</b> Kopma mukavemeti SNK sonuçlarının özet olarak gösterilmesi.....	99
<b>Çizelge 5.39.</b> Kopma mukavemeti deneyinde uzama oranı SNK sonuçlarının özet olarak gösterilmesi.....	100
<b>Çizelge 5.40.</b> Ölçüm şartlarının (kuru – ıslak) kopma kuvveti değerine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi test sonuçları.....	101
<b>Çizelge 5.41.</b> Ölçüm şartlarının (kuru – ıslak) uzama oranına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi test sonuçları.....	101
<b>Çizelge 5.42.</b> Kopma ve patlama muk. değerleri arasında korelasyon ilişkisi.....	101
<b>Çizelge 5.43.</b> Üretim parametrelerinin kumaşların tekrarlı kuvvet altında sıra yönlü % uzama değerlerine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	104
<b>Çizelge 5.44.</b> Numunelerin üretim parametrelerinin sıra yönlü uzama oranına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları.....	104
<b>Çizelge 5.45.</b> Üretim parametrelerinin kumaşların tekrarlı kuvvet altında çubuk yönlü % uzama değerlerine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	105
<b>Çizelge 5.46.</b> Numunelerin üretim parametrelerinin çubuk yönlü uzama oranına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları.....	105



<b>Çizelge 5.47.</b> Numune üretim parametrelerinin sıra yönlü % kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	107
<b>Çizelge 5.48.</b> Üretim parametrelerinin sıra yönlü kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları.....	107
<b>Çizelge 5.49.</b> Numune üretim parametrelerinin çubuk yönlü % kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	108
<b>Çizelge 5.50.</b> Üretim parametrelerinin çubuk yönlü kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları.....	108
<b>Çizelge 5.51.</b> Üretim parametrelerinin elastikiyet testlerine etkilerinin özet olarak gösterildiği SNK test sonuçları.....	109
<b>Çizelge 5.52.</b> Deney yönü değişiminin, numune ve apre türünün uzama miktarına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi test sonuçları.....	110
<b>Çizelge 5.53.</b> Deney yönü değişiminin, numune ve apre türünün uzama miktarına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları.....	110
<b>Çizelge 5.54.</b> Deney yönü değişiminin, numune ve apre türünün kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi test sonuçları.....	111
<b>Çizelge 5.55.</b> Deney yönü değişiminin, numune ve apre türünün kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları.....	112
<b>Çizelge 5.56.</b> Ölçüm şartlarının (kuru – ıslak) elastikiyet testlerinde uzama oranına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi test sonuçları.....	112
<b>Çizelge 5.57.</b> Ölçüm şartlarının (kuru – ıslak) elastikiyet testlerinde uzama oranına etkisini incelemek için yapılan yapılan SNK test sonuçları.....	113
<b>Çizelge 5.58.</b> Ölçüm şartlarının (kuru – ıslak) elastikiyet testlerinde kuvvet oranına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi test sonuçları.....	113
<b>Çizelge 5.59.</b> Ölçüm şartlarının (kuru – ıslak) elastikiyet testlerinde kuvvet oranına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi test sonuçları.....	113
<b>Çizelge 5.60.</b> Üretim parametrelerinin kumaşların sabit kuvvet altında sıra yönlü % uzama değerlerine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	115
<b>Çizelge 5.61.</b> Üretim parametrelerinin sıra yönlü kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları.....	116

<b>Çizelge 5.62.</b> Üretim parametrelerinin kumaşların sabit kuvvet altında çubuk yönlü % uzama değerlerine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	116
<b>Çizelge 5.63.</b> Üretim parametrelerinin çubuk yönlü kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları.....	117
<b>Çizelge 5.64.</b> Deney yönü, numune ve apre türünün kumaşların sabit kuvvet altında uzama miktarına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları.....	117
<b>Çizelge 5.65.</b> Deney yönü, numune ve apre türünün kumaşların sabit kuvvet altında uzama miktarına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları.....	118
<b>Çizelge 5.66.</b> Patlama mukavemetine kumaş üretim parametrelerinin etkisi.....	119
<b>Çizelge 5.67.</b> Kumaş üretim parametrelerinin patlama mukavemetine etkileri...	119
<b>Çizelge 5.68.</b> Kopma mukavemetine kumaş üretim parametrelerinin etkisi.....	123
<b>Çizelge 5.69.</b> Yüksek kopma mukavemeti ve düşük uzama oranı elde edebilmek için kumaş üretim parametrelerinin belirlenmesi.....	124
<b>Çizelge 5.70.</b> Kalıcı uzama ve streç testlerine kumaş üretim parametrelerinin etkisi.....	125
<b>Çizelge 5.71.</b> Düşük kuvvet kaybı ve düşük uzama oranı elde edebilmek için kumaş üretim parametrelerinin belirlenmesi.....	126
<b>Çizelge 5.72.</b> Perdelik kullanıma uygunluk açısından kumaş özellikleri.....	127
<b>Çizelge 5.73.</b> Giysilik kullanıma uygunluk açısından kumaş özellikleri.....	129

## 1.GİRİŞ

Günümüz dünya tekstil ticaretinde örme kumaşlar, giyim ve ev tekstili yanında teknik tekstil alanında da büyük yer kaplamaktadır. Örme kumaşlar düz ve yuvarlak örme makinelerinde üretim yapılan atkılı örme ve çözgülü örme olmak üzere iki farklı teknolojiye üretilmektedir.

Düz ve yuvarlak örme makinelerinde üretilen kumaşlar genellikle oldukça esnek olduğundan giyim sektöründe önemli bir yere sahiplerdir. Fakat giyim haricinde kullanım alanları oldukça kısıtlıdır. Dokuma kumaşlar kadar stabil örme kumaşlara duyulan gereksinim, çözgülü örme tekniğinin geliştirilmesini sağlamıştır. Bu teknikle, istendiğinde dokuma kumaşlar kadar stabil veya atkılı örme kumaşlar kadar esnek ürünler elde edilebilmektedir. Zaman içinde görsel ve işlevsel ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilen teknik, günümüzde yüzlerce farklı alana hitap eden büyük bir sektör haline gelmiştir (Yavaş 2013).

Çözgülü örme makineleri trikot (çözgü otomat) ve raşel olarak iki ana grupta incelenmektedir. Çözgülü örmecilikte, iplikler makineye dikey olarak iletilmekte, makine enince sıralanmış olan yüzlerce iğnenin her biri, en az bir çözgü ipliği ile beslenmektedir (Raz 1987). İğnelerin topluca hareketi nedeniyle kumaş oluşumu en hızlı olan örme sistemidir. Çözgülü örme makineleri çok geniş enli kumaşların örülmesine olanak sağlamaktadır (Anonim 2011). Çözgülü örme teknolojisi geniş bir farklılık aralığında kumaş üretimine olanak sağladığından özellikle endüstriyel kumaşlarda giderek artan bir ilginin merkezi haline gelmiştir (Özkendirici 2012).

Çözgülü örme yöntemi ile elde edilen ürünlerden bazıları; iç giyim, üst giyim, spor giyim, ayakkabı, mayo, tül perde, dantel, döşemelik kumaş, havlu kumaş, halı, bandaj ve suni damar gibi tıbbi malzemeler, oto döşemeliği, filtre, çuval ve sera örtüsü gibi teknik kumaşlardır (Anonim 2011).

Ülkemiz için çözümlü örme tül perde üretimi önem taşımaktadır. 90'lı yıllarda, Türkiye'deki tül perdelik kumaş üretimi daha önceki yıllara göre olağanüstü seviyelere ulaşmıştır. Üretimin % 60-70'inin Rusya'ya ihraç edilmekte olduğu bu dönemdeki ani artış, Rus Rublesinin Ağustos 1998'de devalüe olarak değerinin düşmesi nedeniyle son bulmuştur. Ruble değerindeki düşüş, Türk ve Uluslar arası çözümlü örme üreticilerini zora sokmuş, pazarda durgunluk meydana gelmiştir. 2000-2002 yılları arasında talepte ufak artışa rağmen Türkiye'de, Karl Mayer firmasının RJPC 4 F-NN model jakarlı tül perdelik üretimine uygun çözümlü örme makinesi satışı durma noktasına gelmiştir. Sadece büyük şirketler jakarlı çözümlü örme pazarlarını koruyabilmişlerdir. Bu sebeple, çalışmalarını tül perdelik üretimi yerine üst giyim sektörüne kumaş üreterek sürdürmüşlerdir. Bu makinelerde üretilen kumaşlar; geniş jakar desenlendirme özelliği ve ince kumaş üretimleri sayesinde sektörün eğilimini belirlemişlerdir. Ekonomideki gelişmeler 2008-2009 yıllarındaki ekonomik kriz ile aniden mola vermiştir. Fakat önceki krizlerden farklı olarak Türk çözümlü örme şirketleri yatırım stratejilerini yeniden planlayarak jakarlı çözümlü örme makinelerine daha fazla ilgi duymalarına neden olmuştur. Makine satışındaki uzun süren durgunluğun ardından 2012 yılında ilk jakarlı raşel örme makine alım sözleşmesi imzalanmış ve yeni makine alımları gerçekleşmiştir. (Anonim 2013).

Türkiye İstatistik Kurumu tarafından açıklanan 2012-2015 yıllarında ülkemizdeki ev tekstili ve tül-dantel kumaşlara ait ithalat-ihracat verileri Çizelge 1.1.'de sunulmaktadır. Tül ve dantela ihracatı, toplam ev tekstili ihracatının ortalama % 3'ünü oluştururken, toplam ev tekstili ithalatının ise yaklaşık % 2'sini oluşturmaktadır. İthalat ve ihracat artışının 2015 yılında düşüşe uğramasına rağmen dış ticaret dengesi dikkate alındığında, ithalatın daha düşük miktarlarda yapıldığı gözlenmektedir.

**Çizelge 1.1.** Ev tekstili ve tül - dantel kumaşlara ait dış ticaret rakamları ([www.tetsiad.org](http://www.tetsiad.org))

	2012	2013	2014	2015
<b>İHRACAT (USD)</b>				
<i>Tüller ve Dantelalar</i>	88.082.796	93.905.229	98.431.288	87.084.696
<i>Ev Tekstili</i>	2.904.301.449	3.296.782.484	3.326.946.668	2.776.590.611
<b>İTHALAT (USD)</b>				
<i>Tüller ve Dantelalar</i>	8.277.470	9.949.272	12.019.214	8.381.177
<i>Ev Tekstili</i>	370.609.724	429.988.324	471.331.845	431.037.349

Her ne kadar dantel kumaşlar ev tekstili ticaretinde % 2-3 gibi düşük bir orana sahip olsalar da, birim değer açısından en yüksek fiyata sahip ürünlerin başında yer almaktadır. Çizelge 1.2.'de açıklandığı üzere, Türkiye ev tekstili ihracatı ve ithalatı birim değer bazında incelendiğinde; ihracatta en yüksek birim fiyatı 14,9 \$ ile “tüller ve dantelalar” grubuna aittir. Ortalama birim fiyatlar ise; ihracat için 10,3 \$, ithalat için ise 13,3\$’dır (Tetsiad 2014).

**Çizelge 1.2.** Ürün grupları bazında ev tekstili birim fiyatları ([www.tetsiad.org](http://www.tetsiad.org))

ÜRÜN GRUBU	İhracat (KG Başına Birim Fiyat) (\$)	İthalat (KG Başına Birim Fiyat) (\$)
Havlü ve Bornozlar	9,9	8,3
Yatak Çarşafı	9,8	9,5
Perdelik ve Döşemelik Kumaş	12,3	8,7
Diğer Ev Tekstili Ürünleri	11,9	12,4
Yatak Örtüleri ve Diğer Mefruşat Eşyası	13,1	12,3
Perdeler ve Yatak Farbelaları	9	8,3
Tüller ve Dantelalar	14,9	10,4
Battaniyeler	5,1	10,8
Yatak, Yorgan ve Uyku Tulumları	7,9	5,6
Masa Örtüleri	9,3	10,3
Elişi Duvar Halıları	10,6	49,7

Gittikçe artan kullanım oranlarına rağmen pek çok örme kumaş özelliğinin ölçümü hala dokuma kumaşlara uygulanan test metotlarına dayanarak yapılmaktadır. Bu kumaşların performansının ölçülmesine dair tanımlı standart ve testler yer almamaktadır. Bu sebeple bu çalışmada, örme kumaşlara uygulanan performans testlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bir ürün tipi üzerinde yoğunlaşmak için tül perde ya da giysi üretiminde

kullanımı yaygınlaşan dantel benzeri, raşel tipi çözümlü örme kumaşların fiziksel performansları çeşitli test metotları ile değerlendirilmiştir.

Bu amaçla, perdelik kumaşlarla ilgili olarak TS 11680:2013 “Perdelik kumaş” standardında ve bu standardın oluşturulmasında kaynak olarak kullanılan ASTM D3691/D3691M-09 standardında yer alan performans özelliklerinin belirlendiği deneylerden olan patlama mukavemeti, yırtılma mukavemeti ve kopma mukavemeti değerlerinin farklı metotlarla ölçümü durumunda sonuçlara etkisi incelenmiştir. Kumaşların giysi olarak da kullanılabileceği düşüncesiyle üretilen raşel tipi çözümlü örme kumaşlara, ürün standardında belirlenen testlere ek olarak, boncuklanma testi, dinamik ve statik elastikiyet testleri de uygulanmıştır. Kumaşların aşınma mukavemetinin incelenmesi için klasik aşınma testi ve numunenin alt plakaya yerleştirildiği aşınma testleri uygulanarak sonuçlar kıyaslanmıştır. Elde edilen verilerle çözümlü örme dantel tipi kumaş üreticilerine yardımcı olmak mümkün olacaktır. Bunun yanında çözümlü örme tül perde standartlarının geliştirilmesi için Türk Standartları Enstitüsü (TSE), International Organization for Standardization (ISO) vb. kurumlara önerilerde bulunulması da hedeflenmiştir.

Literatürde kumaş üretim parametrelerindeki değişimin kumaş özelliklerine etkileri üzerine birçok araştırma mevcut olmasına rağmen bu çalışmaların daha çok dokuma veya düz-yuvarlak örme kumaşlarla yapıldığı, çözümlü örme kumaşların üretim parametrelerinin kumaş özelliklerine etkilerinin ise çok fazla araştırılmadığı gözlenmiştir. Bu nedenle deneylerde numune olarak, sanayi stajı kapsamında işletme şartlarında raşel tipi çözümlü örme makinesinde iki farklı sıra sıklığında kontrollü olarak örülmüş tül perdelik kumaşlar kullanılmıştır (Bönceoğlu ve Meral 2013). Bu kumaşların desenli bölümlerinde yer alan iplik numarası 150 ya da 200 denye seçilerek iplik numarasının kumaş özelliklerine etkileri de incelenmiştir. Kumaşların kullanım şartlarındaki durumunu modelleyebilmek için tül perdelik kullanımı yansıtmak üzere sert apre, giysi olarak kullanımını modelleyebilmek için ise yumuşak apre uygulanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Standardizasyon; belirli bir faaliyetle ilgili olarak ekonomik fayda sağlamak üzere bütün ilgili tarafların yardım ve işbirliği ile belirli kurallar koyma ve bu kuralları uygulama işlemidir. Yeryüzünde kıt olan iktisadi kaynakların optimum değerlendirme çabalarının bir ürünü olan standardizasyon, insanlık için bir lüks değil, olmazsa olmaz bir mutlak gerekliliktir. İnsanoğlu yaratıldığı günden bu yana karışıklıktan kurtulma ve belirli bir düzen tesis etme gayreti içinde olmuştur. Bu düzenleme süreci çalışmalarının doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmış olan standart ve standardizasyon olgusu insanlık tarihi kadar eskidir. Enformasyon ve üretim teknolojilerindeki gelişme ile birlikte hızlı bir küreselleşme sürecinin yaşandığı günümüzde standartlar uluslar arası ticaretin ortak dili haline gelmiştir. Uluslar arası pazarda rekabet edebilmenin yolu standartlara uygun ve kaliteli mal ve hizmet üretiminden geçmektedir ([www.tse.org.tr](http://www.tse.org.tr)).

Standart; malzemelerin, ürünlerin ve süreçlerin amaçlarına sürekli uygun olmasını sağlamak için gerekli şartların, özelliklerin ve kuralların belirtildiği dokümanlardır. Standartlar; teknolojik, ekonomik ve toplumsal faydalar sağlamaktadır. Ürünlerin teknik özelliklerinin uygun olması, hizmet sektörünün daha verimli olması ve uluslar arası ticaretin önündeki engellerin yıkılmasını sağlamaktadır. Uluslar arası Standartlara uygunluk, ürünlerin güvenli, verimli ve çevreye uygun olduğu konusunda müşterilere güvence vermektedir ([www.iso.org](http://www.iso.org)).

Uluslar arası standart oluşturmak üzere, aralarında teknik komitelerin de bulunduğu tarafından bir taslak standart oluşturulmaktadır. Daha sonra taslak standart, ISO (International Organization for Standardization) üyeleri tarafından değerlendirilmekte, eğer üyeler tarafından bir uyum sağlanırsa taslak, bir ISO Standardı haline gelmektedir. Aksi takdirde taslak standart, teknik komiteye yeniden düzenlenmek üzere geri gönderilmektedir. Standart gelişiminde temel ilkeler şunlardır:

- Pazarın ihtiyaçlarına cevap vermelidir.
- Uzman görüşlerine dayandırılmalıdır.

- Tüm tarafların (sanayi – tüketici – sivil toplum kuruluşları – akademisyen – hükümet uzmanları) katılımıyla geliştirilmelidir.
- Tüm paydaşların fikir birliğiyle oluşturulmalıdır (www.iso.org).

Standartlar esasen ürün, sistem ve deney standardı olmak üzere üç ana sınıfa ayrılabilir. Uluslararası Standart Organizasyonu (ISO) verilerine göre Mart 2016 itibariyle, tekstil mamullerinde kullanılmak üzere düzenlenmiş 382 standart yer aldığı ve 49 adet standardın da çalışma programında olduğu belirtilmiştir. Tez çalışmasında çıkış noktası olarak perdelik kumaşlara ait ürün standardı referans alınmıştır. Perdelik kumaşların tarifini, sınıflandırması ve özelliklerini, numune alma yöntemlerini, muayene ve deneyleri ile piyasaya arz şeklini kapsayan TS 11680 “Perdelik kumaş” standardına göre perdelik kumaşlar imalat özelliklerine göre; tül, dokunmuş, örülmüş, dokusuz yüzey ve stor olmak üzere 5 sınıfa ayrılmaktadırlar.

Perdelik kumaş ürün standardında tül ve örülmüş perdelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılacak test metotları belirtilmiş, elde edilecek sonuçlar için kabul edilebilir değer aralıkları verilmiştir. Standartta tül ve örülmüş perdelerin değerlendirilmesi için ölçülmesi gereken kumaş özellikleri, patlama (hidrolik metot) mukavemeti, yıkamadan sonra boyut değişimi, haslıklar (ışık, sürtünme, kuru temizleme, ozona karşı renk haslığı) olarak belirtilmiştir.

Bu çalışmada dantel benzeri görünümde, raşel tipi çözgülü örme kumaşlara uygulanan performans testlerinin değerlendirilmesi amaçlandığından perdelik kumaş standardında yer alan patlama mukavemeti testi yanında, kopma mukavemeti, aşınma mukavemeti, boncuklanma davranışı, yırtılma mukavemeti, kalıcı uzama ve elastikiyet testleri de uygulanmıştır. İncelenen her kumaş mukavemeti ölçüm metodu ile ilgili literatür özetleri başlıklar halinde sunulmuştur. Literatür araştırmasında çözgülü örme kumaşlara dair çalışma az sayıda bulunduğundan örme ve bazen de dokuma kumaşlar için yapılmış deneysel çalışmalar da özetlenmiştir.



## 2.1. Örme Kumaşların Patlama Mukavemeti

Gerilim testleri genellikle atkı ve çözgü yönlerinde maksimum kuvvetin ölçülebildiği dokuma kumaşlara uygulanmaktadır. Fakat örme, dantel kumaşlar ve dokusuz yüzeylerde gerilimin maksimum olduğu yön kesin olarak ölçülemediğinden, mukavemet testlerine alternatif olarak çok yönlü kuvvetlerin etkisi aynı anda patlama mukavemeti testi ile ölçülebilmektedir (Hu J. 2008).

Patlama mukavemeti testleri, başta örme olmak üzere birçok kumaş tipine uygulanabilmektedir. Diyafram tipi ve mekanik patlama olmak üzere genel olarak 2 farklı metot ile mukavemet ölçümü yapılabilmektedir. Diyafram tipi ölçümlerde diyaframın bir akışkan maddeyle (hava ya da hidrolik yağ) şişirilerek kumaşın deforme olması sağlanmaktadır. Mekanik-bilyalı patlama metodunda ise çelik bir bilyanın kumaşı patlatarak deforme etmesi sağlanmaktadır.

Diyafram tipi patlama mukavemeti testlerinde, bir deney numunesinin dairesel bir kavrama halkası yardımıyla bir genleşme diyaframı üzerine tutturulması gerekmektedir. Diyafram ve kumaştaki yüzey gerilmesini oluşturmak için diyaframın alt kısmına artan akışkan basıncı uygulanmaktadır. Deney numunesi patlayıncaya kadar akışkanın hacmi birim zamanda sabit bir hızla artmaktadır. Cihazlar, patlama mukavemeti ve patlatma gerilmesini ölçmektedir. Diyafram tipi patlama mukavemet test cihazları kullanılan akışkan tipine bağlı olarak hidrolik ve pnömatik olmak üzere iki farklı metotta ölçüm yapmaktadır.

Diyafram tipi patlama mukavemeti testlerinde deney alanına ve kumaş özelliklerine bağlı olarak hacimdeki artış ayarlanarak  $20 \pm 5$  saniye içerisinde patlama gerçekleştirilmektedir. Patlama mukavemeti deneylerinde diyafram tarafından absorbe edilen basınç miktarı da hesaba katılmalıdır. Bunun için numune takılmadan diyafram gerdirilmekte ve diyafram numunelerin ortalama gerilmesi kadar germek için gerekli basınç kaydedilmektedir. Bu basınç “diyafram doğrulaması”dır. Toplam mukavemet değerinden, diyafram mukavemeti çıkartılarak kumaşın patlama mukavemeti bulunmaktadır (Özdil 2003).

Bilyeli patlama mukavemeti testi, standart bir çekme cihazına takılan bir aparat yardımı ile gerçekleştirilebilir. Testte  $25,4 \pm 0,005$  mm çaplı parlatılmış çelik bir bilye gerilmiş kumaş örneğine bastırılmakta ve kumaşın delinmesi için gereken kuvvet kaydedilmektedir. Kumaşın gerilmesi için kullanılan halka kısıkaç mekanizmasının iç çapı  $44,45 \pm 0,025$  mm'dir. Çene hızı ilgili standartlarda  $305 \pm 13$  mm/dk olarak önerilmektedir.

Sonuç sadece kuvvet birimleri ile ölçüldüğü için bu testin sonuçları diyafram tipi patlama testinin sonuçları ile direkt olarak karşılaştırılmamaktadır. Bilyalı patlama testinin avantajı uygun bir aparat kullanılarak standart bir üniversal çekme cihazı ile gerçekleştirilmesi ve ayrıca diyafram testinde olduğu gibi kumaş örneğinin uzaması için bir sınır bulunmamasıdır (Okur 2002). Bu yüzden elastik kumaşların ölçümüne daha uygundur.

Literatürde çözümlü örme kumaşların patlama dayanımıyla ilgili çalışmalar şöyledir:

Akgün (1999), üç farklı desende, farklı kalınlıkta iplik, farklı makine inceliğinde ve farklı sıra sıklığında olmak üzere 24 adet numune üzerinde çalışmıştır. Numune üretim parametre değişimlerinin patlama mukavemeti fiziksel özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Patlama mukavemeti deneyleri TS 393 standardına göre Mullen patlama mukavemeti cihazında yapılmıştır. Kumaş sıklığının ve makine inceliğinin patlama mukavemetini etkileyen en önemli faktörler olduğu, iplik numarası faktörünün patlama mukavemeti üzerinde etkisinin görülmediği belirtilmiştir.

Tercan (2003), ilmek yapılarının farklılığının franse, triko ve tuch örgüdeki çözümlü örme kumaşların kalınlık ve patlama mukavemetlerini incelemiştir. Bu amaçla, akrilik, pamuk ve polyester ipliklerle, açık ve kapalı ilmek yapısında kumaşlar üretilerek TS 393 standardına göre, James Heal marka hidrolik tipteki patlama mukavemeti test cihazı ile (diyafram metodu) her numuneden 5 örnek test edilmiştir. Deney sonuçlarına göre, en yüksek patlama mukavemeti değerleri akrilik numunelerde iken en düşük değerlerin ise pamuk numunelerde olduğu ifade edilmiştir. En yüksek patlama mukavemeti değerleri tuch örgülerde iken tüm örgü tipleri içinde açık ilmekli olanların kapalı ilmeklilere göre daha yüksek patlama mukavemeti verdiği belirtilmiştir.

Yılmaz (2013), yüksek lisans tez çalışmasında, uygulanan ön terbiye ve boyama işlem basamaklarının benzer özelliklerde üretilen dokuma ve çözümlü örme bornozluk havlu kumaşların gramaj, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, patlama mukavemeti, çekme, su emicilik gibi temel performans özellikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Patlama mukavemeti deneyleri TS EN ISO 13938-2 ” Patlama Mukavemetinin ve Patlama Gerilmesinin Tayini için Pnömatik Yöntem” standardına uygun olarak SDL Atlas M229P marka deney cihazında, 30,5 mm deney alanı çapında yapılmıştır. Yılmaz, deneyler sonucunda, yapılan her bir terbiye işleminin kumaş performans özellikleri üzerinde olumlu ya da olumsuz etkiye sahip olduğunu, ön terbiye ve boyama işlemlerinin dokuma bornozluk kumaşların patlama mukavemetinde bir miktar azalmaya, çözümlü örme kumaşlarda ise artışa neden olduğunu tespit etmiştir.

Çözümlü örme dışında kalan diğer örme kumaşların patlama mukavemeti ile ilgili literatürde mevcut olan deneysel çalışmalar kısaca özetlenmiştir.

Bayazıt (1995), % 100 Pamuk, Ne18 ve Ne20 OE Rotor ipliklerle, E18 incelikli tek iğne yataklı yuvarlak örme makinesinde, 3 farklı sıklıkta ördüğü RL-düz örgü ve tek askılı lakost örgüdeki kumaşların patlama mukavemetini incelemiştir. Ölçümler, ASTM D3786-87 standartlarında belirtilen Mullen Tester cihazı ile yapılmıştır. Her kumaş tipinden 7 ölçüm yapılarak ortalaması hesaplanmıştır. Bayazıt, deney sonuçlarını, ince iplikten örülen numuneler için bir genelleme yapmak mümkün değilse de, daha kalın iplikten örülen düz örgülerin patlama mukavemeti değerleri daha yüksektir şeklinde özetlemiştir. İlmek iplik uzunluğu değeri arttıkça, patlama mukavemetinde çok az da olsa azalma görüldüğü belirtilmektedir. Her iki örgü yapısı için de relaksasyon işlemlerinin kumaşın patlama mukavemetinde bir etkisi bulunmadığı belirtilmiştir.

Yıldırım (1995), pamuklu tek iğne yatağında çeşitli örgü yapılarında üretilmiş yuvarlak örme kumaşların fiziksel ve mekanik özelliklerini incelediği yüksek lisans tez çalışmasında, ham ve mamul numunelerin; kalınlıkları, hava geçirgenlikleri, su geçirgenlikleri, mukavemet değerleri, pillingleşme seviyesi ve eğilme rijitliklerini ölçmüştür. Patlama mukavemeti ölçümleri pnömatik sistemle çalışan bir patlama cihazında TS 7126 standardına göre gerçekleştirilmiştir. En yüksek patlama mukavemeti değerine ham RL-astarlı örgü, daha sonra mamul RL-astarlı örgü, ham RL-

süprem örgü, mamul RL-süprem örgü, mamul R1-pelüşlü örgü ve ham RL-pelüşlü örgünün sahip olduğu belirtilmiştir.

Ertuğrul ve Uçar (2000), pamuklu süprem kumaşların patlama mukavemeti değerlerini; kumaş gramajı, iplik kopma mukavemeti ve iplik kopma uzaması değişkenleriyle yapay sinir ağları ve bulanık mantık kullanarak tahmin etmeye çalışmıştır. Çalışmada kullanılan kumaşlar 1 hafta süreyle standart atmosfer koşullarında bekletilerek relakse edilmiş ve kondisyonlanmıştır. Patlama mukavemeti ölçümleri J.H.Heal Psi-Burst cihazında, 30 mm deney alanında yapılmıştır. Kumaş gramajı ( $g/m^2$ ), iplik mukavemeti (grf) ve iplik kopma uzaması (%) ölçümleri de yapılarak; iplik mukavemeti – uzama oranı ve kumaş ağırlığı gibi parametrelerin bilinmesi durumunda kumaşın patlama mukavemetinin tahmin edilmesi üzerine metodoloji geliştirilmiş ve çalışma sonucunda incelenen sistemlerin yeterli tahmin gücüne sahip olduğu belirlenmiştir.

Kavuşturan (2002), % 100 akrilik ipliklerle örülen atkı örme dış giysilik kumaşlara uygulanan RL-düz örgü, 1x1 rib, 2x1 rib, 3x1x1x1 rib, tekli pirinç, çiftli pirinç ve Selanik olmak üzere 7 farklı örgü yapısının, kumaşların patlama mukavemeti üzerine etkilerini incelemiştir. TS 393 deney standardına uygun olarak diyafram metoduna göre Mullen tipi patlama mukavemeti test cihazında ölçüm yapılmıştır. Uygulanan örgü yapısının kumaşın patlama mukavemetine istatistiksel olarak önemli etki yaptığı, 3x1x1x1 rib ve 1x1 rib örgü yapılarının kumaşların patlama mukavemetine etkisinin benzer olduğu belirtilmiştir. Tekli pirinç, çiftli pirinç ve Selanik örgülerin etkisinin de birbirine benzer olduğu, diğer örgülerin kumaşların patlama mukavemetine etkilerinin birbirinden farklı olduğu ifade edilmiştir. Patlama mukavemeti değerinin en düşük olduğu kumaşlar tekli pirinç, çiftli pirinç ve Selanik örgülerden üretilenler iken, en yüksek olduğu yapı ise 3x1x1x1 rib örgü olduğu belirtilmiştir.

Ömeroğlu (2005), % 100 penye pamuk ring ve kompakt ipliklerden elde edilmiş süprem örgü kumaşların patlama mukavemetleri ile boncuklanma eğilimlerini incelemiştir. Örme kumaşların patlama mukavemeti testleri, Messmer Buchel marka diyaframlı ölçüm cihazında gerçekleştirilmiştir. Her farklı kumaş tipi için 6 adet ölçüm yapılmıştır. Ölçümler sonucunda ring ve kompakt iplik yapıları arasındaki farklılıkların kumaş

özellikleri üzerinde önemli rol oynadığı, kompakt ipliklerden elde edilmiş kumaşların daha yüksek patlama mukavemeti değerlerine sahip oldukları belirtilmiştir.

Kavuşturan ve Tekoğlu (2007), akrilik, polyester, pamuk ve viskon olmak üzere dört farklı hammadde kullanılarak üretilen şenil ve makarna fantezi ipliklerin, bu ipliklerden örülen düz örme kumaşların aşınma mukavemeti, patlama mukavemeti ve eğilme dayanımlarına etkilerini inceleyen deneysel bir çalışma sunmuştur. Patlama mukavemeti ölçümleri Mullen tipi test cihazında, ASTM 3786 standardına göre yapılmıştır. Varyans analizlerinin sonucunda iplik hammaddesinin ve iplik tipinin örme kumaşlarda patlama mukavemetine istatistiksel olarak önemli etki ettiği, makarna ipliklerden üretilen kumaşların şenil ipliklerden üretilen kumaşlardan daha yüksek patlama mukavemetine sahip olduğu, tespit edilmiştir.

Mavruz ve Oğulata (2008), % 100 pamuklu Ne 30 ve Ne 40 numarada üretilen ring ve kompakt ipliklerin kalite özellikleri ile bu ipliklerden üretilen süprem, ribana ve interlok konstrüksiyonlarındaki örme kumaşların gramaj, patlama mukavemeti ve boncuklanma özelliklerini incelemiştir. Bu amaçla, 12 farklı kumaşa BS EN ISO 13938-2 Pnömatik patlama mukavemeti standardına göre patlama testi uygulanmıştır. Çalışma sonunda ring ve kompakt ipliklerden üretilen kumaşlarda iplik numarası arttıkça patlama mukavemeti değerlerinin de azaldığı belirtilmiştir. Kompakt ipliklerle elde edilen kumaşlardaki patlama mukavemeti değerlerinin, ring ipliklerle elde edilen kumaşların patlama mukavemeti değerlerinden % 2,1 ile % 17,6 arasında daha fazla olduğu tespit edilmiştir. En yüksek patlama mukavemeti değerlerinin interlok kumaşlarda tespit edildiği, sırasıyla ribana ve süprem kumaşların patlama mukavemetinin daha düşük olduğu belirtilmiştir.

Uyanık (2008), yüksek lisans tez çalışmasında, örgü yapısındaki askıların örme kumaşların gramaj, kalınlık, patlama mukavemeti, aşınma dayanımı, boncuklaşma dayanımı, yıkama sonrası çekmezlik, may dönmesi gibi özellikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Ne 30 numaradaki %100 pamuklu ipliklerden üretilen 11 farklı örgü kumaş numunesinin patlama mukavemeti testleri EN ISO 13938-2 Pnömatik patlama mukavemeti standardına göre yapılmış ve James Heal Truburst marka cihaz kullanılmıştır. Test sonuçlarına göre; örgü yapısındaki askı miktarındaki artışın patlama

mukavemetini azalttığı ifade edilmiştir. Her bir iğne üzerindeki üst üste biriken askı sayısı azaldığında veya askıların örgü yapısında zig-zag yerleşimi durumunda patlama mukavemetinin arttığı belirtilmiştir.

Akaydın ve Can (2009), %100 pamuk ring penye ve kompakt ipliklerinden elde edilen RL-Süprem, RR-Ribana ve RR-İnterlok örgü kumaşların patlama mukavemetlerini Sabit Travers Hızlı (CRT) Bilyeli Patlama Metodu ve Hidrolik Metot ile ölçerek sonuçları karşılaştırmıştır. Patlama mukavemeti testleri TS 393 EN ISO 13938-1 Patlama mukavemetinin ve patlama gerilmesinin tayini için hidrolik metot ve TS 7126 Sabit travers hızlı bilyalı patlatma metodu standardına göre yapılmış, her kumaş numunesi için 10 ölçüm uygulanmıştır. Ring ve kompakt iplik yapıları arasındaki farklılıkların kumaş özellikleri üzerinde önemli rol oynadığı, kompakt ipliklerinden üretilen kumaşların daha yüksek patlama mukavemeti gösterdiği belirtilmiştir. Örgü yapılarına göre, RR İnterlok örgülerin en yüksek, RR-Ribana örgülerin daha düşük ve RL-Süprem örgülerin ise en düşük patlama mukavemeti değerine sahip olduğu ifade edilmiştir. Makalede deney yöntemi kıyasıyla ilgili bir bilgi bulunmamaktadır.

Akkış (2009), farklı hammadde ve iplik numarasında örülmüş değişik örgü tiplerinin örme kumaşların fiziksel özelliklerine etkilerini incelediği yüksek lisans tez çalışmasında yuvarlak örme makinelerinde, Open-End (OE) Rotor ve Penye Ping iplikleri kullanarak belirli ayarlarda süprem, interlok ve ribana örgülü kumaşlar üretmiştir. Bu kumaşların; ilmek sıklığı, boncuklanma dayanımı, may dönmesi, patlama mukavemeti ve hava geçirgenliği özellikleri incelenmiştir. Patlama mukavemeti testi ISO 13938-2 standardına göre yapılmıştır. Çalışma sonucunda, patlama mukavemetinin iplik hammadde tipinden, sıklıktan, iplik numarasından ve örgü tipinden etkilendiği, en yüksek patlama mukavemetinin interlok kumaşlarda, en düşük mukavemetin süprem kumaşlarda görüldüğü belirtilmiştir. Aynı numaradaki pamuk ipliğinden örülen süprem kumaşların patlama mukavemeti değerleri incelendiğinde, ring iplikten örülen kumaşların open end ipliklerden üretilenlere göre daha mukavemetli olduğu ifade edilmiştir.

Oğulata ve Mavruz (2009), biyoparlatma işlemi uygulanmış örme kumaşların bazı özelliklerine tekrarlı (çoklu) yıkamaların etkisini araştırdıkları çalışmada, patlama mukavemeti testlerinde J.H. Truburst cihazını kullanmıştır. BS EN 13938-2 pnömatik patlama mukavemeti ölçüm standardına göre 10 cm<sup>2</sup> test alanında her bir kumaş numunesinden 5 ölçüm yapılarak ortalaması alınmıştır. Kumaş numunelerine 10 ve 20 defa olmak üzere ev tipi çamaşır makinesinde çoklu yıkama işlemleri uygulanmıştır. Yıkama işlemi ile oluşan mekanik etkiler sebebiyle çoklu yıkama işlemlerinin patlama mukavemeti değerlerinin azalmasına neden olduğu ifade edilmiştir. Enzim konsantrasyonunun patlama mukavemeti üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu ve konsantrasyon arttıkça, kumaşların patlama mukavemeti değerinin azaldığı belirtilmiştir. Enzim prosesinin, tüycükleri kumaş yüzeyinden uzaklaştırırken, lif yapısına da zarar verip mukavemet kaybına sebep olduğu, uygulanan enzim yüzdesi arttıkça patlama mukavemeti değerlerinin azaldığı belirtilmiştir. En büyük boyutsal değişimlerin ilk 10 yıkamadan sonra elde edildiği, artan yıkama devirleriyle patlama mukavemeti ve boncuklanma değerlerinde azalma tespit edildiği belirtilmiştir. Ayrıca çoklu yıkamaların kumaş yüzeyinde deformasyonlara neden olduğu belirlenmiştir.

Özbayrak ve Kavuşturan (2009), örgü yapısı ile zemin ve dolgu iplik numaralarının kompresyon çoraplarının esneklik ve patlama mukavemetine etkilerini inceledikleri çalışmada, patlama mukavemeti ölçümlerini ASTM D 6797-07 CRE tipi cihazlarda bilyalı patlama metodu standardına göre Instron 4301 marka mukavemet cihazına özel aparat takarak gerçekleştirmiştir. Kompresyon çoraplarının bilek bölümlerinde, zemin ve/veya dolguda kalın iplik kullanılması durumunda patlama mukavemetinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Esneklik testinden elde edilen kumaş deformasyon değerleri ile patlama mukavemeti testinden elde edilen deformasyon değerleri arasında yüksek korelasyon (korelasyon katsayısı 0.70) bulunduğu ifade edilmiştir.

Tayyar (2010), ev tekstillerinde kumaş özelliklerinin patlama mukavemetine etkilerini incelediği çalışmada ev tekstili olarak bilinen döşemelik, perdelik ve nevresimlik dokuma kumaşların farklı üretim parametrelerinin kumaş patlama mukavemetine etkilerini araştırmıştır. Döşemelik grubu için 7, nevresimlik grubu için 3, perdelik grubu için 12 olmak üzere toplamda 22 farklı kumaş perakende satıştan temin edilmiştir.

Patlama mukavemeti deneyleri ASTM 3787-01 CRT tipi cihazlarda bilyalı patlama metodu standardına göre U-tester Universal çekme cihazına monte edilen patlama mukavemeti aparatı ile yapılmıştır. Atkı ve çözgü ipliklerinin sıklık ve kalınlık değerlerinin kumaş patlama mukavemetini etkilediği belirtilmiştir.

Mezarcıöz (2010), çalışmasında farklı iplikçilik sistemleri kullanılarak elde edilen ipliklerden üretilen örme kumaşların çeşitli fiziksel, performans ve boyutsal özellikleri tespit ederek, üretim öncesi bazı özelliklerinin tahmin edilmesine yönelik eşitlikler oluşturmuştur. Ring, kompakt ve open end rotor iplik eğirme sistemlerinden üretilen ipliklerden süprem, ribana ve interlok konstrüksiyonlarında örme kumaşlar üretilmiş ve kumaşlara üç farklı relaksasyon işlemi uygulamıştır. Relaksasyon sonrası kumaşların çeşitli fiziksel, performans ve boyutsal özellikleri ilgili standartlara göre tespit edilmiş ve testler sonucu kumaşların gramaj, hava geçirgenliği, patlama mukavemeti, boyutsal değişimleri vb. özellikleri tahmin edilmiştir. Ayrıca örme kumaşların fiziksel ve performans özellikleri ile boyutsal parametreleri farklı relaksasyon şartları için incelenmiştir. Patlama mukavemetleri ölçümleri BS EN ISO 13938-2 Pnömatik patlama mukavemeti standardına göre ölçüm yapan bir deney cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, relaksasyon şartlarının, iplik eğirme sisteminin ve iplik numarasının örme kumaşların birçok özelliğini etkilediği ve kumaş özelliklerini tahmin etmek için geliştirilen eşitliklerin yüksek korelasyona sahip olduğu ifade edilmiştir. Patlama mukavemetinin ilmek yoğunluğu ve kalınlık ile doğru, iplik numarası ile ters orantılı olduğu; artan iplik numarasının iplik mukavemeti ve dolayısıyla kumaş mukavemetinde azalmaya neden olduğu, ilmek yoğunluğu ve kalınlık artışının ise mukavemeti arttırdığı belirtilmiştir.

Çelik, Üte ve Kadoğlu (2012), sirospun iplik üretiminde kullanılan eğirme metodu, hammadde, büküm katsayısı ve fitiller arası mesafenin bu ipliklerden üretilen süprem kumaşların fiziksel özelliklerine etkisini incelediği çalışmasında, uzun ve kısa stapelli eğirme sistemlerinde, çeşitli hammaddeler ile farklı ring ve siro iplikler üreterek, bu ipliklerden süprem kumaşlar örmüştür. Kumaşların patlama mukavemeti testleri TS EN ISO 13938-2 hidrolik patlama mukavemeti standardına göre EC37 patlama mukavemeti test cihazında yapılmıştır. Örme kumaş özellikleri incelendiğinde, siro ipliklerle



üretmiş süprem kumaşların patlama mukavemetinin, ring ipliklerle üretilmiş kumaşlara göre daha yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Özay (2012), yatak yüzü kumaşlarının performansının incelenmesinin amaçladığı çalışmada, yatak yüzü üretiminde yaygın olarak kullanılan dolgu iplikli yuvarlak örme ve çözgütlü örme sandviç kumaşlarla deneysel çalışma sunmuş, bazı iplik özelliklerinin dolgu iplikli örme yatak yüzü kumaşlarının boyutsal ve fiziksel özelliklerine etkisi belirlenmiştir. Bu kapsamda, patlama mukavemeti ölçümleri kuru relakse olmuş kumaşlarda, ASTM D6797-07 standardına uygun olarak Instron marka 4301 model çekme – basma test cihazına bilyalı aparat takılarak yapılmıştır. Instron cihazının üst çenesine yerleştirilen  $25,4 \pm 0.005$  mm çaplı parlatılmış çelik bir bilya,  $305 \pm 13$  mm/dk çene hızı ile gerilmiş kumaş numunelerine basturularak kumasın delinmesi için gereken kuvvet kaydedilmiştir. Özay deneyler sonucunda, ön yüzde kullanılan iplik hammaddesi ve dolgu iplik numarasının yatak yüzü kumaşların patlama mukavemetlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğunu, SNK testi sonuçlarına göre kumaş ön yüzünde polyester iplik kullanıldığında ve araya daha kalın dolgu iplikleri katıldığında kumaşların patlama mukavemetinin arttığını ifade etmiştir.

Ünal ve Ömeroğlu (2013), iki farklı hammadde ve üç farklı iplikçilik sistemi ile elde edilen toplam altı farklı tipteki, çift katlı ipliklerden örülmüş kumaşların patlama mukavemeti, boncuklanma ve aşınma direnci özelliklerini incelemiştir. Kumaşların patlama mukavemeti testleri, J.H. TruBurst cihazı kullanılarak, ISO 13938-2 standardına göre  $10 \text{ cm}^2$  test alanında 3 ölçümün ortalaması alınarak yapılmıştır. Deney sonuçlarına göre, gerek Suessen kompakt siro, gerekse Pinter kompakt siro sistemleriyle elde edilen ipliklerden örülmüş kumaşların daha yüksek patlama mukavemeti değerlerine sahip olduğu, buna karşın patlama mukavemeti değerleri arasındaki farkların istatistiki olarak anlamlı bulunmadığı belirtilmiştir.

Kan C.W. (2015), % 100 pamuk örme kumaşların patlama mukavemeti ile UV koruma özelliği arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışma kapsamında; RL, lakost, yarım Milano, tam Milano, yarım Selanik, tam Selanik, 1x1 rib ve interlok gibi askı – atlama içeren örgü yapılarındaki kumaşların patlama mukavemeti ölçümleri ASTM D3786

'Diyafıramlı patlama mukavemeti metodu' standardına göre yapılmıştır. Sonuç olarak; ultraviyole koruma faktörü değişiminin patlama mukavemeti üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ifade edilmiştir.

## 2.2. Öorme Kumaşların Aşınma Dayanımı

Aşınma mukavemeti, belirli şartlar altında oluşan sürtünme ile kumaştaki iplik ve liflerin kumaş yüzeyinden dışarı çıkması sonucunda kumaş yüzeyinde meydana gelen aşınmaya karşı koyma yeteneğidir. Aşınma dayanımı için; şişirilmiş diyafıram metodu, esnetme ve aşındırma metodu, döner platform metodu, salınlı silindirik aşındırma metodu, düzlemsel aşınma metodu, pervaneli döner aşındırma metodu gibi birçok yöntem bulunmaktadır (Özdil 2003).

Aşınma dayanımı testlerinin değerlendirmesi farklı yöntemlerle yapılabilir. Belirli devir sonunda, numunelerde kopuş gözlenmesi (TS EN ISO 12947-2), numunelerin kütle kayıplarının kontrolü (TS EN ISO 12947-3), görünüm değişikliğinin değerlendirilmesi (TS EN ISO 12947-4) veya kalınlık değişimi, mukavemet kaybı şeklinde ölçüm yapmak mümkündür. Ayrıca ters aşındırma deneyi olarak da bilinen TS EN 530 Koruyucu giyecek malzemelerinin aşınma dayanımı standardına göre de aşınma dayanımı testleri yapılabilir.

Aşınma dayanımının ölçümü için en yaygın kullanılan yöntem Martindale metoduyla kumaşların aşınmaya karşı dayanımının tayini metodudur. TS EN ISO 12947-2 'Martindale metoduyla aşınma dayanımı' test standardında, 38 mm çapındaki kumaş numunesi, ön yüzü dışarıda bırakılarak ve arkasına yine aynı ölçülerde sünger (köpük tabanı) olacak şekilde üst tutucuya yerleştirilmektedir. Alt tutucuya ise, 140 mm çapındaki dokunmuş kumaş ya da keçenin üzerine aşındırıcı kumaş yerleştirilmektedir. Aşındırıcı standart kumaşın yerine, deney numunesi konularak kumaşın kendi kendine sürtünme durumu da gözlenebilmektedir. Standartlarda tanımlanan iki ayrı yük hücresinden (iş kıyafetleri, yatak ve nevresim, teknik amaçlı kullanıma sahip kumaşlar için 9 kPa, diğer ev tekstili kumaşlar ve konfeksiyon ürünü kumaşlar için 12 kPa) uygun

olan seçilerek, bu yük altında Lissajous deseni oluşturan öteleme hareketi ile numunelerin aşınması sağlanmaktadır. Belirli aralıklarla cihaz durdurularak numunelerde aşınma ya da delik oluşumu gözlenmekte, aşınmanın gerçekleştiği devir sayısı aşınma dayanımı olarak kaydedilmektedir.

Martindale metoduyla kütle kaybı tayini için TS EN ISO 12947-3 standardı kullanılmaktadır. Standartta belirtilen aralıklarla numuneler tartılarak aşınma öncesine göre % kütle kayıpları belirlenmektedir.

Martindale metoduyla görünüm değişikliğinin değerlendirilmesi TS EN ISO 12947-4 standardına göre yapılmaktadır. Numunelerin belirlenen yüzey görüntüsünün ortaya çıktığı aşınma devir sayısı ya da belirli devir sonunda renk değişimleri gibi ölçümler yapılabilmektedir.

Martindale test cihazı ile TS EN 530 Koruyucu giyecek malzemelerin aşınma dayanımı standardına göre numunenin alt plakaya yerleştirildiği aşınma dayanımı deneyleri de yapılabilmektedir. TS EN ISO 12947-2 standardında açıklanan yöntemden farklı olarak aşındırıcı kumaş 38 mm çapında kesilmekte ve üst tutucuya yerleştirilmektedir. Test edilecek kumaş numunesi ise, 140 mm çapındaki alt tutucuya yerleştirilerek deney yapılmaktadır.

Literatürde çözümlü örme kumaşların aşınma dayanımıyla ilgili tek çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada, Değirmenci (2016), çözümlü örme havlı kumaşların polyester keçe takviyesi ve doğal latex uygulaması sonrasında dayanıklı halı olarak kullanılabilirliğini, hav iplik numarasının, hav yoğunluğunun ve silikon reçinenin çözümlü örme halıların performanslarına olan etkilerini incelemiştir. 8 adet numune Raşel tipi çözümlü örme makinesinde üretilmiş ve numunelere statik yükleme, dinamik yükleme ve aşınma direnci testleri uygulanmıştır. Aşınma deneyleri sonucunda numunelerde kütle ve kalınlık kayıpları BS EN 1813 standardına göre WIRA halı aşınma cihazında yapılmıştır. 5000, 10000, 15000 ve 20000 devir sonunda kütle ve kalınlık kaybı değerleri hesaplanmıştır. Aşınma deneyleri sonucunda kütle kaybı ölçümlerinde, silikon reçine etkisinin tutarlı olmadığı, hav yüksekliğinin ise etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu, hav yüksekliği arttıkça aşınma dayanımı değerlerinin

de arttığı ifade edilmiştir. Daha ince hav ipliği kullanılmasının aşınma dayanımını arttırdığı da ifade edilmiştir.

Diğer örme kumaş türleri ile yapılan aşınma dayanımı çalışmaları şöyledir:

Özdemir ve Kalaoğlu (2001), şenil iplik üretiminde kullanılan malzeme ve makine parametrelerinin düz örme kumaşların aşınma direncine etkisini incelediği çalışmada, farklı malzemeler kullanarak 33 farklı şenil ipliği üretilen düz örme makinesinde örmüştür. BS 5690 standardına göre, Martindale Wear and Abrasion Tester Model 103 test aleti aşınmanın tespiti için kullanılmıştır. Aşınma deneyleri: 1000, 2000, 3000, 4000 ve 5000 devirde gerçekleştirilmiştir. Pamuk şenil ipliklerinden üretilen kumaşların viskon, lyocell ve akrilik şenil ipliklerinden üretilen kumaşlara nazaran daha yüksek aşınma direncine sahip oldukları ifade edilmiştir.

Nergis ve Candan (2003), şenil düz örme kumaşların boyutsal, fiziksel ve görünüm özelliklerini, bileşen iplik numarası, hav uzunluğu, yıkama ve kuru temizleme işlemlerinin bir fonksiyonu olarak incelemiştir. Üretilen şenil iplikler E7 incelikli düz örme makinesinde aynı ayarlarda düz örgü yapısında örmüştür. BS 5690 standardına göre, Martindale aşınma cihazında kumaşların aşınma direnci, 2000 devir sonunda ağırlık kayıp oranlarına göre değerlendirilmiştir. Kuru relakse yapılmış kumaşlar haricinde hav uzunluğu ve bileşen iplik numarasının kuru temizleme yapılmış ve yıkanmış kumaşların aşınma dayanımlarına etkisinin olmadığı, kuru relakse yapılmış kumaşların aşınma dayanımının bileşen iplikler incelidikçe ve uzun havlar kullanıldıkça azaldığı ifade edilmiştir. Örme kumaşların patlama mukavemeti şenil ipliği oluşturan bileşen ipliklerin özelliklerinden etkilenmekte iken yıkama ve kuru temizleme işlemlerinin etkisinin bulunmadığı belirtilmiştir.

Kavuşturan ve Tekoğlu (2007), akrilik, polyester, pamuk ve viskon olmak üzere dört farklı hammadde kullanılarak üretilen şenil ve makarna fantezi ipliklerin, bu ipliklerden örülen düz örme kumaşların aşınma mukavemeti, patlama mukavemeti ve eğilme dayanımlarına etkilerini inceleyen deneysel bir çalışma sunmuştur. Aşınma dayanımı ölçümleri TS EN ISO 12947:2001 standardına uygun olarak, Nu-Martindale Aşınma

test cihazı ile yapılmıştır. Kumaşlarda delinme ya da aşırı yıpranma gözlenene dek aşındırma işlemi sürdürülmüştür. İncelenen kumaş numunelerinin aşınma davranışını daha iyi anlayabilmek amacıyla aşınma testi süresinde, şenil ipliklerinden oluşan kumaşlar için 1.000, 2.000, 3.000, 4.000 ve 5.000 devrin sonunda, makarna ipliklerinden oluşan kumaşlar için ise 1.000, 5.000, 10.000, 20.000, 40.000, 50.000 ve 63.000 devrin sonunda numunelerde meydana gelen ağırlık ve kalınlık kayıpları ölçülmüştür. Varyans analizlerinin sonucunda iplik hammaddesinin ve iplik tipinin örme kumaşlarda aşınma testi sonunda meydana gelen ağırlık ve kalınlık kaybı ile patlama mukavemetine istatistiksel olarak önemli etki yaptığı belirtilmiştir. Viskon ipliklerden üretilen örme kumaşların en düşük aşınma dayanımına, en düşük sıra ve çubuk yönlü eğilme rijitliğine sahip olduğu ifade edilmiştir.

Uyanık (2008), örgü yapısındaki askının kumaş özelliklerine etkilerini incelediği yüksek lisans tez çalışmasında, iplik numarası Ne 30 olan ve %100 pamuklu ipliklerden örülmüş farklı yapıdaki 11 kumaşa TS EN ISO 12947-3 standardına göre, Martindale test cihazında aşınma mukavemeti testi uygulamıştır. Kumaş numunelerinin 2.500 - 5.000 - 7.500 ve 10.000 devir sonundaki kütle kayıpları ölçülmüş ve 10.000 devir sonunda deney sonlandırılmıştır. Test sonuçlarına ve istatistiksel analizlere göre örgü yapısında yer alan askı ilmeğinin kumaşların aşınma mukavemeti ile incelenen diğer kumaş özellikleri üzerinde önemli etkileri olduğu belirtilmiştir.

Özay (2012), yüksek lisans tez çalışmasında, bazı iplik özelliklerinin dolgu iplikli örme yatak yüzü kumaşlarının boyutsal ve fiziksel özelliklerine etkisini incelemiştir. Bu kapsamda, aşınma mukavemeti ölçümü ASTM D 4966 standardına göre Nu-Martindale test cihazında yapılmıştır. Aşındırma işlemi için, standart aşındırıcı kumaş kullanılmış ve 12 kPa yük uygulanmıştır. Kumaşlarda ilk delik oluşumundaki tur sayısı kaydedilmiştir. Özay deneyler sonucunda, kumaşın ön yüzünde kullanılan iplik hammaddesinin kumaşların ön ve arka yüzünün aşınma mukavemetine istatistiksel olarak önemli etkisi olduğunu tespit etmiştir. Kumaş ön yüzünde polyester iplik kullanıldığında, kumaş ön yüz aşınma mukavemetinin arttığı belirtilmiştir. Ayrıca, kullanılan dolgu ipliği numarasının kumaşın ön yüzünün aşınma mukavemetine istatistiksel olarak önemli etkisi bulunmadığı ancak kumaş arka yüzünün aşınma

mukavemetine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu, kumaş yapısına daha kalın dolgu iplikleri katıldığında kumaş arka yüz aşınma mukavemetinde artış gözlemlendiği ifade edilmiştir.

Ünal ve Ömeroğlu (2013), iki farklı hammadde ve üç farklı iplikçilik sistemi ile elde edilen toplam altı farklı tipteki, çift katlı ipliklerden örölmüş kumaşların aşınma direnci ölçümlerini Martindale Aşınma ve Boncuklanma test cihazında gerçekleştirmiştir. Her tip kumaş için 2'şer adet numune kullanılarak numunelerde ilk iplik kopuşunun gerçekleştiği devir sayısı belirlenmiştir. Devir sayılarının ortalaması alınarak, her farklı tip kumaş için bir kopuş devir sayısı elde edilmiş ardından, kumaşların aşınma davranışını belirlemek amacıyla her bir kumaş tipi için 5000, 10000 ve 15000 devir sonraki “% ağırlık kaybı” değerleri hesaplanacak şekilde aşınma testleri gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda, gerek ilk iplik kopuşunun gerçekleştiği devir sayısı, gerekse (%) ağırlık kaybı bakımından kompakt siro ipliklerden örölmüş kumaşların daha yüksek aşınma direncine sahip olduğu ifade edilmiştir. Bununla birlikte, farklı sistemlerden elde edilmiş ipliklerden örölmüş kumaşlar arasındaki en belirgin farklar, ağırlık kaybının esas alındığı testlerde elde edilmiştir. Buna göre; özellikle 20,5µm inceliğindeki yün lifinin kullanıldığı konvansiyonel Siro-spun ipliklerden örölen kumaşlar ile çift katlı kompakt iplik eğirme sistemleri arasında 15000 devir sonrasında istatistiki olarak anlamlı farklar olduğu belirtilmiştir.

Boutalay F. ve Ghith A. (2014), örgü kumaşlarda çok yönlü kuvvetlerin etkisiyle ve özellikle kol, dirsek gibi bölgelerde kendisini daha çok belli eden kumaşlarda volanlama etkisi üzerinde çalışma yapmışlardır. Süprem örgü kumaşların iplik özellikleri ve örgü parametreleri değiştirilerek farklı numuneler oluşturarak, kalıcı olarak maksimum deformasyon ve maksimum volanlama yüksekliği değerlerini incelemişlerdir. Deneyler sonucunda; volanlama miktarı ile kumaşın mukavemet özellikleri arasında yüksek korelasyon gözlenmiş, volanlamanın kumaş mukavemet özellikleri, iplik kalınlığı ve örgü sıklığı ile ilintili olduğu ifade edilmiştir.

### 2.3. Örne Kumaşların Boncuklanma Davranışı

Boncuklanma, kumaş yüzeyinden çıkan gevşek liflerin kullanım ve yıkama sırasında karmaşıklaşarak küçük lif topçukları oluşturması olarak tanımlanmaktadır. Özellikle mekanik hareketlerin etkisiyle serbest kalan bu lifler kumaşa birkaç lif tarafından tutunan küçük lif düğümcükleri veya gruplar haline gelmektedir (Özdil 2003). Boncuklama eğilimi tayini için birden fazla metot kullanılabilir. Bunlar; Kutulu (I.C.I. piling box) boncuklanma metodu (TS EN ISO 12945-1), Martindale metodu (TS EN ISO 12945-2), Taklalı serbest düşme metodudur (TS EN ISO 12945-3).

Kutulu (I.C.I. piling box) boncuklanma metodunda (TS EN ISO 12945-1); en ve boy yönlerinde 125 x 125 mm ölçülerinde hazırlanan toplamda 4 adet numune kumaş tüp formunda dikilerek ön yüzü dışarıda olacak şekilde poliüretan borulara yerleştirilmektedir. Sabit dönme hareketi yapan içi mantar kaplanmış kutulara konulmakta ve dönme hareketi başlatılmaktadır. Deney tamamlandığında numuneler kesilerek poliüretan borulardan çıkartılmakta ve referans fotoğraflarla karşılaştırılarak (5: boncuklanma yok, 1: yoğun boncuklanma) subjektif değerlendirme yapılmaktadır.

Martindale metodunda (TS EN ISO 12945-2), Martindale aşınma cihazının üst tutucusuna 90 mm çapında kesilen numuneler, alt tutuculara ise aşındırıcı kumaş yerleştirilmektedir. Aşınma deneyinde olduğu gibi numunelerin Lissajous hareketiyle dönmeleri sağlanır. Belirlenen devir sayısı sonucunda numunelerin boncuklanma değerleri subjektif olarak değerlendirilmektedir.

Taklalı serbest düşme metodunda (TS EN ISO 12945-3), 105 x 105 mm ebatlarında, atkı ve çözümlü yönleriyle 45°'lik açı yapacak şekilde numuneler kesilmekte, saçaklanmayı ve örgü açılmasını engellemek için kenarlarına yapıştırıcı sürülmektedir. Döndürme hareketi ile numunelerin serbest düşmeleri sağlanarak boncuklanma elde edilmektedir. 30, 60, 90 veya 120 dakikalık süre sonunda boncuklanma değerleri subjektif olarak belirlenmektedir.

Literatürde örme kumaş türleri ile yapılan boncuklanma davranışı çalışmaları şöyledir:

Ömeroğlu (2005), % 100 penye pamuk ring ve kompakt ipliklerden elde edilmiş süprem örgü kumaşların patlama mukavemetleri ile boncuklanma eğilimlerini incelediği çalışmasında Atlas Random Tumble Boncuklanma cihazında, ASTM D 3512-96 standardına göre boncuklanma testlerini gerçekleştirmiştir. Numunelerin 36.000 devir sonraki görünümü, tüy sayısı, büyüklüğü, görünüşü, yüzeydeki aşınma ve renk değişimi gibi unsurları göz önüne alarak standart fotoğraflarla kıyaslanarak derecelendirilmiştir. Kompakt ipliklerden üretilen örme kumaşların boncuklanma oranından ciddi azalmalar görüldüğü, bu durumun kompakt ipliklerin yapısını oluşturan liflerin iplik yüzeyinde daha düşük tüylülüğe sebep olmasından ve liflerin iplik yapısından sıyrılmaya karşı olan dirençlerinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Erkoç (2006), yuvarlak örme makinelerinde üretilen örme kumaş özelliklerini etkileyen parametreleri incelediği yüksek lisans tez çalışmasında yuvarlak örme makinelerinde, open end ve penye ring iplikleri kullanarak belirli gramajlarda süprem ve ribana örgülü kumaşlar üretmiş, daha sonra kumaşlara yaş ve kuru relakse (rahatlama) işlemleri uygulamıştır. Kumaşların boncuklanma testleri TS EN ISO 12947-3 Martindale aşındırma test cihazında 125, 500, 1000, 2000 devirlerinde boncuklanma değerleri kontrol edilerek yapılmıştır. Genellikle open end ipliklerden üretilmiş örme kumaşların boncuklanma değerinin ring ipliklerden üretilmiş örme kumaşlardan daha iyi olduğu ifade edilmiştir. Kumaş gramajı arttıkça boncuklanmanın azaldığı belirtilmiştir. Ayrıca ribana kumaşların, süprem kumaşlara göre daha az boncuklandığı ifade edilmiştir.

Mavruz ve Oğulata (2008), Ne 30 ve Ne 40 numarada üretilen % 100 pamuklu ring ve kompakt ipliklerin kalite özellikleri ile bu ipliklerden üretilen süprem, ribana ve interlok konstrüksiyonlarındaki 12 farklı örme kumaşın gramaj, patlama mukavemeti ve boncuklanma özelliklerini incelemiştir. Martindale boncuklanma test cihazında yapılan testler sonucunda, kompakt ipliklerden üretilen örme kumaşlar ile ring ipliklerden üretilen örme kumaşların boncuklanma eğilimleri arasında çok büyük farklılıkların tespit edilmediği ifade edilmiştir.



Akkış (2009), farklı hammadde ve iplik numarasında örülmüş değişik örgü tiplerinin örme kumaşların fiziksel özelliklerine etkilerini incelediği yüksek lisans tez çalışmasında yuvarlak örme makinelerinde, Open-End (OE) Rotor ve Penye Ping iplikleri kullanarak belirli ayarlarda süprem, interlok ve ribana örgülü kumaşlar üretmiştir. Bu kumaşların; ilmek sıklığı, boncuklanma dayanımı, may dönmesi, patlama mukavemeti ve hava geçirgenliği özellikleri incelenmiştir. Boncuklanma testleri TS EN ISO 12947-3 standardına göre Martindale aşındırma cihazında, 2000 devir çalıştırılarak yapılmıştır. Sürtünmenin etkisiyle çıkan lif uçlarının birikerek tüylenmeye neden olmasından dolayı ring iplikten örülen kumaşların boncuklanma değerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

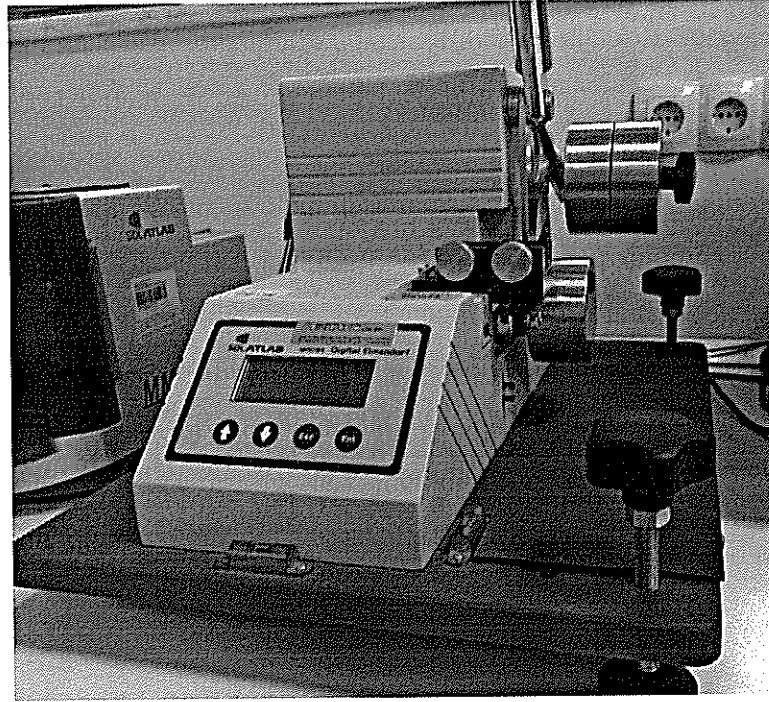
Önal (2000), yaygın olarak kullanılan kumaş yapılarının boncuklanmaya etkisini inceleyerek günlük kullanımda zaman içinde ortaya çıkan bu kumaş hatasını en aza indirgeyen malzeme özelliklerini araştırdığı yüksek lisans tez çalışmasında, farklı lif ve iplik türleriyle süprem, iki iplik ve çift toplama lacost örgülerinde 27 farklı numune örülmüştür. Boncuklanma deneyleri BS 5811 standardına göre ICI boncuklanma kutularında üç farklı devirde (7000, 9000 ve 11000) yapılmıştır. Deney sonucunda numunelerde oluşan boncukları değerlendirmek amacıyla tarayıcı elektron mikroskobu ile fotoğrafları çekilmiştir. İplik eğirme sisteminin boncuklanma üzerinde etkisi olduğu ve %100 pamuklu open end kumaşların ring iplikten eğrilen kumaşlardan daha iyi sonuç verdiği ifade edilmiştir. Örgü yapısı incelendiğinde lacost kumaşların hem süprem hem de iki iplik kumaşlardan daha iyi boncuklanma dayanımı gösterdiği belirtilmiştir. %100 pamuklu numunelerin boncuklanma dayanımlarının aynı iplik için pamuk-polyester numunelerden daha yüksek olduğu ifade edilmiştir.

#### **2.4. Örme Kumaşların Yırtılma Mukavemeti**

Yırtılma dayanımı, belirli koşullar altında başlatılan bir yırtığın devam etmesi ya da yayılması için gereken kuvvettir. Yırtılma sırasında iplikler teker teker ya da grup halinde koparlar. Bu yüzden yırtılma dayanımında ipliklerin mukavemeti ve kumaş örgü yapısı önemlidir. Kumaş yapısına göre iplikler gruplar oluşturarak yırtılabilmekte ve

mukavemeti artırıcı bir etkiye sebep olabilmektedir. Örme kumaşların yırtılması zor olduğundan genel olarak yırtılma testlerine tabi tutulmazlar (Taylor 1999). Fakat çözümlü örme kumaşların dokuma kumaşlara benzer stabil yapıya sahip olmaları nedeniyle bazı doğrultularda yırtılma gerçekleşebilmektedir.

Kumaşların yırtılma mukavemeti ölçümleri değişik metotlarla yapılabilmektedir. TS EN ISO 13937-1 balistik sarkaç metodu, TS EN ISO 13937-2 pantolon biçiminde yırtılma sarkaç metodu, TS EN ISO 13937-3 kanat biçiminde yırtılma metodu ve TS EN ISO 13937-4 dil biçiminde yırtılma metodu en çok kullanılan metotlar arasında yer almaktadır. Balistik sarkaç metodunda Elmendorf yırtılma test cihazı (Şekil 2.1.) kullanılmakta iken, diğer yırtılma test metotları üniversal mukavemet cihazlarıyla yapılabilmektedir.



Şekil 2.1. Elmendorf yırtılma cihazı

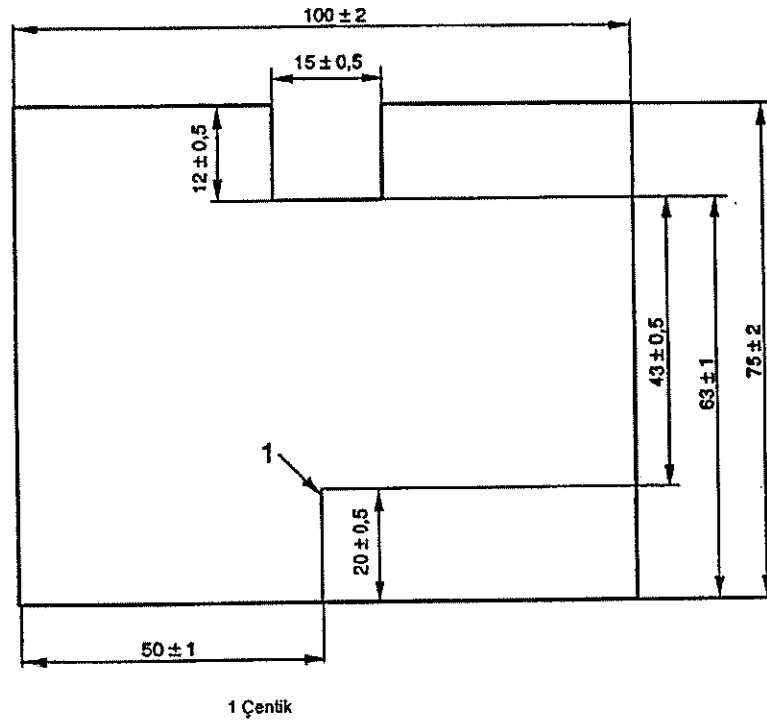
Elmendorf yırtılma test cihazı, yırtılma esnasında numunenin enerji kaybını ölçen balistik sarkaçlı bir cihazdır. Yırtılma kuvveti, enerji kaybı ile ilintili olup aşağıdaki eşitlikten çıkarılmaktadır.

$$\text{Enerji kaybı} = \text{Yırtılma kuvveti} \times \text{Mesafe} \quad (2.1)$$

$$\text{Potansiyel enerjideki azalma} = \text{Yapılan iş} \quad (2.2)$$

Elmendorf yırtılma test cihazı üzerindeki ağırlıklar en üst seviyeye gelecek şekilde sabitlenmekte, böylelikle maksimum potansiyel enerji sağlanmış olmaktadır. Numuneler kısıklara sabitlenerek aralarına başlangıç yırtığı açılmaktadır. Sarkaç serbest bırakıldığında, başlangıç pozisyonundaki potansiyel enerji, yırtılma kuvveti nedeniyle azalarak ve aynı yüksekliğe tekrar yükselemeyecektir. Başlangıç ve bitiş yükseklikleri arasındaki farkın yırtılma nedeniyle oluşan enerji kaybından kaynaklandığı kabul edilmektedir. Enerji kaybı değerinden de (mesafe bilindiğinden) yırtılma kuvveti değeri olarak ya da % potansiyel enerjide kayıp değerleri olarak sonuç verilebilmektedir (Saville 1999).

TS EN ISO 13937-1 balistik sarkaç metodunda, test numuneleri  $100 \pm 2$  mm boyunda,  $75 \pm 2$  mm eninde hazırlanmaktadır. Numunenin alt orta kısmından  $20 \pm 0,5$  mm'lik bir çentik açılmaktadır. Bu çentik numune alete yerleştirildikten sonra aletin bıçağı ile de yapılabilmektedir. Yırtılma uzunluğu  $43 \pm 0,5$  mm'dir. Hazırlanacak deney numunesi şekli ve ebatları Şekil 2.2.'de yer almaktadır (Nilgün 2003).

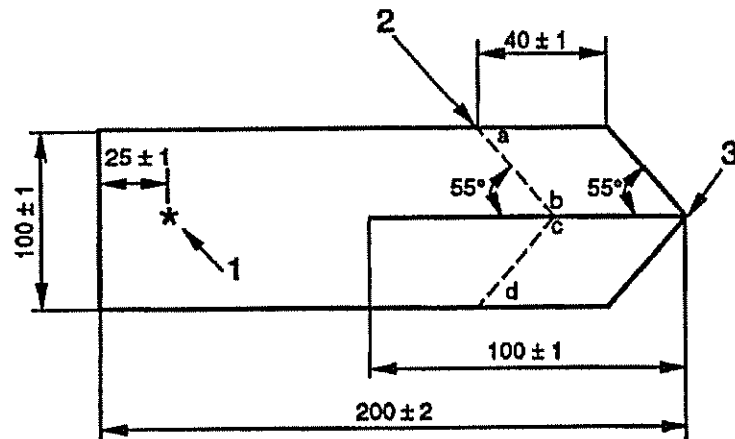


Şekil 2.2. Yırtılma deney numunesi ebatları (Nilgün 2003)

Deney sırasında, yırtma işleminin kuvvet doğrultusu boyunca olup olmadığı ve kumaşın yırtılmaması durumunda ipliklerden herhangi birinin kayıp kaymadığı gözlenmektedir.

- a) Kumaştan kayan herhangi bir iplik olmaması,
- b) Çene içinde kayma olmaması,
- c) Yırtılmanın tamamlanması,
- d) Çentikli bölgede 15 mm genişlik içinde kalınması durumlarında deneyin doğru yapıldığı kabul edilmekte, bunların dışındaki diğer sonuçlar atılmaktadır. Beş deney numunesinden üç veya daha fazlasının deney sonuçları atılıyor ise, uygulanan metodun uygun olmadığı kabul edilmektedir.

Kanat biçiminde deney numunelerinin yırtılması metodu kumaşın yırtılma kuvvetini tayin etmek için, deney numunesini tutuculara monte etmek üzere iplik doğrultusuna göre belli bir açıyla eğim verilmiş olan iki kanat şeklinde kesilmiş bir deney numunesinin kullanıldığı ve kanat deneyi olarak bilinen tek yırtma metodunu kapsamaktadır. Ölçülen yırtma kuvveti daha önceden açılmış bir yırtığın ilerlemesi için gerekli olan kuvvettir. Şekil 2.3.'de ölçüleri verilen deney numuneleri çenelere merkezlenerek 55°'lik bir açı ile ab ve cd çizgileri tam olarak görülecek şekilde çenelerin en yakın kenarı boyunca ve her kanatta kumaşın aynı yüzü deneyi yapan kişi tarafından görülecek şekilde tutturulmaktadır. (TS EN ISO 13937-3)



Şekil 2.3. Kanat biçiminde yırtılma deneyi numune ölçüleri (TS EN ISO 13937-3)

Hazırlanan deney numuneleriyle işlemi, 100 mm/dk hızla hareket eden çeneler tarafından şerit sonunda 25 mm'lik kısım kalıncaya kadar devam ettirilmektedir. Yırtılma kuvveti sonucu Newton cinsinden kaydedilir. Kumaşta kayan iplik olmaması, çene içinde kayma olmaması, yırtılmanın tamamlanması ve işlemin kuvvetin uygulandığı doğrultuda olması durumunda deney başarılı kabul edilmekte, bunun dışındaki sonuçlar atılmaktadır. 5 ölçümün 3 ve daha fazlası atılıyorsa uygulanan deney metodunun uygun olmadığı kabul edilmektedir.

Literatürde çözümlü örme kumaşların yırtılma mukavemeti ilgili çalışmalar şöyledir:

Hu ve Xu (2008), PVC reçine kaplı, cam lifinden üretilmiş çok eksenli çözümlü örme kumaşların farklı yöntemlerle ve farklı doğrultularda yırtılma mukavemeti sonuçlarını değerlendirmiştir. 4 farklı doğrultuda (0°, -45°, +45°, 90°) ikizkenar yamuk (trapezoid) ve dil biçiminde yırtılma BS 3424 ve Chinese Standart GB3918-83 metotlarına göre HD026N Dynamometer cihazında ölçümler yapılmıştır. Çene hızı 100 mm/dk'dır. Deney türü ve yırtılma doğrultusunun sonuçlar üzerinde etkili olduğu, trapesoid biçimli yırtılmanın ve diagonal yönlü yırtılmalarda daha yüksek mukavemet elde edildiği belirtilmiştir.

Yılmaz (2013), yüksek lisans tez çalışmasında benzer özelliklerde üretilen dokuma ve çözümlü örme bornozluk havlu kumaşlara uygulanan ön terbiye ve boyama işlem basamaklarının gramaj, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, patlama mukavemeti, çekme ve su emicilik gibi temel performans özelliklerine etkilerini incelemiştir. Yırtılma mukavemeti deneyleri TS EN ISO 13937-2 "Pantolon Şekilli Numunelerde Yırtılma Kuvveti – Tek Yırtılma Yöntemi" standardına uygun olarak Tinius Olsen marka deney cihazında yapıldığı belirtilmiştir. Deneyler sonucunda, yapılan her terbiye işleminin kumaş performansına olumlu ya da olumsuz etki yaptığını belirtmiştir. Ön terbiye ve boyama işlemlerinin dokuma bornozluk kumaşların yırtılma mukavemeti üzerinde genel bir düşüşe neden olduğu, dokuma kumaşın diğer dayanım parametrelerinde ya da çözümlü örme bornozluk havlu kumaşların hiç bir dayanım özelliğinde sistematik düşüşe neden olmadığı ifade edilmiştir.

Diğer kumaş türleri ile yapılan yırtılma mukavemeti çalışmaları şöyledir:

Yıldırım (1995), farklı örgülerdeki yuvarlak örme kumaş yapılarının performans özelliklerini incelediği çalışmasında yırtılma deneylerini TS 395 standardına göre balistik sarkaç metoduyla çalışan bir cihazda gerçekleştirmiştir. En yüksek yırtılma mukavemeti değerinin RL-pelüş örgüdeki ham kumaşa çubuk yönünde elde edildiği, en düşük yırtılma mukavemet değerinin ise RL-astarlı örgüdeki ham kumaşa sıra yönünde olduğu ifade edilmiştir.

Witkowska ve Frydrych (2004), %100 pamuklu, %50/50 pamuk/PES, %90 pamuk %10 PES olmak üzere farklı hammaddelerden üretilen 2/1 ve 3/1 dimi örgülerdeki dokuma kumaşların yırtılma mukavemetlerini 6 farklı yöntemle ölçerek farklı yöntemlerden alınan sonuçlar arasındaki korelasyon katsayılarını tespit edilmişlerdir. Deneyler sonucunda, P-04640 Dokuma ve örme kumaşlar için yırtılma mukavemeti tayini testi ile EN ISO 13937-1 Balistik sarkaç metodu testi arasında 0,814 korelasyon katsayısı bulunduğu belirtilmiştir. EN ISO 13937-2 Pantolon biçimindeki deney numunelerinin yırtılma kuvveti tayini metodu ile EN ISO 13937-3 Kanat biçimindeki deney numunelerinin yırtılma kuvveti tayini testi arasında ise 0,818 korelasyon katsayısı bulunmaktadır. EN ISO 13937-4 dil biçimindeki deney numunelerinin yırtılma kuvvetinin tayini ve P-04966:1993/A21 Lastik veya plastik kaplı kumaşların yırtılma kuvveti tayini metotları arasındaki korelasyon katsayısı 0,884'dir. Tüm metotlar arasındaki korelasyon katsayılarına ilişkin veriler Çizelge 2.1.'de verilmiştir.

**Çizelge 2.1.** Yırtılma mukavemeti deneyleri arasındaki korelasyon değerleri

	P-04640	EN ISO 13937-2	EN ISO 13937-3	EN ISO 13937-4	P-04966	EN ISO 13937-1
P-04640	-----	0,839	0,984	0,861	0,637	0,814
EN ISO 13937-2	0,839	-----	0,818	0,972	0,883	0,979
EN ISO 13937-3	0,984	0,818	-----	0,861	0,626	0,788
EN ISO 13937-4	0,861	0,972	0,861	-----	0,884	0,937
P-04966	0,637	0,883	0,626	0,884	-----	0,843
EN ISO 13937-1	0,814	0,979	0,788	0,937	0,843	-----

Özçelik ve Özdil (2006), %100 Pamuk ve %50-50 Pamuk-PES karışımı bezayağı, dimi, saten ve rips örgüde dokunmuş kumaşların yırtılma mukavemetini 4 farklı metotla ölçmüştür. Yırtılma mukavemeti ölçümlerini sırasıyla; TS EN ISO 13937-1

(Balistik sarkaç metodu), TS EN ISO 13937-2 (Pantolon şeklinde yırtılma metodu), TS EN ISO 13937-3 (Kanat şeklinde yırtılma metodu) ve TS EN ISO 13937-4 (Dil şeklinde yırtılma metodu) standartlarına göre gerçekleştirilmiştir. Çalışmada tek ve çift yırtma metotlarına göre yırtılma mukavemeti ölçümleri Lloyd marka mukavemet cihazında, sarkaç metoduna göre yırtılma mukavemeti testleri ise James Heal marka Elmatear yırtılma mukavemeti cihazında yapılmıştır. Çalışma sonuçlarını yazarlar, kullanılan metotlar arasında en yüksek yırtılma mukavemeti değerlerinin en düşüğe doğru sıralamasının çift yırtma, sarkaç, tek yırtma - pantolon ve tek yırtma - kanat metotları şeklinde olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca tek yırtma pantolon metodu ile çift yırtma metodu arasında atkı yönü: 0,726 çözümlü yönü: 0,993 korelasyon katsayısı bulunurken, tek yırtma pantolon metodu ile tek yırtma kanat metodu arasında atkı yönü: 0,946 çözümlü yönü: 0,978, tek yırtma pantolon metodu ile sarkaç metodu arasında atkı yönü: 0,616 çözümlü yönü: 0,727 ve tek yırtma kanat metodu ile sarkaç metodu arasındaki korelasyon katsayısı ise atkı yönü: 0,737 çözümlü yönü: 0,634'dür.

Erkoç (2006), yuvarlak örme makinelerinde üretilen örme kumaş özelliklerini etkileyen parametreleri incelediği yüksek lisans tez çalışmasında yuvarlak örme makinelerinde, open end ve penye ring iplikleri kullanarak belirli gramajlarda süprem ve ribana örgülü kumaşlar üretmiştir. Daha sonra kumaşlara yaş ve kuru relakse (rahatlama) işlemleri uygulanmıştır. Kumaşların ilmek sıklığı, en, gramaj, boncuklanma, patlama mukavemeti, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti ve elastikiyetleri ölçülmüştür. Yırtılma mukavemeti ölçümleri Elmatear yırtılma test cihazında EN ISO 13937-1 standardına göre yapılmıştır. Penye ipliklerin mukavemet değerleri daha yüksek olduğundan, penye kumaşların yırtılma mukavemet değerlerinin open end kumaşlardan çoğunlukla daha yüksek olduğunu belirtilmiştir. Ayrıca, ribana kumaşların yapı olarak süprem kumaşlardan daha kalın bir yapıya sahip olmasından dolayı ribana kumaşlardaki yırtılma mukavemeti değerlerinin süprem kumaşlardan daha yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Oğulata ve Kadem (2009), ipliği boyalı pamuklu dokuma kumaşlarda yırtılma mukavemetini deneysel olarak belirlemiş ve tahminlemeye yönelik ampirik eşitlikler oluşturmuşlardır. Bezayağı ve dimi örgü yapısında %100 pamuklu dokuma kumaşlar

farklı sıklıklarda ve üç farklı iplik numarasında üretilerek ön terbiyesi yapılmıştır. Kumaşların yırtılma mukavemeti ölçümleri TS EN ISO 13937-1 balistik sarkaç metodu standardına göre, Dijital Elmendorf cihazında yapılmıştır. Sıklıkları yüksek olan kumaşlarda iplikler arasındaki sürtünme kuvvetinin yüksek olmasından dolayı ipliklerin birbiri üzerinden kaymaması ve böylece daha kolay yırtılmalarından dolayı, genel olarak, atkı ve çözgü sıklığı artışının yırtılma mukavemetinde azalmaya neden olduğu ifade edilmiştir. İpliklerin grup oluşturma eğilimi olan dimi örgüdeki kumaşların bezayağı dokunmuş kumaşlardan daha yüksek yırtılma mukavemetine sahip oldukları belirtilmiştir.

Çetinaslan, Mezarıcıöz ve Çetiner (2013), % 100 pamuk ipliğinden üretilmiş ve indigo boyarmaddesi ile boyanmış olan denim kumaşları, çeşitli yıkama işlemlerine tabi tutarak; yırtılma mukavemeti ve kopma mukavemeti değişimlerini incelemiş, ayrıca üç farklı gramajda seçilen denim kumaşların mukavemet değerlerini kıyaslamışlardır. Yırtılma mukavemeti testleri ASTM D2261 standardına uygun olarak Titan-2 James H.Heal marka test cihazında yapılmıştır. Yıkama sonrası denim kumaşların mukavemet değerlerinin düştüğü, fakat kumaş gramajı arttıkça kopma ve yırtılma mukavemetlerinde kayıp oranının azaldığı ifade edilmiştir. Yıkamalarda kullanılan yumuşatıcı ile yırtılma mukavemeti değerlerinin, yumuşatıcı kullanılmaksızın yapılan yıkamalara oranla daha yüksek olduğu, yumuşatıcı maddenin kumaş yırtılma mukavemet özelliklerine olumlu yönde etki yaptığı belirtilmiştir.

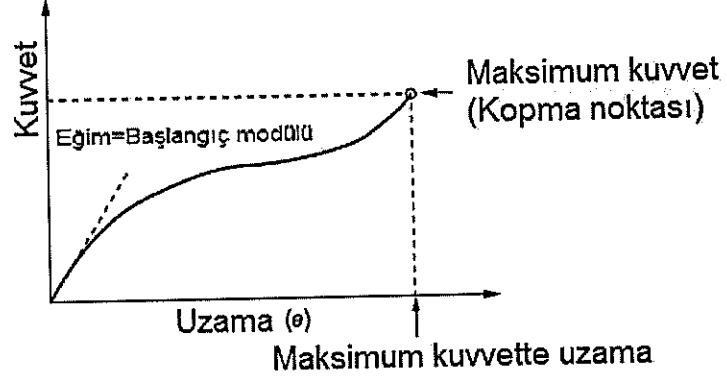
## **2.5. Örme Kumaşların Kopma Mukavemeti**

Kopma mukavemeti özellikle dokuma kumaşlarda kullanılan, kumaşın kullanım performansını belirleyen özelliklerden birisidir. Bir kumaşın kopma mukavemeti kumaşı oluşturan lif, iplik, kumaş özellikleri ve de kumaşın görmüş olduğu terbiye işlemleri ile ilişkilendirilebilmektedir(Özdil, 2003).

Örme kumaşlara kopma mukavemeti deneyi, ölçüm esnasında kumaşın yapısından dolayı eğilmesi, dönmesi gibi problemler nedeniyle uygulanmamaktadır. Fakat çözgülü örme kumaşların dokuma kumaşlara benzer stabil yapıları nedeniyle kopma mukavemeti ölçümleri rahatlıkla yapılabilmekte ve istikrarlı sonuçlar alınabilmektedir.

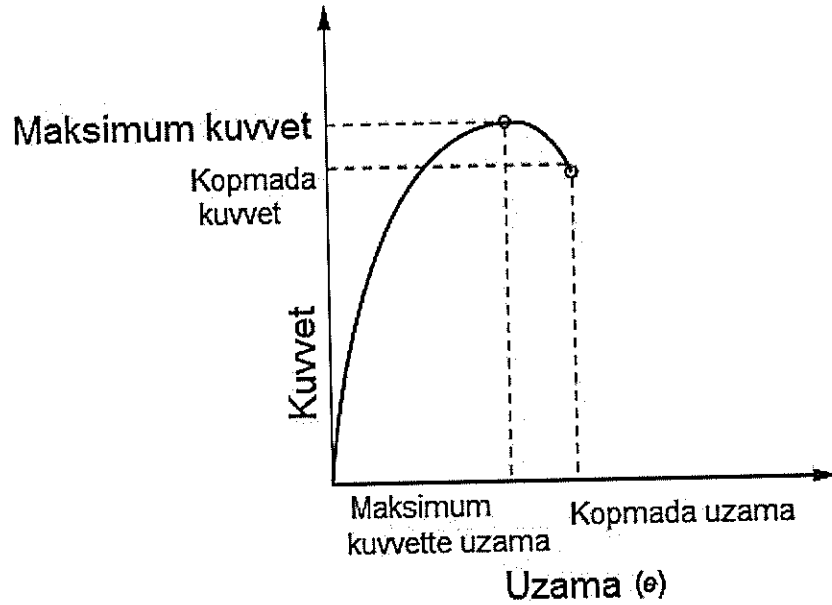


Kopma mukavemeti testlerinin; ani kopma ve (Şekil 2.4.) ve parçalı kopma (Şekil 2.5.) olmak üzere iki farklı çeşidi bulunmaktadır.



Şekil 2.4. Kuvvet – uzama diyagramı (Ani kopma) (Hu J. 2008)

Ani kopma, kopma anında yükteki hızlı azalma nedeniyle gerçekleşmekte ve “çek-kopar” olarak anılmaktadır. “Çek-esnet” yöntemi olarak adlandırılan parçalı kopuşta ise yük, kademeli olarak azalmaktadır ve maksimum kuvvet genellikle kopma noktası olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde deney aletlerinin çoğunda, hem maksimum kuvvet hem de kopma anındaki kuvvet değerleri verilmektedir. Özellikle yumuşak ve elastik numunelerde, kopma mukavemeti her zaman maksimum dayanımı ifade etmemektedir (Hu J. 2008).



Şekil 2.5. Kuvvet – uzama diyagramı (Parçalı kopma) (Hu J. 2008)

Gericke, Viljoen ve Bruin (2007), yaptıkları çalışmada endüstriyel yıkamaların pamuk - naylon ve pamuk - polyester karışımı çözgümlü örme havlu kumaşların kopma mukavemetine etkisini incelemiştir. Bu amaçla çalışmada kumaşlar 50 defa yıkanıp 50 defa tamburlu kurutucu ile kurutulmuşlardır. Ardından laboratuvar şartlarında 24 saat kondisyonlanan numunelerin mukavemet ölçümleri ISO 13934-1 standardına göre Instron üniversal test cihazında gerçekleştirilmiştir. Pamuk – polyester kumaşların yıkama öncesi ve sonrası kopma mukavemeti değişimlerinin istatistiki olarak önemsiz olduğu, pamuk – naylon kumaşlarda bu farkın istatistiki olarak önemli olduğu ve yıkama sonrası mukavemetin azaldığı ifade edilmiştir.

Luo, Hong ve Fanguero (2008), PVC kaplı polyester çözgümlü örme kumaşlara yatayla 0-15-30-45-60-75-90° olmak üzere 7 farklı doğrultuda kuvvet uygulayarak kumaşların mekanik özelliklerini ölçmüşlerdir. Kopma mukavemeti ölçümlerini ISO 1421 standardına göre H100KS Hounsfield Universal Test Cihazında, 100 mm/dk hızda gerçekleştirmişlerdir. Deneyler sonucunda, en yüksek kopma mukavemetinin 90°, en düşük kopma mukavemetinin ise 45° doğrultuda yapılan ölçümlerden elde edildiği belirtilmiştir.

Diğer kumaş türleri ile yapılan kopma mukavemeti çalışmaları şöyledir:

Yıldırım (1995), farklı örgülerdeki yuvarlak örme kumaş yapılarının performans özelliklerini incelediği çalışmasında kopma mukavemeti ölçümlerini TS 253 standardına göre üniversal mukavemet cihazıyla gerçekleştirmiştir. En yüksek kopma mukavemeti değerini RL-astarlı örgüdeki ham kumaşta sıra yönünde elde ettiklerini, en düşük kopma mukavemeti değerlerinin ise RL-süprem örgü ham kumaşlarda sıra yönünde alındığını ifade etmiştir.

Erkoç (2006), yuvarlak örme makinelerinde üretilen örme kumaş özelliklerini etkileyen parametreleri incelediği yüksek lisans tez çalışmasında yuvarlak örme makinelerinde, open end ve penye ring iplikleri kullanarak belirli gramajlarda süprem ve ribana örgümlü kumaşlar üretmiştir. Daha sonra kumaşlara yaş ve kuru relakse (rahatlama) işlemleri uygulanmıştır. Kopma mukavemeti ölçümleri TS EN ISO 13934-1 En büyük kuvvetin ve en büyük kuvvet altında boyca uzamanın tayini - şerit metoduna göre yapılmıştır.

Deneyler sonucunda, kumaş gramajı arttıkça daha sıkı bir yapı olduğundan kopma mukavemeti değerinin de arttığı belirtilmiştir. Sıra sıklığının çubuk sıklığından fazla olmasından dolayı örme kumaşların çubuk yönünde kopma mukavemetinin sıra yönüne göre daha fazla olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada kopma mukavemeti ölçümü yapılan cihaz belirtilmemiştir.

Ünal ve Taşkın (2007), poliester ipliklerle, atkı ve çözgü yönünde farklı sıklıklarda bezayağı ve dimi kumaşlar dokuyarak yıkama sonrasındaki kopma mukavemeti değerlerini incelemiştir. Kumaşların kopma mukavemeti testleri, TS EN ISO 13934/1 şerit metoduna göre, numune uzama hızı sabit (CRE) prensibinde çalışan çekme cihazında 200 mm çene aralığı ve 100 mm/dk ölçüm hızında yapılmıştır. Deneyler sonucunda, atkı ve çözgü yönlerindeki sıklık artışının, beklendiği üzere, kumaşların kopma mukavemetini arttırdığı; dimi kumaşların atkı ve çözgü yönündeki büzülmelerinin bezayağı kumaşlara göre daha yüksek olduğundan, kopma mukavemet değerlerinin de beklenilenin aksine bezayağı kumaşların kopma mukavemet değerlerine göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Vlad, Floca ve Dinu (2010), çorap üretiminde kullanılan ipliklerin kalitesini ve çorap yapılarını değerlendirmek amacıyla farklı incelikteki pamuk iplikleri ve bu ipliklerden örülen çorapların kopma mukavemeti değerlerini ölçmüştür. İpliklerin kopma mukavemetleri EN ISO 2062 standardına göre, örülmüş kumaşların kopma mukavemeti ölçümleri ise, EN ISO 13934-1 Kumaş kopma mukavemeti standardına göre yapılmıştır. Kumaş mukavemetleri ölçülürken, 50x300 mm ebatlarında hazırlanan numunelere, 100 mm çene mesafesinde, 100 gf ön gerilim uygulanmıştır. Deneyler sonucunda iplik özelliklerinin kumaş yapısını doğrudan etkilediği, ince ipliklerle örülen çorapların kopma mukavemeti ve uzamasının daha düşük çıktığı belirtilmiştir. Bu durum aynı zamanda daha az kullanım ömrü demek olduğundan, pamuk+naylon karışımı iplikler kullanılarak mukavemetin artırılması tavsiye edilmiştir.

Tok (2011), otomotiv koltuk kumaşlarında kullanılan iplik özellikleri ile kullanılan örgü değişiminin, kumaşın yırtılma ve kopma mukavemeti üzerine olan etkilerini incelemiştir. Kopma mukavemeti testi TS EN ISO 13934-1 standardına göre, Instron

4301 marka universal mukavemet cihazında 5 adet test numunesi ile atkı ve çözümlü yönlerinde çene mesafesi 200 mm, çene hızı 100 mm/dk olarak yapılmıştır. Deneyler sonucunda iplik kalınlığının artmasının kopma ve yırtılma mukavemetini atkı ile çözümlü yönlerinde arttırdığı ifade edilmiştir. Ayrıca, iplik tekstüre metodunun ve kumaşın örgü yapısının da kopma mukavemeti üzerinde etkili olduğu, friksiyon tekstüre metodu ile üretilen ipliklerle oluşturulan numunelerin hava tekstüre ipliklerle üretilen ipliklere göre daha yüksek kopma mukavemetine sahip olduğu ifade edilmiştir.

Çetinaslan, Mezarıcıöz ve Çetiner (2013), % 100 pamuk ipliğinden üretilmiş ve indigo boyarmaddesi ile boyanmış olan denim kumaşları, çeşitli yıkama işlemlerine tabi tutarak; yırtılma mukavemeti ve kopma mukavemeti değişimleri incelemiş, ayrıca üç farklı gramajda seçilen denim kumaşların mukavemet değerlerini kıyaslamışlardır. Kopma mukavemeti testleri Titan-2 James H.Heal marka test cihazında, ASTM D5034 standardına uygun olarak 2-2,5 N ön gerilim uygulanarak yapılmıştır. Yıkama sonrası denim kumaşların mukavemet değerlerinin düştüğü, fakat kumaş gramajı arttıkça kopma ve yırtılma mukavemetlerinde kayıp oranının azaldığı ifade edilmiştir. Yumuşatıcının kumaş kopma mukavemeti üzerinde etkisi olmadığı belirtilmiştir.

Oğlaccıoğlu, Ertekin ve Marmaralı (2014), yüksek performanslı ipliklerden üretilen örme kumaşların mekanik etkilere karşı dayanımlarını incelemiştir. Bu çalışmada yüksek performanslı filament iplikler ile kesikli sentetik iplikler birlikte kullanılarak en yüksek performans özelliği sağladığı tespit edilen hortumlu interlok örgü yapısında kumaşlar örülmüştür. Kumaşların kullanımı açısından önemli olduğu düşünülen bazı fiziksel özellikler ile kumaşların mekanik etkilere karşı dayanım özelliklerini belirleyen kopma mukavemeti ve delinme direnci, ilgili standartlara uygun olarak test edilmiştir. Kopma mukavemeti ve uzaması ölçümleri TS EN ISO 13934-1 standardına göre Zwick Roell Z010 ölçüm cihazında gerçekleştirilmiştir. PES ve PA grubu kumaşlar karşılaştırıldığında kopma mukavemeti değerlerinde bir fark olmadığı, PA grubu kumaşların kopma uzaması değerlerinin PES grubu kumaşlardan daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Yüksek kopma mukavemetine sahip olan kesikli poliamid iplik ve Twaron ipliği ile üretilen kumaşın koruyucu tekstiller alanında alternatif olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir.

## 2.6. Örme Kumaşların Kalıcı Uzama ve Elastikiyet Özellikleri

Giysi seçiminde tüketicileri etkileyen başlıca faktörler estetik görünüm, rahatlık ve modadır. Ancak bunlar kadar giysinin kullanım sırasında göstereceği giyim performansı da önemlidir. Genellikle kumaşların giyim sırasında eklem hareketlerine bağlı olarak rahat bir şekilde uzayabilmesi ve uzadıktan sonra geri dönüşte şekil değişikliğine uğramaması istenmektedir(Özdil 2003). Çözümlü örme tül perdelik kumaşların aynı zamanda üst giysilik olarak da kullanımının mümkün olduğu değerlendirilerek numunelerin kalıcı uzama ve elastikiyet özellikleri de incelenmiştir.

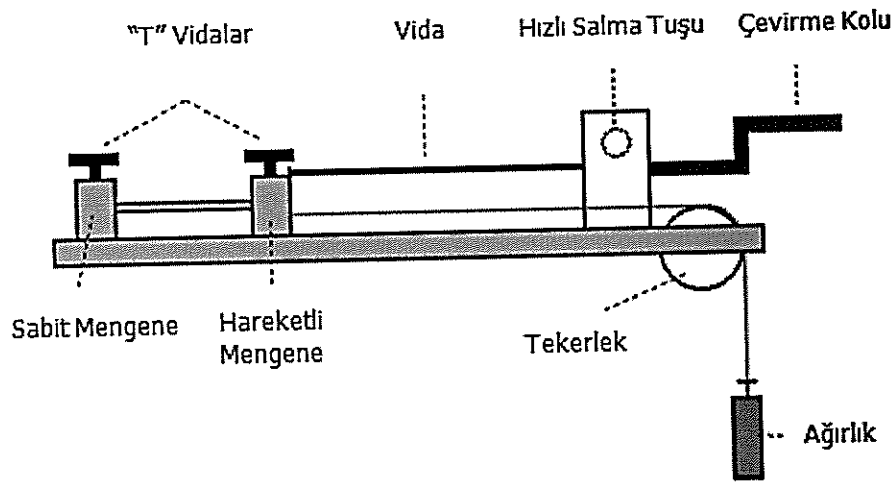
Kumaşların elastikiyet özelliği, numunelere etki eden kuvvetin kumaş yapısındaki kalıcı uzamaya neden olması, numunenin kuvvet kaldırıldıktan sonra ilk boyuna dönememesinin ifadesidir. Elastikiyet özelliğinin ölçümünde genel olarak 2 farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlar, numuneye sabit bir ağırlığın bağlanarak belirli bir süre sonra uzama oranının ölçüldüğü statik elastikiyet testleri ve numuneye tekrarlı olarak kuvvetler uygulanarak deney sonunda uzama oranının ölçüldüğü dinamik elastikiyet testleridir.

Kumaş elastikliğinin tayini EN 14704-1:2006 (Metot-A) standardına göre yapılmaktadır. 5 x 20 cm ebatlarındaki numuneler, çene mesafesi 100 mm olan universal mukavemet cihazında 500 mm/dk hız ile belirli kuvvet değerine kadar gerdirilerek tekrarlı uzamaya zorlanmaktadır. Numune son çevrimde, tanımlanan kuvvet değerinde belirli süre bekletilmektedir. Sürenin sonunda numunedeki uzama miktarı ilk boya göre oranlanarak % uzama değeri hesaplanmaktadır.

Numuneye kuvvet uygulandığında yapıdaki bağların kopmaya başladığı görülmektedir. Bağlar koptukça kumaş yükü taşıyamaz hale gelmekte ve üzerinde gerilim azalmaktadır. Bağların kopması malzemenin özelliklerini kaybetmesi anlamına geldiğinden bu istenmeyen bir durumdur. Dinamik elastikiyet testinin son çevriminde, numuneye sabit kuvvet uygulanarak belirli süre beklenmesi durumunda yapı içinde meydana gelen gerilim azalması değerleri uygulanan kuvvete göre % olarak ölçülmekte ve “% kuvvet kaybı değeri” olarak tanımlanmaktadır.

Bir başka elastikiyet ölçümü ise TS 10985:1993 (Kumaşta streç tayini metodu) “Örülmüş kumaşlar-düşük kuvvet uygulanan-kalıcı uzama ve streç özellikleri tayini” deney standardına göre de yapılmaktadır. Bu standartta en ve boy yönlerinde ayrı ayrı hazırlanan numuneler birer kenarından dikilerek dairesel yapı kazandırılmaktadır. Numuneler üst askı çubuğuna yerleştirilmektedir. Alt askıya gerilimölçer takılarak deney standardında önerilen miktara kuvvet düzgün artarak ve azalarak uygulanmaktadır. Son çevrimde belirli bir süre bekletilerek numunedeki uzama miktarı % olarak hesaplanmaktadır.

Streç testlerine alternatif olarak BS 4294 “Kumaşların uzama tayini” deney standardına uygun olarak Fryma Kumaş Ekstensometre cihazı ile ölçüm yapılabilmektedir. Bu metotta, en ve boy yönlerinde 75 x 85 mm ölçülerinde hazırlanan numuneler sabit ve hareketli çenelere yerleştirilmektedir. Şekil 2.6.’da teknik çizimi yer alan cihaza 3 veya 6 kg yük bağlanarak gerilim oluşturulmaktadır. Çevirme kolu çevrilerek vidanın hareket etmesi sağlanmakta ve tüm yük numune tarafından karşılanmaktadır. 10 sn sonra kumaşın uzama miktarı cihaz üzerinden okunarak deney sonuçlandırılmaktadır.



Şekil 2.6. Fryma kumaş ekstensometre cihazının teknik çizimi

Literatürde çözümlü örme kumaşların elastikiyet özellikleri ilgili çalışmalar şöyledir:

Cooke ve Assimakopoulos (1985), teknik ön yüzü dimi görünümlü olan benzer yapıdaki çözümlü örme kumaşların yapısal değişikliklerinin elastik özelliklerine etkisini

araştırdığı çalışmada, iki farklı test yöntemi uygulamıştır. 200 mm uzunluğunda ve 100 mm genişliğinde hazırlanan deney numunelerine 100 mm çene mesafesinde 50 N yük uygulanarak öncelikle toplam uzama miktarı ölçülmüştür. Ardından, yine 100 mm çene mesafesinde toplam uzamanın 2/3'si oranında uzama sağlanarak 15 dakika bu pozisyonda bekletilmiştir. 60 dakika sonra uzama oranı ölçülerek kalıcı uzama oranı hesaplanmıştır. Ölçümler Instron 1122 marka üniversal mukavemet deney cihazında yapılmıştır. Yapısal değişikliklerin, deney uygulama doğrultusunun hem kalıcı uzama hem de toplam uzama oranları üzerinde istatistiksel etkisi olduğu ifade edilmiştir.

Tercan (2006), açık ve kapalı ilmek yapılarının çözümlü örme kumaşların bir takım fiziksel özelliklerini etkileme şeklini araştırmıştır. Bu amaçla akrilik, polyester ve pamuk iplikleri kullanılarak franse, triko ve tuch örgülerinin açık ve kapalı ilmekli türlerini içeren numunelere; ilmek iplik uzunluğu ölçümü, toplam uzama ve kalıcı uzama testleri uygulanarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Toplam uzama ve kalıcı uzama testleri TS 10985 standardına göre yapılmıştır. Buna göre 200 x 100 mm ebatlarında 5'er adet en ve boy yönlerinde hazırlanan numuneler kondisyonlanma işleminin ardından ölçümlere başlanmış, toplam uzama tespiti için ölçüm mesafesi 100 mm ayarlanmış ve numuneye alttan 5-10 saniye süreyle 50 N'luk yük uygulanmıştır. İlk uzunluktan (100 mm) yararlanarak kumaştaki toplam uzama değeri ilk uzunluğun yüzdesi şeklinde hesaplanmıştır. Kalıcı uzamanın belirlenmesi için en ve boy doğrultularındaki toplam uzamanın 2/3'ü kadar uzatılarak sabitlendikten sonra 60 dakika bu pozisyonda bekletilmiş, bu süre sonunda serbest bırakılarak 15 dakika dinlendirilmiştir. Daha sonra ilk ölçüm mesafesine oranlanarak kalıcı uzama % olarak hesaplanmıştır. Tercan, deneyler sonucunda, numunelerin toplam uzama ve kalıcı uzama özellikleri üzerinde hammadde türü, örgü türü ve ilmek yapısının tek başına belirleyici olmadıklarını ifade etmiştir. Toplam uzama ve kalıcı uzama özellikleri üzerinde hammadde türü ve örgü türünün diğerlerine göre daha etkili olduğu ve belirtilen özellikler üzerinde ikisinin ortak bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Blaga, Marmaralı ve Mihai (2010), ayakkabı astarları için görünümün iyileştirilmesi, ayakkabı konforunun ve dayanıklılığının artırılması gibi temel işlevleri sağlayan yeni malzemelerin bulunmasını amaçladıkları çalışmalarında, Coolpass, Coolmax, Outlast ve

Dri-Release gibi fonksiyonel iplikler kullanılarak farklı sıklıklarda süprem kumaşlar üretmişlerdir. İplik tipi, kumaş sıklığının ve yıkama işleminin ayakkabı astarı olarak kullanılabilir örnek kumaşların, elastikiyet, boncuklanma, sürtünme ve elastik modülü gibi özelliklerine etkisi araştırılmışlardır. Numunelerin kalıcı uzama deneyleri SDL Atlas, Fryma kumaş ekstensometre cihazıyla yapılmıştır. Sıra ve çubuk yönlerinde hazırlanan numunelere 30 N kuvvet uygulanmış ve uzama oranları ölçülmüştür. Ölçümün yapıldığı doğrultulara göre farklı tepkiler verildiği belirtilmiştir. Sıra yönünde uzama davranışları incelendiğinde, kumaş yoğunluğu arttıkça ilmeklere gelen yük miktarının azaldığı, yükün paylaşıldığı ve böylece uzama miktarının azaldığı ifade edilmiştir. Çubuk yönünde ise, ilmeğin geometrik yapısı nedeniyle uzamanın diğer yöne göre daha az olduğu belirtilmiştir.

Diğer kumaş türleri ile yapılan elastikiyet özellikleri çalışmaları şöyledir:

Tezel (2007), yüksek lisans tez çalışmasında farklı marka elastan iplik kullanımının örnek kumaşların yapısal özelliklerine etkisini incelemiştir. 6 farklı marka elastan ipliğin çekme uzama davranışları çeşitli test aletleriyle test edilerek, kopma uzama davranışları, sabit gerilim değerindeki % uzama davranışları, sabit % uzama değerlerindeki gerilim davranışları ve sürtünme özellikleri ölçülmüştür. Çalışmanın ikinci aşamasında; 4 farklı marka elastan iplik kullanılarak, 3 farklı zemin ipliği besleme miktarı ve 3 farklı elastan iplik besleme miktarı uygulanarak, bir sırada sadece pamuk ipliği diğer sırada ise pamuk ipliği ve elastan ipliği beraber olacak şekilde 36 adet elastan iplikli RL (süprem) örgü kumaş üretilmiştir. Bu kumaşların sıra sıklığı, çubuk sıklığı, ilmek yoğunluğu, zemin ipliğinin ilmek iplik uzunluğu, elastan ipliğinin ilmek iplik uzunluğu, gramaj, kalınlık, patlama mukavemeti, hava geçirgenliği, streç ve kalıcı uzama özellikleri üzerine deneysel bir çalışma yapılmış ve faktörlerin etkisini görebilmek amacıyla istatistiksel analiz yöntemiyle karşılaştırma yapılmıştır. Numunelerin streç ölçümleri ASTM D2594 standardına uygun olarak yapılmıştır. Deney numunelerine enine ve boyuna doğrultuda 0 ila 2270 gr. arasında düzgün artan ve azalan bir gerilim 4 defa uygulanmıştır. Her bir periyodun 4 ila 6 saniye içinde tamamlanması sağlanmıştır. Dördüncü periyodun tamamlanmasının ardından 5'inci periyoda başlanmış ve 5'inci defa gerilim uygulanmış ve bu durumda 5 ila 10 saniye tutularak streç değeri



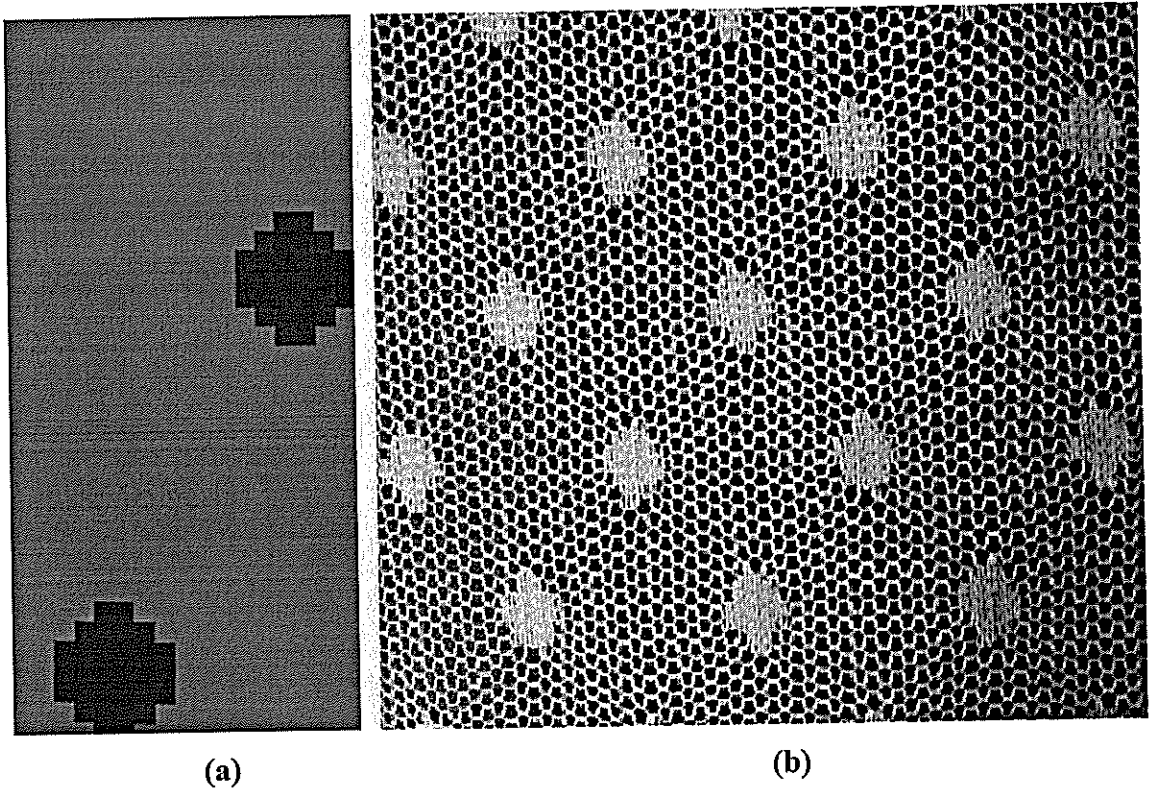
okunmuştur. Ölçümler enine ve boyuna doğrultuda ayrı ayrı yapılmıştır. Ölçümlerin ortalaması alınmış ve % streç oranları hesaplanmıştır. Zemin iplik besleme miktarının artmasına bağlı olarak kalıcı uzamanın azaldığı ifade edilmiştir. Elastan iplik besleme miktarındaki artışın genel olarak kalıcı uzamanın azalmasına neden olduğu belirtilmiştir.

Öztürk (2015), örme kumaşlarda yük – uzama davranışlarını incelediği yüksek lisans tez çalışmasında, yüksek performanslı iki farklı iplikten dört farklı örgü yapısında, en az iki farklı sıklıkta hem enine hem de boyuna yönde kumaş numuneleri elde etmiş ve numunelerin mekanik özelliklerini yük-uzama deneyleri ile incelemiştir. Oluşturulan “Kumaş uzama özellikleri ölçüm düzeneği” nde numuneler alt ve üst çenelere yerleştirilmiştir. Üst çene sabit tutulurken alt çeneye kumaşta istenen uzama oranı sağlanacak şekilde 12 farklı ağırlık asılmıştır. İlk boy 200 mm belirlendikten sonra ölçüm düzeneğine yerleştirilen kumaşların her ağırlıkta boydan uzaması ve enden daralması ölçülmüştür. Tüm örgü yapıları, iplik cinsleri ve sıklıklar için beşinci ağırlık noktasına kadar olan uzama ve daralmalar kumaş şekil değiştirmesi bölgesi olarak, beşinci ve sekizinci yükler arası bölge iplik uzaması sekizinci bölgeden sonraki bölge liflerinin zarar görmesi ve nihayet kopması bölgesi olarak tanımlanabileceği ifade edilmiştir.

### 3.MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Tez çalışması kapsamında dantel benzeri görünümde, raşel tipi çözümlü örme kumaşlara uygulanan performans testlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, deneylerde, daha önce sanayi stajı kapsamında Zorluteks Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de üretilmiş olan raşel tipi çözümlü örme kumaşlar numune olarak kullanılmıştır. Bu numuneler üretilirken, bir örgü yapısı seçilerek zemin ipliği olarak 167 dtex polyester iplik, desen ipliği olarak ise 150 denye mat polyester ya da 200 denye parlak polyester olmak üzere iki farklı numarada iplik kullanılarak kumaş örülmüştür. Kumaş üretiminde uygulanan sıklık değerinin raşel tipi çözümlü örme kumaşların özelliklerine etkilerini görebilmek için iki farklı may (sıra) sıklığı değerinde kumaş üretilmiştir. Kumaş numunelerinin üretiminde uygulanan örgü raporu ve kumaş fotoğrafı Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. (a) Kumaş numunelerinin üretiminde uygulanan örgü raporu (b) kumaş fotoğrafı

Kumaş numuneleri, işletme şartlarında, Karl Mayer marka, RJPC 4 F-NN model, 230 inç çalışma genişliğinde, E18 incelikteki, elektronik jakarlı çözümlü örgü makinesinde kontrollü olarak üretilmiştir.

Dantel benzeri, raşel tipi çözümlü örme kumaşlar günümüzde giysi ve ev tekstili üretiminde kullanılabilmektedir. Giysi üretiminde kullanılacak kumaşın yumuşak tutumlu olması beklenirken, ev tekstili alanında kullanılacak kumaşın sert tutumlu olması istenmektedir. İşletme şartlarında yumuşak ve sert olmak üzere iki farklı apre uygulanmıştır. Yumuşak apreli kumaşlar için işlem adımları kör banyo, ram kurutma, yumuşak tuşe bitim işlemi şeklindedir. Sert apreli, ev tekstili üretimine uygun kumaşlar için ise işlem adımları kör banyo, ram kurutma, sert tuşe bitim işlemi şeklindedir. Ham eni 145,5 cm olan kumaşlar apre işlemleri sonrası 140 cm ende mamul hale getirilmiştir. Üretilen kumaşların özellikleri ve kumaş kodları Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Deneylerde kullanılan raşel tipi çözümlü örme kumaş özellikleri (Bönçoğlu F. ve Meral M.İ.)

Kumaş Kodu	Ayarlanan May Sıklığı (Sıra/cm)	Desen İplik Numarası	Zemin İplik Numarası	Uygulanan Apre Türü
1S	17,88	150 denye	167 dtex	sert
2S	17,88	200 denye	167 dtex	sert
3S	12,04	150 denye	167 dtex	sert
4S	12,04	200 denye	167 dtex	sert
1Y	17,88	150 denye	167 dtex	yumuşak
2Y	17,88	200 denye	167 dtex	yumuşak
3Y	12,04	150 denye	167 dtex	yumuşak
4Y	12,04	200 denye	167 dtex	yumuşak

### 3.2. Yöntem

Numuneler TS EN ISO 139:2008 standardı gereği en az 1 gün boyunca  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve  $\% 65 \pm 4$  bağıl nemli laboratuvar ortamında kondisyonlanmıştır.

### **3.2.1. Kumaşlara uygulanan relakse işlemi**

Ham ve mamul kumaş numuneleri düz ve pürüzsüz bir zemin üzerinde, hiçbir kuvvet etkisine maruz bırakılmadan 7 gün süreyle bekletilerek kuru relakse edilmiştir.

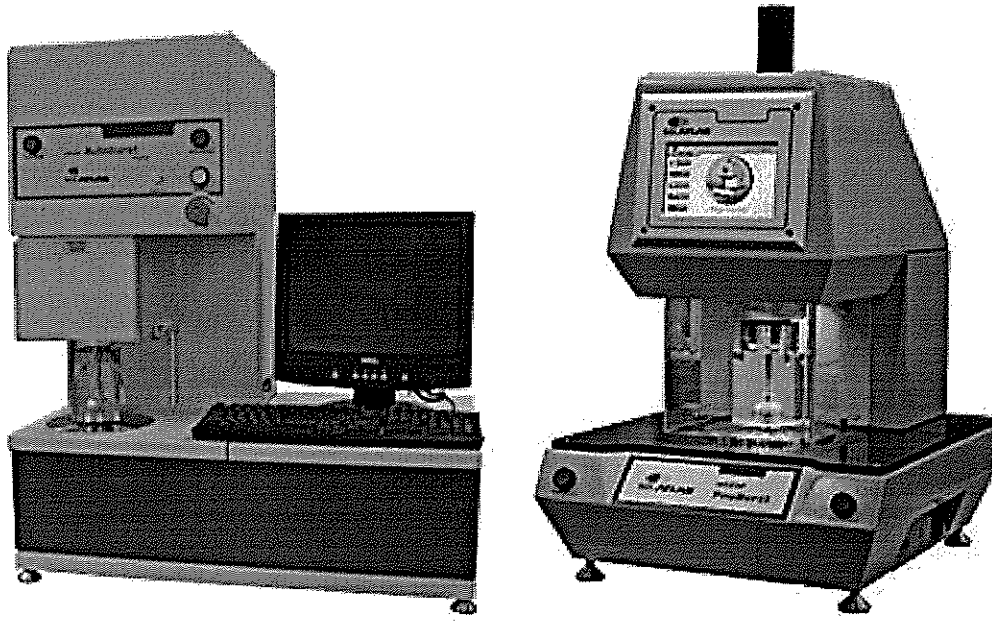
### **3.2.2. Kumaşlardan ıslak numune hazırlanması işlemi**

Deney sonuçlarının ıslak ve kuru (orijinal) haldeki değişimlerinin tespiti için, numuneler, deney öncesinde ıslatılmıştır. Bu amaçla, ilgili deney öncesinde numuneler, sıcaklığı (20±2)°C ve teknik özellikleri TS EN ISO 3696 da belirtilmiş olan saf su (Sınıf 3) içine bir saat süreyle bekletilmiştir. Deney numunesi sudan çıkarıldıktan hemen sonra fazla suyu almak için bir kurutma kağıdının üzerine kısa bir süre konulmuş ve deneye başlanmıştır.

### **3.2.3. Kumaşların patlama mukavemetinin ölçümü**

Örme kumaşların patlama mukavemetinin tespitinde farklı cihaz ve metotlar kullanılabilir. Dantel benzeri yapıdaki raşel tipi çözümlü örme kumaşların performansını en iyi değerlendirebilecek test metotlarını belirleyebilmek için bu çalışmada patlama mukavemeti ölçümünde hidrolik ve pnömatik olmak üzere iki farklı metotta diyafram tipi test cihazı (Şekil 3.2.) ile bilyalı patlatma (Şekil 3.3.) olarak adlandırılan mekanik test esasında çalışan olmak üzere üç farklı metotla ölçüm yapılmıştır.

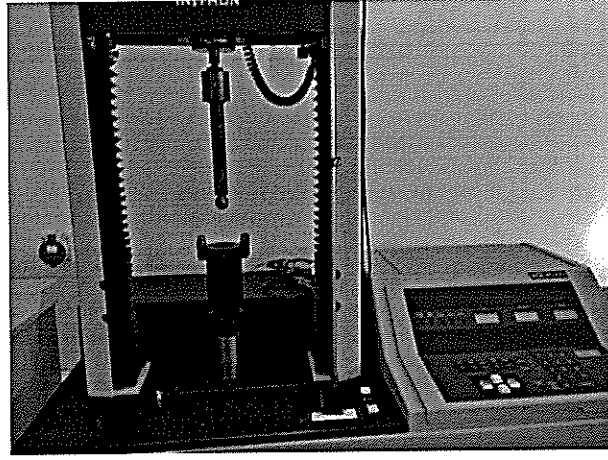
**Diyafram tipi - hidrolik patlama mukavemeti test metodu:** SDL Atlas M229 Autoburst patlama mukavemeti test cihazı ile TS 393 EN ISO 13938-1:2002 standardına göre ölçümler yapılmıştır. TS 393 EN ISO 13938-1:2002 standardında ölçüm yapılan kumaş esnekliğinin fazla olduğu durumlarda daha küçük deney alanı kullanımı önerilmektedir. Bu amaçla, cihazda mevcut alanlardan 7,3 cm<sup>2</sup> ve 10 cm<sup>2</sup> olmak üzere iki farklı deney alanında ölçüm yapılarak, deney alanının kumaşların patlama mukavemetine etkileri incelenmiştir. Bu kumaşların gerek giysi gerekse ev tekstili olarak kullanımda ıslak durumdaki performanslarını inceleyebilmek için kumaş numunelerinin ıslak ve kuru durumda patlama mukavemeti değerleri ölçülmüştür.



(a) (b)  
**Şekil 3.2.** a) SDL Atlas M229 Autoburst hidrolik patlama mukavemeti test cihazı b) SDL Atlas M229P Pnuburst pnömatik patlama mukavemeti test cihazı (www.sdlatlas.com)

**Diyafram tipi - pnömatik patlama mukavemeti test metodu:** SDL Atlas M229P Pnuburst patlama mukavemeti test cihazı ile TS EN ISO 13938-2:2003 standardına göre deneyler yapılmıştır. Bu metotta da ölçüm yapılan kumaş esnekliğinin fazla olduğu durumlarda daha küçük deney alanı kullanımı önerilmektedir. Bu amaçla, cihazda mevcut alanlardan  $7,3 \text{ cm}^2$  deney alanı seçilerek sonuçların hidrolik test cihazından alınan sonuçlarla aynı şartlarla kıyaslanabilmesi sağlanmıştır.

**Mekanik patlama mukavemeti - Bilyalı patlatma mukavemeti test metodu:** 4301 model Instron mukavemeti test cihazı ile TS 7126:2007 standardına göre deneyler yapılmıştır. Bu metotta da ölçüm yapılan kumaş parçası, deney cihazının tutucu (hareketli) çenesine bağlı olan bilyalı patlatma parçasının yivli, dairesel plâkaları arasına gerilimsiz olarak sabitlenmektedir. Kopma oluşana kadar, cihazın pendulum-hareketli (sabit) çenesine bağlanmış olan parlatılmış ve sertleştirilmiş bir çelik bilya ile deney numunesine bir kuvvet uygulanmaktadır.

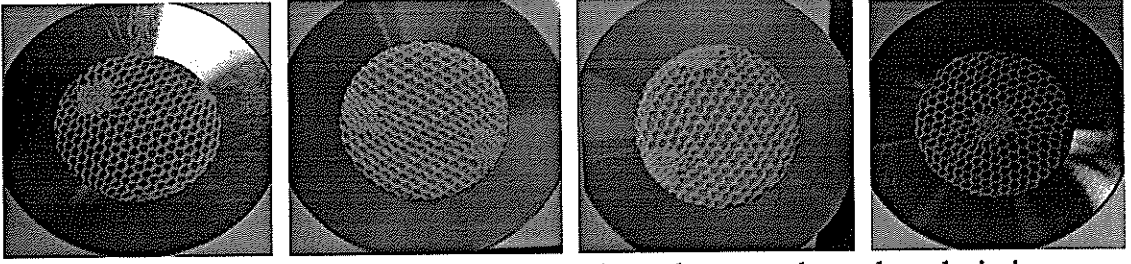


**Şekil 3.3.** 4301 model Instron mukavemeti test cihazına yerleştirilmiş bilyalı patlatma aparatı

#### **3.2.4. Kumaşların aşınma dayanımlarının ölçümü**

Aşınma dayanımı ölçümleri, TS EN ISO 12947-2:2001 standardına göre; Martindale aşınma dayanımı test cihazında gerçekleştirilmiştir. Bu standartta, aşındırıcı kumaş cihazın alt tablasındaki 140 mm çaplı aparata, ölçüm yapılacak kumaş numunesi ise cihazın üst tablasındaki 38 mm çaplı aparata yerleştirilmektedir. Standartta; ölçüm yapılacak kumaşın gramaj değerine göre değişmekle birlikte, genellikle kumaş altına bir dolgu malzemesi (sünger parça) yerleştirilmesi istenmektedir. Tez konusu olan kumaş yüzeylerinin dantel benzeri yapıları nedeniyle kumaşın sünger içine gömülmesini önlemek için ölçüm yapılacak kumaş ile süngerin arasına bir astar kumaş konulmuştur. Bu amaçla, %100 polyester iplikten 32 atk/cm, 50 çözgü/cm sıklığında üretilmiş olan 80 g/m<sup>2</sup> gramajlı bezayağı dokulu güneşlik perde olarak kullanıma uygun kumaş seçilmiştir. Numune ile sünger arasında kullanılan kumaş değişiminin aşınma dayanımına etkisini gözlemlemek üzere numune ile sünger arasına standart aşındırıcı kumaş kullanılarak deneyler tekrarlanmıştır.

Kabartma desenli kumaşların sahip olduğu 3 boyutlu yapının, aşınma alanı içinde yerleşiminin aşınma dayanımının etkisini gözlemlemek açısından, numunelerin aşınma alanı içinde hem rastgele hem de ortalananak yerleşimleri sağlanmış ve ölçümleri yapılmıştır. Numunelerin aşınma aparatlarına farklı yerleşimleri Şekil 3.4.'de verilmiştir.



**Şekil 3.4.** Numunelerin aşınma alanında rastgele ve desen ortalanarak yerleşimi

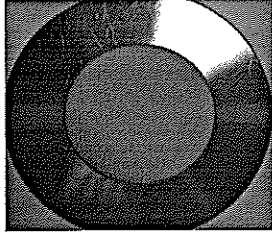
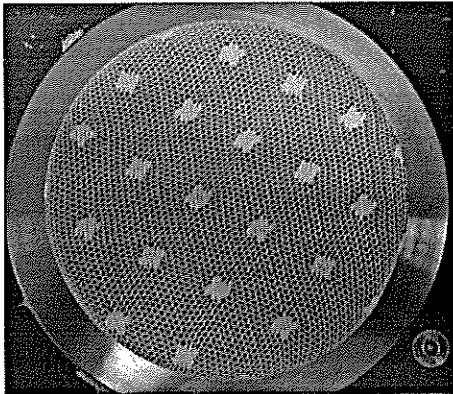
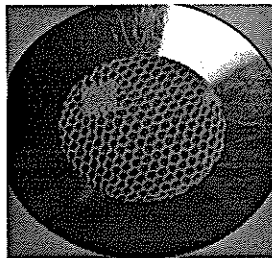
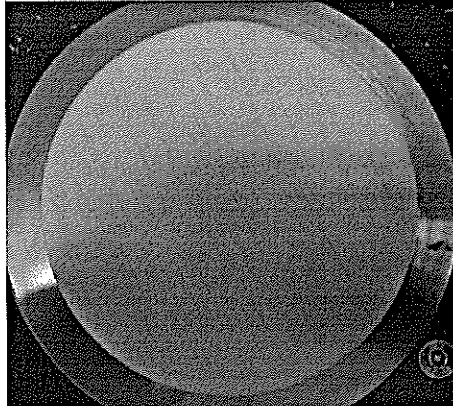
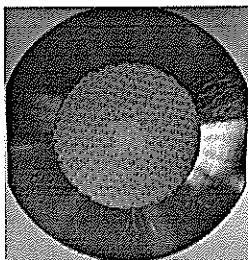
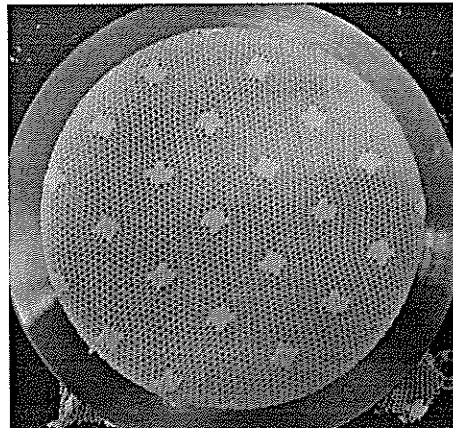
Numunelerin yalnız tül perdelik olarak kullanımının dışında, üst giysilik kumaş olarak da kullanılabileceği düşünülerek, gündelik hayatta kullanım esnasında kumaşın birbirine sürterek aşınması durumunu modellemek açısından; aşındırıcı malzeme olarak standart aşındırma kumaşının yanı sıra, numune kumaşın kendisi kullanılarak deneyler tekrarlanmıştır.

İlgili standart gereği ev tekstili ve giysilik kumaşlara 9 kPa yük uygulanması gerektiğinden ölçümler 9 kPa yük ile yapılmıştır. Yük değişiminin aşınma dayanımına etkisini incelemek için deney planına göre bazı numunelerin 12 kPa yük altında da aşınma dayanımı ölçümleri yapılmıştır.

Deney, cihazın 1000 devirlik periyotları sonrasında ipliklerde kopuş oluşunun gözlenmesi şeklinde devam ettirilmiş, kopuşun olduğu aralığın bir önceki devir sayısı, kumaşın aşınmadan dayanabildiği devir olarak değerlendirilmiştir.

Büyük örgü raporlu kumaşların aşınma dayanımının ölçümü 38 mm çaplı aparata yerleştirilerek mümkün olamayacağından, numunelerin daha büyük (140 mm çap) aparatlara yerleştirilebileceği ters aşınma testleri de uygulanmıştır. Bu amaçla, koruyucu malzemelerin aşınma dayanımları için önerilen TS EN 530:2010 standardına uygun olarak sünger ve aşındırıcı kumaş, cihazın üst tablasındaki 38 mm çaplı aparata yerleştirilmiştir. Ölçüm yapılacak kumaş numunesi ise cihazın alt tablasındaki 140 mm çaplı aparata yerleştirilmiş, düzgün bir kumaş yüzeyi elde etmek için yine aynı polyester astar kumaş, keçenin üzerine serilmiş, ölçüm yapılacak numune en üstte kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Tez çalışmasında kullanılan farklı aşınma dayanımı test düzenekleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

**Çizelge 3.2. Aşınma dayanımı test düzenekleri**

Deney Türü	Üst Tutucu	Alt Tutucu	Deney Parametreleri
Ters aşınma	Standart aşındırma kumaşı	Keçe ile test numunesi arasında astar kumaşı	Yük: 9 - 12 kPa
			Numune yerleşimi: rastgele
Standart aşınma	Sünger ile test numunesi arasında astar kumaş	Standart aşındırma kumaşı	9 - 12 kPa
			Numune yerleşimi: rastgele
Standart Aşınma Deneyi	Sünger ile test numunesi arasında standart aşındırma kumaşı	Keçe ile test numunesi arasında standart aşındırma kumaşı	9 kPa
			Numune Yerleşimi: Desen ortalanmış



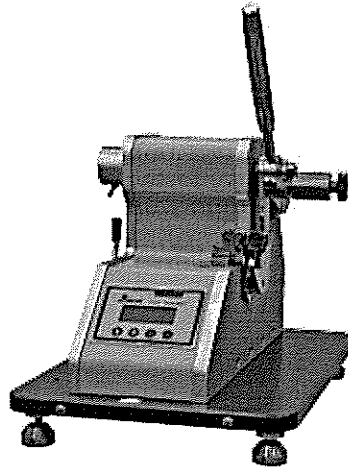
### 3.2.5. Kumaşların boncuklanma davranışının ölçümü

Boncuklanma davranışı ölçümleri TS EN ISO 12945-1, “Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma tayini – Boncuklanma kutusu metodu” standardına göre James H.Heal marka boncuklanma test cihazda yapılmıştır. 20.000 devir sonunda numunelerin boncuklanma eğilimleri kontrol edilmiştir. Deney tamamlandığında numuneler referans fotoğraflarla karşılaştırılarak (5: boncuklanma yok, 1: yoğun boncuklanma) subjektif değerlendirme yapılmıştır.

### 3.2.6. Kumaşların yırtılma mukavemetinin ölçümü

Bu çalışmada kumaşların yırtılma mukavemeti iki farklı yöntemle ölçülmüştür. Ölçülmesi açısından numunelere Elmendorf cihazında balistik sarkaç metodu ve tek yırtma metodu (Kanat biçimindeki deney numunelerinin yırtılma kuvvetinin tayini) olmak üzere iki farklı metotla yırtılma mukavemeti ölçümleri yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

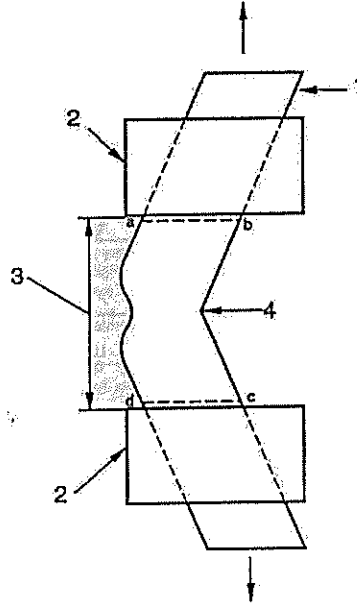
Balistik sarkaç metodunda, TS EN ISO 13937-1:2002 standardına göre, SDL Atlas marka M008E model Dijital Elmendorf yırtılma mukavemeti test cihazı (Şekil 3.5.) ile ölçümler yapılmıştır.



**Şekil 3.5.** SDL Atlas M008E Digital Elmendorf yırtılma mukavemeti test cihazı ([www.sdlatlas.com](http://www.sdlatlas.com))

Sıra yönünde yapılan ölçümlerde, deney standardında sonuçların kabul edilebilmesi için gereken şartlardan; yırtılmanın olmaması veya yırtılmanın çentikli bölgede tamamlanmaması nedeniyle sıra yönünde deney sonucu alınamamıştır. Her kumaş tipi için 5 numuneden ölçüm yapılmış ve sonuçların ortalaması alınmıştır.

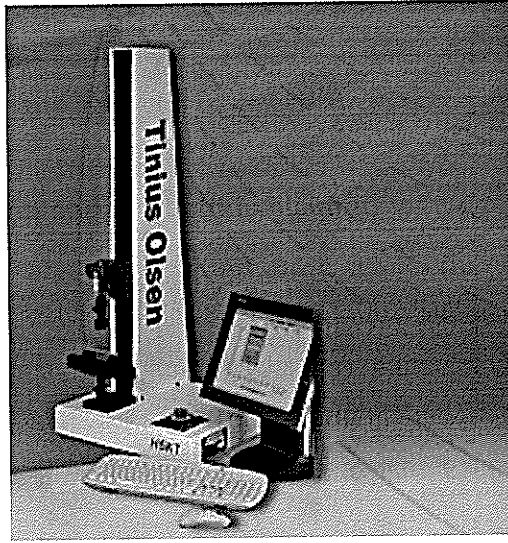
Kanat şeklindeki deney parçalarının yırtılma dayanımı tayini (Tek yırtma metodu) TS EN ISO 13937-3:2002 standardına göre yapılmıştır. Test edilen kanat şeklindeki deney parçası örneği Şekil 3.6.'de verilmiştir. Çene mesafesi 100 mm'ye ayarlanmış ve 100 mm/dk hızla kuvvet uygulanmıştır. Çubuk yönünde yapılan ölçümlerde, deney standardında sonuçların kabul edilebilmesi için gereken şartlardan; yırtılmanın kuvvetin uygulandığı doğrultuda olmaması ve yırtılmanın tamamlanmaması nedeniyle çubuk yönünde deney sonucu alınamamıştır. Her kumaş tipi için 5 numuneden ölçüm yapılmış ve sonuçların ortalaması alınmıştır.



**Şekil 3.6.** Tek yırtma metodunda test edilen kanat şeklindeki deney parçası örneği (1:Deney parçası, 2:Çene, 3:Gösterge, 4:Yırtılma noktasıdır.) (Özçelik 2006)

### 3.2.7. Kumaşların kopma mukavemetinin ölçümü

Islak ve kuru numuneler, TS EN ISO 13934-1:2002 standardına göre, Tinius-Olsen H5KT0467 marka, uzatma hızı sabit (CRE tipi) mukavemet cihazında, ön gerilme verilmeden, 200 mm çene mesafesinde, 100 mm/dk hızda kopmaya zorlanmışlardır. Her kumaş tipi için 5 numunede ölçüm yapılmış ve sonuçların ortalaması alınmıştır.



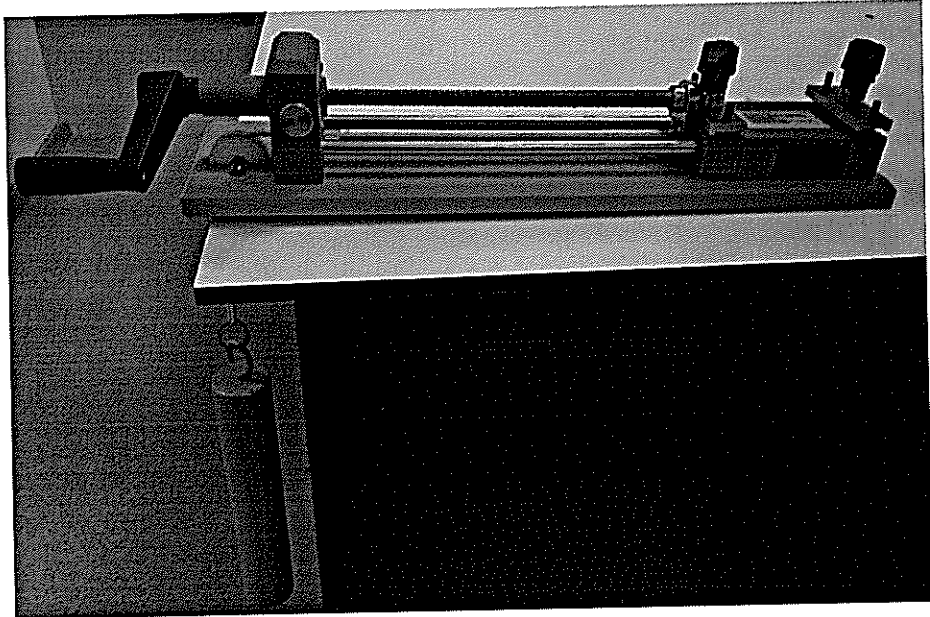
Şekil 3.7. Tinius-Olsen H5KT0467 mukavemet cihazı

### 3.2.8. Kumaşların kalıcı uzama ve elastikiyet özelliklerinin ölçümü

Islak ve kuru kumaşların tekrarlı kuvvet altında kalıcı uzama ve elastikiyet özellikleri EN 14704-1:2005 “Kumaşların elastikliğinin tayini standardının şerit deneyi” metoduna göre Tinius-Olsen H5KT0467 marka, uzatma hızı sabit (CRE) mukavemet cihazında ölçülmüştür. Numuneler 500 mm/dk hızda tekrarlı olarak belirli gerginlik değerine (15 N) kadar gerilip bırakılmış, % uzama ve yük altında % kuvvet kaybı değerleri incelenmiştir. 5 x 20 cm ebatlarındaki numuneler, çene mesafesi 100 mm olan üniversal mukavemet cihazında 500 mm/dk hız ile uzamaya zorlanmaktadır. Numuneler uzatılarak gerdirilmekte ve gerilim 15 N’a ulaştığında kuvvet kesilerek başlangıç pozisyonuna dönülmekte, böylece 1 çevrim tamamlanmaktadır. Numuneler 4 defa bu şekilde çekilip bırakıldıktan sonra 5. kez 15 N yük uygulanmakta ve bu pozisyonda 1

dakika sabit yükte beklenmektedir. Bu noktadaki uzama miktarı yüzde olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, sabit kuvvet uygulanırken numune içinde meydana gelen gerilim azalması, “kuvvet kaybı (%)” değeri olarak değerlendirilmiştir (Anonim 2005). Her kumaş tipi için 5 numunede ölçüm yapılmış ve sonuçların ortalaması alınmıştır.

Sabit kuvvet altında uzama testleri BS 4294 “Kumaşların uzama tayini” deney standardına göre Fryma Kumaş Ekstensometre cihazıyla yapılmıştır. Şekil 3.8.’de gösterilen cihaza en ve boy yönlerinde 75 x 85 mm ölçülerinde kesilen numuneler yerleştirilmiştir. 6 kg ağırlığındaki yük cihaza takıldıktan sonra hareketli çene kaydırılarak uzama gerçekleştirilmiştir. Ağırlığın tamamen kumaşa etki ettiği an referans alınarak belirli aralıklarda (10 sn., 30 sn., 1 dk., 2 dk.) cihaz üzerinden % uzama değerleri okunarak uzama oranları hesaplanmıştır.



Şekil 3.8. Fryma kumaş ekstensometre cihazı

### 3.2.9. Aykırı değer yönetimi

Diğer değerlerle karşılaştırıldığında veri setine uygun olmadığı tespit edilen aşırı değerlere aykırı değer denmektedir. Bu aykırı değerler hatalı veri girişi sebebiyle olabileceği gibi ölçüm aletinin hatalı olmasından veya tamamen deneme materyalindeki farklılıktan kaynaklanabilir. Diğer ölçümlenen değerlerden oldukça farklı olduğu için

aykırı olarak belirlenmiş olan değerlerin gerçekten aykırı olup olmadığı kontrol edilmelidir (Taşdelen ve Ovla, 2012).

Bu çalışmada aykırı değer tespiti için; Dixon ve Grubb's Testleri ayrı ayrı uygulanmış ve her ikisinde de aralık dışı kalan değerler elenmiştir. Kullanılan eşitlikler:

$$\text{Dixon Testi} = \frac{(\text{Atılması düşünülen değer} - \text{En yakın değer})}{(\text{En büyük değer} - \text{En küçük değer})}$$

$$\text{Grubbs Testi} = \frac{\text{Mutlak değer (atılması düşünülen değer} - \text{Ortalama değer})}{\text{Standart sapma}}$$

Ölçüm sonuçları, küçükten büyüğe doğru sıralanmaktadır. Atılması düşünülen ölçüm sonucu, yukarıdaki formüllerde yerlerine konulmakta ve çıkan sonuçlar, F tablosundaki değerlerle karşılaştırılmaktadır. Bulunan sonuçlar tablo değerinden büyük olması durumunda bu değer aykırı kabul edilmekte ve ölçüm sonuçlarından çıkartılıp yerine yeni bir ölçüm yapılmaktadır.

### 3.2.10. Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi

Çalışmada farklı test cihazları ile ölçülen patlama mukavemeti sonuçlarının karşılaştırılması amacıyla, iki faktörlü sınırlamasız varyans analizi kullanılmıştır. İki faktörlü sınırlamasız varyans analizinde kurulan hipotezler ve uygulanan matematiksel model aşağıda verilmiştir.

$$H01: \sum A_j = 0$$

$$HA1: \sum A_j \neq 0$$

$$H02: \sum B_k = 0$$

$$HA2: \sum B_k \neq 0$$

$$H03: \sum AB_{jk} = 0$$

$$HA3: \sum AB_{jk} \neq 0$$

$$Y_{ijk} = \mu + A_j + B_k + AB_{jk} + e_{(ijk)}$$

$Y_{ijk}$  : Ölçüm değeri;

$\mu$  : Yığının ortalama değeri;

$A_j$  : Birinci faktörün j. seviyesindeki etkisi;

$B_k$  : İkinci faktörün k. seviyesindeki etkisi;

$AB_{jk}$  : Birinci faktörün j. seviyesi ile ikinci faktörün k. seviyesinin kesişiminin etkisi;

$e(ijk)$  : Birinci faktörün j. seviyesi, ikinci faktörün k. seviyesindeki i. gözlemdaki tesadüfi hata.

Üretim parametrelerinin ve deney türlerinin sonuçlar üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla, üç faktörlü sınırlamasız varyans analizi kullanılmıştır. Üç faktörlü sınırlamasız varyans analizinde kurulan hipotezler ve uygulanan matematiksel model aşağıda verilmiştir.

$$H01: \sum A_j = 0$$

$$HA1: \sum A_j \neq 0$$

$$H02: \sum B_k = 0$$

$$HA2: \sum B_k \neq 0$$

$$H03: \sum C_m = 0$$

$$HA3: \sum C_m \neq 0$$

$$H04: \sum AB_{jk} = 0$$

$$HA4: \sum AB_{jk} \neq 0$$

$$H05: \sum AC_{jm} = 0$$

$$HA5: \sum AC_{jm} \neq 0$$

$$H06: \sum BC_{km} = 0$$

$$HA6: \sum BC_{km} \neq 0$$

$$H07: \sum ABC_{jkm} = 0$$

$$HA7: \sum ABC_{jkm} \neq 0$$

$$Y_{ijkl} = \mu + A_j + B_k + C_m + AB_{jk} + AC_{jm} + BC_{km} + ABC_{jkm} + e(ijkm)$$

$Y_{ijkl}$  : Ölçüm Değeri;

$\mu$  : Yığının ortalama değeri;

$A_j$  : Birinci faktörün j. seviyesindeki etkisi;

$B_k$  : İkinci faktörün k. seviyesindeki etkisi;

$C_m$  : Üçüncü faktörün m. seviyesindeki etkisi;

$AB_{jk}$  : Birinci faktörün j. seviyesi ile ikinci faktörün k. seviyesinin kesişiminin etkisi;

$AC_{jm}$  : Birinci faktörün j. seviyesi ile üçüncü faktörün m. seviyesinin kesişiminin etkisi;

BC<sub>km</sub> : İkinci faktörün k. seviyesi ile üçüncü faktörün m. seviyesinin kesişiminin etkisi;

ABC<sub>jk<sub>m</sub></sub> : Birinci faktörün j. seviyesi ile ikinci faktörün k. seviyesi ve üçüncü faktörün m. seviyesinin kesişiminin etkisi;

e<sub>(ijk<sub>m</sub>)</sub> : Birinci faktörün j. seviyesi, ikinci faktörün k. seviyesindeki, üçüncü faktörün m. seviyesindeki i. gözlemdeki tesadüfi hata.

Analiz sonuçları  $\alpha=0,05$  anlamlılık derecesi için değerlendirilmiştir. Etkisi bulunan faktörün seviyeleri arasındaki farkı görmek için SNK (Student Newman Keuls) testlerine başvurulmuştur. Bu testler sonunda elde edilen tabloda birbirinden istatistiksel açıdan farklı faktör seviyeleri ayrı harflerle, aralarında fark olmayan seviyeler ise aynı harf ile gösterilmiştir. Varyans analizlerinin hesaplanmasında SPSS 13 programından yararlanılmıştır.

#### 4.BULGULAR

Bu bölümde, elde edilen sonuçlar çizelgeler halinde sunulmuştur. Çizelgelerde değerler; ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayıları ile sunulmuştur.

**Çizelge 4.1.** Kumaşların gramaj ve kalınlık değerleri

Kumaş Kodu	Gramaj (g/m <sup>2</sup> )			Kalınlık (mm) -Zemin-			Kalınlık (mm) - Desen-		
	Ortalama	Standart Sapma	% cv	Ortalama	Standart Sapma	% cv	Ortalama	Standart Sapma	% cv
<b>Mamul Kumaş-Sert Apre</b>									
1S	63,74	0,77	1,21	0,57	0,01	1,75	0,766	0,03	3,92
2S	57,54	0,85	1,48	0,388	0	0	0,596	0,02	3,36
3S	44,50	0,48	1,08	0,418	0	0	0,524	0,01	191
4S	45,26	0,49	1,08	0,414	0,02	4,83	0,566	0,02	3,53
<b>Mamul Kumaş-Yumuşak Apre</b>									
1Y	68,02	0,49	0,72	0,53	0,02	3,77	0,7	0,02	2,86
2Y	73,90	1,23	1,66	0,488	0,02	4,10	0,812	0,03	3,69
3Y	54,22	0,22	0,41	0,58	0,03	5,17	0,766	0,01	1,31
4Y	57,92	1,73	2,99	0,558	0,02	3,58	0,872	0,03	3,44

**Çizelge 4.2.** Kumaşların sıra sıklığı, çubuk sıklığı ve ilmek yoğunluğu değerleri

Kumaş Kodu	Sıra Sıklığı (Sıra/cm)			Çubuk Sıklığı (Çubuk/cm)			İlmeğin Yoğunluğu (İlmeğin/cm <sup>2</sup> )		
	Ortalama	Standart Sapma	% cv	Ortalama	Standart Sapma	% cv	Ortalama	Standart Sapma	% cv
<b>Mamul Kumaş-Sert Apre</b>									
1S	15,3	0,58	3,79	15,2	0,29	1,91	232,5	7,5	3,23
2S	12,8	0,29	2,27	14,2	0,76	5,35	181,9	13,13	7,22
3S	9,2	0,29	3,15	13,2	0,58	4,39	120,8	7,9	6,54
4S	9,2	0,58	6,30	12,5	0,5	4,00	114,6	8,64	7,54
<b>Mamul Kumaş-Yumuşak Apre</b>									
1Y	14,7	0,29	1,97	14,3	0,58	4,06	210,3	12,7	6,04
2Y	15	0,5	3,33	13,8	0,29	2,10	207,4	3,84	1,85
3Y	10,7	0,58	5,42	11,8	0,58	4,92	126	0,87	0,69
4Y	11,3	0,29	2,57	12,3	0,58	4,72	139,7	2,89	2,07



Çizelge 4.3. Hidrolik ve pnömatik metotlarla ölçülen patlama mukavemeti sonuçları

Kumaş Kodu	Ölçüm Şartları	Deney Alanı (cm <sup>2</sup> )	Patlama Mukavemeti (kPa) Hidrolik Sistem			Patlama Mukavemeti (kPa) Pnömatik Sistem		
			Ortalama	Std Sapma	%cv	Ortalama	Std Sapma	%cv
1S	kuru	7,3	259,2	14,8	5,7	271,8	20,4	7,5
2S	kuru	7,3	279,7	14,3	5,1	287,9	16,5	5,7
3S	kuru	7,3	239,6	34,4	14,4	260,8	11,3	4,3
4S	kuru	7,3	261,8	12,6	4,8	283	31,3	11,1
1Y	kuru	7,3	229,3	16,8	7,3	286,3	16,2	5,6
2Y	kuru	7,3	259,2	12,3	4,8	268	18,4	6,9
3Y	kuru	7,3	237	21,9	9,2	235,7	11,7	4,9
4Y	kuru	7,3	234,8	21,8	9,3	252,7	15,8	6,3
1S	ıslak	7,3	257,9	18,7	7,3	-	-	-
2S	ıslak	7,3	264	20,8	7,9	-	-	-
3S	ıslak	7,3	229,3	22,4	9,8	-	-	-
4S	ıslak	7,3	234	16	6,8	-	-	-
1Y	ıslak	7,3	243,8	19,3	7,9	-	-	-
2Y	ıslak	7,3	250,4	8,5	3,4	-	-	-
3Y	ıslak	7,3	216,5	12,9	6	-	-	-
4Y	ıslak	7,3	224,4	20	8,9	-	-	-
1S	kuru	10	234,5	7,7	3,3	-	-	-
2S	kuru	10	251,5	14,9	5,9	-	-	-
3S	kuru	10	223,3	16,2	7,3	-	-	-
4S	kuru	10	236,9	13,7	5,8	-	-	-
1Y	kuru	10	224,4	25,2	11,2	-	-	-
2Y	kuru	10	237,1	1,8	0,8	-	-	-
3Y	kuru	10	220,9	6,4	2,9	-	-	-
4Y	kuru	10	224,9	17,3	7,7	-	-	-
1S	ıslak	10	234,6	3,9	1,7	-	-	-
2S	ıslak	10	236,9	9,3	3,9	-	-	-
3S	ıslak	10	231,4	15,5	6,7	-	-	-
4S	ıslak	10	228,7	6,3	2,8	-	-	-
1Y	ıslak	10	206,2	14,8	7,2	-	-	-
2Y	ıslak	10	219,4	13,5	6,2	-	-	-
3Y	ıslak	10	217,3	13,7	6,3	-	-	-
4Y	ıslak	10	213,2	18,1	8,5	-	-	-

**Çizelge 4.4.** Mekanik (Bilyalı) metotla ölçülen patlama mukavemeti sonuçları

Kumaş Kodu	Ölçüm Şartları	Patlama Mukavemeti Max. Kuvvet (N)			Patlama Mukavemeti Max. Basınç (kPa)		
		Ortalama	Std Sapma	%cv	Ortalama	Std Sapma	%cv
1S	kuru	8,3	0,3	4,0	106,3	4,3	4,0
2S	kuru	7,7	0,7	9,5	98,6	9,3	9,5
3S	kuru	5,8	0,5	9,5	74,1	7,0	9,4
4S	kuru	6,0	0,5	9,1	76,8	7,0	9,1
1Y	kuru	7,8	0,7	9,3	99,3	9,2	9,3
2Y	kuru	7,7	0,9	11,4	97,6	11,1	11,4
3Y	kuru	6,0	1,0	16,0	76,8	12,3	16,0
4Y	kuru	6,8	0,7	10,9	87,1	9,4	10,8

**Çizelge 4.5.** Aşınma dayanımı test sonuçları (Delinme oluşan devir sayısı)

Aşındırma Metodu	Standart Aşınma					Ters Aşınma	
	Standart Aşındırıcı			Perdelik kumaş		Standart Aşındırıcı	
Aşındırıcı Malzeme	Rastgele		Ortalanmış			Rastgele	
Numune Yerleşimi	Astar		Standart Kumaş			Astar	
Numune Altı Kumaşı	Astar		Standart Kumaş			Astar	
Uygulanan Yük	9 kPa	12 kPa	9 kPa	9 kPa	9 kPa	9 kPa	12 kPa
Kumaş Kodu	Astar		Standart Kumaş			Astar	
1S	7.000	5.000	8.000	9.000	19.000	50.000	29.000
2S	3.000	2.000	8.000	6.000	9.000	45.000	28.000
3S	3.000	2.000	4.000	5.000	8.000	23.000	12.000
4S	3.000	2.000	6.000	5.000	7.000	24.000	17.000
1Y	13.000	7.000	10.000	10.000	16.000	50.000	38.000
2Y	9.000	4.000	8.000	7.000	11.000	48.000	35.000
3Y	7.000	4.000	4.000	7.000	8.000	35.000	24.000
4Y	10.000	6.000	5.000	8.000	13.000	80.000	36.000

**Çizelge 4.6.** Boncuklanma (I.C.I. Pilling box) test sonuçları

Kumaş Kodu	Deney Yönü	Sonuç	Deney Yönü	Sonuç
1S	çubuk	5	sıra	5
2S	çubuk	5	sıra	5
3S	çubuk	5	sıra	5
4S	çubuk	5	sıra	5
1Y	çubuk	5	sıra	5
2Y	çubuk	5	sıra	5
3Y	çubuk	5	sıra	5
4Y	çubuk	5	sıra	5

**Çizelge 4.7.** Yırılma mukavemeti test sonuçları (N)

Kumaş Kodu	Deney Yönü	Elmendorf Yırılma (TS EN ISO 13937-1)			Kanat Biçiminde Yırılma (TS EN ISO 13937-3)			
		Ortalama	Std Sapma	%cv	Deney Yönü	Ortalama	Std Sapma	%cv
1S	çubuk	38,3	2,2	5,8	sıra	11,8	0,3	2,5
2S	çubuk	40,8	1,7	4,1	sıra	13,8	1,6	11,6
3S	çubuk	36,6	0,8	2,3	sıra	7,3	0,9	12,7
4S	çubuk	35,3	0,2	0,6	sıra	6,8	2,5	37,2
1Y	çubuk	38,0	1,2	3,2	sıra	17,5	6,0	34,0
2Y	çubuk	38,3	1,3	3,3	sıra	14,3	0,4	2,5
3Y	çubuk	38,2	1,0	2,7	sıra	9,7	0,8	8,1
4Y	çubuk	38,9	1,1	2,8	sıra	12,0	0,6	5,0

Çizelge 4.8. Kumaşların kopma mukavemeti ve % uzama değerleri (N)

Kumaş Kodu	Ölçüm Şartları	Deney Yönü	Kopma Mukavemeti (N) (Maksimum Kuvvet)			% Uzama		
			Ortalama	Std Sapma	%cv	Ortalama	Std Sapma	%cv
1S	kuru	sıra	66,2	3,3	4,9	99,2	4,4	4,4
2S	kuru	sıra	71,9	6,4	8,9	99,5	3,9	3,9
3S	kuru	sıra	41	3,4	8,3	178,3	9,8	5,5
4S	kuru	sıra	34,2	6,5	19	208	14,2	6,8
1Y	kuru	sıra	72,6	8,7	11,9	114,2	3,6	3,1
2Y	kuru	sıra	90,3	7,1	7,8	103,5	5,4	5,2
3Y	kuru	sıra	48,3	4,9	10,2	192,4	10,7	5,5
4Y	kuru	sıra	39,5	2,5	6,3	159,4	8,5	5,4
1S	kuru	çubuk	163	7,7	4,7	37,7	1,6	4,3
2S	kuru	çubuk	210,1	10	4,8	38,4	2,3	6
3S	kuru	çubuk	206,2	4,2	2	32	1,3	4,1
4S	kuru	çubuk	151,1	6,8	4,5	30,1	1,9	6,2
1Y	kuru	çubuk	165,1	5,7	3,4	54,3	1,2	2,2
2Y	kuru	çubuk	193,4	10,4	5,4	76,3	1,4	1,9
3Y	kuru	çubuk	188,4	8,7	4,6	51,9	1,5	2,9
4Y	kuru	çubuk	182,5	14,8	8,1	49,2	1,8	3,6
1S	ıslak	sıra	60,1	15,1	25,1	113,5	8	7,1
2S	ıslak	sıra	69,3	7,3	10,5	121,4	4,4	3,6
3S	ıslak	sıra	42,8	7	16,5	179,1	13,9	7,8
4S	ıslak	sıra	30,6	8,7	28,4	202,9	29,6	14,6
1Y	ıslak	sıra	79,3	4,3	5,4	122,7	2,5	2
2Y	ıslak	sıra	88,4	2,7	3,1	110,5	1,5	1,4
3Y	ıslak	sıra	53,8	2,8	5,2	194,6	5,5	2,8
4Y	ıslak	sıra	41,1	5	12,2	163,8	5,4	3,3
1S	ıslak	çubuk	163,5	19,8	12,1	39,1	2,2	5,6
2S	ıslak	çubuk	225,6	12,5	5,5	39,3	3	7,5
3S	ıslak	çubuk	195,5	9,2	4,7	32,1	1,1	3,3
4S	ıslak	çubuk	167,7	36,9	22	27	5,5	20,5
1Y	ıslak	çubuk	171,4	9,4	5,5	56,1	1,6	2,8
2Y	ıslak	çubuk	180,8	9,1	5	74,2	1,6	2,2
3Y	ıslak	çubuk	194,9	10,1	5,2	50,7	1,8	3,5
4Y	ıslak	çubuk	177,2	11,2	6,3	53,8	1,1	2,1

**Çizelge 4.9.** Kalıcı uzama ve elastikiyet testi sonucunda numunelerin % uzama ve % kuvvet kaybı değerleri

Kumaş Kodu	Ölçüm Şartları	Deney Yöntü	% Uzama			% Kuvvet Kaybı		
			Ortalama	Std Sapma	%cv	Ortalama	Std Sapma	%cv
1S	kuru	sıra	72,9	1,7	2,4	21,8	0,2	0,8
2S	kuru	sıra	62,2	1	1,6	20,9	0,1	0,4
3S	kuru	sıra	136	1,8	1,3	22,9	0,1	0,4
4S	kuru	sıra	126,6	6,7	5,3	23,2	0,2	1
1Y	kuru	sıra	72,8	0,4	0,6	23	0,2	0,9
2Y	kuru	sıra	50,2	0,7	1,3	21,2	0,4	1,8
3Y	kuru	sıra	130,8	6,3	4,8	24,9	0,6	2,2
4Y	kuru	sıra	122	7,5	6,1	24,6	0,2	0,8
1S	kuru	çubuk	10,9	0,2	2,2	14,5	0,1	0,6
2S	kuru	çubuk	10,9	0,8	7,4	14,1	0,6	4,5
3S	kuru	çubuk	8,2	0,6	7,5	13,6	0,4	3,1
4S	kuru	çubuk	5,6	0	0,7	11,4	1	8,6
1Y	kuru	çubuk	19,2	0,6	3,3	17	0,4	2,1
2Y	kuru	çubuk	20,8	0,3	1,2	16	0,2	1,6
3Y	kuru	çubuk	16,6	1,1	6,6	19	0,6	3,3
4Y	kuru	çubuk	14,9	1,3	8,4	15,7	2,2	13,9
1S	ıslak	sıra	75,8	1,8	2,4	25,4	0,4	1,7
2S	ıslak	sıra	61,3	0,6	1	24,6	0,4	1,8
3S	ıslak	sıra	143	4,3	3	25,5	0,2	0,7
4S	ıslak	sıra	130,6	3,3	2,5	26	0,3	1,3
1Y	ıslak	sıra	78,6	0,9	1,1	26,5	0,4	1,5
2Y	ıslak	sıra	54,6	2	3,7	24,8	0,7	2,7
3Y	ıslak	sıra	109,8	11,6	10,6	27,5	0,3	1
4Y	ıslak	sıra	128,4	7,1	5,5	27,4	0,2	0,9
1S	ıslak	çubuk	11,9	1	8,5	17,7	0,7	4
2S	ıslak	çubuk	12,7	1	7,8	17,5	0,6	3,6
3S	ıslak	çubuk	8,3	1	11,5	16,9	1,3	7,8
4S	ıslak	çubuk	6,9	0,8	11,5	13,6	1,4	10,5
1Y	ıslak	çubuk	18,8	1,1	5,8	20,1	0,5	2,7
2Y	ıslak	çubuk	22,7	0,7	3	19,2	0,2	1,3
3Y	ıslak	çubuk	16,3	1,6	9,6	21,4	0,4	1,7
4Y	ıslak	çubuk	16,9	0,5	2,8	19,4	0,6	2,9

**Çizelge 4.10.** Fryma ekstensometre ile ölçülen % uzama değerleri

Kumaş Kodu	Deney Yönlü	% Uzama (10 saniye)			% Uzama (30 saniye)			% Uzama (1 dakika)			% Uzama (2 dakika)		
		Ort.	Std Sapma	%cv	Ort.	Std Sapma	%cv	Ort.	Std Sapma	%cv	Ort.	Std Sapma	%cv
1S	sıra	78,7	3,1	3,9	79,7	3,1	3,8	80,3	3,2	4,0	80,7	3,1	3,8
2S	sıra	70,0	1,4	2,0	70,5	0,7	1,0	70,5	0,7	1,0	71,0	1,4	2,0
3S	sıra	150,0	1,4	0,9	150,5	2,1	1,4	151,0	1,4	0,9	151,5	2,1	1,4
4S	sıra	138,0	2,8	2,0	139,0	2,8	2,0	139,5	3,5	2,5	139,5	3,5	2,5
1Y	sıra	91,3	3,1	3,3	92,3	3,1	3,3	93,0	2,6	2,8	93,0	2,6	2,8
2Y	sıra	70,7	2,5	3,6	70,7	2,5	3,6	71,0	2,0	2,8	71,7	2,5	3,5
3Y	sıra	129,3	3,5	2,7	130,0	3,0	2,3	130,3	2,5	1,9	130,7	3,1	2,3
4Y	sıra	143,0	2,8	2,0	144,5	2,1	1,5	145,0	2,8	2,0	145,5	2,1	1,5
1S	çubuk	31,0	1,0	3,2	31,0	1,0	3,2	31,3	1,5	4,9	31,3	1,5	4,9
2S	çubuk	10,0	1,7	17,3	10,0	1,7	17,3	10,0	1,7	17,3	10,0	1,7	17,3
3S	çubuk	8,3	0,6	6,9	8,7	0,6	6,7	8,7	0,6	6,7	8,7	0,6	6,7
4S	çubuk	5,7	0,6	10,2	5,7	0,6	10,2	5,7	0,6	10,2	5,7	0,6	10,2
1Y	çubuk	32,0	1,0	3,1	32,3	1,5	4,7	32,3	1,5	4,7	32,7	1,5	4,7
2Y	çubuk	40,0	1,0	2,5	40,7	0,6	1,4	40,7	0,6	1,4	40,7	0,6	1,4
3Y	çubuk	34,7	1,5	4,4	35,0	1,0	2,9	35,0	1,0	2,9	35,0	1,0	2,9
4Y	çubuk	19,0	1,0	5,3	19,3	0,6	3,0	19,3	0,6	3,0	19,3	0,6	3,0

## 5.TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada tül perde ya da giysi üretiminde kullanımı yaygınlaşan dantel benzeri, raşel tipi çözümlü örme kumaşların fiziksel performanslarının değerlendirilmesi amacıyla, perdelik kumaşlarla ilgili olarak TS 11680:2013 “Perdelik kumaş” standardında ve bu standardın oluşturulmasında kaynak olarak kullanılan ASTM D3691/D3691M-09 standardında yer alan performans özelliklerinden patlama mukavemeti ve kopma mukavemeti değerlerinin farklı metotlarla ölçümü durumunda sonuçlara etkisi incelenmiştir. Kumaşların giysi olarak da kullanılabileceği düşüncesiyle üretilen raşel tipi çözümlü örme kumaşların aşınma dayanımı, yırtılma mukavemeti, boncuklanma davranışı, kalıcı uzama ve elastikiyet özellikleri de farklı performans testleri ile ölçülerek sonuçlar kıyaslanmıştır.

Literatürde kumaş üretim parametrelerindeki değişimin kumaş özelliklerine etkileri üzerine birçok araştırma mevcut olmasına rağmen bu çalışmaların daha çok dokuma veya düz-yuvarlak örme kumaşlarla yapıldığı, çözümlü örme kumaşların üretim parametrelerinin kumaş özelliklerine etkilerinin ise çok fazla araştırılmadığı gözlenmiştir. Bu nedenle deneylerde numune olarak kullanılan kumaşların desenli bölümlerinde yer alan iplik numarası 150 ya da 200 denye seçilerek iplik numarasının kumaş özelliklerine etkileri de incelenmiştir. Kumaşlar iki farklı may sıklığı değerinde üretilerek atkı sıklığının kumaş özelliklerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Kumaşların kullanım şartlarındaki durumunu modelleyebilmek için kumaşlara, tül perdelik kullanımı yansıtmak üzere sert apre, giysi olarak kullanımını modelleyebilmek için ise yumuşak apre uygulanmış ve apre değişiminin sonuçlar üzerine etkisi incelenmiştir.

### 5.1. Kumaşların Patlama Mukavemetinin İncelenmesi

Perdelik kumaşların tarifini, sınıflandırmasını, özelliklerini, numune alınmasını, muayene ve deneylerini, piyasaya arz şeklini kapsayan TS 11680:2013 “Perdelik kumaş” standardında örme perdelik kumaşların teknik özelliklerinin verildiği tabloda,

kumaşların patlama mukavemeti değerinin hidrolik metotla ölçülmesi önerilmekte, en az 140 kPa olması gerektiği belirtilmektedir. Örne kumaşların patlama mukavemetinin tespitinde farklı cihaz ve metotlar kullanılabilirlerse de literatürde bu test metotlarından alınan sonuçların kıyaslanmasına dair deneysel çalışma yer almamaktadır.

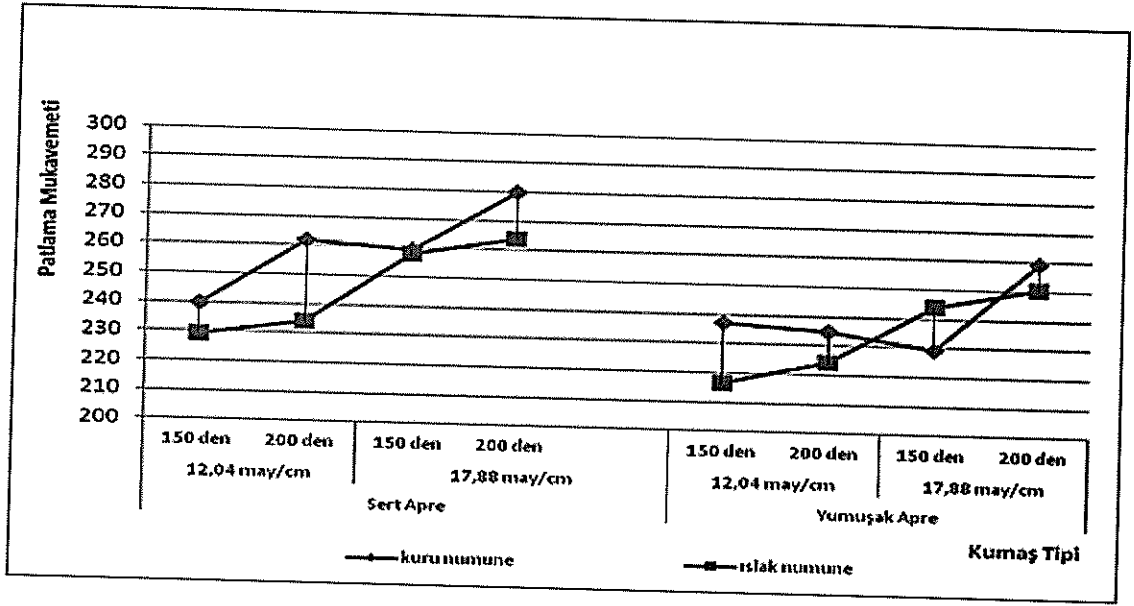
Dantel benzeri yapıdaki raşel tipi çözümlü örme kumaşların performansını en iyi değerlendirebilecek test metotlarını belirleyebilmek için bu çalışmada patlama mukavemeti ölçümünde hidrolik ve pnömatik olmak üzere iki farklı metotta diyafram tipi test cihazıyla ve de bilyalı patlatma olarak adlandırılan mekanik test esasında çalışan olmak üzere toplamda üç farklı cihazla ölçüm yapılarak sonuçlar tartışılmıştır.

#### **5.1.1. Hidrolik metotla ölçülen patlama mukavemeti değerlerinin incelenmesi**

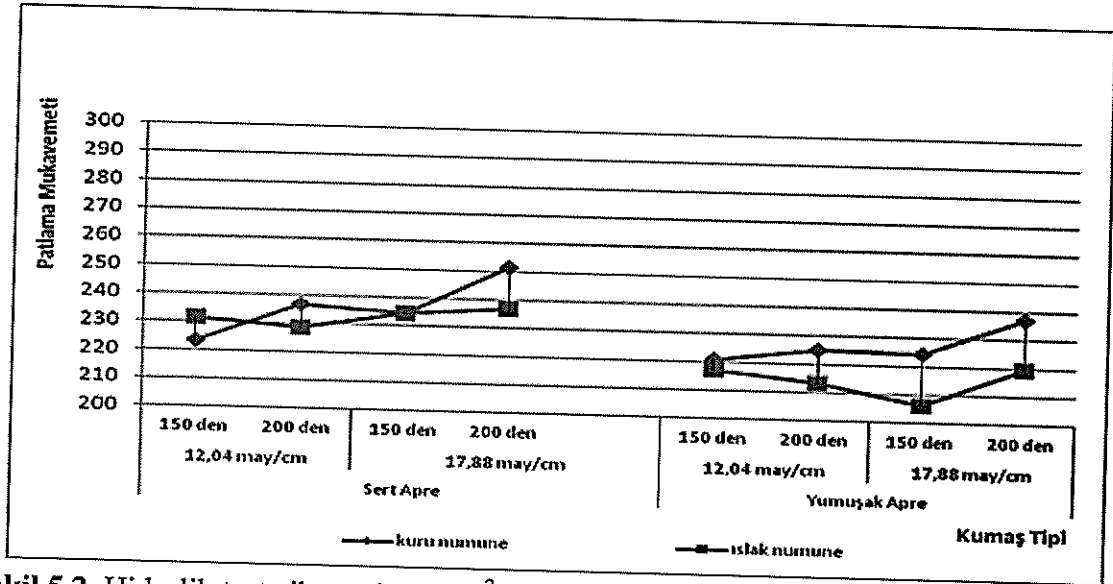
TS 393 EN ISO 13938-1:2002 Kumaşların patlama özellikleri - Bölüm 1: Patlama mukavemetinin ve patlama gerilmesinin tayini için hidrolik metot standardında ölçüm yapılan kumaş esnekliğinin fazla olduğu durumlarda daha küçük deney alanı kullanımı önerilmektedir. Bu çalışmada, 7,3 cm<sup>2</sup> ve 10 cm<sup>2</sup> olmak üzere iki farklı deney alanında ölçüm yapılarak, deney alanının kumaşların patlama mukavemetine etkileri incelenmiştir. Bu kumaşların gerek giysi gerekse ev tekstili olarak kullanımda ıslak durumdaki performanslarını inceleyebilmek için kumaş numunelerinin ıslak ve kuru durumda patlama mukavemeti değerleri ölçülmüş, sonuçlar Şekil 5.1. ve Şekil 5.2.'de grafik olarak verilmiştir.

Kumaşa uygulanan apre, kumaşın may sıklığı ve kullanılan desen iplik numarasının kumaşların hidrolik test cihazıyla ölçülen patlama mukavemetine etkisini görebilmek için 7,3 ve 10 cm<sup>2</sup> olmak üzere iki farklı deney alanı ve numunenin ıslak ve kuru oluşu olmak üzere iki farklı durumu için ayrı ayrı üç faktörlü sınırlamasız varyans analizleri yapılmıştır.





Şekil 5.1. Hidrolik test cihazında 7,3 cm<sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemeti sonuçları



Şekil 5.2. Hidrolik test cihazında 10 cm<sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemeti sonuçları

Kuru haldeki kumaş numunelerine hidrolik tipteki cihazda 7,3 cm<sup>2</sup> deney alanı ile yapılan patlama mukavemeti ölçümlerine kumaş üretim parametrelerinin etkisini görebilmek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 5.1.'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre; incelenen tüm parametrelerin kumaşların patlama mukavemetine istatistiki olarak önemli etkisi bulunmaktadır. Parametrelerin kesişimlerinin ise kumaşların patlama mukavemetine istatistiki olarak önemli etkisi bulunmamaktadır.

**Çizelge 5.1.** Kuru kumaşların üretim parametrelerinin hidrolik tipteki cihazla 7,3 cm<sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Apre	3990,006	1	3990,006	10,113	0,003
Sıklık	1840,092	1	1840,092	4,664	0,038
İplik no	3092,322	1	3092,322	7,837	0,009
Apre*Sıklık	270,920	1	270,92	0,687	0,413
Apre*İplik no	141,752	1	141,752	0,359	0,553
Sıklık*İplik no	582,932	1	582,932	1,477	0,233
Apre*Sıklık*İplik no	709,806	1	709,806	1,799	0,189
Hata	12625,952	32	394,561		
Toplam varyans	2525004,090	40			
Düzeltilmiş toplam varyans	23253,784	39			

SNK test sonuçları Çizelge 5.2.'de verilmiştir. Sert apreli numunelerin patlama mukavemetinin daha yüksek olduğu, kumaşın may sıklığının ve desen iplik kalınlığının artmasının patlama mukavemetini de yükselttiği görülmüştür.

**Çizelge 5.2.** Kuru kumaşların üretim parametrelerinin hidrolik tipteki cihazla 7,3 cm<sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemetine etkisi için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apre			
Sert	260,075	20	b
Yumuşak	240,100	20	a
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	243,305	20	a
17,88	256,870	20	b
Desen iplik numarası (denye)			
150	241,295	20	a
200	258,880	20	b

Islak kumaş numunelerine hidrolik tipteki cihazda 7,3 cm<sup>2</sup> deney alanı ile yapılan patlama mukavemeti ölçümlerine kumaş üretim parametrelerinin etkisini görebilmek için yapılan varyans analizi test sonuçları Çizelge 5.3.'de verilmiştir. Apre türü ve may sıklığının kumaşların patlama mukavemeti sonuçlarına istatistiki olarak önemli etkisi bulunmaktadır. Desen iplik numarasının ve incelenen parametrelerin kesişimlerinin istatistiki olarak önemli etkisi bulunmamaktadır.

**Çizelge 5.3.** Islak kumaşların üretim parametrelerinin hidrolik tipteki cihazla 7,3 cm<sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Apre	1575,025	1	1575,025	4,942	0,033
Sıklık	7823,209	1	7823,209	24,545	0,000
İplik no	396,900	1	396,9	1,245	0,273
Apre*Sıklık	17,424	1	17,424	0,055	0,817
Apre*İplik no	8,281	1	8,281	0,026	0,873
Sıklık*İplik no	0,009	1	0,009	0,000	0,996
Apre*Sıklık*İplik no	4,356	1	4,356	0,014	0,908
Hata	10199,432	32	318,732		
Toplam varyans	2324792,700	40			
Düzeltilmiş toplam varyans	20024,636	39			

SNK test sonuçları Çizelge 5.4.'de verilmiştir. Sert apreli numunelerin patlama mukavemeti daha yüksek iken, may sıklığının ve desen iplik numarasının artmasının kumaşların patlama mukavemetini de yükselttiği görülmüştür.

**Çizelge 5.4.** Islak kumaşların üretim parametrelerinin hidrolik tipteki cihazla 7,3 cm<sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemetine etkisi için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apre			
Sert	246,315	20	b
Yumuşak	233,765	20	a
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	226,055	20	a
17,88	254,025	20	b
Desen iplik numarası (denye)			
150	236,890	20	a
200	243,190	20	a

Kuru haldeki kumaş numunelerine hidrolik tipteki cihazda 10 cm<sup>2</sup> deney alanı ile yapılan patlama mukavemeti ölçümlerine kumaş üretim parametrelerinin etkisini görebilmek için yapılan varyans analizi test sonuçları Çizelge 5.5.'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre; apre türü, may sıklığı ve desen iplik numarasının kumaşların patlama mukavemeti sonuçlarına istatistiki olarak önemli etkisi bulunmaktadır. Parametrelerin kesişimlerinin ise kumaşların patlama mukavemeti sonuçlarına istatistiki olarak önemli etkisi bulunmamaktadır.

**Çizelge 5.5.** Kuru kumaşların üretim parametrelerinin hidrolik tipteki cihazla 10 cm<sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Apre	944,784	1	944,784	4,410	0,044
Sıklık	1081,600	1	1081,600	5,049	0,032
İplik no	1406,596	1	1406,596	6,566	0,015
Apre*Sıklık	63,001	1	63,001	0,294	0,591
Apre*İplik no	120,409	1	120,409	0,562	0,459
Sıklık*İplik no	93,025	1	93,025	0,434	0,515
Apre*Sıklık*İplik no	17,956	1	17,956	0,084	0,774
Hata	6855,080	32	214,221		
Toplam varyans	2157329,340	40			
Düzeltilmiş toplam varyans	10582,451	39			

SNK test sonuçları Çizelge 5.6.'da verilmiştir. Sert apreli numunelerin patlama mukavemetinin daha yüksek olduğu, kumaşın may sıklığının ve desen iplik kalınlığının artmasının patlama mukavemetini de yükselttiği görülmüştür.

**Çizelge 5.6.** Kuru kumaşların üretim parametrelerinin hidrolik tipteki cihazla 10 cm<sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemetine etkisi için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apre			
Sert	236,525	20	b
Yumuşak	226,805	20	a
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	226,465	20	a
17,88	236,865	20	b
Desen iplik numarası (denye)			
150	225,735	20	a
200	237,595	20	b

Islak kumaş numunelerine hidrolik tipteki cihazda 10 cm<sup>2</sup> deney alanı ile yapılan patlama mukavemeti ölçümlerine kumaş üretim parametrelerinin etkisini görebilmek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 5.7.'de verilmiştir. Apre türünün kumaşların patlama mukavemetine istatistiki olarak önemli etkisi bulunmaktadır. Desen iplik numarasının, may sıklığının ve incelenen parametrelerin kesişimlerinin istatistiki olarak önemli etkisi bulunmamaktadır.

**Çizelge 5.7.** Islak kumaşların üretim parametrelerinin hidrolik tipteki cihazla 10 cm<sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Apre	3566,432	1	3566,432	22,005	0,000
Sıklık	27,060	1	27,060	0,167	0,686
İplik no	46,010	1	46,010	0,284	0,598
Apre*Sıklık	164,430	1	164,430	1,015	0,321
Apre*İplik no	55,932	1	55,932	0,345	0,561
Sıklık*İplik no	310,806	1	310,806	1,918	0,176
Apre*Sıklık*İplik no	94,556	1	94,556	0,583	0,451
Hata	5186,440	32	162,076		
Toplam varyans	2006960,610	40			
Düzeltilmiş toplam varyans	9451,668	39			

SNK test sonuçları Çizelge 5.8.'de verilmiştir. Sert apreli numunelerin patlama mukavemeti daha yüksektir.

**Çizelge 5.8.** Islak kumaşların üretim parametrelerinin hidrolik tipteki cihazla 10 cm<sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemetine etkisi için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apre			
Sert	232,910	20	b
Yumuşak	214,025	20	a
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	222,645	20	a
17,88	224,290	20	a
Desen iplik numarası (denye)			
150	222,395	20	a
200	224,540	20	a

Hidrolik patlama mukavemetiyle ilgili bu bölüme kadar incelenen sonuçlar Çizelge 5.9.'da özetlenmiştir. Hidrolik tipteki cihaz ile farklı koşullarda uygulanan patlama mukavemeti testlerinin tümünde sert apreli numunelerin patlama mukavemeti değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Kumaşların may sıklığının artması, desen iplik numarasının artması patlama mukavemetini, incelenen tüm ölçüm koşullarında arttırmıştır. May sıklığı artışının patlama mukavemetine etkisi, Erkoç (2006)'un çalışmasıyla; desen iplik numarasındaki artışın etkisi ise, Bayazıt (1995), Özbayrak ve Kavuşturun (2007)' in çalışmalarıyla paralellik göstermektedir.

**Çizelge 5.9.** Hidrolik tipteki cihaz ile farklı koşullarda uygulanan patlama mukavemeti testlerine ait SNK analizi sonuçları

	Test Koşulları			
	7,3 cm <sup>2</sup> alan Kuru numune	7,3 cm <sup>2</sup> alan Islak numune	10 cm <sup>2</sup> alan Kuru numune	10 cm <sup>2</sup> alan Islak numune
Apre				
Sert	260,075(b)	246,315(b)	236,525(b)	232,910(b)
Yumuşak	240,100(a)	233,765(a)	226,805(a)	214,025(a)
Sıklık (sıra/cm)				
12,04	243,305(a)	226,055(a)	226,465(a)	222,645(a)
17,88	256,870(b)	254,025(b)	236,865(b)	224,290(a)
Desen iplik numarası (denye)				
150	241,295(a)	236,890(a)	225,735(a)	222,395(a)
200	258,880(b)	243,190(a)	237,595(b)	224,540(a)

Hidrolik patlama mukavemeti ölçüm metodunda çeşitli deney alanlarıyla ölçüm yapılabilmektedir. İlgili standartlarda, deney alanı seçiminin kumaş esnekliği baz alınarak yapılması önerilmektedir. Bu çalışmada seçilen deney alanları ve uygulanan apre işlemleri ile kumaş özelliklerinin genel olarak patlama mukavemetine etkisini görebilmek için üç faktörlü, sınırlamasız varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5.10.'da sunulmuştur. Deney alanı değişiminin, kumaşa uygulanan apre türünün ve numune türünün kumaşların patlama mukavemeti üzerinde istatistiksel olarak önemli etkisi bulunmaktadır. İncelenen faktörlerin kesişimlerinin ise kumaşların patlama mukavemeti üzerine istatistiki olarak önemli bir etkisi bulunmamaktadır.

**Çizelge 5.10.** Numune özellikleri, deney alanı değişimi ve apre türünün hidrolik tipteki cihazla ölçülen patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Deney alanı	6787,770	1	6787,770	22,300	0,000
Apre	4408,965	1	4408,965	14,485	0,000
Numune özellikleri	7777,492	3	2592,497	8,517	0,000
Deney alanı*Apre	525,825	1	525,825	1,727	0,193
Deney alanı*Numune	319,075	3	106,358	0,349	0,790
Apre*Numune	1036,108	3	345,369	1,135	0,342
Deney alanı*Apre*Numune	287,736	3	95,912	0,315	0,814
Hata	19481,032	64	304,391		
Toplam varyans	4682333,430	80			
Düzeltilmiş toplam varyans	40624,005	79			

Faktörlerin etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.11.'de verilmiştir. Çizelge 5.11 incelendiğinde; 1, 3, 4 numaralı numunelerin benzer dayanım gösterdiği, Hem may sıklığı yüksek ve desen ipliği daha kalın olan 2 numaralı numunenin daha mukavemetli olduğu görülmüştür. Desen ipliğinin daha ince olduğu numunelerin patlama mukavemeti değerleri daha düşüktür. Numunelere sert apre uygulanması daha yüksek patlama mukavemeti sağlarken, deney alanının artması patlama mukavemetinin azalmasına neden olmaktadır.

**Çizelge 5.11.** Numune özellikleri, deney alanı değişimi ve apre türünün hidrolik tipteki cihazla ölçülen patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Numune			
3(12,04 sıklık, desen iplik no 150 den)	230,195	20	a
1(17,88 sıklık, desen iplik no 150 den)	236,835	20	a
4(12,04 sıklık, desen iplik no 200 den)	239,575	20	a
2(17,88 sıklık, desen iplik no 200 den)	256,900	20	b
Apre			
Sert	248,300	40	b
Yumuşak	233,452	40	a
Deney alanı			
7,3 cm <sup>2</sup>	250,0875	40	b
10 cm <sup>2</sup>	231,665	40	a

Perdelik kumaşların gündelik kullanımı esnasında genellikle, yıkama işleminin hemen ardından asıldığı ve kurumanın bu şekilde gerçekleştiği gözlenmektedir. Kuruma işlemi gerçekleşene kadar ıslak kullanım gerçekleştiğinden, ıslak kullanımın patlama mukavemetine etkisini gözlemek için ıslak numunelerin patlama mukavemetleri incelemek üzere her iki deney alanında da tek faktörlü, sınırlamasız varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5.12.'de sunulmuştur. Numunenin ıslak ya da kuru oluşunun 7,3 cm<sup>2</sup> deney alanında hidrolik tipteki cihazla ölçülen patlama mukavemetine istatistiksel olarak önemli etkisi bulunmamakta iken 10 cm<sup>2</sup> deney alanında hidrolik tipteki cihazla ölçülen patlama mukavemetine istatistiksel olarak önemli etkisi bulunmaktadır.

**Çizelge 5.12.** Numunenin ıslak ya da kuru oluşunun 7,3 cm<sup>2</sup> ve 10 cm<sup>2</sup> deney alanlarında hidrolik tipteki cihazla ölçülen patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
7,3 cm <sup>2</sup> deney alanı					
Ölçüm şartları	2019,045	1	2019,045	3,639	0,060
Hata	43278,420	78	554,852		
Toplam varyans	4849796,790	80			
Düzeltilmiş toplam varyans	45297,465	79			
10 cm <sup>2</sup> deney alanı					
Ölçüm şartları	1343,980	1	1343,980	5,233	0,025
Hata	20034,119	78	256,848		
Toplam varyans	4164289,950	80			
Düzeltilmiş toplam varyans	21378,099	79			

Faktörlerin etkisini görebilmek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.13.'de sunulmuştur. Numunelerin ıslak olmasının patlama mukavemetini azaltıcı bir etkisi bulunduğu görülmektedir.

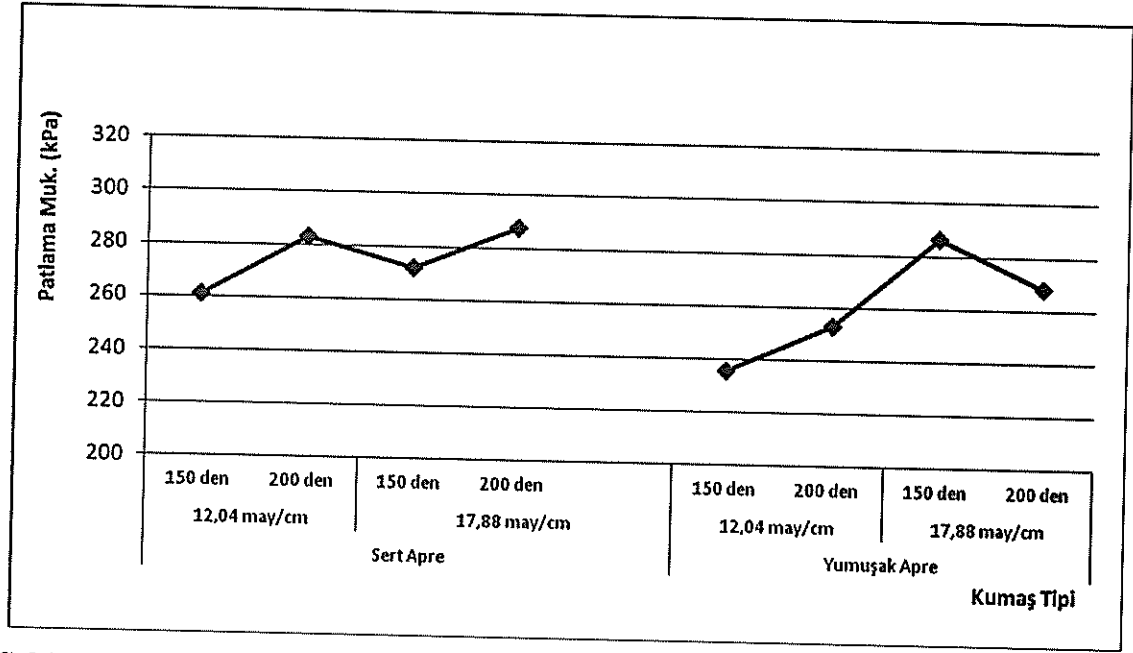
**Çizelge 5.13.** Numunenin ıslak yada kuru oluşunun 10 cm<sup>2</sup> deney alanında hidrolik tipteki cihazla ölçülen patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Numune			
ıslak	223,468	40	a
kuru	231,665	40	b



### 5.1.2. Pnömatik metotla ölçülen patlama mukavemeti değerlerinin incelenmesi

Numunelerin, TS EN ISO 13938-2:2003 diyafram tipi - pnömatik patlama mukavemeti standardına göre, 7,3 cm<sup>2</sup> deney alanında patlama mukavemetleri ölçülmüştür. Kumaş üretim parametrelerinin etkilerini incelemek amacıyla varyans analizleri yapılmıştır. Çalışmanın devamında; hidrolik metot ile pnömatik metot arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir.



Şekil 5.3. Pnömatik test cihazında 7,3 cm<sup>2</sup> deney alanında yapılan patlama mukavemeti test sonuçları

Kumaşa uygulanan apre, kumaşın may sıklığı ve kullanılan desen iplik numarasının kumaşların pnömatik test cihazıyla ölçülen patlama mukavemeti değerlerine etkisini görebilmek için yapılan 3 faktörlü, sınırlamasız varyans analizi sonuçları Çizelge 5.14.'de sunulmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre; kumaşlara uygulanan apre türü ve may sıklığının patlama mukavemeti sonuçlarına istatistiki olarak önemli etkisi bulunmaktadır. Desen iplik numarası ve parametrelerin kesişimlerinin ise istatistiki olarak önemli etkisi bulunmamaktadır. Üretim parametrelerinin patlama mukavemetine etkilerini görebilmek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.15.'de yer almaktadır. Buna göre, sert apreli numunelerin patlama mukavemeti daha yüksektir. Sıklığın ve desen iplik numarasının artması patlama mukavemetini de yükseltmiştir.

**Çizelge 5.14.** Sıra sıklığı, desen iplik numarası ve uygulanan aprenin kumaşların pnömatik test cihazında 7,3 cm<sup>2</sup> deney alanında yapılan patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

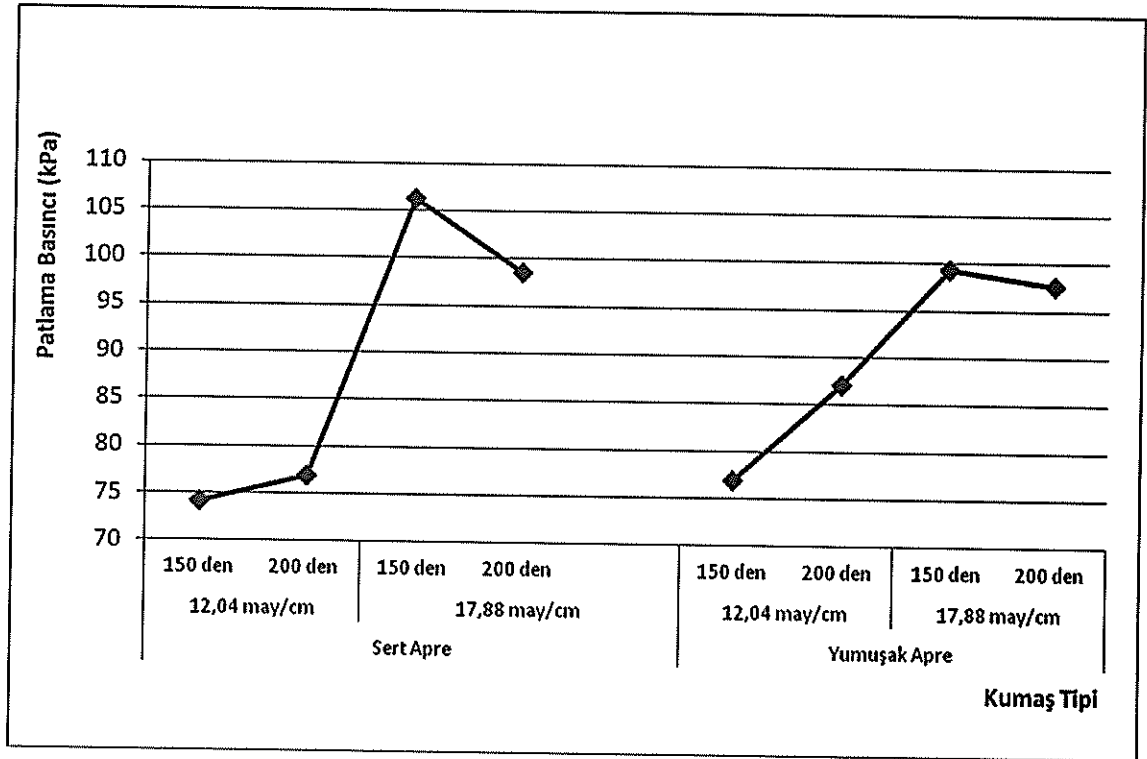
Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Apren	2308,880	1	2308,880	6,637	0,015
Sıklık	4179,980	1	4179,980	12,015	0,002
İplik no	858,402	1	858,402	2,467	0,126
Apren*Sıklık	1561,250	1	1561,250	4,488	0,042
Apren*İplik no	981,090	1	981,090	2,820	0,103
Sıklık*İplik no	1070,190	1	1070,190	3,076	0,089
Apren*Sıklık*İplik no	529,256	1	529,256	1,521	0,226
Hata	11132,500	32	347,891		
Toplam varyans	2901534,230	40			
Düzeltilmiş toplam varyans	22621,550	39			

**Çizelge 5.15.** Sıra sıklığı, desen iplik numarası ve uygulanan aprenin kumaşların pnömatik test cihazında 7,3 cm<sup>2</sup> deney alanında yapılan patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apren			
Sert	275,875	20	b
Yumuşak	260,680	20	a
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	258,055	20	a
17,88	278,500	20	b
Desen iplik numarası (denye)			
150	263,645	20	a
200	272,910	20	a

### 5.1.3. Mekanik (bilyalı) metotla ölçülen patlama mukavemeti değerlerinin incelenmesi

Test metotlarını kıyaslayabilmek için kumaşların patlama mukavemetleri TS 7126:2007 bilyalı patlama mukavemeti standardına göre ölçülmüş, sonuçlar Şekil 5.4.'de grafik olarak sunulmuştur.



Şekil 5.4. Mekanik (bilyalı) patlama mukavemeti test sonuçları

Kumaşa uygulanan apre, kumaşın may sıklığı ve kullanılan desen iplik numarasının kumaşların bilyalı patlatma test cihazıyla ölçülen patlama mukavemeti değerlerine etkisini görebilmek için yapılan 3 faktörlü, sınırlamasız varyans analizi sonuçları Çizelge 5.16.'da yer almaktadır. Varyans analizi sonuçlarına göre; desen iplik numarası, may sıklığının ve bu parametre kesişimlerinin kumaşların patlama mukavemetine istatistiksel olarak önemli etkisi bulunmaktadır. Apre türünün ve diğer parametrelerin kesişimlerinin etkisi ise bulunmamaktadır.

Üretim parametrelerinin mekanik (bilyalı) patlama mukavemeti test sonuçlarına etkilerini görebilmek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.17.'de yer almaktadır. Sert apreli numunelerin patlama mukavemeti; diyafram metodundaki deneylerin tümünde daha yüksek iken, bilyalı patlama metodunda daha düşüktür. Sıklığı yüksek numunelerin daha yüksek patlama mukavemetine sahip oldukları görülmüştür. Daha kalın desen iplik kullanımı, yine diyafram metodundaki testlerden farklı olarak, patlama mukavemetinde azalmaya neden olmuştur.

**Çizelge 5.16.** Üretim parametrelerinin kumaşların bilyalı patlama mukavemeti test sonuçlarına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Apré	186,970	1	186,970	3,408	0,074
Sıklık	2361,754	1	2361,754	43,053	0,000
İplik no	716,732	1	716,732	13,066	0,001
Apré*Sıklık	191,056	1	191,056	3,483	0,071
Apré*İplik no	0,650	1	0,650	0,012	0,914
Sıklık*İplik no	946,534	1	946,534	17,255	0,000
Apré*Sıklık*İplik no	307,359	1	307,359	5,603	0,024
Hata	1755,416	32	54,857		
Toplam varyans	346326,758	40	8658,169		
Düzeltilmiş toplam varyans	6466,472	39	165,807		

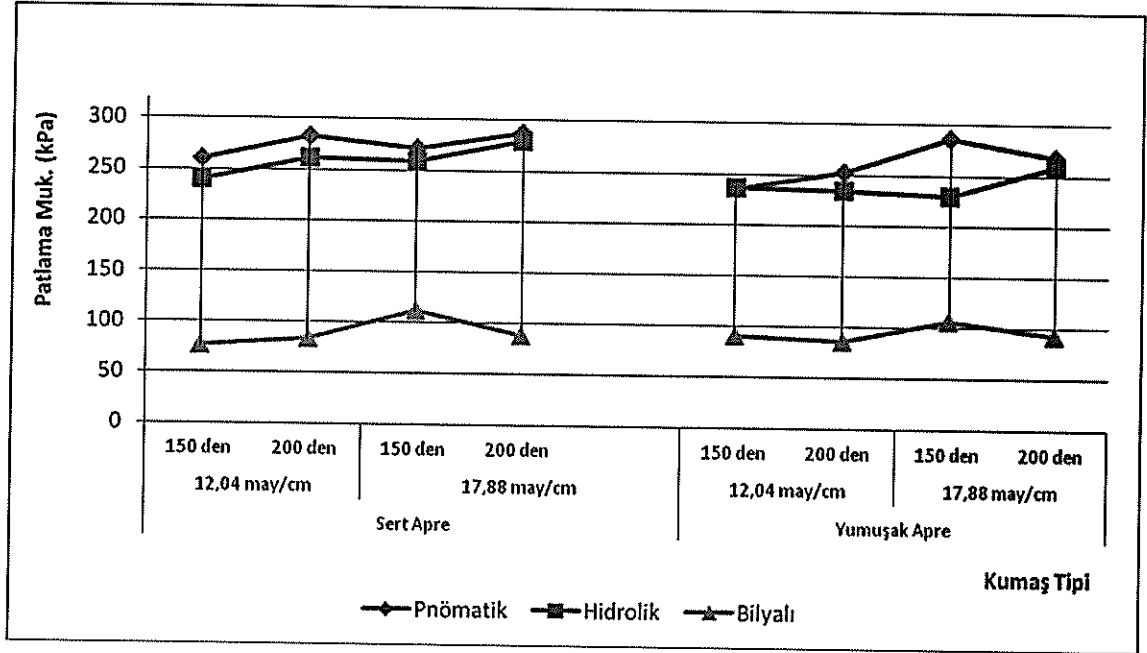
**Çizelge 5.17.** Üretim parametrelerinin kumaşların bilyalı patlama mukavemeti test sonuçlarına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apré			
Sert	90,0145	20	a
Yumuşak	94,339	20	a
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	84,4925	20	a
17,88	99,861	20	b
Desen iplik numarası (denye)			
150	96,4095	20	b
200	87,944	20	a

#### 5.1.4. Farklı test cihazlarıyla ölçülen patlama mukavemeti sonuçlarının karşılaştırması

Hidrolik test cihazında 7,3 cm<sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemeti değerleri, pnömomatik test cihazında 7,3 cm<sup>2</sup> deney alanında ölçülen patlama mukavemeti değerleri ile bilyalı test cihazında ölçülenler olmak üzere her 3 test cihazından elde edilen patlama mukavemeti değerlerine ait grafik Şekil 5.5.'de yer almaktadır. Deney metodu değişikliğinin kumaşların patlama mukavemeti sonuçlarına etkisini incelemek için yapılan iki faktörlü varyans analizi sonuçları Çizelge 5.18'de sunulmuştur. Deney

metodu değişikliğinin, numune üretim parametrelerinin değişiminin ve bunların kesişimlerinin kumaşların patlama mukavemeti üzerine istatistiksel olarak önemli etkisi bulunduğu görülmüştür.



Şekil 5.5. Hidrolik, pnömatik ve bilyalı patlama mukavemeti sonuçlarına ilişkin grafik

Çizelge 5.18. Test metodu değişikliğinin ve numune değişiminin patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Test metodu	803620,169	5	160724,034	646,197	0,000
Numune türü	25032,712	7	3576,102	14,378	0,000
Test metodu*Numune türü	19613,029	35	560,372	2,253	0,000
Hata	47754,820	192	248,723		
Toplam varyans	12261947,730	240	51091,449		
Düzeltilmiş toplam varyans	896020,729	239	3749,0407		

Üretim parametrelerinin patlama mukavemetine etkilerini görebilmek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.19.'da yer almaktadır. Buna göre aynı numunelerin patlama mukavemeti ölçümünde bilyalı patlama mukavemeti en düşük patlama değerini gösterirken, pnömatik patlama mukavemeti en yüksek mukavemet değerini

göstermektedir. Tüm deney metotları arasında istatistiki olarak önemli farklar olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 5.19.** Test metodu değişikliğinin ve numune değişiminin patlama mukavemetine etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
<b>Test Metodu</b>			
Bilyalı	92,1765	40	a
Hidrolik_10 cm <sup>2</sup> _ıslak	223,4675	40	b
Hidrolik_10 cm <sup>2</sup> _kuru	231,665	40	c
Hidrolik_7,3 cm <sup>2</sup> _ıslak	240,040	40	d
Hidrolik_7,3 cm <sup>2</sup> _kuru	250,0875	40	e
Pnömatik_7,3 cm <sup>2</sup> _kuru	268,2775	40	f
<b>Numune</b>			
3Y (12,04 sıklık, desen iplik no 150 den)	203,0913	30	a
4Y (12,04 sıklık, desen iplik no 200 den)	206,0753	30	a
3S (12,04 sıklık, desen iplik no 150 den)	210,169	30	ab
1Y (17,88 sıklık, desen iplik no 150 den)	216,0517	30	bc
2Y (17,88 sıklık, desen iplik no 200 den)	221,2573	30	cd
4S (12,04 sıklık, desen iplik no 200 den)	221,3427	30	cd
1S (17,88 sıklık, desen iplik no 150 den)	228,2677	30	de
2S (17,88 sıklık, desen iplik no 200 den)	243,697	30	e

TS 393 EN ISO 13938-1 ve TS EN ISO 13938-2 deney standartlarında; 800 kPa'ya kadar hidrolik ve pnömatik metotlarla ölçülen patlama mukavemeti değerleri arasında belirgin farkın olmadığı belirtilmesine rağmen, iki deney metodu arasında istatistiki olarak anlamlı farkın bulunduğu tespit edilmiştir.

Hidrolik, pnömatik ve bilyalı patlatma mukavemetleri arasındaki korelasyon ilişkisine ait değerler Çizelge 5.20.'de verilmiştir. Patlama mukavemeti deney çeşitleri arasında düşük korelasyon gözlenmiştir.

**Çizelge 5.20.** Patlama mukavemeti ölçüm metotları arasındaki korelasyon katsayıları

Patlama Mukavemeti Ölçüm Metodu		Korelasyon Katsayısı
Bilyalı	Hidrolik (7,3 cm <sup>2</sup> )	0,33
Bilyalı	Pnömatik (7,3 cm <sup>2</sup> )	0,50
Hidrolik (7,3 cm <sup>2</sup> )	Pnömatik (7,3 cm <sup>2</sup> )	0,52
Hidrolik (7,3 cm <sup>2</sup> )	Hidrolik (10 cm <sup>2</sup> )	0,96
Hidrolik (10 cm <sup>2</sup> )	Pnömatik (7,3 cm <sup>2</sup> )	0,66
Hidrolik (10 cm <sup>2</sup> )	Bilyalı	0,46
Islak-Hidrolik (10 cm <sup>2</sup> )	Kuru-Hidrolik (10 cm <sup>2</sup> )	0,63
Islak-Hidrolik (7,3 cm <sup>2</sup> )	Kuru-Hidrolik (7,3 cm <sup>2</sup> )	0,72

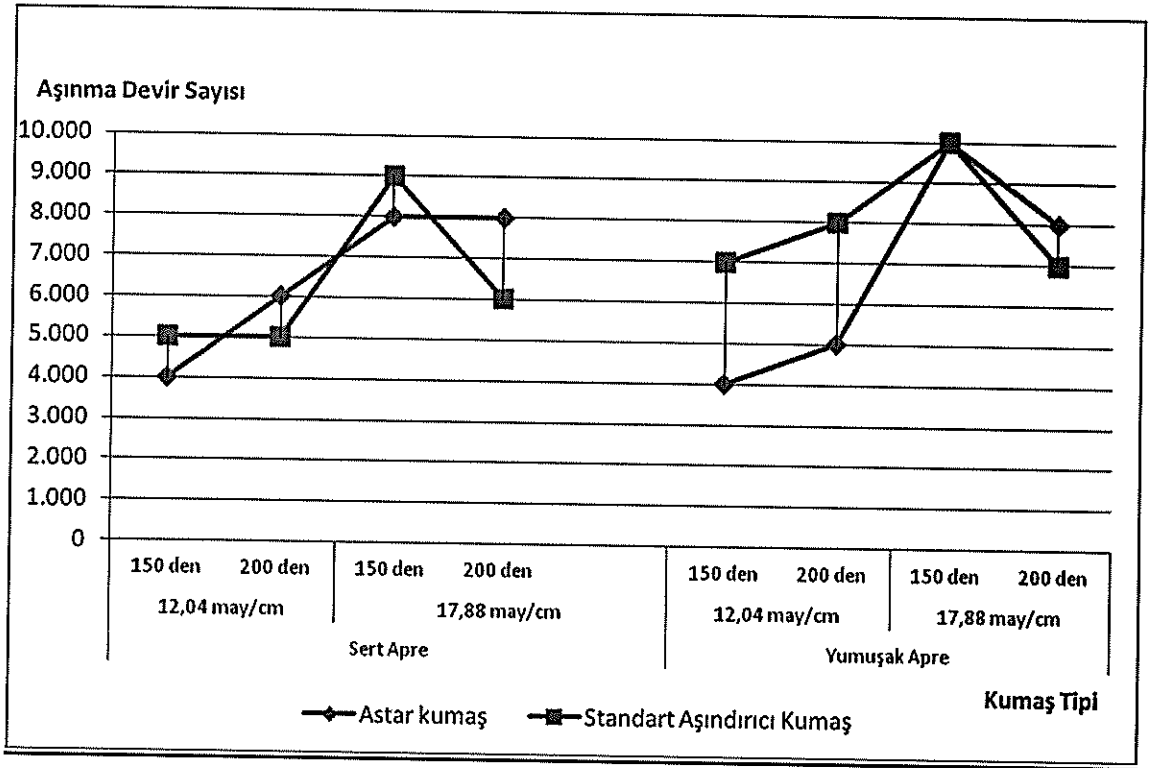
## 5.2. Kumaşların Aşınma ve Boncuklanma Dayanımının İncelenmesi

Aşınma dayanımı, tekstil materyalinin bir başka materyale sürtünmesi ile kumaştaki iplik ve liflerin kumaş yüzeyinden dışarı çıkması sonucunda kumaş yüzeyinde meydana gelen aşınma veya eskimeye karşı direnme yeteneğidir. Kopma mukavemetinin yanı sıra tekstillerin dayanıklılığını karakterize eden en önemli özelliklerden biridir. Bu çalışmada, kumaşların aşınma dayanımı ölçümleri, TS EN ISO 12947-2:2001 Martindale metoduyla kumaşların aşınmaya karşı dayanımının tayini standardına göre; Martindale aşınma dayanımı test cihazında gerçekleştirilmiştir.

Standartta; ölçüm yapılacak kumaşın altına bir dolgu malzemesi (sünger parça) yerleştirilmesi istenmektedir. Tez konusu olan kumaş yüzeylerinin dantel benzeri yapıları nedeniyle süngerin içine gömülmesini, deney sırasında sağlanacak aşınma etkisinin azalmasını önlemek için ölçüm yapılacak kumaş ile süngerin arasına bir destek kumaş konulmuştur. Deney standardına getirilen bu alternatif çözümü netleştirebilmek için bu destek kumaşın farklı yapılarda olmasının aşınma dayanımı sonucuna etkisini görebilmek amacıyla; %100 polyester astar tipi kumaş ve deney standardında özellikleri tarif edilen standart aşınma kumaşı ile olmak üzere 2 farklı destek ile ölçümler alınmıştır.

Numunelerin altına yerleştirilen destek kumaş değişiminin, ölçülen aşınma dayanımı üzerine etkisi Şekil 5.6.'da grafik olarak sunulmuştur. Test numunesi ile sünger arasına

yerleştirilen destek kumaş farklılıklarının sonuçlara etkisi değişkendir. Bazı ölçümlerde astar kumaşlı numunelerin aşınma dayanımı daha yüksek iken bazılarında da standart aşınma kumaşının daha dayanıklı olduğu görülmüştür. Aşınma dayanımı sonuçları arasında en belirgin farklılıkların yumuşak apreli numunelerin altına konulan kumaş değişiminde oluşmuştur. Bu duruma, alta yerleştirilen astar kumaşın daha kaygan bir yapıya sahip olmasının, yumuşak apreli deney numunelerinin aşınma deneyi esnasında daha fazla hareket imkanı tanımaları ve aşınma etkisini arttırmasının neden olduğu düşünülmektedir. Standart aşındırma kumaşının göreceli olarak daha az kaygan yüzeyli olması nedeniyle numunelerin aşınma deneyi esnasında hareketlerini kısıtlamıştır. Bu sebeple, farklı kurumlar arası test sonuçlarının farklılığını önleyebilmek, test metodunu standart hale getirebilmek için test numunesi altına standart aşındırma kumaş yerleştirilmesi tercih edilmelidir.

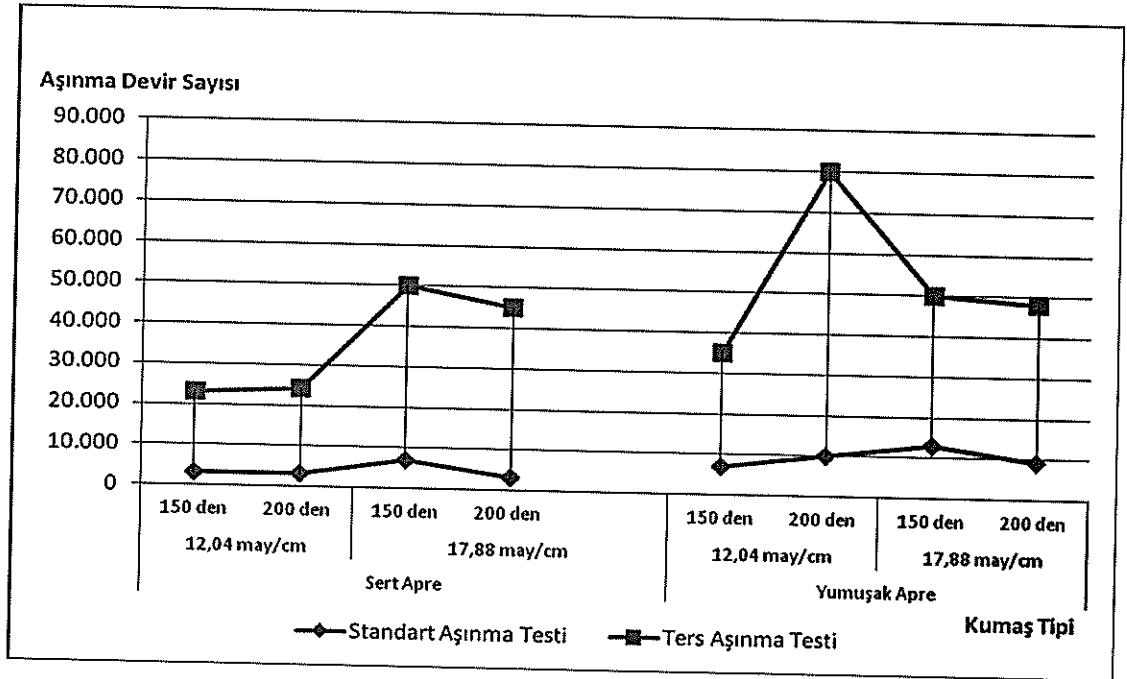


**Şekil 5.6.** Numunelerin altına yerleştirilen kumaş değişiminin aşınma dayanımı üzerine etkisi

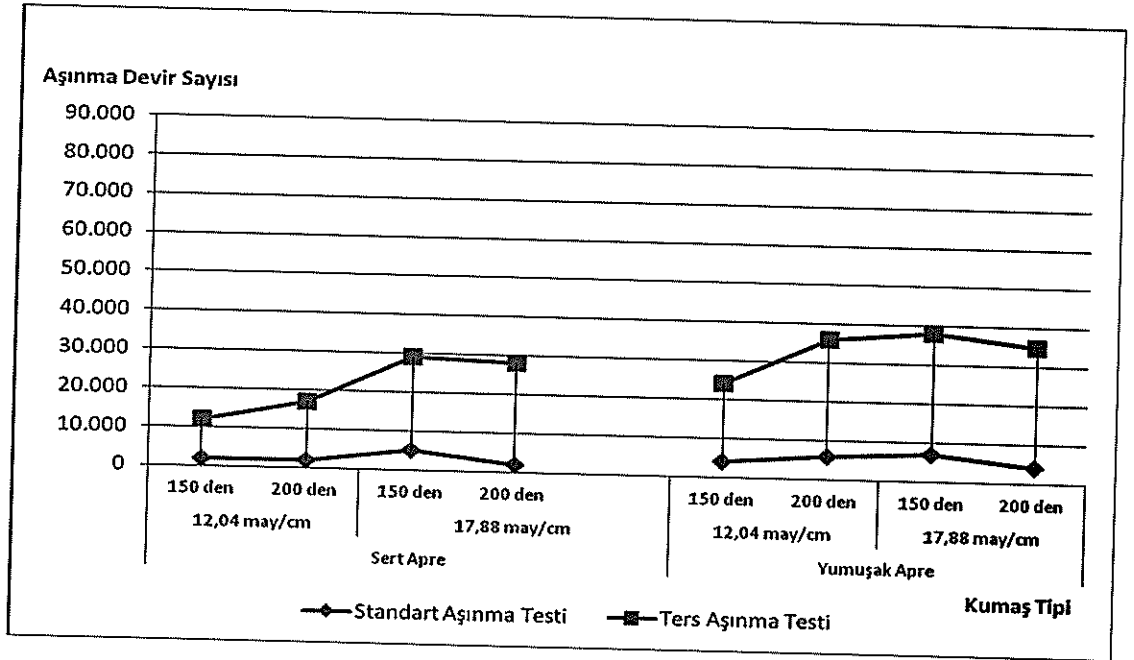


Çözümlü örme kumaşların tül perdelik ya da giysilik olarak kullanımlarda büyük örgü raporlu üretimleri mümkündür. Bu tip kumaşların aşınma dayanımının ölçümü 38 mm çaplı aparata yerleştirilerek mümkün olamayacağından, numunelerin daha büyük (140 mm çap) aparatlara yerleştirilebileceği ters aşınma testleri de uygulanmıştır. Yük değişiminin aşınma dayanımına etkisini incelemek için ölçümler 9 kPa ve 12 kPa yük altında tekrarlanmıştır.

Elde edilen sonuçlar Şekil 5.7. ve Şekil 5.8.'de grafik olarak verilmiştir. Uygulanan yük miktarının artması aşınma devir sayılarında azalmaya neden olmuştur. Klasik aşınma (TS EN ISO 12947-2) ve numunenin alt plakaya yerleştirildiği aşınma (TS EN 530) test sonuçları arasındaki ilişki incelendiğinde, standart aşınma devir sayısının ters aşınma devir sayısına göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durumun standart aşınma testinde daha küçük kumaş numunesi üzerinde daha fazla aşınma deformasyonu uygulanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu yüzden, kumaşların aşınma mukavemeti değerleri kıyaslanırken uygulanan metodun detaylı olarak belirtilmesi ve sadece aynı test metodu ile alınan sonuçların kıyaslanması standartlarda da yer alması gerekecek önemli bir konudur.



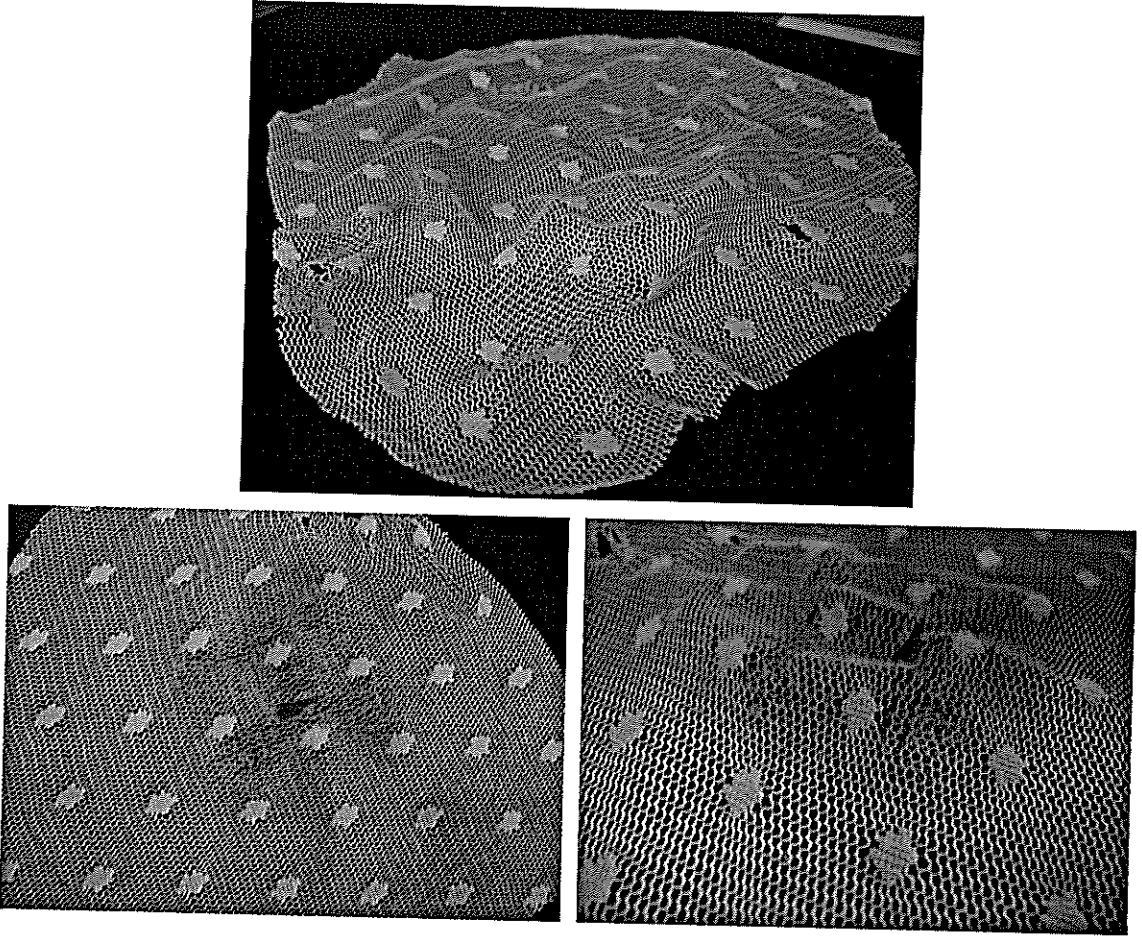
Şekil 5.7. Numunelerin 9 kPa yük altında aşınma dayanımı değerleri



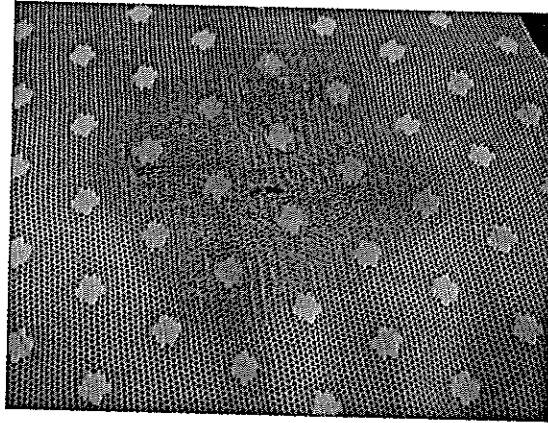
Şekil 5.8. Numunelerin 12 kPa yük altında aşınma dayanımı değerleri

Ters aşınma deneyi esnasında, standart aşınma testinden daha büyük bir kumaş yüzeyi üzerinde küçük bir kumaş yüzeyinin Lissajous hareketi yapmaktadır. İncelenen kumaşların esnek yapıları nedeniyle alt tutucuda yer alan kumaşlarda volanlanma gözlenmiştir. Volanlama etkisinin görüldüğü numunelere ait fotoğraflar Şekil 5.9.'da yer almaktadır.

Aşınma deneyleri kapsamında, desenden dolayı kumaş yapısında oluşan kabarıklığın etkisiyle aşınmanın desen bölgesinde oluşması beklenirken, yapılan tüm aşınma dayanımı ölçümlerinde aşınmanın beklenenin aksine zemin kumaşında olduğu gözlenmiştir (EK 1-4). Bu durum, standart aşınma deneyleri, ters aşınma deneyleri, 9 ve 12 kPa yük altında yapılan ölçümler, alta konulan destek kumaş değişimleri, aşındırıcı malzeme değişimi ölçümleri vb. yapılan tüm aşınma dayanımı ölçümlerinde geçerlidir. Zemin kumaşında oluşan aşınma ile ilgili örnek fotoğraflar Şekil 5.10.'da yer almaktadır.



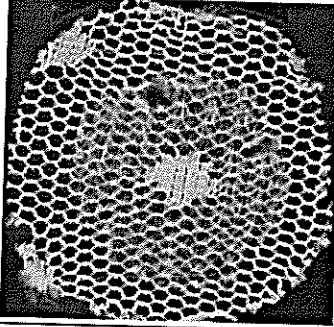
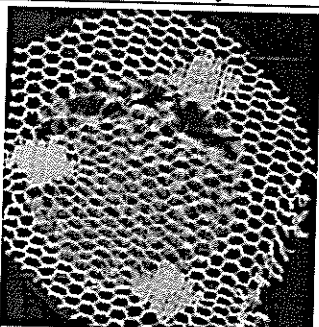
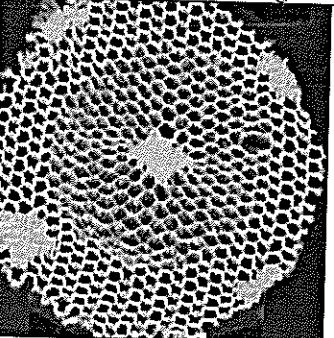
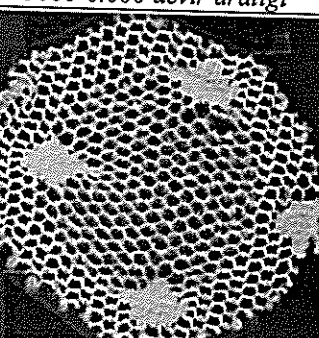
Şekil 5.9. Ters aşınma testi sırasında kumaşlarda volanlanma oluşumu



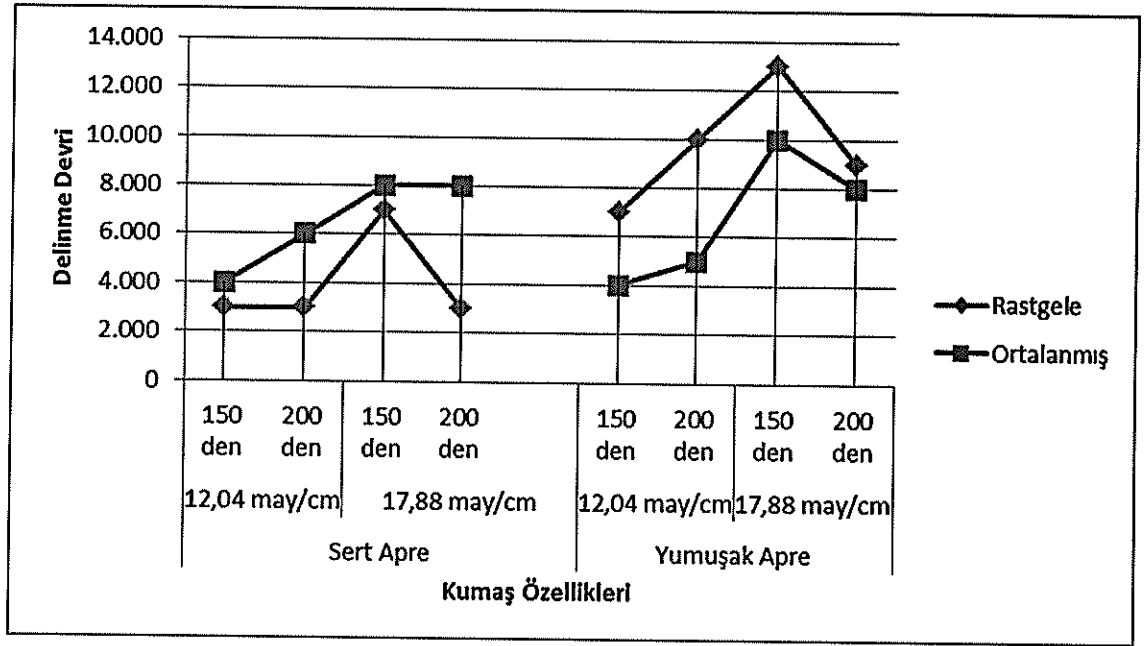
Şekil 5.10. Aşınmanın, tül kumaşın zemininde oluşmasına örnek fotoğraflar

Örgü raporu büyük olan kumaşların aşınma dayanımı ölçümü için bir diğer önemli konu, test edilecek kumaş numunesinin test aparatına yerleştirilme şeklidir. Aşınma alanında desen pozisyonunun sonuçlar üzerindeki etkisini görmek üzere, seçilen 3

numaralı numunenin sert ve yumuşak apreli örneği puan şeklindeki desenin öncelikle test aparatına rastgele yerleştirilmiş daha sonra test aparatına ortalanarak yerleşimi yapılmıştır. Aşınma dayanımı deneyleri, 9 kPa yük altında; aşındırıcı olarak ve deney numunesi altına yerleştirilen destek kumaş olarak standart aşınma kumaşı kullanılarak yapılmıştır. Deneyler sonunda delinme devri sonrası çekilen kumaş fotoğrafları Şekil 5.11’de verilmiştir. Fotoğraflar incelendiğinde; bazı ölçümlerde rastgele yerleşimin daha fazla aşınma dayanımına neden olduğu gözlemlenirken bazılarında da tam tersi sonuçlar alınmıştır. Kumaş yerleşiminin sonuçlar üzerinde düzenli bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

	Desenin Ortalandığı Konum. -Teknik Ön Yüzey Üstte-	Desenin Rastgele Yerleşim -Teknik Ön Yüzey Üstte-
Sert Apre		
	4000-5.000 devir aralığı	5000-6.000 devir aralığı
Yumuşak Apre		
	5000-6.000 devir aralığı	4000-5.000 devir aralığı

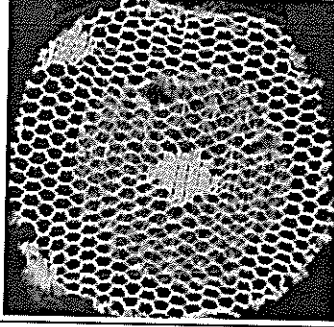
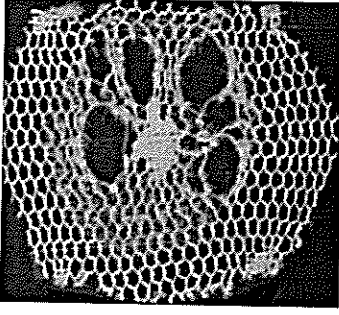
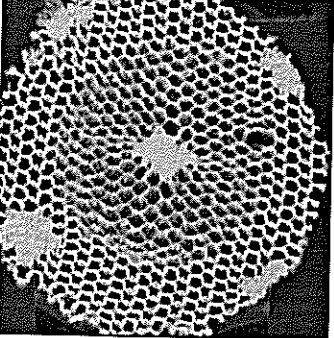
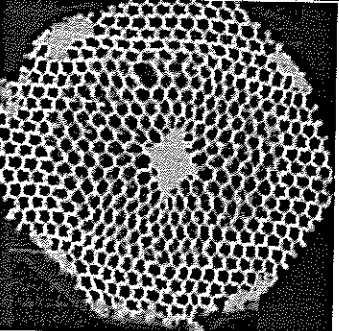
Şekil 5.11. 3 numaralı kumaş numunelerinin test aparatına rastgele ya da ortalanarak yerleştirilmesi durumunda aşındıkları devir sayıları sonrası çekilen fotoğraflar



Şekil 5.12. Kumaş numunesinin test aparatına yerleştirilme şeklinin Martindale aşınma mukavemeti deneyi sonuçlarına etkileri

Dantel benzeri, raşel tipi çözümlü örme kumaşların üretiminde uygulanan teknik nedeniyle desen bölgeleri kumaşın teknik ön yüzünde daha kabarıktır. Kumaşın teknik ön yüzünün ya da teknik arka yüzünün üstte olacak şekilde test aparatına yerleştirilmesi durumunda aşınma dayanımının nasıl etkileneceği bir diğer önemli konudur. Bu amaçla kumaşların teknik arka yüzeyi de aşındırma işlemine tabi tutulmuştur. Bu amaçla seçilen 3 numaralı numunenin sert ve yumuşak apreli örnekleri teknik ön yüzü üstte ve altta kalacak şekilde test aparatına ortalanarak yerleştirilmiştir. Aşınma dayanımı deneyleri, 9 kPa yük altında; aşındırıcı olarak ve deney numunesi altına yerleştirilen destek kumaş olarak standart aşınma kumaşı kullanılarak yapılmıştır. Deneyler sonunda delinme devri sonrası çekilen kumaş fotoğrafları Şekil 5.13’de verilmiştir.

Deneyler sonucunda kumaşın teknik ön ve arka yüzey aşınma değerlerinin aşınma dayanımlarının değişken olduğu görülmüştür. Kumaşların aşınma testi sonrası çekilen fotoğrafları EK-1, EK-2, EK-3 ve EK-4 ‘te sunulmuştur.

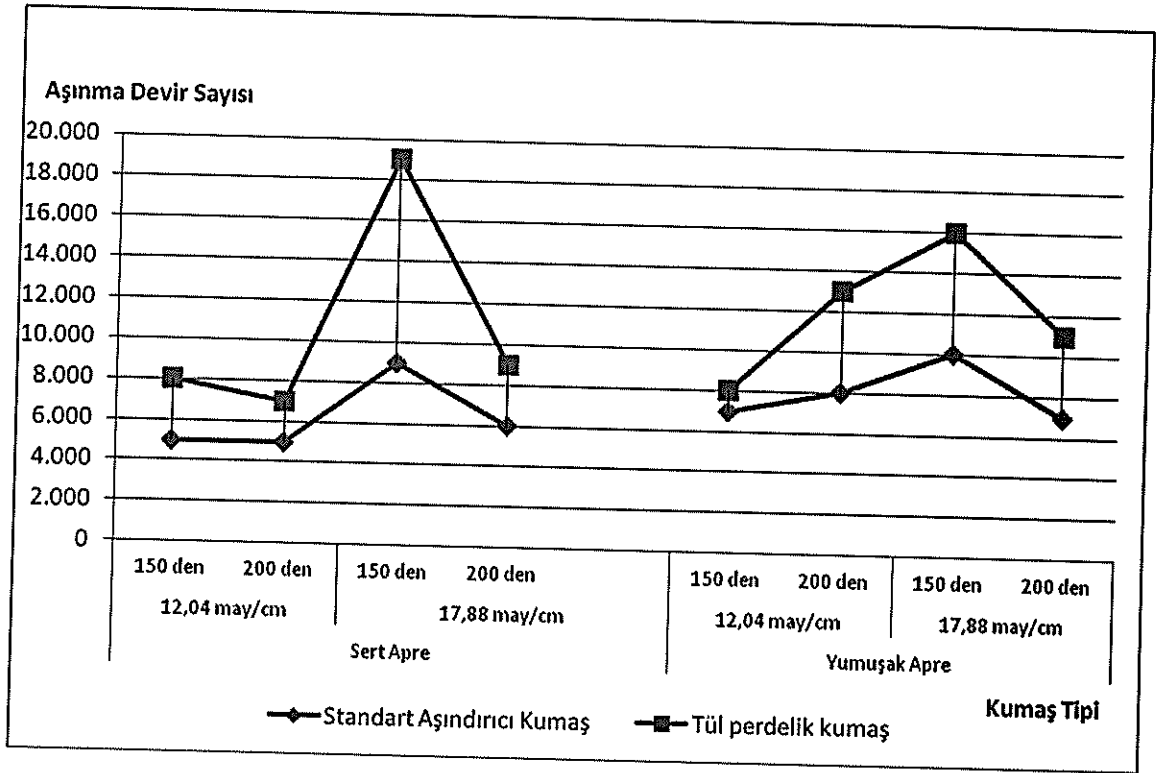
	Ön yüzey aşındırılmıştır	Arka yüzey aşındırılmıştır
Sert Apre	 4000-5.000 devir	 4000-5.000 devir
Yumuşak Apre	 5000-6.000 devir	 4000-5.000 devir

**Şekil 5.13.** 3 numaralı kumaş numunelerinin teknik ön ve arka yüzeylerinin aşındıkları devir sayıları sonrası çekilen fotoğraflar

### 5.2.1. Test edilecek kumaş numunesinin birbirine sürtünerek yapılan aşınma dayanımı ölçümü sonuçları

Aşınma dayanımı tespiti için yapılan testlerde birçok aşındırıcı malzeme kullanılabilir. Genellikle, deney standardında özellikleri tarif edilen standart aşındırıcı kumaş kullanımı yaygındır. Bunun yanında; numunenin gerçek hayatta kullanım durumunu temsil etmesi açısından test edilecek kumaş numunesinin birbirine sürtünerek aşındırılması da önerilmektedir.

Tez kapsamında, incelenen kumaşlar modanın etkisiyle dantel benzeri görünümüyle üst giysi olarak da kullanılabilir olduğundan test numunelerinin birbiriyle sürtünmesi sağlanarak aşınma testleri yapılmış, Şekil 5.14.'de grafik olarak sunulmuştur.



**Şekil 5.14.** Test numunelerinin birbirine sürtünmesiyle yapılan aşınma dayanımı test sonuçları

Standart aşındırıcı kumaş kullanılarak yapılan ölçümlerde aşınma dayanımının, numunenin kendi kumaşıyla sürtünerek aşınma durumuna göre daha düşük olduğu görülmüştür. Yani, standart test numunelerin gerçek kullanım durumunu modellememektedir. Üstelik standart kumaş ile gerçekleşen aşınma görüntülerinde, delik-patlak oluşumu küçük bir bölgede iken, kumaşın kendi örneğiyle sürtündüğünde oluşan deliklerin - patlakların çok daha büyük bir alanda oluştuğu gözlenmiştir.

### 5.2.2. May sıklığı ve desen iplik numarasının kumaşların aşınma dayanımına etkisi

Şekil 5.7. ve Şekil 5.8.'den de görülebileceği gibi, hem standart hem de ters aşınma deneyleri sonunda; numunelerin sıklığı arttıkça kumaşların aşınma dayanımı da artmaktadır. Apre türünün etkisine bakıldığında, yumuşak apreli numunelerin aşınma dayanımlarının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Desen iplik numarasındaki değişimlerin aşınma dayanımına düzenli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Aşınmanın desen bölgesi yerine, zemin örgülerinde gerçekleşmesi nedeniyle, desen iplik kalınlığının sonuçlar üzerinde belirleyici bir etkisi olmadığı düşünülmektedir. Aşınma ölçümlerinde alınan bazı sonuçların genelleme dışında kalmasının, numunelerin bölgesel olarak farklı karakteristik özellik göstermeleri nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

### **5.3. Kumaşların Yırılma Mukavemetinin İncelenmesi**

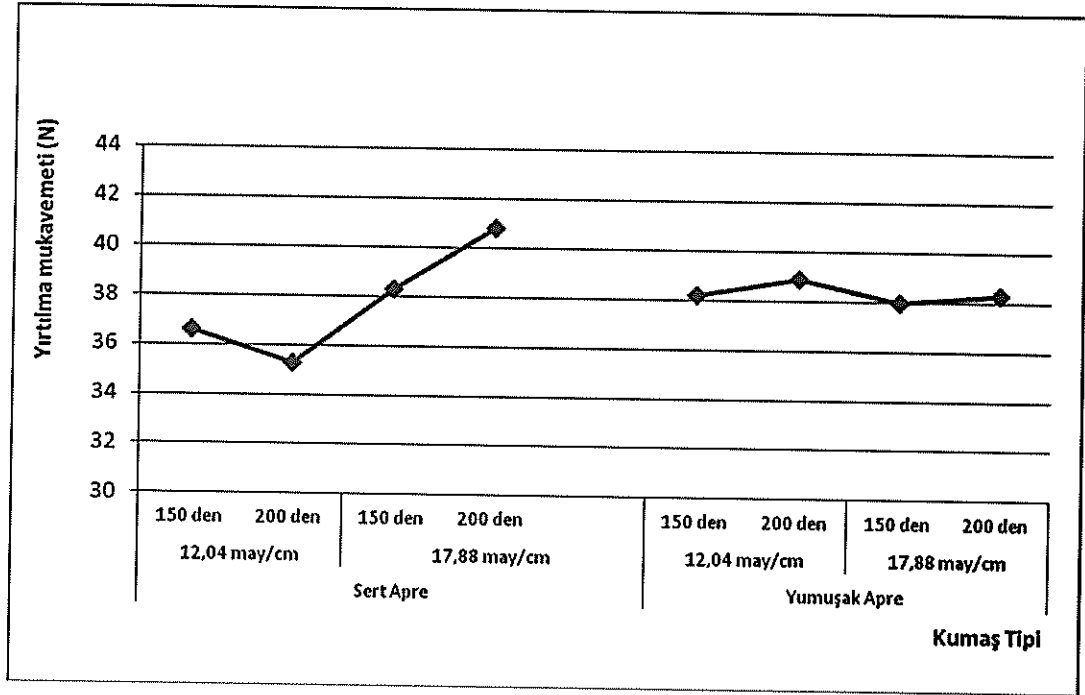
Giysilik kumaşlar birçok yönde kuvvete maruz kalmaktadırlar. Bazı durumlarda ise kumaş keskin bir objeye takıldığında oluşan küçük bir delik az bir kuvvetle büyük bir yırtığa dönüşebilmektedir(Saville 1999)

Gündelik hayatta sık karşılaşılan yırtılma problemine karşı dayanımın ölçülmesi açısından numunelere Elmendorf cihazında balistik sarkaç metodu ve tek yırtma metodu (Kanat biçimindeki deney numunelerinin yırtılma kuvvetinin tayini) olmak üzere iki farklı metotla yırtılma mukavemeti ölçümler yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

#### **5.3.1. Balistik sarkaç (Elmendorf) metoduna göre yırtılma mukavemetine ilişkin bulgular**

SDL ATLAS M008E Digital Elmendorf cihazında, TS EN ISO 13937-1:2002 standardına göre numunelerin yırtılma mukavemetleri ölçülmüş ve deney sonuçları Şekil 5.15.'te verilmiştir. Sıra yönünde yapılan ölçümlerde, deney standardında sonuçların kabul edilebilmesi için gereken şartlardan; yırtılmanın olmaması veya yırtılmanın çentikli bölgede tamamlanmaması nedeniyle sıra yönünde deney sonucu alınamamıştır.





Şekil 5.15. Elmendorf cihazında ölçülen çubuk yönlü yırtılma mukavemeti değerleri

Kumaşa uygulanan apre, kumaşın may sıklığı ve kullanılan desen iplik numarasının kumaşların balistik sarkaç metoduyla ölçülen yırtılma mukavemetine etkisini görmek için 3 faktörlü, sınırlamasız varyans analizi yapılmıştır. Çizelge 5.21’de sunulan varyans analizi sonuçlarına göre; kumaşa uygulanan apre, desen iplik numarası, may sıklığı ve parametrelerin kesişimlerinin yırtılma mukavemeti sonuçlarına istatistiki olarak önemli etkisi bulunmamaktadır.

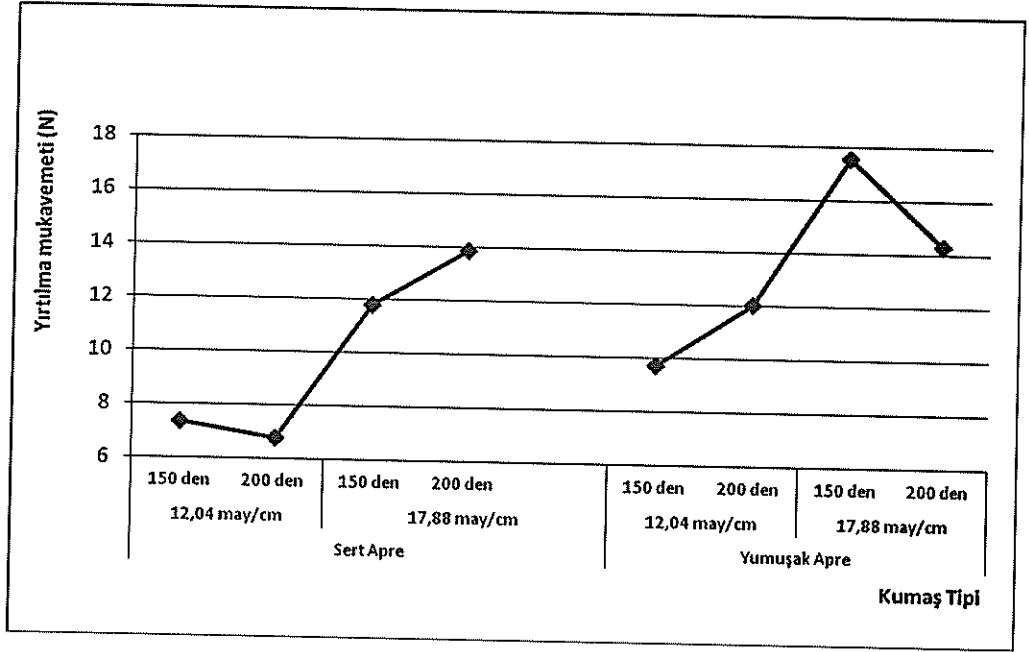
İstatistiki olarak önemli olmasa da, sıra sıklığındaki artışın sert apreli numunelerde mukavemet artışına, yumuşak apreli numunelerde mukavemet azalmasına neden olmuştur. Ölçümler sonucunda yumuşak apreli numunelerin yırtılma mukavemetlerinin beklendiği üzere genellikle daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumun, yumuşak aprenin kumaş yapısındaki ipliklerin birbiri üzerinde kaymalarını arttırması nedeniyle yırtılma testlerinde ipliklerin tek tek kopmak yerine birbirlerine yaklaşıp toplu halde kopmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Çizelge 5.21.** Balistik yırtılma mukavemeti ölçüm cihazında numunelerin üretim parametrelerinin yırtılma mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	Df	MS	F	Sig.
Apre	3,57604	1	3,57604	2,080	0,763
Sıklık	24,93241	1	24,93241	14,502	0,243
İplik no	3,136	1	3,136	1,824	0,852
Apre*Sıklık	41,77936	1	41,77936	24,302	0,894
Apre*İplik no	0,07921	1	0,07921	0,046	0,738
Sıklık*İplik no	7,49956	1	7,49956	4,362	0,149
Apre*Sıklık*İplik no	10,92025	1	10,92025	6,352	0,655
Hata	55,01448	32	1,7192025		
Toplam varyans	58033,1662	40			
Düzeltilmiş toplam varyans	146,93731	39			

### 5.3.2. Tek yırtma metoduna göre kanat biçimli numunelerde ölçülen yırtılma mukavemeti değerlerinin incelenmesi

TS EN ISO 13937-3:2002 standardına göre, sıra ya da çubuk iplik doğrultusuna göre belli bir açıyla eğim verilmiş olan iki kanat şeklinde kesilmiş olan deney numuneleri tek yırtma metoduna göre yırtılmaktadır. Elde edilen sonuçlar Şekil 5.16.'da grafik olarak sunulmuştur. Çubuk yönünde yapılan ölçümlerde, deney standardında sonuçların kabul edilebilmesi için gereken şartlardan; yırtılmanın kuvvetin uygulandığı doğrultuda olmaması ve yırtılmanın gerçekleşmemesi nedenleriyle çubuk yönündeki yırtılma mukavemetleri ölçülememiştir.



Şekil 5.16. Kanat biçimli numunelerde ölçülen sıra yönlü yırtılma mukavemeti değerleri

Kumaşa uygulanan apre, kumaşın may sıklığı ve kullanılan desen iplik numarasının kumaşların kanat biçiminde yırtılma mukavemetine etkisini görmek için 3 faktörlü, sınırlamasız varyans analizi yapılmıştır. Çizelge 5.22.'de sunulan varyans analizi sonuçlarına göre, kumaşa uygulanan apre ve may sıklığının kanat biçiminde ölçülen yırtılma mukavemetine istatistiksel olarak önemli etkisi bulunmaktadır. İncelenen faktörlerin kesişimlerinin ve iplik numarasının etkisi ise istatistiksel olarak önemsizdir.

Çizelge 5.22. Kanat biçiminde yırtılma metodunda numunelerin üretim parametrelerinin sıra yönlü yırtılma mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	Df	MS	F	Sig.
Aprenin Sıklığı	71,3115	1	71,3115	12,233	0,003
İplik no	175,6627	1	175,6627	30,134	0,000
İplik no	0,1027	1	0,1027	0,018	0,896
Aprenin Sıklığı*İplik no	0,7668	1	0,7668	0,132	0,722
Aprenin Sıklığı*İplik no	2,1901	1	2,1901	0,376	0,549
Sıklık*İplik no	3,2930	1	3,2930	0,565	0,563
Aprenin Sıklığı*Sıklık*İplik no	25,4410	1	25,4410	4,364	0,053
Hata	93,2688	16	5,8293		
Toplam varyans	3634,7379	24			
Düzeltilmiş toplam varyans	372,0367	23			

Üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü yırtılma mukavemetine etkilerini görebilmek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.23.'te yer almaktadır. Balistik metotta olduğu gibi, yumuşak apreli numunelerin yırtılma mukavemeti daha yüksektir. Sıklık artışının yırtılma mukavemetini arttırdığı görülmüştür.

**Çizelge 5.23.** Kanat biçiminde yırtılma metodunda numunelerin üretim parametrelerinin sıra yönlü yırtılma mukavemetine etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apre			
Sert	9,94	12	a
Yumuşak	13,38	12	b
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	8,95	12	a
17,88	14,37	12	b
Desen iplik numarası (denye)			
150	11,59	12	a
200	11,73	12	a

Hem balistik sarkaçlı yırtılma hem de kanat biçiminde yırtılma deneylerinde yumuşak apre uygulanmış numunelerin yırtılma mukavemetleri, Çetinaslan, Mezarciöz ve Çetiner (2013)'in yıkama işleminin denim kumaşın yırtılma mukavemetine etkisini inceledikleri çalışmasındaki gibi daha yüksek çıkmıştır.

#### 5.4. Kumaşların Kopma Mukavemetinin İncelenmesi

Fiziksel özelliklerin tayininde mukavemet ölçümü deneyleri arasında en çok uygulanan deney kopma mukavemeti testidir. Standartlarda tanımlanmış ölçülerdeki numuneler, belirli hızla kopmaya zorlanarak maksimum dayanım değerleri ve bu noktadaki uzama oranları tespit edilmektedir. Kopma mukavemeti deneyleri, çok esnek olan örme kumaşlarda tercih edilmeyip genellikle dokuma kumaşlara uygulanmaktadır. Çözgütlü örme yöntemiyle üretilen kumaşların atkı örmeciliğinde üretilenlerden daha stabil yapıda olmaları nedeniyle bu çalışmada kumaş numunelerinin kopma mukavemetleri de ölçülmüştür. Kumaş üretim parametrelerindeki değişimi yanında numunenin ıslak ya da kuru olmasının da kumaşların kopma mukavemetine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, numunelerin maksimum kuvvet dayanımları ve bu noktadaki % uzama oranları

ölçülmüştür. Kopma mukavemeti olarak numunelerin taşıdığı maksimum yük; uzama değeri olarak da maksimum yük değerindeki uzama oranları belirtilmektedir.

Kumaşlara uygulanan apre, kumaşın may sıklığı ve kullanılan desen iplik numarasının kumaşların üniversal mukavemet cihazıyla ölçülen kopma mukavemeti ve uzama oranına etkisini görebilmek için 3 faktörlü, sınırlamasız varyans analizleri yapılmıştır. Kuru ve ıslak haldeki numunelerin sıra yönlü kopma mukavemetlerine kumaş üretim parametrelerinin etkisini görebilmek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 5.24. ve Çizelge 5.26.'de yer almaktadır. Hem kuru hem de ıslak numunelerde uygulanan apre ve may sıklığının sıra yönlü kopma mukavemeti üzerinde istatistiki olarak önemli etkisinin olduğu, desen iplik numarasının ise istatistiki olarak önemli etkisinin bulunmadığı görülmüştür.

**Çizelge 5.24.** Kuru numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü kopma mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	Df	MS	F	Sig.
Apre	873,477	1	873,477	26,703	0,000
Sıklık	11915,614	1	11915,614	364,275	0,000
İplik no	38,809	1	38,809	1,186	0,284
Apre*Sıklık	92,659	1	92,659	2,833	0,102
Apre*İplik no	62,051	1	62,051	1,897	0,178
Sıklık*İplik no	944,784	1	944,784	28,883	0,000
Apre*Sıklık*İplik no	123,834	1	123,834	3,786	0,061
Hata	1046,736	32	32,7105		
Toplam varyans	149729,893	40			
Düzeltilmiş toplam varyans	15097,964	39			

**Çizelge 5.25.** Kuru numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü kopma mukavemetine etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apre			
Sert	53,3425	20	a
Yumuşak	62,6885	20	b
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	40,756	20	a
17,88	75,28	20	b
Desen iplik numarası (denye)			
150	57,0305	20	a
200	59,0005	20	a

**Çizelge 5.26.** Islak numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü kopma mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Apré	2232,932	1	2232,932	38,409	0,000
Sıklık	10361,961	1	10361,961	178,239	0,000
İplik no	27,324	1	27,324	0,470	0,498
Apré*Sıklık	177,831	1	177,831	3,059	0,090
Apré*İplik no	0,303	1	0,303	0,005	0,943
Sıklık*İplik no	1164,888	1	1164,888	20,038	0,000
Apré*Sıklık*İplik no	0,088	1	0,088	0,002	0,969
Hata	1860,323	32	58,135		
Toplam varyans	151198,876	40			
Düzeltilmiş toplam varyans	15825,651	39			

**Çizelge 5.27.** Islak numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü kopma mukavemetine etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apré			
Sert	50,7035	20	a
Yumuşak	65,6465	20	b
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	42,08	20	a
17,88	74,27	20	b
Desen iplik numarası (denye)			
150	59,0015	20	a
200	57,3485	20	a

Üretim parametrelerinin, sıra yönlü kopma mukavemetine etkilerini görebilmek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.25. ve Çizelge 5.27’de yer almaktadır. Hem kuru hem de ıslak numunelerde yumuşak aprénin kopma mukavemetini arttırdığı, may sıklığındaki artışın mukavemet artışına neden olduğu görülmüştür.

Kuru ve ıslak numunelerin çubuk yönlü kopma mukavemetlerine kumaş üretim parametrelerinin etkisini görebilmek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 5.28. ve Çizelge 5.29.’da yer almaktadır. Buna göre; kuru ve ıslak numunelerin tümünde; çubuk yönlü kopma mukavemeti üzerinde apré, may sıklığı ve desen iplik numarasının istatistiki olarak önemli etkisinin olmadığı görülmüştür. Islak numunelerin apré ve iplik numarası haricinde tüm parametre kesişimlerinin istatistiki olarak etkisinin önemli olduğu görülmüştür.

**Çizelge 5.28.** Kuru numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların çubuk yönlü kopma mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

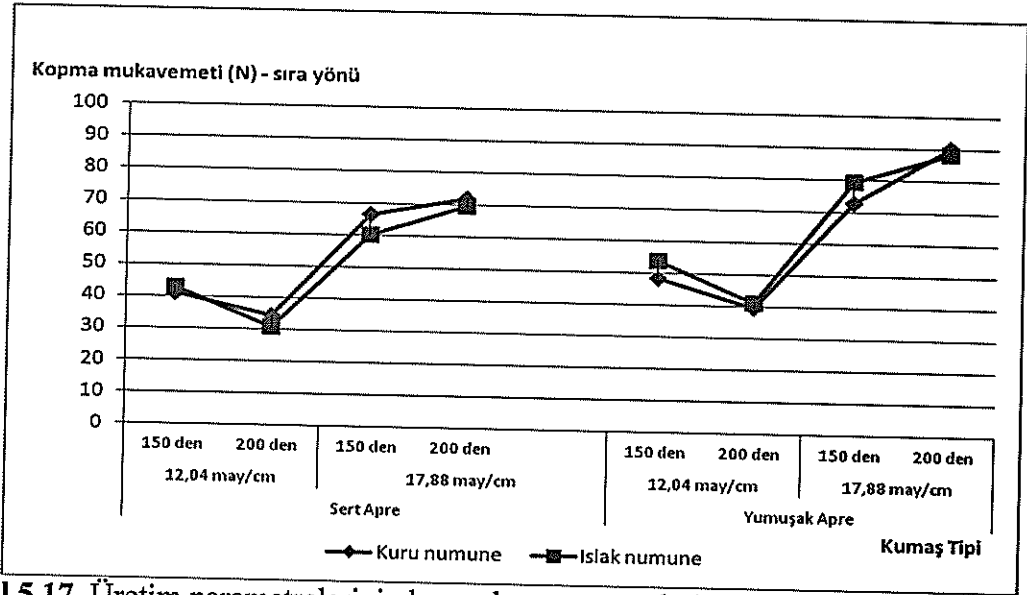
Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Apre	0,676	1	0,676	0,012	0,928
Sıklık	7,056	1	7,056	0,121	0,772
İplik no	132,496	1	132,496	2,279	0,214
Apre*Sıklık	497,025	1	497,025	8,549	0,020
Apre*İplik no	576,081	1	576,081	9,909	0,013
Sıklık*İplik no	11621,281	1	11621,281	199,901	0,000
Apre*Sıklık*İplik no	2896,804	1	2896,804	35,201	0,000
Hata	2633,412	32	82,294		
Toplam varyans	1350103,880	40			
Düzeltilmiş toplam varyans	18364,831	39			

**Çizelge 5.29.** Islak numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların çubuk yönlü kopma mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

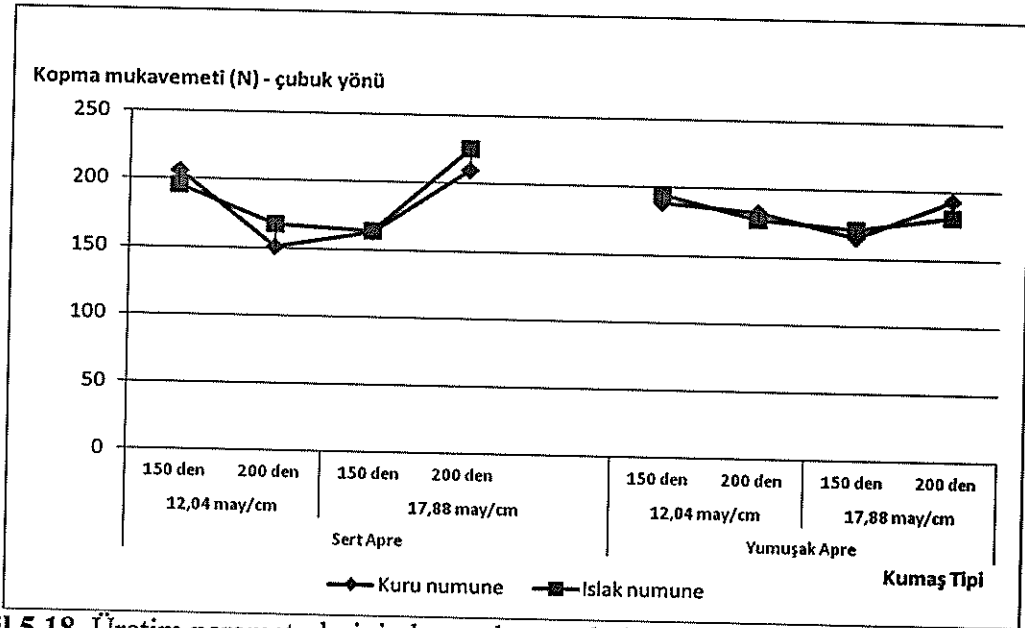
Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Apre	492,102	1	492,102	8,465	0,209
Sıklık	22,350	1	22,35	0,384	0,786
İplik no	417,962	1	417,962	7,189	0,246
Apre*Sıklık	1305,306	1	1305,306	22,453	0,045
Apre*İplik no	1139,556	1	1139,556	19,602	0,060
Sıklık*İplik no	8535,162	1	8535,162	146,816	0,000
Apre*Sıklık*İplik no	2460,192	1	2460,192	8,224	0,007
Hata	9573,048	32	299,158		
Toplam varyans	1386625,990	40			
Düzeltilmiş toplam varyans	23945,680	39			

Üretim parametrelerinin kumaşların sıra ve çubuk yönlü kopma mukavemetine etkisi Şekil 5.17. ve Şekil 5.18. 'de grafik olarak verilmiştir.

Grafikler incelendiğinde genel olarak, sert apreli kumaşların sıra yönlü kopma mukavemetinin yumuşak apreli kumaşlardan daha düşük olduğu görülmektedir. Desen iplik numarası yüksek olan may sıklığı düşük olan kumaş hem yumuşak hem sert apreli durumda en düşük sıra yönlü kopma mukavemeti değerlerini vermiştir. Kumaşların kuru ve ıslak durumda ölçülen kopma mukavemeti değerleri oldukça benzerdir.



Şekil 5.17. Üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü kopma mukavemetine etkisi



Şekil 5.18. Üretim parametrelerinin kumaşların çubuk yönlü kopma mukavemetine etkisi

Kopma mukavemeti deneylerinde uzama oranları, numunenin maksimum yük altındaki uzama miktarının numunenin gerilime maruz bırakıldığı uzunluğuna (çene mesafesine) oranlanarak hesaplanmaktadır. Kuru ve ıslak haldeki numunelerin kopma mukavemeti deneyinde sıra yönlü uzama oranına kumaş üretim parametrelerinin etkisini görebilmek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 5.30. ve Çizelge 5.32.'de yer almaktadır. Buna göre; kuru ve ıslak numunelerin tümünde; sıra yönlü uzama oranı üzerinde apre ve desen iplik numarasının istatistiki olarak önemli etkisinin olmadığı, may sıklığının etkisi olduğu görülmüştür.



**Çizelge 5.30.** Kuru numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü uzama oranlarına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Apri	150,932	1	150,932	2,155	0,152
Sıklık	64665,722	1	64665,722	923,282	0,000
İplik no	117,306	1	117,306	1,675	0,205
Apri*Sıklık	1794,260	1	1794,260	25,618	0,000
Apri*İplik no	3391,122	1	3391,122	48,418	0,000
Sıklık*İplik no	31,862	1	31,862	0,455	0,505
Apri*Sıklık*İplik no	1665,390	1	1665,390	23,778	0,000
Hata	2241,248	32	70,039		
Toplam varyans	907101,750	40			
Düzeltilmiş toplam varyans	74057,844	39			

**Çizelge 5.31.** Kuru numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü uzama oranlarına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apri			
Sert	146,255	20	a
Yumuşak	142,37	20	a
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	184,52	20	b
17,88	104,105	20	a
Desen iplik numarası (denye)			
150	146,025	20	a
200	142,600	20	a

**Çizelge 5.32.** Islak numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü uzama oranlarına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Apri	398,792	1	398,792	2,619	0,115
Sıklık	46328,442	1	46328,442	304,198	0,000
İplik no	80,372	1	80,372	0,528	0,473
Apri*Sıklık	300,852	1	300,852	1,975	0,170
Apri*İplik no	3498,770	1	3498,770	22,973	0,000
Sıklık*İplik no	4,692	1	4,692	0,031	0,862
Apri*Sıklık*İplik no	745,632	1	745,632	4,896	0,034
Hata	4873,504	32	152,297		
Toplam varyans	968965,790	40			
Düzeltilmiş toplam varyans	56231,058	39			

**Çizelge 5.33.** Islak numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü uzama oranlarına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apre			
Sert	154,215	20	a
Yumuşak	147,900	20	a
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	185,09	20	b
17,88	117,025	20	a
Desen iplik numarası (denye)			
150	152,475	20	a
200	149,640	20	a

Islak ve kuru numune üretim parametrelerinin, kopma mukavemeti deneyinde sıra yönlü uzama oranı etkilerini görebilmek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.31. ve Çizelge 5.33’de yer almaktadır. Hem kuru hem de ıslak numunelerde may sıklığındaki artışın uzama oranının büyük ölçüde azalmasına neden olduğu görülmüştür.

Kuru ve ıslak haldeki numunelerin kopma mukavemeti deneyinde, çubuk yönlü uzama oranına kumaş üretim parametrelerinin etkisini görebilmek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 5.34. ve Çizelge 5.36.’da yer almaktadır. Buna göre; kuru ve ıslak numunelerin tümünde; çubuk yönlü kopma mukavemeti üzerinde apre, may sıklığı ve desen iplik numarasının istatistiki olarak önemli etkisinin olmadığı görülmüştür.

**Çizelge 5.34.** Kuru numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların çubuk yönlü uzama oranlarına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Apre	5459,232	1	5459,232	77,946	0,000
Sıklık	1188,536	1	1188,536	16,970	0,000
İplik no	205,572	1	205,572	2,935	0,000
Apre*Sıklık	149,846	1	149,846	2,139	0,000
Apre*İplik no	261,428	1	261,428	3,733	0,000
Sıklık*İplik no	468,130	1	468,130	6,684	0,000
Apre*Sıklık*İplik no	303,711	1	303,711	109,659	0,000
Hata	88,627	32	2,770		
Toplam varyans	93617,296	40			
Düzeltilmiş toplam varyans	8125,082	39			

**Çizelge 5.35.** Kuru numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların çubuk yönlü uzama oranlarına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apre			
Sert	34,5485	20	a
Yumuşak	57,9135	20	b
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	40,78	20	a
17,88	51,682	20	b
Desen iplik numarası (denye)			
150	43,964	20	a
200	48,498	20	b

**Çizelge 5.36.** Islak numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların çubuk yönlü uzama oranlarına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

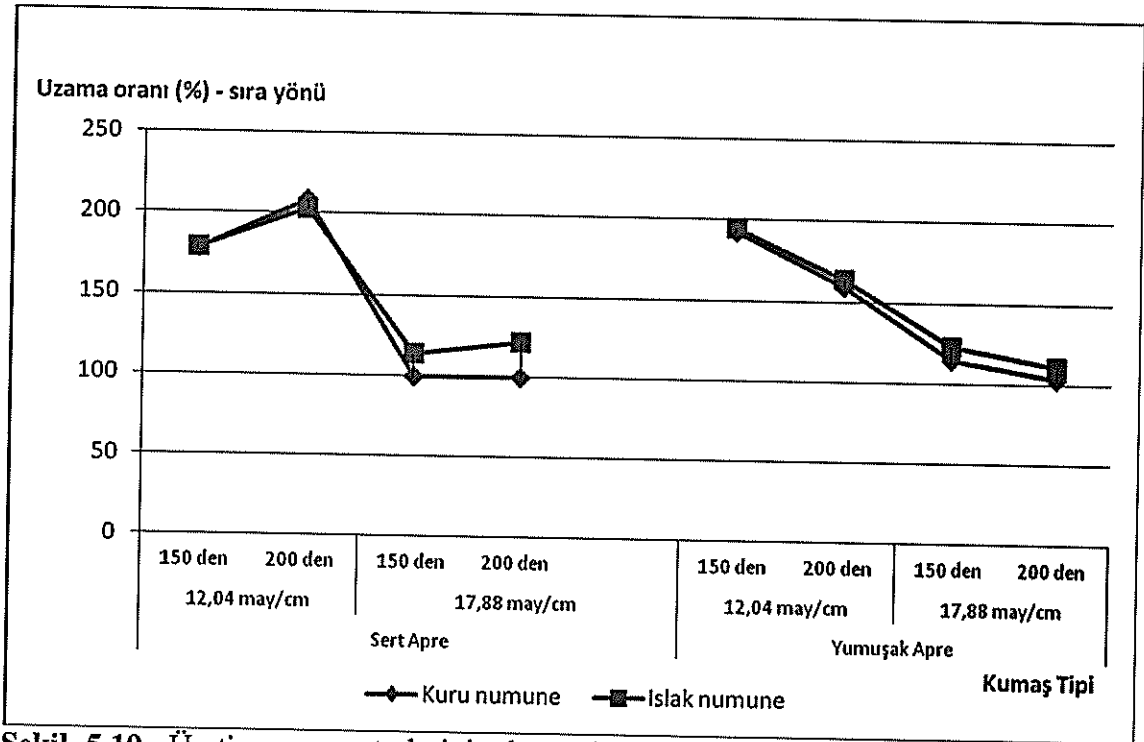
Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Apre	5911,463	1	5911,463	38,815	0,000
Sıklık	1271,595	1	1271,595	8,349	0,000
İplik no	165,690	1	165,690	1,088	0,000
Apre*Sıklık	26,683	1	26,683	0,175	0,057
Apre*İplik no	419,839	1	419,839	2,757	0,000
Sıklık*İplik no	256,289	1	256,289	1,683	0,000
Apre*Sıklık*İplik no	58,928	1	58,928	8,590	0,006
Hata	219,516	32	6,860		
Toplam varyans	94925,124	40			
Düzeltilmiş toplam varyans	8330,002	39			

**Çizelge 5.37.** Islak numunelerin üretim parametrelerinin kumaşların çubuk yönlü uzama oranlarına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

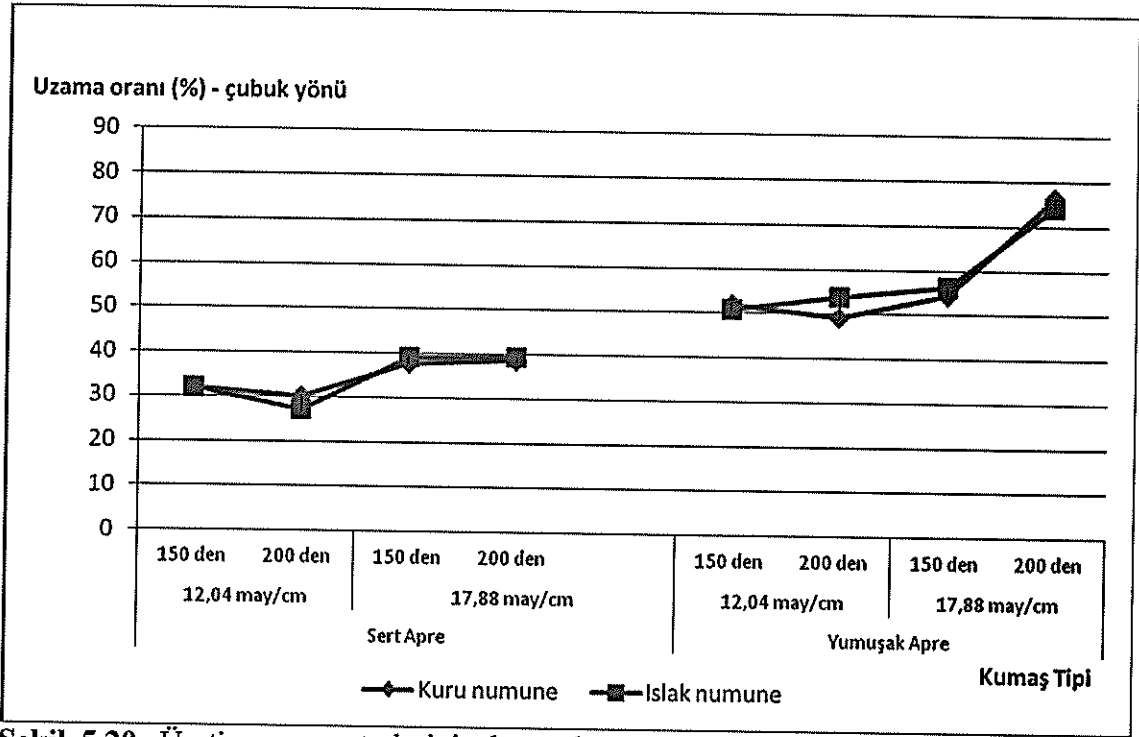
	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apre			
Sert	34,372	20	a
Yumuşak	58,685	20	b
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	40,89	20	a
17,88	52,167	20	b
Desen iplik numarası (denye)			
150	44,493	20	a
200	48,564	20	b

Islak ve kuru numune üretim parametrelerinin, çubuk yönlü kopma mukavemetine etkilerini görebilmek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.35. ve Çizelge 5.37’de yer almaktadır. Hem kuru hem de ıslak numunelerde yumuşak aprenin uzama oranını arttırdığı, may sıklığındaki ve desen iplik numarasındaki artışın uzama oranını arttırdığı görülmüştür.

Kumaşların kopma mukavemeti deneyinde uzama oranı değerleri Şekil 5.19. ve Şekil 5.20.’de grafik olarak verilmiştir.



Şekil 5.19. Üretim parametrelerinin kumaşların sıra yönlü maksimum yük altında uzama oranına etkisi



Şekil 5.20. Üretim parametrelerinin kumaşların çubuk yönlü maksimum yük altında uzama oranına etkisi

Kumaş parametrelerinin, kopma mukavemeti ölçüm sonuçlarına göre SNK sonuçlarının özet olarak incelendiği tablo Çizelge 5.38.'de verilmiştir. Buna göre tüm ölçümlerde; yumuşak apreli numuneler kopma mukavemeti ve kopma uzama oranları daha yüksektir. May sıklığının artması; mukavemeti artırıcı, uzama oranında azaltıcı bir etki göstermiştir. Daha kalın desen iplik kullanımı tüm ölçümlerde mukavemeti ve uzamayı arttırmıştır.

Çizelge 5.38. Kopma mukavemeti SNK sonuçlarının özet olarak gösterilmesi

	Kuru - Sıra	Kuru - Çubuk	Islak - Sıra	Islak - Çubuk
Apre				
Sert	53,34(a)	182,60(a)	50,70(a)	188,08(a)
Yumuşak	62,69(b)	182,34(a)	65,65(b)	181,07(a)
Sıklık (sıra/cm)				
12,04	40,76(a)	182,05(a)	42,08(a)	183,83(a)
17,88	75,28(b)	182,89(a)	74,27(b)	185,32(a)
Desen iplik numarası (denye)				
150	57,03(a)	180,65(a)	59,00(a)	181,34(a)
200	59,01(b)	184,29(a)	57,35(b)	187,81(a)

Kopma mukavemeti sonuçlarına sıklığın etkisi incelendiğinde, Ünal ve Taşkın (2007)'in polyester kumaşlarda dokunun ve sıklıkların kopma mukavemetine etkisini inceledikleri çalışmada olduğu gibi mukavemetin arttığı görülmüştür. Yumuşak apre etkisine bakıldığında ise, Çetinaslan, Mezarcıöz ve Çetiner (2013)'in yumuşatıcının kopma mukavemeti üzerine etkisi olmadığı sonucunun aksine, özellikle sıra yönünde yumuşak aprenin mukavemeti artırıcı bir etki gösterdiği görülmüştür.

**Çizelge 5.39.** Kopma mukavemeti deneyinde uzama oranı SNK sonuçlarının özet olarak gösterilmesi

	Kuru - Sıra	Kuru - Çubuk	Islak - Sıra	Islak - Çubuk
Apre				
Sert	146,26(a)	34,55(a)	154,22(a)	34,37(a)
Yumuşak	142,37(a)	57,91(b)	147,90(a)	56,69(b)
Sıklık (sıra/cm)				
12,04	184,52(b)	40,78(a)	185,09(b)	40,89(a)
17,88	104,11(a)	51,68(b)	117,03(a)	52,17(b)
Desen iplik numarası (denye)				
150	146,03(a)	43,96(a)	152,48(a)	44,49(a)
200	142,60(a)	48,50(b)	149,64(a)	48,56(b)

Kumaş parametrelerinin, kopma mukavemeti deneyinde numunelerin uzama oranı sonuçlarına göre SNK sonuçlarının özet olarak incelendiği tablo Çizelge 5.39.'da verilmiştir. Buna göre çubuk yönlü uzama değerlerinde yumuşak aprenin uzama oranı artırıcı etkisi olduğu görülmektedir. May sıklığı artışının etkisi sıra ve çubuk yönlerinde değişkenlik göstermiştir. Sıklığın artması sıra yönünde uzamayı azaltırken, çubuk yönünde arttırmıştır. Desen ipliği kalınlığındaki artış çubuk yönünde uzama oranını arttırırken sıra yönünde istatistiki olarak bir önemli etki göstermemiştir.

Perdelik kumaşların gündelik kullanımı esnasında genellikle, yıkama işleminin hemen ardından asıldığı ve kurumanın bu şekilde gerçekleştiği gözlenmektedir. Kuruma işlemi gerçekleşene kadar ıslak kullanım gerçekleştiğinden, ıslak kullanımın kopma mukavemeti testlerine etkisini gözlemlmek için tek faktörlü, sınırlamasız varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5.40. ve Çizelge 5.41.'de sunulmuştur. Numunelerin ıslak ya da kuru olmasının kumaşların kopma mukavemeti ve uzama oranları üzerinde istatistiksel olarak önemli etkisinin olmadığı görülmüştür. İstatistiki

olarak önemli olmasa da, numunelerin ıslak olmasının mukavemet değerini bir miktar arttırdığı görülmektedir.

**Çizelge 5.40.** Ölçüm şartlarının (kuru – ıslak) kopma mukavemeti değerine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi test sonuçları

Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Ölçüm şartları	51,393	1	51,393	0,012	0,915
Hata	702514,246	158	4446,293		
Toplam varyans	3037658,639	160			
Düzeltilmiş toplam varyans	702565,639	159			

**Çizelge 5.41.** Ölçüm şartlarının (kuru – ıslak) uzama oranına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi test sonuçları

Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Ölçüm şartları	495,933	1	495,933	0,141	0,708
Hata	557670,880	158	3529,563		
Toplam varyans	2064609,960	160			
Düzeltilmiş toplam varyans	558166,813	159			

Kopma mukavemeti ile hidrolik sisteme göre 7,3 cm<sup>2</sup> ve 10 cm<sup>2</sup> deney alanlarında ölçülen patlama mukavemeti değerleri arasındaki korelasyon incelenmiş, sonuçlar Çizelge 5.30.'da verilmiştir. Patlama ve kopma mukavemeti deneyleri arasında yüksek bir korelasyon gözlenmemiştir.

**Çizelge 5.42.** Kopma ve patlama mukavemeti değerleri arasında korelasyon ilişkisi

Kopma mukavemeti		Patlama mukavemeti		Korelasyon Değeri
Yön	Tür	Deney alanı (cm <sup>2</sup> )		
Sıra	Kuru	7,3	Kuru	0,32
Sıra	Kuru	10	Kuru	0,43
Sıra	Islak	7,3	Islak	0,59
Sıra	Islak	10	Islak	-0,25
Çubuk	Kuru	7,3	Kuru	0,16
Çubuk	Kuru	10	Kuru	0,17
Çubuk	Islak	7,3	Islak	0,16
Çubuk	Islak	10	Islak	0,36

## **5.5. Kumaşların Kalıcı Uzama ve Elastikiyet Özelliklerinin İncelenmesi**

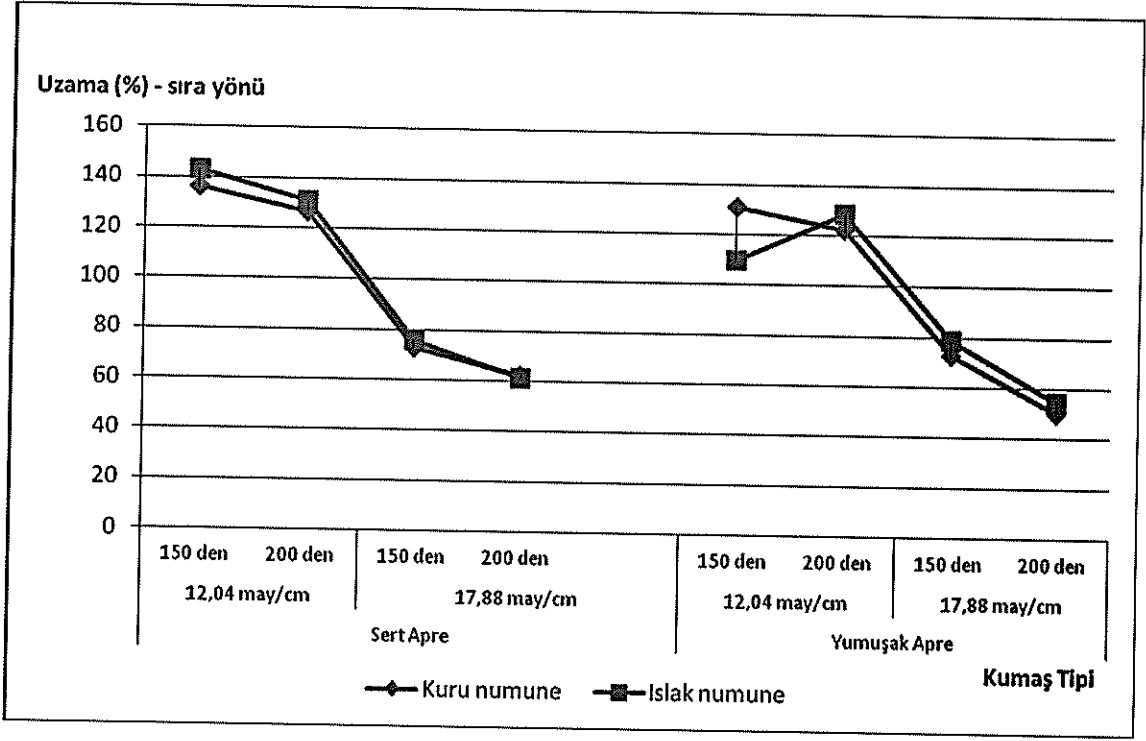
Kumaşlar gündelik hayatta kullanım esnasında tekrarlı kuvvetlere maruz kalmaktadır. Sabit veya değişken uygulanan bu kuvvetler, kumaş yapısındaki bağları koparmakta ve kumaş özelliklerini değiştirmektedir. Bu amaçla numunelerin, perdelik kumaşlarda kullanım esnasında uygulanan kuvvetlerin kumaşın kalıcı uzama ve elastikiyet özelliklerine etkisini görmek için sabit, üst giysilik olarak kullanımı durumunda uygulanacak tekrarlı kuvvetlerin kumaşın uzama ve kuvvet kaybı değerlerine etkisini görebilmek için tekrarlı kuvvetler uygulanmıştır.

### **5.5.1. Tekrarlı kuvvet altında kalıcı uzama ve elastikiyet testleri**

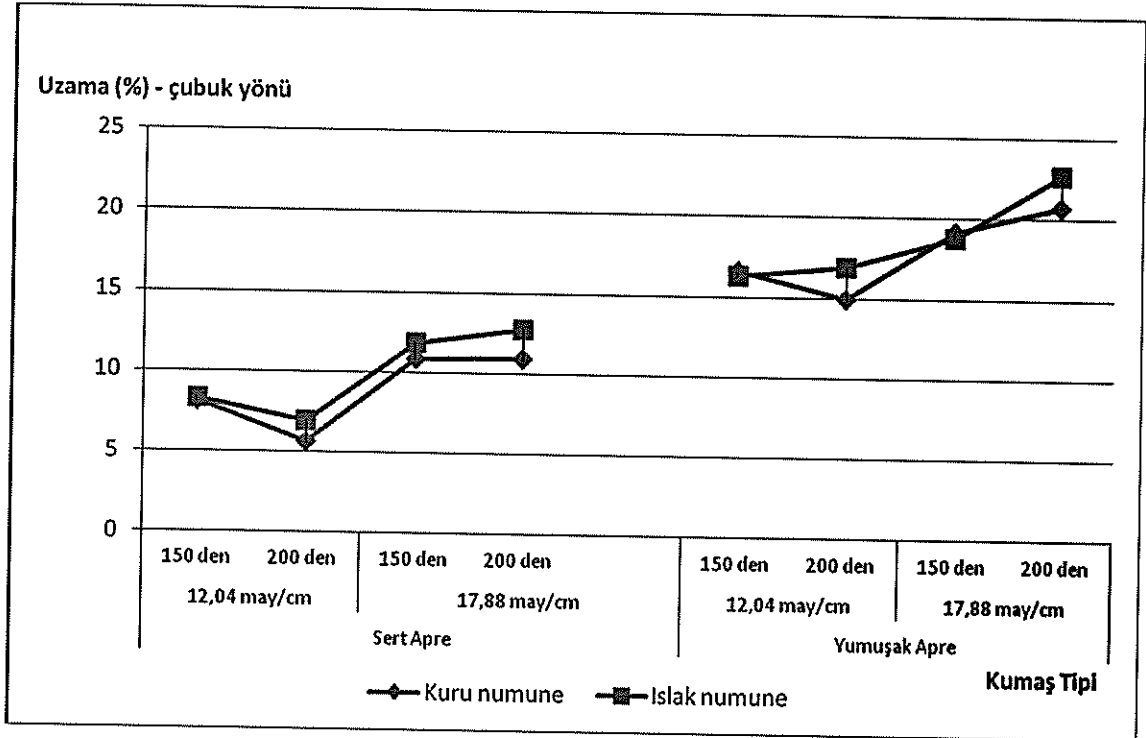
Uzama oranı ve kuvvet kaybı oranlarını ölçmek için yapılan streç testinde 5 x 20 cm ebatlarındaki numuneler, çene mesafesi 100 mm olan üniversal mukavemet cihazında 500 mm/dk hız ile uzamaya zorlanmışlardır. Numuneler uzatılarak gerdirilmiş ve gerilim 15 N'a ulaştığında kuvvet kesilerek başlangıç pozisyonuna dönmüştür. Böylece 1 çevrim tamamlanmıştır. Numuneler 4 defa bu şekilde çekilip bırakıldıktan sonra 5. kez 15 N yük uygulanmış ve bu pozisyonda 1 dakika sabit yükte beklenmiştir. Bu noktadaki uzama miktarı yüzde olarak hesaplanmıştır. Perdelik kumaşların ıslak kullanımı esnasında uzama sonuçlarını da görebilmek için ıslak numunelerle de ölçümler yapılmıştır. Kumaş numunelerinin ıslak ve kuru durumda % uzama değerleri Şekil 5.21. ve Şekil 5.22.'de grafik olarak verilmiştir.

Kumaşa uygulanan apre, kumaşın may sıklığı ve kullanılan desen iplik numarasının kumaşların elastikiyet özelliklerine etkisini görmek için her deney alanı ve ölçüm şartı için ayrı ayrı; 3 faktörlü, sınırlamasız varyans analizi yapılmıştır.





Şekil 5.21. Üretim parametrelerinin kumaşların tekrarlı kuvvet altında sıra yönlü % uzama değerlerine etkisi



Şekil 5.22. Üretim parametrelerinin kumaşların tekrarlı kuvvet altında çubuk yönlü % uzama değerlerine etkisi

Sıra yönlü % uzama değerlerine, kumaş üretim parametrelerinin etkisini görebilmek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 5.43.'de yer almaktadır. Buna göre; kumaşın may sıklığının, apre türünün, desen iplik numarasının ve parametrelerin kesişimlerinin sıra yönlü % uzama değerlerine istatistiki olarak önemli etkisi vardır. Sadece apre ve desen iplik numarası kesişiminin etkisi bulunmamaktadır.

**Çizelge 5.43.** Üretim parametrelerinin kumaşların tekrarlı kuvvet altında sıra yönlü % uzama değerlerine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Apre	1175,811	1	1175,81	28,136	0,000
Sıklık	77731,746	1	77731,75	1860,049	0,000
İplik no	2191,371	1	2191,37	52,437	0,000
Apre*Sıklık	263,175	1	263,18	6,298	0,014
Apre*İplik no	33,411	1	33,41	0,799	0,374
Sıklık*İplik no	1119,756	1	1119,76	26,795	0,000
Apre*Sıklık*İplik no	877,150	1	877,15	20,989	0,000
Hata	3008,891	72	41,79		
Toplam varyans	842714,590	80			
Düzeltilmiş toplam varyans	86401,312	79			

Üretim parametrelerinin numunelerin sıra yönlü uzama oranına etkilerini görebilmek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.44.'de yer almaktadır. Buna göre, kumaş sıklığındaki artışın uzama oranlarında büyük ölçüde azalmaya neden olduğu görülmektedir. Ayrıca, yumuşak aprenin ve desen ipliği kalınlığının artmasının uzama oranında azaltıcı etkisi olduğu görülmüştür.

**Çizelge 5.44.** Numunelerin üretim parametrelerinin sıra yönlü uzama oranına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apre			
Sert	101,065	40	b
Yumuşak	93,3975	40	a
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	128,4025	40	b
17,88	66,06	40	a
Desen iplik numarası (denye)			
150	102,465	40	b
200	91,9975	40	a

Numunelerin çubuk yönlü uzama değerlerine, kumaş üretim parametrelerinin etkisini görebilmek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 5.45.'de yer almaktadır. Buna göre; kumaş sıklığının ve apre türünün uzama oranları üzerinde istatistiki olarak önemli etkisi varken, desen iplik numarasının istatistiki olarak önemli etkisi bulunmamaktadır.

**Çizelge 5.45.** Üretim parametrelerinin kumaşların tekrarlı kuvvet altında çubuk yönlü % uzama değerlerine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

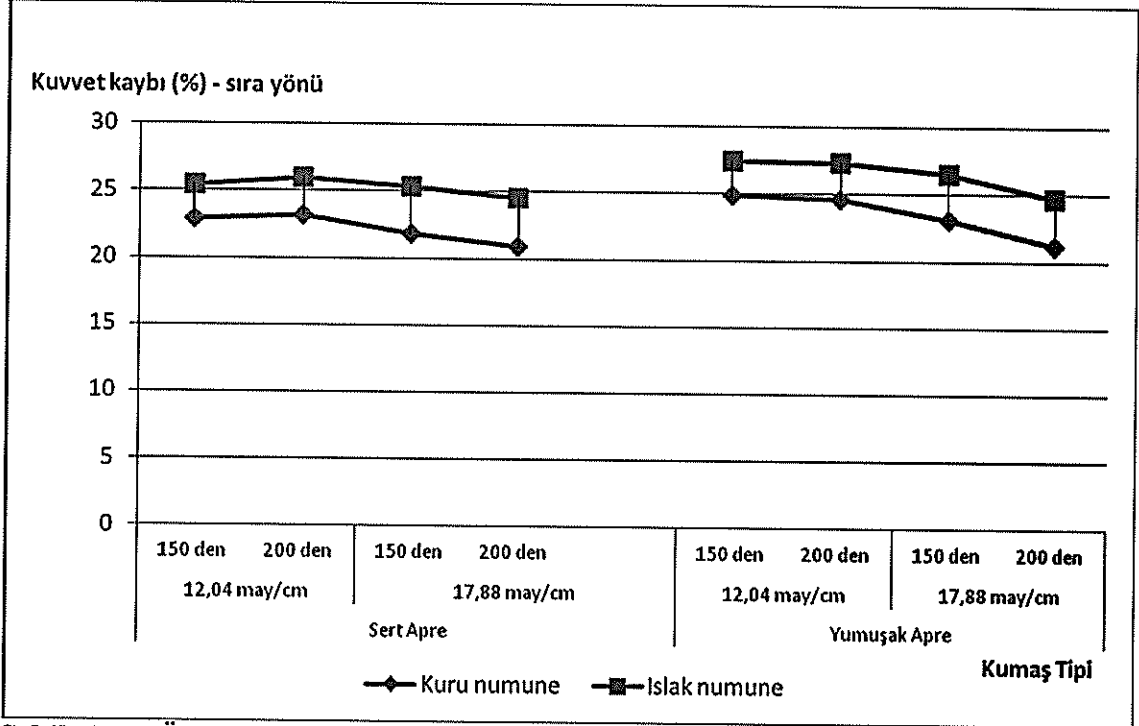
Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Apre	1565,211	1	1565,211	1354,868	0,000
Sıklık	365,769	1	365,769	316,615	0,000
İplik no	0,677	1	0,677	0,586	0,446
Apre*Sıklık	0,117	1	0,117	0,101	0,751
Apre*İplik no	17,522	1	17,522	15,167	0,000
Sıklık*İplik no	41,185	1	41,185	35,650	0,000
Apre*Sıklık*İplik no	1,013	1	1,013	0,877	0,352
Hata	83,178	72	1,155		
Toplam varyans	17413,270	80			
Düzeltilmiş toplam varyans	2074,672	79			

Üretim parametrelerinin numunelerin çubuk yönlü uzama oranına etkisini görebilmek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.46.'da yer almaktadır. Yumuşak aprenin uzama oranlarında büyük ölçüde azalmaya neden olduğu, may sıklığındaki artışın ise çubuk yönlü uzama oranını arttırdığı görülmüştür.

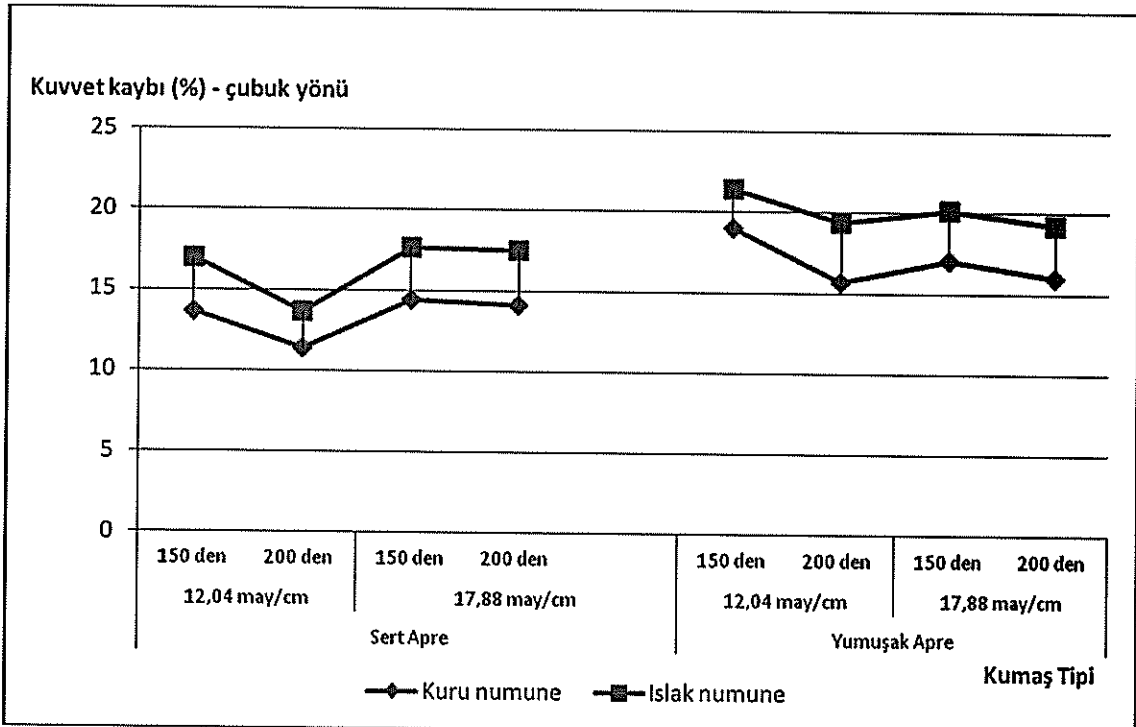
**Çizelge 5.46.** Numunelerin üretim parametrelerinin çubuk yönlü uzama oranına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apre			
Sert	9,4235	40	a
Yumuşak	18,27	40	b
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	11,7085	40	a
17,88	15,985	40	b
Desen iplik numarası (denye)			
150	13,7548	40	a
200	13,9388	40	a

Kumaş numunelerinin ıslak ve kuru durumdaki % kuvvet kaybı değerleri Şekil 5.23. ve Şekil 5.24.'de grafik olarak verilmiştir.



Şekil 5.23. Üretim parametrelerinin kumaşların tekrarlı kuvvet altında sıra yönlü % kuvvet kaybı değerlerine etkisi



Şekil 5.24. Üretim parametrelerinin kumaşların tekrarlı kuvvet altında çubuk yönlü % kuvvet kaybı değerlerine etkisi

Numunelerin sıra yönlü % kuvvet kaybı değerlerine kumaş üretim parametrelerinin etkisini görebilmek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 5.47.'de yer almaktadır. Apre türünün ve kumaş sıklığının kuvvet kaybı üzerinde istatistiki olarak önemli etkisi varken, desen iplik numarasının ve parametrelerin kesişimlerinin istatistiki olarak önemli etkisi bulunmamaktadır.

**Çizelge 5.47.** Numune üretim parametrelerinin sıra yönlü % kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	df	MS	F	Sig.
Apre	28,608	1	28,608	10,035	0,002
Sıklık	58,687	1	58,687	20,585	0,000
İplik no	7,188	1	7,188	2,521	0,117
Apre*Sıklık	4,901	1	4,901	1,719	0,194
Apre*İplik no	2,672	1	2,672	0,937	0,336
Sıklık*İplik no	10,267	1	10,267	3,601	0,062
Apre*Sıklık*İplik no	0,190	1	0,190	0,067	0,797
Hata	205,267	72	2,851		
Toplam varyans	47905,597	80			
Düzeltilmiş toplam varyans	317,780	79			

Üretim parametrelerinin kuru numunelerin sıra yönlü kuvvet kaybı oranına etkilerini görebilmek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.48.'de verilmiştir. Yumuşak apreli numunelerin streç testlerinde kuvvet kayıplarının daha fazla olduğu, kumaş sıklığındaki artışın kuvvet kaybını azalttığı görülmektedir. İstatistiki olarak etkisi önemli olmasa da desen ipliğindeki kalınlık artışının kuvvet kaybında azaltıcı etkisi olduğu görülmüştür.

**Çizelge 5.48.** Üretim parametrelerinin sıra yönlü kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apre			
Sert	23,7915	40	a
Yumuşak	24,9875	40	b
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	25,246	40	b
17,88	23,533	40	a
Desen iplik numarası (denye)			
150	24,6893	40	a
200	24,090	40	a

Kumaş üretim parametrelerinin çubuk yönlü % kuvvet kaybına etkisini görebilmek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 5.49.'de yer almaktadır. Buna göre; apre türünün, desen iplik numarasının ve apre türü ile sıklığın kesişiminin, sıklık ile desen iplik numarasının kesişiminin istatistiki olarak önemli etkisi bulunduğu, kumaş sıklığının, apre ve iplik numarası kesişiminin ve incelenen üç faktörün kesişiminin çubuk yönlü % kuvvet kaybına istatistiksel olarak önemli etkisi bulunmamaktadır.

Üretim parametrelerinin kuru numunelerin çubuk yönlü kuvvet kaybı oranına etkilerini görebilmek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.50.'de yer almaktadır. Buna göre, yumuşak apreli numunelerin streç testlerinde kuvvet kayıplarının daha fazla olduğu, desen ipliğindeki kalınlık artışının kuvvet kaybını azalttığı görülmektedir. İstatistiki olarak etkisi önemli olmasa da kumaş sıklığındaki artışın genellikle kuvvet kaybını artırıcı etkisi olduğu görülmüştür.

**Çizelge 5.49.** Numune üretim parametrelerinin çubuk yönlü % kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	Df	MS	F	Sig.
Apre	256,292	1	256,292	76,212	0,000
Sıklık	7,894	1	7,894	2,347	0,13
İplik no	54,731	1	54,731	16,275	0,000
Apre*Sıklık	39,298	1	39,298	11,686	0,001
Apre*İplik no	0,470	1	0,470	0,140	0,71
Sıklık*İplik no	22,866	1	22,866	6,799	0,011
Apre*Sıklık*İplik no	0,948	1	0,948	0,282	0,597
Hata	242,129	72	3,363		
Toplam varyans	22930,151	80			
Düzeltilmiş toplam varyans	624,628	79			

**Çizelge 5.50.** Üretim parametrelerinin çubuk yönlü kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apre			
Sert	14,908	40	a
Yumuşak	18,488	40	b
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	16,3838	40	a
17,88	17,012	40	a
Desen iplik numarası (denye)			
150	17,525	40	b
200	15,871	40	a

İncelenen kumaş özelliklerinin tekrarlı kuvvet altında kalıcı uzama ve elastikiyet test sonuçlarına etkilerini görmek için yapılan SNK sonuçlarının özet olarak Çizelge 5.51.'de verilmiştir. Buna göre yumuşak apreli numunelerin mukavemet kaybı oranları daha fazladır. Apre türüne göre uzama oranları ise değişkenlik göstermektedir. May sıklığının etkisine bakıldığında, sıklık artışı sıra yönünde uzamayı ve kuvvet kaybını azaltırken çubuk yönünde uzamayı arttırmıştır. Desen ipliğinin kalınlaşmasının uzama ve kuvvet kaybı oranlarında azalmaya neden olmuştur.

**Çizelge 5.51.** Üretim parametrelerinin elastikiyet testlerine etkilerinin özet olarak gösterildiği SNK test sonuçları

	%Uzama-Sıra	%Uzama-Çubuk	%K.Kaybı-Sıra	%K.Kaybı-Çubuk
Apre				
Sert	101,06(b)	9,42(a)	23,79(a)	14,91(a)
Yumuşak	93,39(a)	18,27(b)	24,98(b)	18,49(b)
Sıklık (sıra/cm)				
12,04	128,40(b)	11,71(a)	25,25(b)	16,38(a)
17,88	66,06(a)	15,98(b)	23,53(a)	17,01(a)
Desen iplik numarası (denye)				
150	102,46(b)	13,75(a)	24,69(a)	17,52(b)
200	91,99(a)	13,94(a)	24,09(a)	15,87(a)

Elastikiyet testlerinde uygulanan tekrarlı kuvvetler çeşitli doğrultularda olabilmektedir. Deney standardına göre sıra ve çubuk yönlerinde olmak üzere ayrı ayrı kuvvetler uygulanabilmektedir. Deneyin uygulandığı yön, numune türünün etkisi ve uygulanan apre işlemlerinin kumaşların kalıcı uzama ve streç özelliklerine etkisini görebilmek için üç faktörlü, sınırlamasız varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5.52.'de sunulmuştur. Deney yönü değişiminin, numune türünün ve parametrelerin kesişimlerinin uzama sonuçları üzerinde istatistiki olarak önemli etkisi bulunduğu, apre türünün ise etkisiz olduğu gözlenmiştir.

**Çizelge 5.52.** Deney yönü değişiminin, numune ve apre türünün uzama miktarına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi test sonuçları

Kaynak	SS	Df	MS	F	Sig.
Deney (kuvvet) yönü	278118,994	1	278118,994	12952,213	0,000
Apre	13,900	1	13,900	0,647	0,422
Numune	35139,830	3	11713,277	545,496	0,000
Deney yönü*Apre	2727,122	1	2727,122	127,004	0,000
Deney yönü*Numune	46310,674	3	15436,891	718,908	0,000
Apre*Numune	585,038	3	195,013	9,082	0,000
Deney yönü*Apre*Numune	607,350	3	202,450	9,428	0,000
Hata	3092,069	144	21,473		
Toplam varyans	860127,860	160			
Düzeltilmiş toplam varyans	366594,977	159			

Faktörlerin etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.53.'de verilmiştir. Buna göre, numune türünün deney sonuçlarına etkisi incelendiğinde; her numunenin farklı uzama gösterdiği, 3 numaralı numunenin uzama oranının daha fazla olduğu görülmüştür. Desen ipliğinin daha ince olduğu ve may sıklığının düşük olduğu numunelerin uzama oranları diğerlerine göre daha yüksektir. Sıra yönünde kuvvet uygulandığında uzama oranı çubuk yönüne göre oldukça fazladır.

**Çizelge 5.53.** Deney yönü değişiminin, numune ve apre türünün uzama miktarına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Numune			
2(17,88 sıklık, desen iplik no 200 den)	36,940	40	a
1(17,88 sıklık, desen iplik no 150 den)	45,105	40	b
4(12,04 sıklık, desen iplik no 200 den)	68,997	40	c
3(12,04 sıklık, desen iplik no 150 den)	71,115	40	d
Apre			
Sert	55,244	80	a
Yumuşak	55,834	80	a
Deney yönü			
Çubuk	13,8468	80	a
Sıra	97,231	80	b



Deneyin uygulandığı yön, numune türünün etkisi ve uygulanan apre işlemlerinin kumaşların kuvvet kaybı değerlerine etkisini görebilmek için üç faktörlü, sınırlamasız varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5.54.'de sunulmuştur.

Deney yönü değişiminin kuvvet kaybı üzerinde istatistiki olarak önemli etkisi vardır. Apre türü değişimi, numune türünün ve parametrelerin kesişimlerinin ise sonuçlar üzerinde etkisi olmadığı gözlenmiştir.

**Çizelge 5.54.** Deney yönü değişiminin, numune ve apre türünün kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi test sonuçları

Kaynak	SS	Df	MS	F	Sig.
Deney (kuvvet) yönü	4154,769	1	4154,769	16,127	0,000
Apre	955,653	1	955,653	3,709	0,056
Numune	895,430	3	298,477	1,159	0,328
Deney yönü*Apre	68,448	1	68,448	0,266	0,607
Deney yönü*Numune	686,804	3	228,935	0,889	0,449
Apre*Numune	683,386	3	227,795	0,884	0,451
Deney yönü*Apre*Numune	858,692	3	286,231	1,111	0,347
Hata	37098,196	144	257,626		
Toplam varyans	121395,748	160			
Düzeltilmiş toplam varyans	45401,377	159			

Faktörlerin etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.55'de verilmiştir. Buna göre, numune türünün deney sonuçlarına etkisi incelendiğinde; istatistiki olarak farkın önemli olmasa da, 3 numaralı numunenin kuvvet kaybının en yüksek numune olduğu görülmüştür. Desen ipliğinin daha ince olduğu ve may sıklığının düşük olduğu numunelerin kuvvet kaybı değerleri diğerlerine göre daha yüksektir. Streç testinde yüksek uzama gösteren numunelerin kuvvet kaybı değerleri de yüksek çıkmıştır. Numunelere yumuşak apre uygulanması daha çok kuvvet kaybına neden olmuştur. Sıra yönünde kuvvet uygulandığında görülen kuvvet kaybı oranı çubuk yönüne göre fazladır.

**Çizelge 5.55.** Deney yönü değişiminin, numune ve apre türünün kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Numune			
2(17,88 sıklık, desen iplik no 200 den)	19,797	40	a
4(12,04 sıklık, desen iplik no 200 den)	20,163	40	a
1(17,88 sıklık, desen iplik no 150 den)	21,467	40	a
3(12,04 sıklık, desen iplik no 150 den)	25,748	40	a
Apre			
Sert	19,350	80	a
Yumuşak	24,238	80	a
Deney yönü			
Çubuk	16,6979	80	a
Sıra	26,890	80	b

Perdelik kumaşların gündelik kullanımı esnasında genellikle, yıkama işleminin hemen ardından asıldığı ve kurumanın bu şekilde gerçekleştiği gözlenmektedir. Kuruma işlemi gerçekleşene kadar ıslak kullanım gerçekleştiğinden, ıslak kullanımın streç testlerine etkisini gözlemlemek için tek faktörlü, sınırlamasız varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5.56.'de sunulmuştur.

**Çizelge 5.56.** Ölçüm şartlarının (kuru – ıslak) elastikiyet testlerinde uzama oranına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi test sonuçları

Kaynak	SS	Df	MS	F	Sig.
Ölçüm şartları	40,341	1	40,341	0,017	0,895
Hata	366554,636	158	2319,966		
Toplam varyans	860127,860	160			
Düzeltilmiş toplam varyans	366594,977	159			

Çizelge 5.57.'de numunenin ölçüm şartlarının uzama oranına etkisi incelenmiştir. Numunelerin ıslak ya da kuru olmasının uzama oranı üzerinde istatistiksel olarak önemli etkisinin olmasa da genellikle ıslak numunelerin uzama oranının daha fazla olduğu görülmüştür.

**Çizelge 5.57.** Ölçüm şartlarının (kuru – ıslak) elastikiyet testlerinde uzama oranına etkisini incelemek için yapılan yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Numune			
ıslak	56,041	80	a
kuru	55,0369	80	a

Çizelge 5.58.'de numunenin ölçüm şartlarının kuvvet kaybı oranına etkisi incelenmiştir. Numunelerin ıslak ya da kuru olmasının kuvvet kaybı oranı üzerinde istatistiksel olarak etkisinin olduğu görülmüştür.

**Çizelge 5.58.** Ölçüm şartlarının (kuru – ıslak) elastikiyet testlerinde kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi test sonuçları

Kaynak	SS	Df	MS	F	Sig.
Ölçüm şartları	1249,980	1	1249,980	4,473	0,036
Hata	44151,397	158	279,439		
Toplam varyans	121395,748	160			
Düzeltilmiş toplam varyans	45401,377	159			

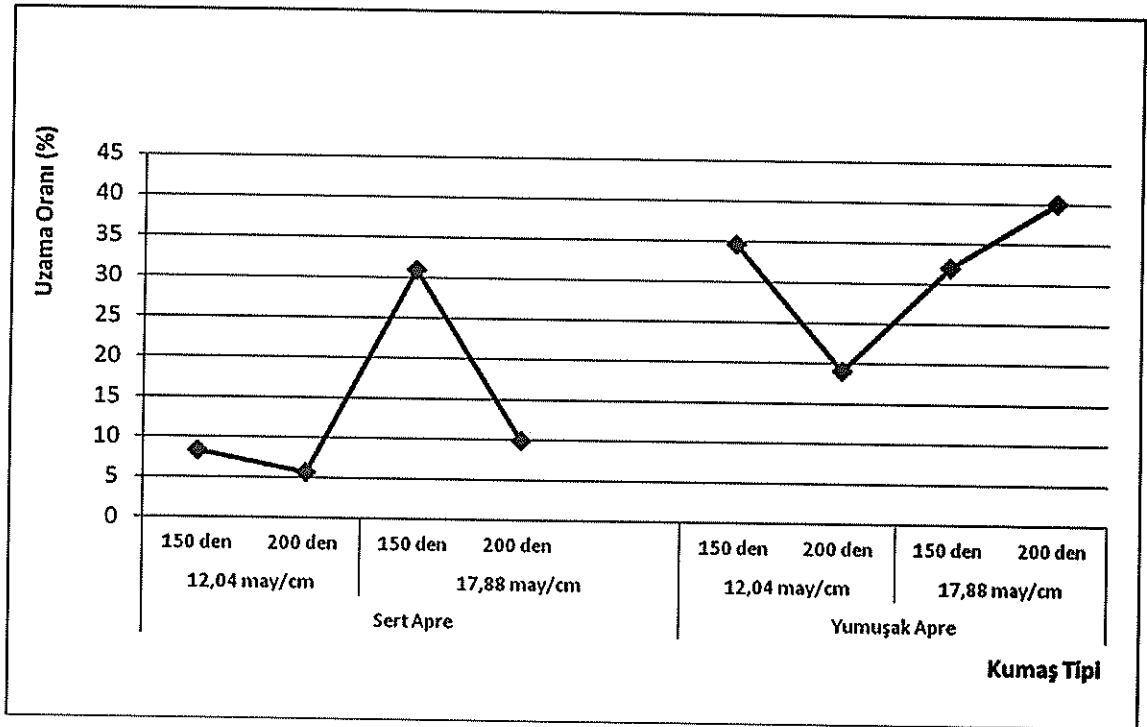
Çizelge 5.59.'da faktörlerin etkisini görebilmek için yapılan SNK test sonuçlarına göre; numunelerin ıslak olmasının kuvvet kaybı oranlarını arttırdığı görülmektedir. Numuneler ıslandığında yapısındaki bağlar koptuğundan hem uzama oranlarında artış hem de kuvvet kaybı değerlerinde artış gözlenmiştir.

**Çizelge 5.59.** Ölçüm şartlarının (kuru – ıslak) elastikiyet testlerinde kuvvet oranına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi test sonuçları

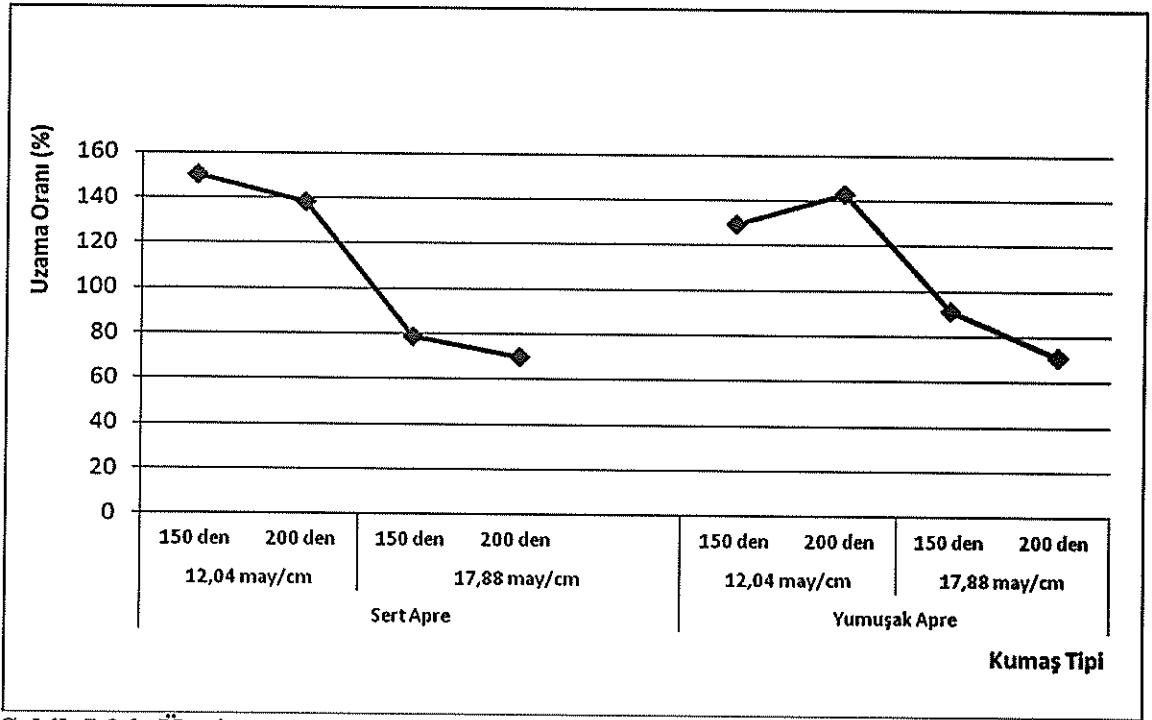
	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Numune			
ıslak	24,589	80	b
kuru	18,9986	80	a

### 5.5.2. Sabit kuvvet altında uzama testleri

Sabit yük altında kalıcı uzama ve streç testleri genel olarak kumaş numunesine belirli bir kuvvet uygulanarak bir süre sonunda uzama oranının tespit edilmesi ya da numunenin belirli oranda uzatılarak bu pozisyonda belirli süre bekletilmesi sonucunda oluşan uzama miktarının tespiti yöntemleriyle yapılmaktadır. Çalışma kapsamında Fryma Kumaş Ekstensometre cihazıyla, 75 x 85 mm ölçülerindeki numuneler biri sabit diğeri hareketli çenelere yerleştirilmiş ve 6 kg ağırlık asılarak numunelere kuvvet uygulanmıştır. Kuvvetin tamamen numune tarafından taşınmaya başladığı andan itibaren 10 saniye sonra cihaz üzerinden uzama sonuçları alınmıştır. Sonuçlar Şekil 5.25. ve Şekil 5.26.'da verilmiştir. Uzama oranları 10 saniye, 30 saniye, 1 dakika ve 2 dakikalık periyotlarla alınmış, 2 dakika sonrasında uzamanın durduğu gözlenmiştir.



Şekil 5.25. Üretim parametrelerinin kumaşların sabit kuvvet altında sıra yönlü % uzama oranı değerlerine etkisi



**Şekil 5.26.** Üretim parametrelerinin kumaşların sabit kuvvet altında çubuk yönlü % uzama oranı değerlerine etkisi

Kumaşa uygulanan apre, kumaşın may sıklığı ve kullanılan desen iplik numarasının kumaşların kalıcı uzama ve elastikiyet özelliklerine etkisini görmek için her deney alanı ve ölçüm şartı için ayrı ayrı; 3 faktörlü, sınırlamasız varyans analizi yapılmıştır. Numunelere, kumaş üretim parametrelerinin etkisini görebilmek için yapılan varyans analizi Çizelge 5.60.'da yer almaktadır. Buna göre; kumaş sıklığı, iplik numarası ve parametre kesişimlerinin uzama üzerinde istatistiki olarak önemli etkisi varken, apre türünün etkisi yoktur.

**Çizelge 5.60.** Üretim parametrelerinin kumaşların sabit kuvvet altında sıra yönlü % uzama değerlerine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	Df	MS	F	Sig.
Apre	1,633	1	1,633	0,207	0,657
Sıklık	18700,033	1	18700,033	2370,427	0,000
İplik no	229,633	1	229,633	29,108	0,000
Apre*Sıklık	252,300	1	252,300	31,982	0,000
Apre*İplik no	56,033	1	56,033	7,103	0,021
Sıklık*İplik no	288,300	1	288,300	36,545	0,000
Apre*Sıklık*İplik no	425,633	1	425,633	53,954	0,000
Hata	94,667	12	7,889		
Toplam varyans	242634,000	20			
Düzeltilmiş toplam varyans	19606,800	19			

Üretim parametrelerinin etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.61’de verilmiştir. Kumaş sıklığı arttıkça, desen ipliği kalınlaştıkça sıra yönlü uzamanın azaldığı görülmüştür.

**Çizelge 5.61.** Üretim parametrelerinin sıra yönlü kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apre			
Sert	105,778	9	a
Yumuşak	105,455	11	a
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	138,889	9	b
17,88	78,364	11	a
Desen iplik numarası (denye)			
150	108,909	11	b
200	101,556	9	a

Kumaş üretim parametrelerinin çubuk yönlü uzama değerlerine etkisi Çizelge 5.62.’de verilmiştir. Çizelgeye göre incelenen tüm parametrelerin ve kesişimlerinin sonuçları üzerinde istatistiki olarak önemli etkisi vardır.

**Çizelge 5.62.** Üretim parametrelerinin kumaşların sabit kuvvet altında çubuk yönlü % uzama değerlerine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	Df	MS	F	Sig.
Apre	1872,667	1	1872,67	1498,13	0,000
Sıklık	770,667	1	770,67	616,53	0,000
İplik no	368,167	1	368,17	294,53	0,000
Apre*Sıklık	28,167	1	28,167	22,53	0,000
Apre*İplik no	96,000	1	96	76,80	0,000
Sıklık*İplik no	10,667	1	10,67	8,533	0,010
Apre*Sıklık*İplik no	661,500	1	661,5	529,20	0,000
Hata	20,000	16	1,250		
Toplam varyans	16068,00	24			
Düzeltilmiş toplam varyans	3827,833	23			

Üretim parametrelerinin etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.63.'de verilmiştir. Kumaş sıklığı arttıkça, desen ipliği kalınlaştıkça sıra yönlü uzamanın azaldığı görülmüştür.

**Çizelge 5.63.** Üretim parametrelerinin çubuk yönlü kuvvet kaybı oranına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Apre			
Sert	13,750	12	a
Yumuşak	31,417	12	b
Sıklık (sıra/cm)			
12,04	16,917	12	a
17,88	28,250	12	b
Desen iplik numarası (denye)			
150	26,500	12	b
200	18,667	12	a

Elastikiyet testlerinde uygulanan kuvvetler çeşitli doğrultularda olabilmektedir. Deney standardına göre sıra ve çubuk yönlerinde olmak üzere ayrı ayrı kuvvetler uygulanabilmektedir. Deneyin uygulandığı yön, numune türünün etkisi ve uygulanan apre işlemlerinin kumaşların uzama oranlarına etkisini görebilmek için üç faktörlü, sınırlamasız varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5.64.'de sunulmuştur. Buna göre; deney yönü değişiminin, numune türünün sonuçlarının, apre türünün ve parametrelerin kesişimlerinin uzama sonuçları üzerinde istatistiki olarak önemli etkisi vardır.

**Çizelge 5.64.** Deney yönü, numune ve apre türünün kumaşların sabit kuvvet altında uzama miktarına etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları

Kaynak	SS	Df	MS	F	Sig.
Deney (kuvvet) yönü	79426,685	1	79426,685	19394,88	0,000
Apre	778,241	1	778,241	190,036	0,000
Numune	7590,755	3	2530,252	617,852	0,000
Deney yönü*Apre	888,167	1	888,167	216,878	0,000
Deney yönü*Numune	14571,760	3	4857,253	1186,074	0,000
Apre*Numune	219,540	3	73,180	17,870	0,000
Deney yönü*Apre*Numune	1361,944	3	453,981	110,856	0,000
Hata	114,667	28	4,095		
Toplam varyans	258702,00	44			
Düzeltilmiş toplam varyans	98617,545	43			

Faktörlerin etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları Çizelge 5.65.'de verilmiştir.

**Çizelge 5.65.** Deney yönü, numune ve apre türünün kumaşların sabit kuvvet altında uzama miktarına etkisini incelemek için yapılan SNK test sonuçları

	Ortalama	Deney sayısı	Fark
Numune			
2(17,88 sıklık, desen iplik no 200 den)	45,636	11	a
1(17,88 sıklık, desen iplik no 150 den)	58,250	12	b
4(12,04 sıklık, desen iplik no 200 den)	63,600	10	c
3(12,04 sıklık, desen iplik no 150 den)	74,273	11	d
Apre			
Sert	53,190	21	a
Yumuşak	66,826	23	b
Deney yönü			
Çubuk	22,583	24	a
Sıra	105,600	20	b

Sonuçlar, tekrarlı kuvvet altında uzama testleriyle paralellik göstermektedir. Buna göre, numune türünün deney sonuçlarına etkisi incelendiğinde; her numunenin farklı uzama gösterdiği, 3 numaralı numunenin uzama oranının daha fazla olduğu görülmüştür. Desen iplik numarasının küçük olduğu ve may sıklığının düşük olduğu numunelerin uzama oranları diğerlerine göre daha yüksektir. Numunelere yumuşak apre uygulanması daha yüksek uzama sağlamıştır. Sıra yönünde kuvvet uygulandığında uzama oranı çubuk yönüne göre oldukça fazladır.

## 5.6. Sonuç

Araştırma kapsamında yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. Sonuçlar ve bu sonuçlar ışığında yapılan öneriler aşağıda özetlenmektedir:

### 5.6.1. Patlama mukavemeti

Numunelerin patlama mukavemetleri, hidrolik, pnömatik ve bilyalı olmak üzere tüm metotlarda ölçülmüş ve sonuçlara; kumaş üretim parametrelerinin, deney metotlarının, deney alanlarının, ıslak-kuru kullanımın etkisi araştırılmıştır.



Kumaş üretim parametrelerinin patlama mukavemetine etkisi incelenmiş ve varyans analizi tablolarındaki bilgiler, özet halinde Çizelge 5.66.'da sunulmuştur. Buna göre; kumaşa uygulanan apre türü diyafram metodundaki tüm testlerde sonuçlar üzerinde etkili iken, mekanik metotta istatistiki olarak etkili olmadığı gözlenmiştir. Kumaşların may sıklığının ve apre türünün genel olarak sonuçlar üzerinde etkisi olduğu, desen iplik numarasının etkisinin ise değişkenlik gösterdiği görülmüştür.

**Çizelge 5.66.** Patlama mukavemetine kumaş üretim parametrelerinin etkisi

Patlama Mukavemeti Test Şartları	Uygulanan Apre türü	Kumaşın May Sıklığı	Desen İplik Numarası
Hidrolik - 7,3 cm <sup>2</sup> - kuru	+	+	+
Hidrolik - 7,3 cm <sup>2</sup> - ıslak	+	+	-
Hidrolik - 10 cm <sup>2</sup> - kuru	+	+	+
Hidrolik - 10 cm <sup>2</sup> - ıslak	+	-	-
Pnömatik - 7,3 cm <sup>2</sup> - kuru	+	+	-
Bilyalı	-	+	+

Kumaş üretim parametrelerinin etkilerini görebilmek için yapılan SNK test sonuçları, özet halinde Çizelge 5.67.'de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, patlama mukavemeti yüksek kumaş elde edebilmek için sert apreli ve yüksek may sıklığına sahip numuneler tasarlanmalıdır. Diyafram metoduna göre yapılan ölçümlerde daha kalın desen ipliği seçiminin patlama mukavemetini arttırdığı görülmüştür.

**Çizelge 5.67.** Kumaş üretim parametrelerinin patlama mukavemetine etkileri

Patlama Mukavemeti Test Şartları	Uygulanan Apre türü	Kumaşın May Sıklığı	Desen İplik Numarası
Hidrolik - 7,3 cm <sup>2</sup> - kuru	Sert	Yüksek sıklık	Kalın iplik
Hidrolik - 7,3 cm <sup>2</sup> - ıslak	Sert	Yüksek sıklık	---
Hidrolik - 10 cm <sup>2</sup> - kuru	Sert	Yüksek sıklık	Kalın iplik
Hidrolik - 10 cm <sup>2</sup> - ıslak	Sert	---	---
Pnömatik - 7,3 cm <sup>2</sup> - kuru	Sert	Yüksek sıklık	---
Bilyalı	---	Yüksek sıklık	İnce iplik

Patlama mukavemeti testlerinde farklı deney alanlarında ölçüm yapmak mümkündür. Deney alanı değişikliğinin mukavemet değerlerine etkisini görebilmek için yapılan ölçümler sonucunda; deney alanındaki artışın istatistiki olarak patlama mukavemeti değeri üzerinde etkili olduğu ve mukavemet değerinin azalmasına neden olduğu görülmüştür.

Günlük hayatta, özellikle örme tül perdelik kumaşların yıkandıktan sonra ıslak olarak asıldığı bilinmektedir. Bu durumun kumaş özelliklerine etkilerini görebilmek için küçük deney alanlarında yapılan patlama mukavemeti testlerinden numunelerin ıslak ya da kuru olmasının patlama mukavemeti üzerinde istatistiksel olarak önemli etkisinin olmadığı görülmüştür. Daha büyük deney alanında ıslak kullanımın patlama mukavemetini istatistiki olarak etkilediği ve numunelerin ıslatılmasının mukavemeti azaltıcı bir etkisi olduğu görülmüştür.

Farklı patlama mukavemeti ölçüm metotlarının ölçüm sonuçları üzerinde istatistiki olarak önemli etkisi olduğu görülmüştür. Diyafram metodu ile ölçüm yapıldığında sert apreli ve kalın desen ipliğine sahip numuneler daha yüksek patlama mukavemetine sahip iken mekanik metotla ölçüm yapıldığında yumuşak apreli ve ince desen iplikli numunelerde patlama mukavemeti daha yüksektir.

Ayrıca, TS 393 EN ISO 13938-1 ve TS EN ISO 13938-2 diyafram metodu standartlarında belirtildiği üzere, 800 kPa patlama basıncı altında pnömatik ve hidrolik patlama basıncı ölçümleri arasında belirgin bir farkın olmadığı belirtilmesine rağmen, iki deney metodu arasında istatistiki olarak farkın anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

### **5.6.2. Aşınma dayanımı**

Aşınma etkisinin zemin kumaşında daha bariz olduğu ve aşınmanın bu yüzeylerde görüldüğü tespit edilmiştir. Desen iplik numarasının aşınma dayanımına belirgin bir etkisi görülmemektedir.

Beklendiği gibi, uygulanan yük arttıkça numunelerin aşındığı devir sayısı azalmıştır. Ayrıca, TS EN ISO 12947-2 standardına göre çalışıldığında aşınma devri sayısı, TS EN 530'a (ters aşınmaya) göre daha düşüktür. Bu durum standart aşınma testinde daha küçük kumaş numunesi üzerinde daha fazla aşınma deformasyonu uygulanmasından kaynaklanmaktadır. Aşınma dayanımı test sonuçları verilirken uygulanan metodun belirtilmesi büyük önem taşımaktadır.

Kumaş üretim parametreleri incelendiğinde; numunelerin may sıklığı arttıkça kumaşların aşınma dayanımı da artmıştır. Apre türünün etkisine bakıldığında, yumuşak apreli numunelerin aşınma dayanımlarının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Desen iplik numarasındaki değişimlerin aşınma dayanımına düzenli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Bunun nedeni olarak, aşınmanın desen bölgesi yerine zemin örgülerinde gerçekleşmesi nedeniyle, desen iplik kalınlığının sonuçlar üzerinde belirleyici bir etkisi olmadığı düşünülmektedir. Buna ilaveten aşınma ölçümlerinde alınan bazı sonuçların genelleme dışında kalması, numunelerin bölgesel olarak farklı karakteristik özellik göstermeleri nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Puan desenli numunelerin aşınma tutucularına yerleşiminin aşınma dayanımı etkisi incelendiğinde; kumaş yerleşiminin sonuçlar üzerinde düzenli bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

Delikli yapıya sahip dantel kumaşların alta konulan yumuşak malzemelerin içine gömülme, düzgün bir aşınma sağlanması için numunelerin altına kumaş yerleştirilerek deney modifikasyonu yapılmıştır. Alta yerleştirilen kumaşın deney sonucuna etkisi incelendiğinde sonuçların değişken olduğu görülmüştür. Aşınma dayanımı sonuçları arasında en belirgin farklılıkların yumuşak apreli numunelerin altına konulan kumaş değişiminde oluşmuştur. Bu duruma, alta yerleştirilen astar kumaşın daha kaygan bir yapıya sahip olmasının, yumuşak apreli deney numunelerinin aşınma deneyi esnasında daha fazla hareket imkanı tanımları ve aşınma etkisini arttırmasının neden olduğu düşünülmektedir. Standart aşındırma kumaşının göreceli olarak daha az kaygan yüzeyli olması nedeniyle numunelerin aşınma deneyi esnasında hareketlerini

kısıtlamıştır. Bu sebeple, farklı kurumlar arası test sonuçlarının farklılığını önleyebilmek, test metodunu standart hale getirebilmek amacıyla test numunesi altına standart aşındırma kumaşı yerleştirilmesi tercih edilmesi önerilebilir.

Aşındırıcı malzeme değişiminin aşınma dayanımına etkisi incelendiğinde; standart aşındırıcı kumaş kullanılarak yapılan ölçümlerde aşınma dayanımının, numunenin kendi kumaşıyla sürtünerek aşınma durumuna göre daha düşük olduğu görülmüştür. Yani, standart test numunelerin gerçek kullanım durumunu modellememektedir. Üstelik standart kumaş ile gerçekleşen aşınma görüntülerinde, delik-patlak oluşumu küçük bir bölgede iken, kumaşın kendi örneğiyle sürtündüğünde oluşan deliklerin - patlakların çok daha büyük bir alanda oluştuğu gözlenmiştir.

### **5.6.3. Yırtılma mukavemeti**

Balistik metotta kumaşlarda çubuk yönünde, kanat biçiminde yırtılma metodunda ise sıra yönünde testler yapılabilmiş, diğer doğrultuda kumaş yırtılmadığından yırtılma mukavemeti ölçümü yapılamamıştır.

Her iki metotta da yumuşak apreli numunelerin daha yüksek yırtılma mukavemetine sahip oldukları görülmüştür. Bunun nedeni olarak, kumaş yapısındaki yumuşak ipliklerin birbiri üzerinden kayarak küçük gruplar oluşturması ve bu grupların kopmasının tek ipliğin kopmasına göre daha zor olmasından dolayı daha yüksek yırtılma dayanımına neden olması düşünülmektedir.

Sıklık artışının ve desen ipliği kalınlığındaki artışın da ipliklerin kopmasını zorlaştıracığından beklendiği üzere yırtılma mukavemetini arttırdıkları görülmüştür.

#### 5.6.4. Kopma mukavemeti

Numunelerin kopma mukavemetleri, CRE –sabit uzama tipi üniversal gerilim cihazında ölçülmüş ve sonuçlara; kumaş üretim parametrelerinin, deney metotlarının, deney alanlarının, ıslak-kuru kullanımın etkisi araştırılmıştır.

Kumaş üretim parametrelerinin kopma mukavemetine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 5.68.'de özetlenmiştir. Buna göre; kopma mukavemeti üzerinde desen iplik numara değişiminin istatistiki olarak önemli etkisi yoktur. Apre türü ve may sıklığının değişimlerinin sıra yönünde etkisinin olduğu, çubuk yönünde ise etkisinin olmadığı görülmüştür.

Uzama oranları incelendiğinde, may sıklığının tüm ölçümlerde etkili olduğu, apre türünün ve desen iplik numara değişiminin sıra yönünde etkili, çubuk yönünde etkisiz olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 5.68.** Kopma mukavemetine kumaş üretim parametrelerinin etkisi

Kopma Mukavemeti Test Şartları	Uygulanan Apre türü	Kumaşın May Sıklığı	Desen İplik Numarası
Kopma Muk - Kuru - Sıra Yönü	+	+	-
Kopma Muk – Islak - Sıra Yönü	+	+	-
Kopma Muk - Kuru - Çubuk Yönü	-	-	-
Kopma Muk – Islak - Çubuk Yönü	-	-	-
Uzama Oranı – Kuru - Sıra Yönü	-	+	-
Uzama Oranı - Islak - Sıra Yönü	-	+	-
Uzama Oranı – Kuru - Çubuk Yönü	+	+	+
Uzama Oranı - Islak - Çubuk Yönü	+	+	+

Kumaş üretim parametrelerinin etkilerini görebilmek için yapılan SNK test sonuçları, özet halinde Çizelge 5.69.'da sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, kopma mukavemetini arttırmak ve düşük uzama oranına sahip kumaş elde etmek için kumaş üretim parametrelerinin belirlenmesinde hangi özelliklerin tercih edilmesi gerektiği

gösterilmektedir. Buna göre; yüksek kopma mukavemeti ve düşük uzama oranı elde etmek için; yumuşak apreli, yüksek sıklığa sahip ve kalın desen ipliği numarasına sahip numune tasarlanmalıdır. Uzama oranını azaltmak için; sert apreli ve ince desen ipliğine sahip numune tercih edilmelidir. May sıklığı etkisi sıra ve çubuk yönlerinde farklılık arz etmektedir.

**Çizelge 5.69.** Yüksek kopma mukavemeti ve düşük uzama oranı elde edebilmek için kumaş üretim parametrelerinin belirlenmesi

Kopma Mukavemeti Test Şartları	Uygulanan Apre türü	Kumaşın May Sıklığı	Desen İplik Numarası
Kopma Muk – Kuru - Sıra Yönü	Yumuşak	Yüksek sıklık	Kalın iplik
Kopma Muk – Islak - Sıra Yönü	Yumuşak	Yüksek sıklık	---
Kopma Muk – Kuru -Çubuk Yönü	---	---	---
Kopma Muk – Islak - Çubuk Yönü	---	---	---
Uzama Oranı – Kuru - Sıra Yönü	---	Yüksek sıklık	---
Uzama Oranı - Islak - Sıra Yönü	---	Yüksek sıklık	---
Uzama Oranı - Kuru-Çubuk Yönü	Sert	Düşük sıklık	İnce iplik
Uzama Oranı - Islak-Çubuk Yönü	Sert	Düşük sıklık	İnce iplik

Kopma mukavemeti testlerinde kuvvet uygulama yönünün sonuçlar üzerinde etkisi araştırılmıştır. Mukavemet değeri ve uzama oranları üzerinde deney yönünün istatistiki olarak önemli etkisi olduğu görülmüştür. Çubuk yönü mukavemet değerinin sıra yönüne göre çok büyük olduğu, sıra yönlü uzama oranının çubuk yönüne göre oldukça fazla olduğu görülmüştür.

Kumaşların ıslak kullanımının kopma mukavemeti üzerindeki etkisi incelendiğinde; ıslak - kuru ölçümler arasında istatistiki olarak önemli fark olmadığı, ıslak mukavemetlerin bir miktar daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çözümlü örme tül benzeri kumaşlar için kullanılabilecek iki farklı mukavemet testi olan kopma ve patlama mukavemeti test sonuçları arasındaki korelasyonun düşük olduğu görülmüştür.

### 5.6.5. Kalıcı uzama ve elastikiyet testi

Numunelerin tekrarlı kuvvetler altında kalıcı uzama ve streç davranışlarının gözlemlendiği deneyler (kuvvet kaybı ve uzama oranları), üniversal gerilim cihazında ölçülmüş ve sonuçlara; kumaş üretim parametrelerinin, deney metotlarının, deney alanlarının, ıslak-kuru kullanımın etkisi araştırılmıştır. Sabit kuvvet altında uzama oranının ölçüldüğü deneyler, Fryma kumaş ekstensometre cihazında gerçekleştirilmiştir. Uzama oranı sonuçları incelendiğinde dinamik ve statik yükler altında uzama oranı sonuçları korelasyon değerinin 0,99 gibi yüksek bir değerde paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

Kumaş üretim parametrelerinin tekrarlı kuvvet altında uzama ve kuvvet kaybı etkisi incelenmiş ve varyans analizi tablolarındaki bilgiler, özet halinde Çizelge 5.70.'de sunulmuştur. Uzama oranı ve kuvvet kaybı değerleri üzerinde apre türü, may sıklığı ve desen iplik numarası parametrelerinin genellikle statistiki olarak önemli etkisi bulunmaktadır.

**Çizelge 5.70.** Kalıcı uzama ve elastikiyet testlerine kumaş üretim parametrelerinin etkisi

Kalıcı Uzama ve Elastikiyet Test Şartları	Uygulanan Apre türü	Kumaşın May Sıklığı	Desen İplik Numarası
%Uzama-Sıra-(Tekrarlı kuvvet)	+	+	+
%Uzama-Çubuk-( Tekrarlı kuvvet)	+	+	-
%Kuvvet Kaybı-Sıra-( Tekrarlı kuvvet)	+	+	-
%Kuvvet Kaybı-Çubuk-(Tekrarlı kuvvet)	+	-	+
%Uzama-Sıra-(Sabit kuvvet)	-	+	+
%Uzama-Çubuk-(Sabit kuvvet)	+	+	+

Kumaş üretim parametrelerinin etkilerini görebilmek için yapılan SNK test sonuçları, özet halinde Çizelge 5.71.'de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, elastikiyet testi sonuçlarında kuvvet kaybı ve uzama oranını azaltmak için kumaş üretim parametrelerinin belirlenmesinde hangi özelliklerin tercih edilmesi gerektiği gösterilmektedir. Buna göre; sert apreli ve desen iplik numarası daha büyük iplik kullanımı genel olarak uzama ve kuvvet kaybı değerlerini azaltmıştır.

**Çizelge 5.71.** Düşük kuvvet kaybı ve düşük uzama oranı elde edebilmek için kumaş üretim parametrelerinin belirlenmesi

Kalıcı Uzama ve Elastikiyet Test Şartları	Uygulanan Apre türü	Kumaşın May Sıklığı	Desen İplik Numarası
%Uzama-Sıra-(Tekrarlı kuvvet)	Yumuşak	Yüksek sıklık	Kalın iplik
%Uzama-Çubuk-(Tekrarlı kuvvet)	Sert	Düşük sıklık	---
%Kuvvet Kaybı-Sıra-(Tekrarlı kuvvet)	Sert	Yüksek sıklık	---
%Kuvvet Kaybı-Çubuk-(Tekrarlı kuvvet)	Sert	---	Kalın iplik
%Uzama-Sıra-(Sabit kuvvet)	---	Yüksek sıklık	Kalın iplik
%Uzama-Çubuk-(Sabit kuvvet)	Sert	Düşük sıklık	Kalın iplik

Elastikiyet testlerinde tekrarlı kuvvetin uygulama yönünün sonuçlar üzerinde etkisi araştırılmıştır. Kuvvet kaybı ve uzama oranları üzerinde deney yönünün istatistiki olarak önemli etkisi olduğu görülmüştür. Sıra yönünde uygulanan tekrarlı kuvvetlerde kuvvet kaybı ve uzama oranı değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Perdelik kumaşların ıslak kullanımının elastikiyet özellikleri incelendiğinde; ıslak - kuru ölçümler arasında kuvvet kaybı değerlerinde farkın istatistiki olarak önemli olduğu, uzama değerlerinde ise fark olmadığı görülmüştür. Numunelerin ıslanması hem kuvvet kaybı hem de uzama oranlarını arttırmıştır.

#### **5.6.6. Perdelik kumaş olarak kullanım için performans değerlendirme sonuçları**

Çalışma kapsamında, kumaşların kullanım şartlarındaki durumunu modelleyebilmek için kumaşlara, tül perdelik kullanımı yansıtmak üzere sert apre, giysi olarak kullanımını modelleyebilmek için ise yumuşak apre uygulanmış ve apre değişiminin sonuçlar üzerine etkisi incelenmiştir. Perdelik kullanımı modelleyebilmek için iki farklı sıra sıklığında ve iki farklı numarada desen ipliği kullanılan olmak üzere toplam 4 kumaş numunesi üretilmiş ve sert apre uygulanmıştır. Üretim parametrelerinin kumaş özelliklerine etkisini incelemek, perdelik amaçlı kullanıma en uygun numuneyi belirleyebilmek amacıyla deney sonuçları Çizelge 5.72.'de özetlenmiştir.



**Çizelge 5.72.** Perdelik kullanıma uygunluk açısından kumaş özellikleri

	Kuru Ölçüm				Islak Ölçüm			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Patlama mukavemeti	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Kopma mukavemeti		↑				↑		
Yırtılma mukavemeti		↑			-----			
Aşınma mukavemeti	↑				-----			
Boncuklanma davranışı	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Kalıcı uzama		↓		↓		↓		↓
Elastikiyet		↓		↓	-----			

Referans olarak seçilen TS 11680 Perdelik kumaş ürün standardında, perdelik kumaşların diyafram metoduna göre ölçüm sonucunda minimum 140 kPa patlama mukavemetine sahip olması istenmektedir. Sert apreli tüm numunelerin patlama mukavemeti, bu değerin üzerindedir. Boncuklanma davranışı deneyinde numunelerin hiçbirinde boncuklanma görülmemiştir.

Perdelik kumaşlarda Martindale test cihazında numune ile sünger arasında astarlık kumaş yerleştirilerek yapılan aşınma dayanımı testleri sonucunda yüksek sıklık ve ince desen ipliğine sahip olan 1 numaralı numunenin aşınma dayanımının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Islak ve kuru kumaş numuneleri ile yapılan kopma mukavemeti test sonuçlarının benzer olduğu görülmüştür. Kumaşların yırtılma mukavemetleri ise sadece kuru durumda ölçülmüş, yüksek sıklık ve kalın desen ipliğine sahip 2 numaralı numunenin kopma ve yırtılma mukavemetlerinin diğerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Perdelik kumaşların kalıcı uzama ve elastikiyet değerleri incelendiğinde kumaşların sıra ve çubuk yönlerinde farklı özellikler gösterdiği tespit edilmiştir. Tekrarlı kuvvet altında gerçekleştirilen kalıcı uzama değerlerine göre sıra yönünde, yüksek sıklık ve kalın desen ipliğine sahip olan 2 numaralı numune en küçük uzama değerine sahiptir. Çubuk

yönünde ise, düşük sıklık ve kalın desen ipliğine sahip olan 4 numaralı numune en küçük uzama oranına sahiptir. Sabit kuvvet altında gerçekleştirilen uzama test sonuçlarına göre; sıra yönünde 4 numaralı, çubuk yönünde 2 numaralı numuneler en az uzama görülenlerdir. En iyi perdelik kumaşın iki numaralı kumaş olacağı düşünülmektedir.

Tez kapsamında referans olarak seçilen ve perdelik kumaşların tanımının, sınıflandırılmasının yapıldığı, test yöntemlerinin belirlendiği TS 11680 perdelik kumaş ürün standardının 4.2.2. maddesinde “Fiziksel ve Kimyasal Özellikler” başlığı altında, incelenmesi gereken perdelik kumaş özellikleri çizelge olarak verilmiştir. Tez çalışmasından elde edilen sonuçlar ışığında bu çizelgeye örülmüş kumaşların kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, kalıcı uzama ve elastikiyet testi sonucunda % kuvvet kayıpları ve % uzama oranları, numunenin hem alt hem üst kafada olduğu martindale aşınma testleri ve boncuklanma deneylerinin de ilave edilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca, kumaşların ıslak kullanımlarına fiziksel dayanımlarının etkisini görebilmek için bazı deneylerin ıslak numunelerle yapılmış ölçüm sonuçları da standartta yer almalıdır.

#### **5.6.7. Giysilik kumaş olarak kullanım için performans değerlendirme sonuçları**

Çözümlü örme kumaşlar son yıllarda modanın etkisiyle çeşitli giysilerde, üst giysilik kıyafetlerde de kullanılmaktadır. Üst giysilik olarak kullanımı modelleyebilmek için iki farklı sıra sıklığında ve iki farklı numarada desen ipliği kullanılan olmak üzere toplam 4 kumaş numunesi üretilmiş ve yumuşak apre uygulanmıştır. Üretim parametrelerinin kumaş özelliklerine etkisini incelemek, üst giysilik amaçlı kullanıma en uygun numuneyi belirleyebilmek amacıyla deney sonuçları Çizelge 5.73.’de özetlenmiştir.

**Çizelge 5.73.** Üst giysilik kullanıma uygunluk açısından kumaş özellikleri

	Kuru Ölçüm				Islak Ölçüm			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Patlama mukavemeti	↑	↑				↑		
Kopma mukavemeti		↑				↑		
Yırtılma mukavemeti	↑			↑	-----			
Aşınma mukavemeti	↑				-----			
Boncuklanma davranışı	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Kalıcı uzama		↓		↓		↓	↓	
Elastikiyet		↓		↓	-----			

Yüksek sıklık ve kalın desen ipliğine sahip olan 2 numaralı numunenin, hem kuru hem de ıslak olarak hidrolik metotla ölçülen patlama mukavemeti değerleri yüksektir. Pnömatik ve bilyalı patlatma metotlarında ise, yüksek sıklık ve ince desen ipliğine sahip olan 1 numaralı numunelerin patlama mukavemetinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Kopma mukavemeti deneyinde ıslak ve kuru ölçümlerde benzer sonuçların alındığı görülmüştür. Yüksek sıklık ve kalın desen ipliğine sahip olan 2 numaralı numunenin kopma mukavemeti en yüksektir.

Üst giysilik çözgülü örme kumaşların yırtılma mukavemeti ölçümlerinde deney metoduna göre farklı sonuçlar elde edilmiştir. Elmendorf metoduna göre 4 numaralı numunenin çubuk yönünde, kanat biçiminde yırtılma metoduna göre ise 1 numaralı numunenin sıra yönünde daha yüksek mukavemete sahip olduğu tespit edilmiştir.

Giysilik kullanım esnasında özellikle kol ile bedenin birbirine sürtünmesi ve aşınması mümkündür. Bu durumu modelleyebilmek için Martindale test cihazında numune kendi kumaşıyla aşındırılmış, en yüksek aşınma direncinin 1 numaralı numuneye ait olduğu görülmüştür. Boncuklanma davranışı deneyinde numunelerin hiçbirinde boncuklanma görülmemiştir.

Kalıcı uzama ve elastikiyet testleri sonucunda, yumuşak apreli kumaşların sıra ve çubuk yönlerinde farklı özellikler gösterdiği tespit edilmiştir. Yüksek sıklık ve kalın desen ipliğine sahip olan 2 numaralı numunenin tekrarlı kuvvet altında gerçekleştirilen kalıcı uzama değerleri sıra yönünde en düşük olan iken, çubuk yönünde kuru ölçümlerde 4, ıslak ölçümlerde ise 3 numaralı numunenin en düşük uzama değerini gösterdiği tespit edilmiştir. En iyi perdelik kumaşın iki numaralı kumaş olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

**Akaydın, M. ve Can, Y. 2009.** Ring penye ve kompakt ipliklerden örülen temel atkılı örme kumaşların patlama mukavemetleri üzerine bir araştırma. *Tekstil ve Mühendis Dergisi*. sayı:73-74, s.16-20.

**Akgün, B. 1999.** Çözümlü örme raşel jakarlı örme teknikleri ile elde edilen kumaş yapısının teknik özelliklerinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

**Akış, B. 2009.** Farklı iplik numaralarından örülmüş değişik örgü tiplerinin kumaşın fiziksel özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.

**Anonim, 1993.** TS 10985 Örülmüş kumaşlar - Düşük kuvvet uygulanan – Kalıcı uzama ve streç özelliklerinin tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

**Anonim, 2001.** TS EN ISO 12947-2 Martindale metoduyla kumaşların aşınmaya karşı dayanımının tayini Bölüm 2: Numune kopmasının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

**Anonim, 2002.** TS EN ISO 13934-1 Kumaşların gerilme özellikleri – Bölüm 1: En büyük kuvvetin ve en büyük kuvvet altında boyca uzamanın tayini – Şerit metodu. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

**Anonim, 2002.** TS EN ISO 13937-1 Kumaşların yırtılma özellikleri – Bölüm 1: Balistik sarkaç metodu ile yırtılma kuvvetinin tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

**Anonim, 2002.** TS EN ISO 13937-3 Kumaşların yırtılma özellikleri – Bölüm 3: Kanat biçimindeki deney numunelerinin yırtılma kuvvetinin tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

**Anonim, 2002.** TS 393 EN ISO 13938-1 Kumaşların patlama özellikleri – Bölüm 1: Patlama mukavemetinin ve patlama gerilmesinin tayini için hidrolik metot. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

**Anonim, 2003.** TS 393 EN ISO 13938-2 Kumaşların patlama özellikleri – Bölüm 2: Patlama mukavemetinin ve patlama gerilmesinin tayini için pnömatik metot. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

**Anonim, 2005.** EN 14704-1 Determination of the Elasticity of Fabrics - Part 1: Strip Tests. European Committee for Standardization, Brüksel.

**Anonim, 2007.** TS 7126 Sabit travers hızlı (CRT) bilyalı patlatma metodu. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- Anonim, 2008.** TS EN ISO 139 Şartlandırma ve deney için standart ortamlar Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2011.** Örme Kumaş Özellikleri, Yayın No: MEGEP 542TGD474. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2011.** Temel Örme, Yayın No: MEGEP 542TGD387. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2011.** TS EN 530 Koruyucu giyecek malzemelerinin aşınma dayanımı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2012.** TS EN ISO 12945-1 Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkinliğinin tayini – Bölüm 1: Boncuklanma kutusu metodu. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2012.** TS EN ISO 12945-2 Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkinliğinin tayini – Bölüm 2: Geliştirilmiş martindale metodu. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2012.** TS EN ISO 12945-3 Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkinliğinin tayini – Bölüm 3: Taklalı serbest düşme metodu. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2013.** TS 11680 Tekstil - Perdelik Kumaşlar. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2013.** Kettenwirk Praxis. Karl Mayer, yayın no:03/2013, Chemnitz.
- Anonim, 2016.** Standarts development. www.iso.org (Erişim tarihi: 02.05.2016)
- Anonim, 2016.** Standart hizmetleri. www.tse.org.tr (Erişim tarihi: 02.05.2016)
- Bayazıt, A. 1995.** Tek askılı lakost örgülerin boyutsal ve fiziksel özelliklerinin incelenmesi. *Tekstil ve Mühendis Dergisi*, sayı:49-50, s. 6-14.
- Blaga M., Marmaralı A., Mihai A. 2010.** Functional knitted fabrics for footwear linings. *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, sayı:1, s. 30-35.
- Bouatay F., Ghith A. 2014.** Bagging Phenomenon on Jersey Knitted Fabrics. *JTATM Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, volume:8, issue:4.
- Bönceoğlu F., Meral F.D. 2013.** Farklı iplik numarası ve sıklık değerlerinin raşel kumaş özelliklerine etkilerinin incelenmesi. Lisans Bitirme Çalışması, Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa.
- Cooke W.D., Assimakopoulos G.S. 1985.** Elastic Properties of Twill and Modified Twill Warp Knitted Elastic Fabrics:Part I: Fabric Production and Testing. *Textile Research Journal*, Vol.55. s: 452-460.

**Çelik, P., Üte T.B., Kadoğlu H. 2012.** Comparative analysis of the physical properties of the fabrics knitted with sirospun and ring spun yarns produced by short and long staple fibres. *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, Sayı:4.

**Çetinaslan, K., Mezarciöz, S., Çetiner, S. 2013.** Yıkama işleminin denim kumaşların kopma ve yırtılma muk. etkisi. *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1):38-42

**Değirmenci Z. 2016,** An investigation on the availability of face to face warp knitted pile fabrics as a durable carpet. *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, Sayı:26, s.31-39

**Erkoç, S. 2006.** Yuvarlak örme makinelerinde üretilen örme kumaş özelliklerini etkileyen parametrelerin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.

**Emirhanova, N. 2003.** Düz örme kumaşlarda örgü yapısının oluşan kumaşın boyutları ve bazı fiziksel özelliklerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

**Ertuğrul, S. ve Uçar, N. 2000.** Predicting Bursting Strength of Cotton Plain Knitted Fabrics Using Intelligent Techniques. *Textile Research Journal*, 70 (10):845-851.

**Gericke, A., Viljoen, L. Ve Bruin, R. 2007.** Cotton/polyester and cotton/nylon warp knitted terry cloth: Why minority fibre content is important, *Journal of Family Ecology and Consumer Sciences*, Vol. 35. s:35-46.

**Hu J. 2008.** Fabric testing, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England, s.92-93.

**Hu H., Xu Y. 2008.** Tearing properties of coated multi-axial warp knitted fabric. *AUTEX Research Journal*, Vol:8, s:13-16

**Kan, C.W. 2015.** Relationship between bursting strength and ultraviolet protection property of 100% cottonknitted fabrics. *The Journal of The Textile Institute*, Vol:109, s.978-985

**Luo Y., Hu H. Ve Fangueiro R. 2008.** Tensile and tearing of bi-axial warp knitted coated fabrics. *AUTEX Research Journal*, Vol:8, s:17-20

**Kavuşturan, Y. 2002.** Dış giysilik akrilik atkılı örme kumaşlarda kullanılan bazı örgü yapılarının kumaş özelliklerine etkileri. *Tekstil Maraton Dergisi*, Sayı:5 , s.40-46.

**Kavuşturan, Y. ve Tekoğlu O. 2007.** Şenil ve makarna ipliklerden üretilen düz örme kumaşların aşınma, patlama ve eğilme özellikleri. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Sayı:2, s.109-122

**Mavruz S. Ve Oğulata T. 2008.** Ring ve kompakt ipliklerden üretilen örme kumaş özelliklerinin istatistiksel olarak incelenmesi. *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, Sayı:3/2008, s.197-205

**Mezarcıöz, S. 2010.** Farklı üretim teknikleriyle eğrilmiş ipliklerden örülen kumaşların belirli özelliklerinin incelenmesi ve istatistiksel modellenme. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.

**Milli Eğitim Bakanlığı, 2011.** Tekstil Teknolojisi Örme Kumaş Özellikleri. [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/%C3%96rme%20Kuma%C5%9F%20%C3%96zellikleri.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/%C3%96rme%20Kuma%C5%9F%20%C3%96zellikleri.pdf) (Erişim tarihi:09/09/2014)

**Nergis, B., Candan, C. 2003.** Properties of plain fabrics from chenille yarns. *Textile Research Journal*, 73(12), 1052-1056

**Oğulata, R.T. ve Kadem F.D. 2009.** Boyalı ipliklerden üretilen farklı konstrüksiyonlardaki pamuklu kumaşlarda kumaş yırtılma mukavemetinin regresyon analizi. *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, Sayı :3/2009*, s.224-230.

**Oğulata, R.T. ve Mavruz S. 2009.** Biyoparlatma uygulanmış örme kumaşlara tekrarlı (çoklu) yıkamaların etkisinin incelenmesi. *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, Sayı :19*, s.97-101.

**Oğlakcioğlu N., Ertekin G., Marmaralı A. 2014.** Yüksek performanslı ipliklerden üretilen örme kumaşların mekanik etkilere karşı dayanımlarının incelenmesi , *Tekstil ve Mühendis Dergisi,, Sayı: 95*, s.1-8.

**Okur, A. 2002.** Tekstil materyallerinde mukavemet testleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:303, İzmir, 118 s.

**Otogashara, M.R.T., Jeddi, A.A.A. ve Mohandesi, J.A. 2009.** Tensile property and fatigue behaviour of warp knitted fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* , Vol. 17, No. 3 (74) s. 70-75.

**Ömeroğlu, S. 2005.** Kompakt ve ring ipliklerden elde edilmiş örme kumaşların patlama mukavemeti ve boncuklanma performansı üzerine bir araştırma. *Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, cilt:11, sayı:3.

**Önal L. 2000.** Örme kumaşlarda boncuklanmaya etki eden parametreler. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

**Özay, H. 2012.** Örme yatak yüzü kumaşların performansının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

**Özbayrak, N. ve Kavuşturan Y. 2009.** The effects of inlay yarn amount and yarn count on extensibility and bursting strength of compression stockings. *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, Sayı :19*, s.102-107.

**Özçelik, G., Özdil N. 2006.** Kumaşların yırtılma mukavemeti test yöntemlerinin karşılaştırılması üzerine bir çalışma. *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, Sayı :3*, s.174-179.



**Özdemir, Ö., Kalaoğlu, F. 2001.** The effect of material and machine parameters on chenille yarn properties, 4th Tecnitex Autex Conference, 26-29 June, 2004, Roubaix France.

**Özdemir, H., Yavuzkasap, D. 2012.** The effect of raw material, weft setting and weave on the breaking strength, elongation at break and tear strength of upholstery double fabrics. *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, Sayı :22, s.159-165.

**Özdil N. 2003.** Kumaşlarda fiziksel kalite kontrol yöntemleri. E.Ü.Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma – Uygulama Merkezi Yayını (Yayın No:121), Bornova, İzmir, 136 s.

**Özkendirci, B. 2012.** Çözümlü örmecilikte iplik değişkenleri konusunda görüş ve değerlendirmeler. *Atatürk Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi*. Sayı:21, s.23

**Öztürk, S. 2015.** Örme kumaşlarda yük-uzama davranışları üzerine bazı çalışmalar, Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

**Raz, S. 1987.** Warp Knitting Production. Melland Textilberichte GmbH, Heidelberg, Deutschland, 548 s.

**Saville B.P. 1999.** Physical testing of textiles, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, s.152-154.

**Taşdelen B. , Ovla H.D. 2012.** Aykırı değer yönetimi. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*. Sayı:5 (3), s.1-8

**Taylor M.A. 1999.** Tekstil Teknolojisi, Forbes Publications Ltd., London, England, s.176-177.

**Tayyar A.E. 2010.** Ev tekstillerinde kumaş özelliklerinin patlama mukavemetine etkileri, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Sayı:2, s:165-172

**Tercan, M. 2003.** İlmek yapılarındaki farklılığın franse, triko ve tuch çözgümlü örme kumaşlarının elastikiyet özelliklerine etkisi üzerine deneysel bir araştırma. *Tekstil Teknik Dergisi*. s.184-195

**Tercan, M. 2006.** İlmek yapılarındaki farklılığın franse, triko ve tuch çözgümlü örme kumaşlarının elastikiyet özelliklerine etkisi üzerine deneysel bir araştırma. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. Sayı:6, s.23-49

**Tetsiad. 2014.** Ev tekstili sektörü dış ticaret raporu. Türkiye Ev Tekstili Sanayicileri ve İşadamları Derneği. İstanbul.

**Tezel, S. 2007.** Yuvarlak örme makinelerinde elastan iplik kullanımı, Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

**Tok, O. 2011.** Farklı PET ipliklerle oluşturulan otomotiv döşemelik kumaşların mukavemet, aşınma dayanımı ve ışık haslığı açısından değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

**Uyanık, S. 2008.** Influences of tuck stitch on the performance of the circular knitted fabrics with single bed, Yüksek Lisans Tezi. Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Gaziantep.

**Ünal, P. ve Taşkın, C. 2007.** 100 Poliester kumaşlarda dokunun ve sıklıkların kopma mukavemetine etkisi. *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 2007/2, p.115-118.

**Ünal, S. ve Ömeroğlu S. 2013.** Farklı sitemlerle direkt olarak elde edilmiş çift katlı iplik özelliklerinin örme kumaş özelliklerine etkileri. *Tekstil ve Mühendis Dergisi*, 20: 91, 9-15.

**Witkowska, B. ve Frydrych, I., 2004,** A Comparative Analysis of Tear Strength Methods. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. April/June, Vol.12, No:2 (46), pp.42-47

**Vlad, D., Floca, M. ve Dinu, M. 2010.** Study on strength and breaking elongation for yarns and knitted fabrics used to make socks. *Annals of DAAAM & Proceedings*. Sayı:21, s.535-536.

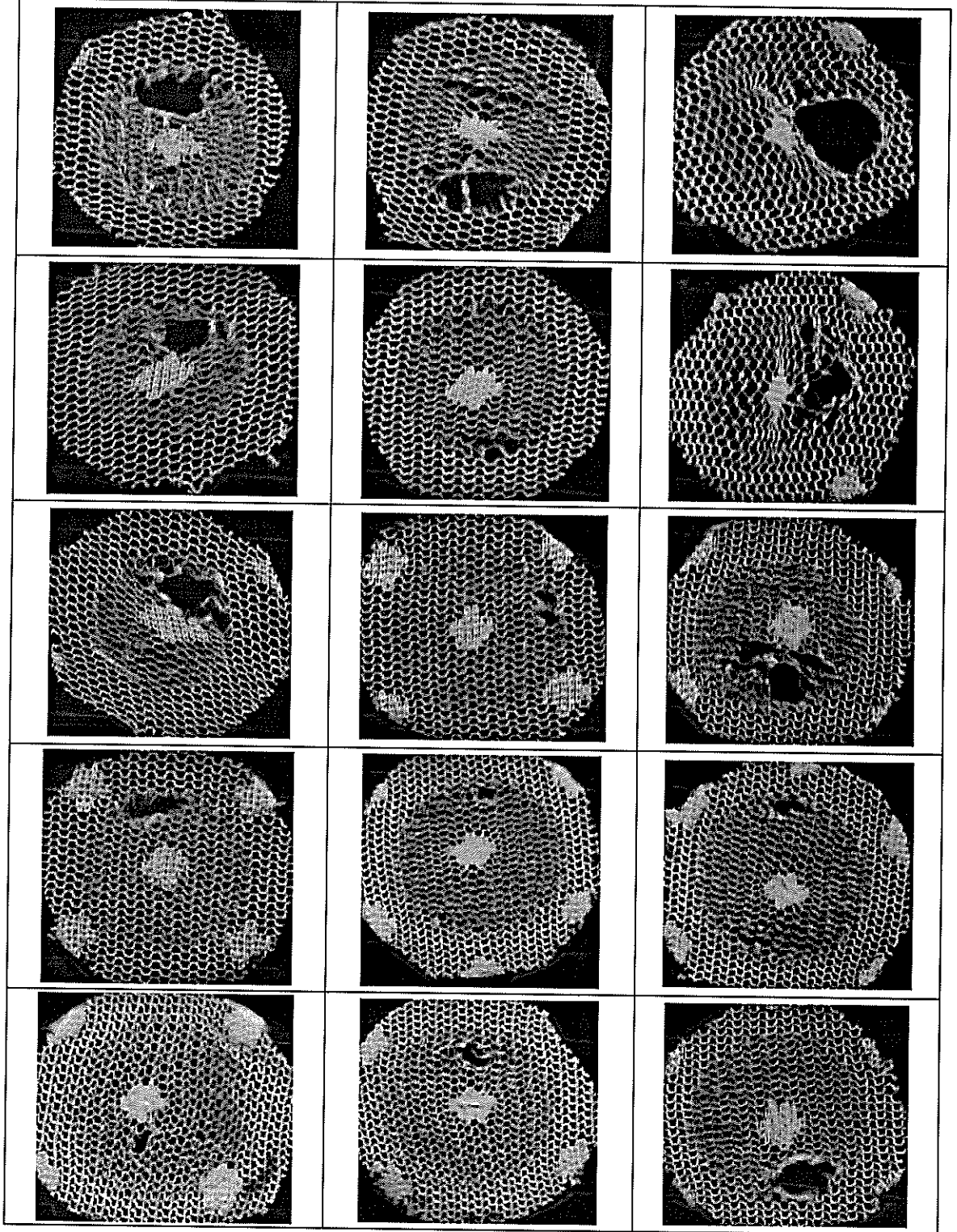
**Yavaş, Y. 2013.** Örme kumaş sektöründe birim maliyet hesaplama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İstanbul.

**Yıldırım, K. 1995.** Pamuklu RL-single jersey yuvarlak örme kumaşların fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

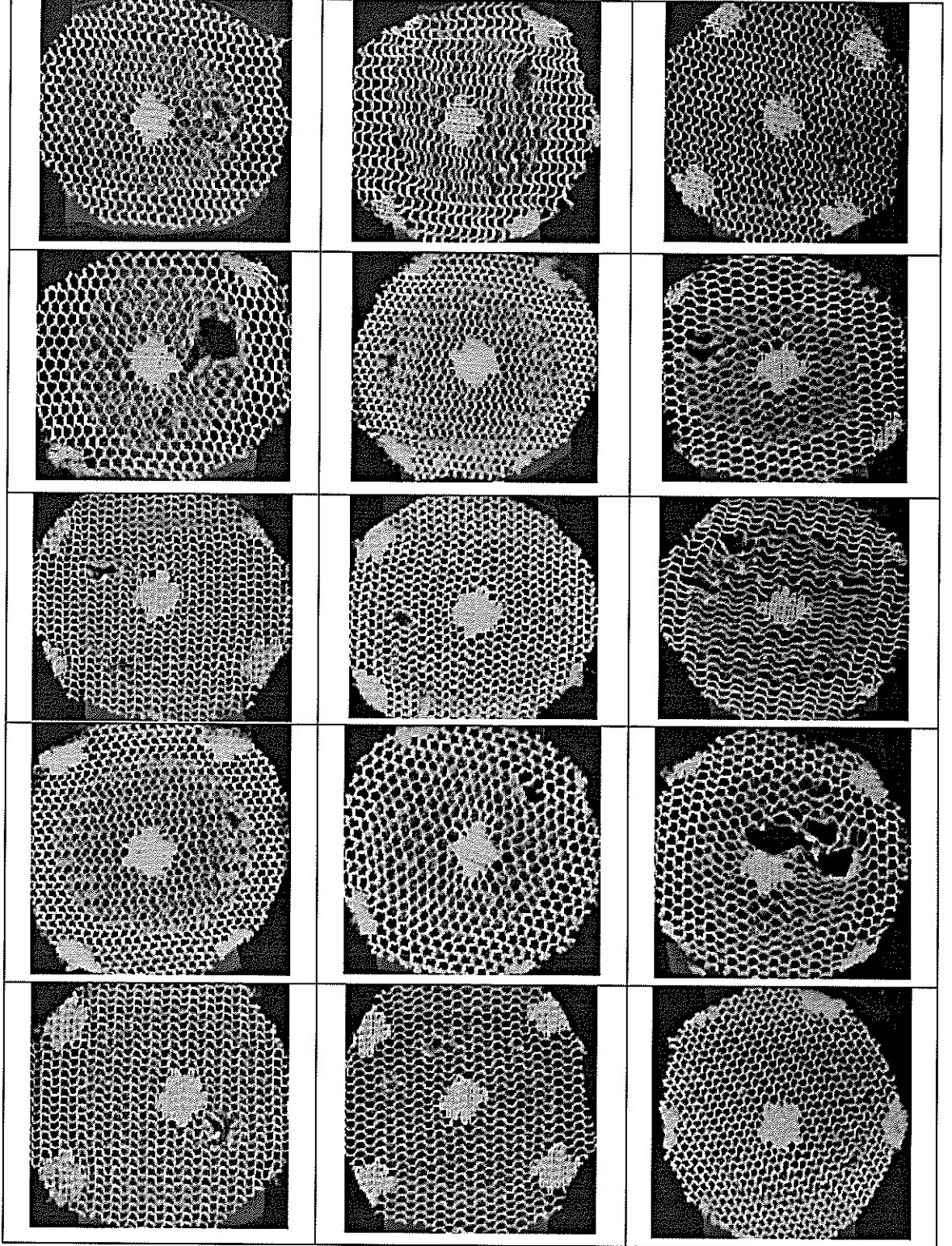
**Yılmaz, K. 2013.** Benzer Özelliklerde Üretilen Dokuma ve Çözgülu Örme Bornozluk Havlu Kumaşların Terbiye İşlemleri Esnasında Dayanım Performanslarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.

## EKLER

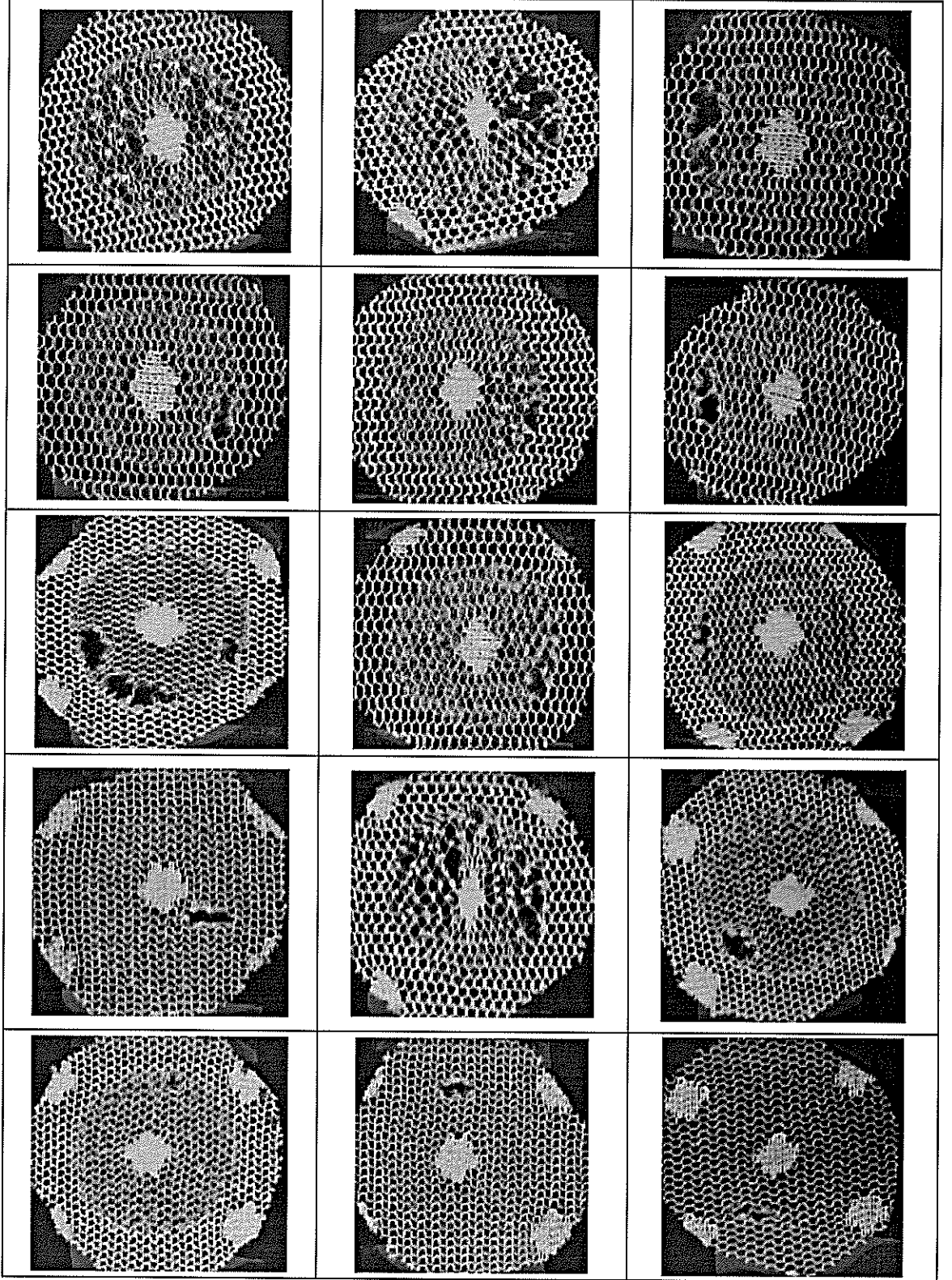
**EK-1:** Numunelerin kendisiyle aşınmalarını gözlemek üzere yapılan standart aşınma testi sonucu üst tabloda yer alan numunelerde oluşan aşınma görüntüleri. (9 kPa yük altında, numuneler aşınma alanında ortalanarak yerleştirilmiştir. Alt ve üst tabloda keçe üzerinde standart aşındırma kumaşı üzerinde test numunesi yer almaktadır.)



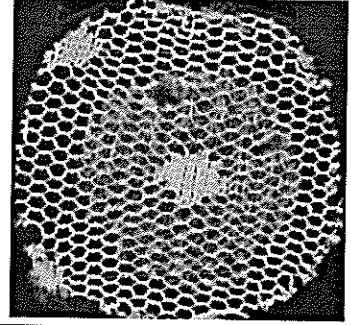
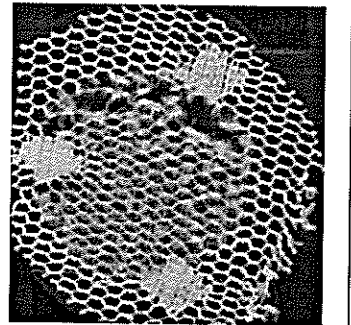
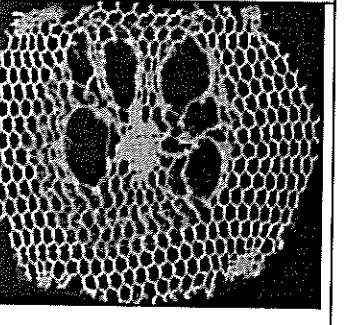
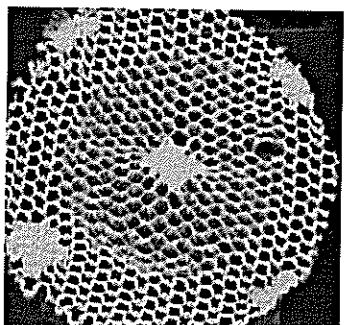
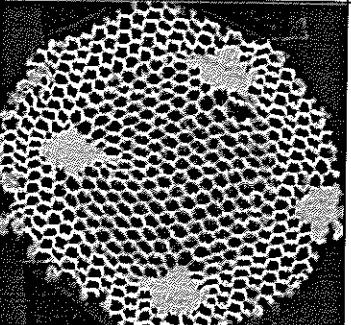
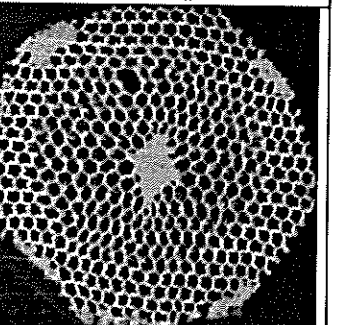
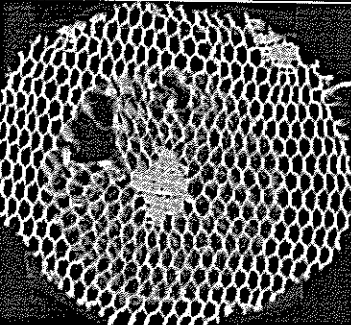
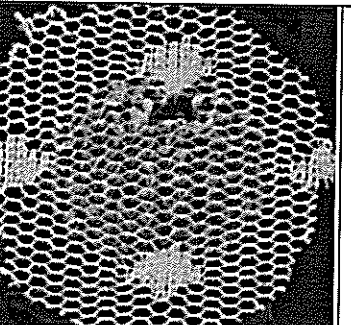
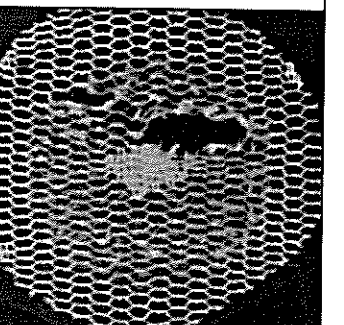
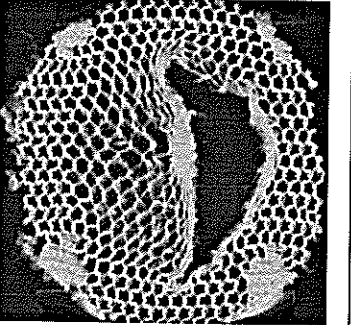
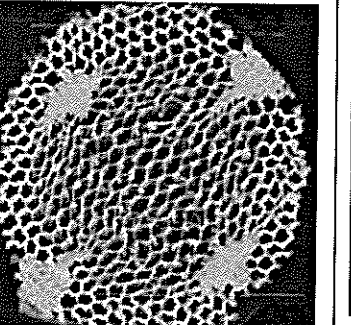
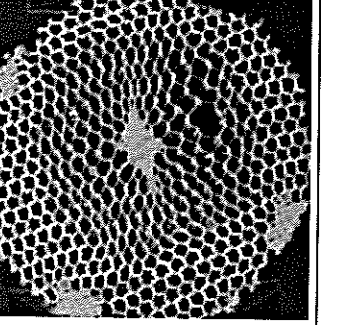
**EK-2:** Standart aşınma deneyi sonucunda numunelerde oluşan aşınma görüntüleri. (9 kPa yük altında, numuneler aşınma alanında ortalanarak yerleştirilmiştir. Alt tablada keçe üzerinde standart aşındırma kumaşı, üst tablada ise sünger üzerinde astar kumaş onun üzerinde test numunesi yer almaktadır.)



**EK-3:** Standart aşınma deneyi sonucunda numunelerde oluşan aşınma görüntüleri. (9 kPa yük altında, numuneler aşınma alanında ortalanarak yerleştirilmiştir. Alt tablada keçe üzerinde standart aşındırma kumaşı, üst tablada ise sünger üzerinde standart aşındırma kumaşı onun üzerinde test numunesi yer almaktadır.)



**EK-4:** Standart aşınma deneyi sonucunda numunelerde oluşan aşınma görüntüleri. (9 kPa yük altında; numuneler aşınma alanında ortalanarak, rastgele ve kumaşın teknik arka yüzeyinin aşınması sağlanmıştır. Aşındırıcı olarak hem standart aşınma kumaşı hem de perdelik kumaş ayrı ayrı ölçülmüştür.)

	Desen: Ortalanmıştır. Ön yüzey aşındırılmıştır	Desen: Rastgele yerleşim Ön yüzey aşındırılmıştır	Desen: Ortalanmıştır. Arka yüzey aşındırılmıştır
<b>Aşındırıcı malzeme: Standart aşındırma kumaşı</b>			
Sert Apre			
	5.000 devir	6.000 devir	5.000 devir
Yumuşak Apre			
	6.000 devir	5.000 devir	5.000 devir
<b>Aşındırıcı malzeme: Perdelik kumaş</b>			
Sert Apre			
	8.000 devir	8.000 devir	9.000 devir
Yumuşak Apre			
	10.000 devir	8.000 devir	8.000 devir

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet TİRİTOĞLU  
Doğum Yeri ve Tarihi : Bilecik/1982  
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Bozüyük Anadolu Lisesi/1999  
Lisans : Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği/2003

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl: Abbate Gömlek Fabrikası/2003  
Yeşim Tekstil/2006  
Mertex S.A.E. (Mısır) Gömlek Fab./2007  
Milli Savunma Bakanlığı/2008  
Uludağ Üniversitesi/2016

İletişim (e-posta) : mtiritoglu@uludag.edu.tr