



**YÜN VE META-ARAMİD İPLİKLERİNDEN OLUŞAN  
DOKUMA KUMAŞLARIN ÖZELLİKLERİNİN  
İNCELENMESİ**

**Medine TÜRK**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜN VE META-ARAMİD İPLİKLERİNDEN OLUŞAN DOKUMA  
KUMAŞLARIN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**Medine TÜRK**  
0000-0002-6814-9333

Dr.Öğr.Üyesi Sibel ŞARDAĞ  
0000-0001-9177-0059  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2019

## TEZ ONAYI

Medine TÜRK tarafından hazırlanan “YÜN VE META-ARAMİD İPLİKLERİNDEN OLUŞAN DOKUMA KUMAŞLARIN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Dr.Öğretim Üyesi Sibel ŞARDAĞ

**Başkan** : Prof.Dr.Özcan ÖZDEMİR  
0000-0003-2494-6485



**Üye** : Prof.Dr.Kenan YILDIRIM  
0000-0002-1640-6035



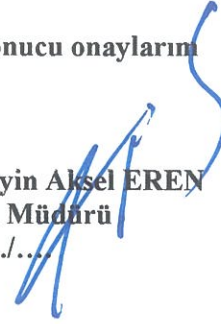
**Üye** : Dr.Öğretim Üyesi Sibel ŞARDAĞ  
0000-0001-9177-0059



**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN**  
**Enstitü Müdürü**

.../.../...



**B.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.**

09.10.2019.

Medine TÜRK

*M. Türk*

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### YÜN VE META-ARAMİD İPLİKLERİNDEN OLUŞAN DOKUMA KUMAŞLARIN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

**Medine TÜRK**

0000-0002-6814-9333

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Dr.Öğr.Üyesi Sibel ŞARDAĞ  
0000-0001-9177-0059

Bu çalışma kapsamında farklı karışım oranlarında meta-aramid yün iplik içeren dokuma kumaşların mukavemet, eğilme, konfor ve yanma özelliklerinin incelenmesi amaçlanmış olup bu amaçla öncelikle meta-aramid, yün lifi ve yapılan çalışmalarla ilgili ayrıntılı bir literatür araştırması yapılmıştır. Daha sonra Nm 60/1 ve Nm 60/2 % 100 meta-aramid ve Nm 60/1 ve Nm 60/2 % 100 yün ipliklerinden farklı karışım oranında sabit çözgüde, iki farklı dokuma örgüsünde (bezayağı ve dimi) toplam 28 farklı çeşit dokuma kumaş oluşturulmuştur.

Üretilen kumaşların mukavemet özellikleri (kopma mukavemeti, patlama mukavemeti, yırtılma mukavemeti), eğilme rijitliği özellikleri (atki eğilme rijitliği, genel eğilme rijitliği), konfor özellikleri (hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, ısı geçirgenlik) ve yanma özellikleri standartlara uygun bir şekilde ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar SPSS programında 0,05 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak değerlendirilerek analiz edilmiştir.

Yapılan bu çalışma sonucunda iplik numarasının, örgü yapısının ve meta-aramid yün karışım oranının kumaş özelliklerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ve tüm kumaşlar için optimum kopma mukavemeti, patlama mukavemeti, eğilme rijitliği, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, termal geçirgenlik 50/50 meta-aramid/yün ve 67/33 meta-aramid/yün karışım oranı ile elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Meta-aramid, yün, iplik, dokuma, mukavemet, eğilme dayanımı, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, ısı geçirgenlik, güç tutuşurluk

**2019, vii + 129 sayfa.**

## ABSTRACT

MSc

### INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF FABRICS WOVEN WITH WOOL AND META-ARAMIDE YARNS

**Medine TÜRK**

0000-0002-6814-9333

Bursa Uludağ University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Textile Engineering

**Supervisor:** Dr.Öğr.Üyesi Sibel ŞARDAĞ

0000-0001-9177-0059

This study aimed to investigate the tensile, bending, comfort properties and burning behaviour of the woven fabrics produced with different blend ratios of meta-aramid and wool yarns. For this purpose, twenty eight woven fabrics were manufactured using Nm 60/1 and Nm 60/2 meta-aramid and Nm 60/1 and Nm 60/2 wool yarns with different blend ratios.

The tensile properties, bursting strength, bending rigidity, comfort properties (water vapor permeability, air permeability and thermal conductivity) and burning behaviour of woven fabrics which we manufactured were tested according to the standards and the results obtained were assessed by means of the statistical analysis program.

The results from this study indicated that blending ratios, yarn linear densities and weave structures had statistically significant effects on the mechanical, comfort and burning properties of fabrics. The results of this study show that the breaking force and bursting strength and bending rigidity of woven fabrics increases with the increase of the aramid contents of the fabrics. Optimum breaking force, bursting strength, bending rigidity, air permeability, water vapor permability and thermal conductivity values were obtained from the fabrics consisting of 50/50 meta-aramid/wool and 67/33 meta-aramid-wool.

**Keywords:** Meta-aramid, wool, yarn, weaving, strength, bending strength, air permeability, water vapor permeability, thermal permeability, flammability

**2019, vii + 129 pages.**

## TEŞEKKÜR

Lisans ve Yüksek Lisans eğitimim boyunca ve bu tezin gerçekleştirilmesinde değerli fikirleriyle bana yardımcı olan, çalışmalarım sırasında beni yönlendiren, ilgi ve desteğini esirgemeyen Sayın Dr.Öğr.Üyesi Sibel ŞARDAĞ' a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma kapsamında kumaşların üretiminde yardımcı olan İPEKİŐ TEKSTİL 'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma kapsamında deneysel aşamalardaki yardımları için Sayın Yük. Müh. Mehmet TİRİTOĞLU' na teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca bana emeği geçen bütün saygıdeğer öğretmenlerime teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca yanımda olan desteğini hiç esirgemeyen ailem ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Medine TÜRK

.../.../.....

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Teknik Tekstillerin Tanımı ve Önemi.....	4
2.2. Teknik Tekstillerin Sınıflandırılması.....	5
2.2.1. Tarım tekstilleri (Agrotech).....	6
2.2.2. Yapı-inşaat tekstilleri (Buildtech).....	6
2.2.3. Giyim tekstilleri (Clothtech).....	6
2.2.4. Jeotekstiller (Geotech).....	7
2.2.5. Ev tekstilleri (Hometech).....	7
2.2.6. Endüstriyel tekstiller (Indutech).....	7
2.2.7. Tıbbi tekstiller (Medtech).....	8
2.2.8. Taşıt tekstilleri (Mobiltech).....	8
2.2.9. Çevre tekstilleri (Oekotech).....	8
2.2.10. Paket-Ambalaj tekstilleri (Packtech).....	8
2.2.11. Koruyucu tekstilleri (Protech).....	9
2.2.12. Spor tekstilleri (Sporttech).....	9
2.3. Koruyucu Tekstiller (Protech).....	9
2.3.1. Balistik amaçlı koruyucu tekstiller.....	11
2.3.2. Nükleer, biyolojik ve kimyasal zararlılardan koruyucu tekstiller.....	12
2.3.3. Temiz Oda Giysileri.....	12
2.3.4. UV ışınlarına karşı koruyucu tekstiller.....	12
2.3.5. Soğuk iklim giysileri.....	13
2.3.6. Yüksek ısı ve alevden koruyucu tekstiller.....	13
2.4. Güç Tutuşurluk .....	15
2.5. Tekstil Materyallerinin Yanma Davranışı.....	16
2.6. Tekstil Materyallerine Güç Tutuşurluk Özelliği Kazandırılması.....	17
2.7. Yapısı İtibariyle Güç Tutuşur Liflerin Kullanımı.....	18
2.8. Yapısı İtibariyle Güç Tutuşur Lifler.....	18
2.8.1. Asbest lifi .....	18
2.8.2. Cam lifi.....	19
2.8.3. Karbon Lifi.....	19
2.8.4. Polibenzimidazol (PBI) lifleri.....	19
2.8.5. Politetrafloretillen (PTFE) lifleri.....	19
2.8.6. Polivinilklorid (PVC) lifleri.....	20
2.8.7. Aramid lifi.....	20
2.8.8. Poliamid-imid lifi.....	20
2.8.9. Fenolik lifler.....	21
2.8.10. Poliakrilat lifi.....	21
2.9. Liflerin Kopolimerazasyon ve Kimyasal Modifikasyon İle	



Yapılarının Değiştirilmesi.....	21
2.9.1. FR viskoz lifi.....	21
2.9.2. FR PES lifleri.....	22
2.9.3. FR yün lifleri.....	22
2.10. Sentetik Polimere Lif Çekimi Esnasında Güç Tutuşma Sağlayıcı Kimyasalların İlave Edilmesi.....	22
2.10.1. Poliamid lifi.....	22
2.10.2. Polyester lifleri.....	23
2.10.3. FR Pamuk lifleri.....	23
2.11. Kumaşın Güç Tutuşma Sağlayan Kimyasallar İle Muamele Edilmesi.....	23
2.12. Yün Lifi ve Özellikleri.....	24
2.12.1. Yün lifinin fiziksel yapısı.....	24
2.12.2. Yün lifinin kimyasal yapısı.....	27
2.12.3. Yün lifinin fiziksel özellikleri.....	28
2.12.4. Yün lifinin kimyasal özellikleri.....	31
2.12.5. Yün lifinin kullanım alanları.....	34
2.13. Aramid Lifi ve Özellikleri.....	36
2.13.1. Aramid liflerinin temel özellikleri .....	37
2.13.2. Aramid liflerinin kullanım alanları.....	38
2.14. Para-aramid Lifleri.....	39
2.15. Metaaramid Lifi ve Özellikleri.....	41
2.15.1. Meta-aramid polimerizasyonunun temelleri.....	44
2.15.2. Meta-aramid lifinin reaksiyon mekanizması.....	44
2.16. Konfor Kavramı.....	46
2.17. Giysi Konforunun Sınıflandırılması.....	47
2.17.1. Psikolojik konfor.....	47
2.17.2. Fiziksel konfor.....	47
2.17.3. Termofizyolojik (Isıl) konfor.....	48
2.18. Yapılan Önceki Çalışmalar.....	48
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	54
3.1. Materyal.....	54
3.2. Yöntem .....	55
3.3. Kumaş Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler.....	58
3.4. Kumaşların Mukavemet Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler.....	58
3.4.1. Kopma mukavemeti testleri.....	58
3.4.2. Yırtılma mukavemeti testleri.....	58
3.4.3. Patlatma mukavemeti testi.....	59
3.5. Kumaşların Eğilme Rijitliği Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler.....	59
3.6. Kumaşların Konfor Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler.....	60
3.6.1. Hava geçirgenliği testleri.....	60
3.6.2. Isıl geçirgenlik (Alambeta) testleri.....	60
3.6.3. Su buharı geçirgenliği (Permetest) tetleri.....	62
3.7. Kumaşların Yanma Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler.....	62
3.8. Test Sonuçlarını Değerlendirme Yöntemleri.....	62
3.8.1. Meta-aramid yün iplik oranının bezayağı kumaş özelliklerine etkisi.....	63
3.8.2. Meta-aramid yün iplik oranının dimi kumaş özelliklerine etkisi.....	64

4. BULGULAR.....	66
4.1. Kumaşlara Uygulanan Test Sonuçları.....	66
4.2. Farklı Karışım Oranıyla Oluşturulan Kumaşların Mukavemet Özelliklerinin Ölçüm Sonuçları.....	67
4.2.1. Kopma mukavemeti ölçüm sonuçları.....	67
4.2.2. Yırtılma mukavemeti ölçüm sonuçları.....	71
4.2.3. Patlatma mukavemeti ölçüm sonuçları.....	72
4.3. Farklı Karışım Oranıyla Oluşturulan Kumaşların Konfor Özelliklerinin Ölçüm Sonuçları.....	74
4.3.1. Hava geçirgenliği ölçüm sonuçları.....	74
4.3.2. Isıl geçirgenlik (Alambeta) ölçüm sonuçları.....	75
4.3.3. Su buharı geçirgenliği ölçüm sonuçları.....	79
4.4. Farklı Karışım Oranıyla Oluşturulan Kumaşların Diğer Önemli Özelliklerinin Ölçüm Sonuçları.....	80
4.4.1. Gramaj ölçüm sonuçları.....	80
4.4.2. Eğilme dayanımı ölçüm sonuçları.....	81
4.4.3. Kumaş kalınlık ölçüm sonuçları.....	83
4.4.4. Kumaş sıklık ölçüm sonuçları.....	84
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	85
5.1. Dokuma Kumaşların Mukavemet Özelliklerini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi.....	85
5.1.1. Kopma mukavemeti ölçüm sonuçlarının incelenmesi.....	85
5.1.2. Patlatma mukavemeti ölçüm sonuçlarının incelenmesi.....	88
5.2. Dokuma Kumaşların Eğilme Rijitliği Özelliklerini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi.....	95
5.3. Dokuma Kumaşların Konfor Özelliklerini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi.....	96
5.3.1. Hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının incelenmesi.....	96
5.3.2. Su buharı geçirgenliği ölçüm sonuçlarının incelenmesi.....	99
5.3.3. Isıl geçirgenlik (Alambeta) ölçüm sonuçlarının incelenmesi.....	103
5.4. Dokuma Kumaşların Yanma Testi Sonuçlarının İncelenmesi.....	109
KAYNAKLAR.....	121
EKLER.....	127
EK 1 Meta-aramid Yün İplik Oranının Kumaş Özelliklerine Etkisini İncelemek Amacıyla Yapılan Varyans Analizi Sonuçları.....	127
ÖZGEÇMİŞ.....	129

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Tekstil liflerinin yanma döngüsü .....	17
Şekil 2.2. Yün lifinin iç yapısı.....	25
Şekil 2.3. Yün lifinin mikroskop altındaki görüntüsü.....	27
Şekil 2.4. Yün lifinin kimyasal yapısı.....	27
Şekil 2.5. Para-aramid lifinin formül olarak yazılışı.....	39
Şekil 2.6. Düşük sıcaklık polikondenzasyonu ile PPTA sentezi.....	40
Şekil 2.7. Nomex elyafının sentezlenmesi.....	42
Şekil 2.8. M-fenilen diamin eldesi.....	43
Şekil 2.9. M-fenilen diamin eldesi.....	43
Şekil 2.10. İsoftaloklorit eldesi.....	43
Şekil 5.1. Bezayağı kumaşların atkı yönlü kopma kuvveti (N) sonuçları.....	87
Şekil 5.2. Dimi kumaşların atkı yönlü kopma kuvveti (N) sonuçları.....	87
Şekil 5.3. Bezayağı kumaşların patlama kuvveti (N) sonuçları.....	90
Şekil 5.4. Dimi kumaşların patlama kuvveti (N) sonuçları.....	90
Şekil 5.5. Bezayağı kumaşların atkı eğilme rijitliği (mg.cm) ölçüm sonuçları.....	93
Şekil 5.6. Dimi kumaşların atkı eğilme dayanımı (mg.cm) ölçüm sonuçları.....	94
Şekil 5.7. Bezayağı kumaşların genel eğilme rijitliği (mg.cm) ölçüm sonuçları.....	94
Şekil 5.8. Dimi kumaşların genel eğilme rijitliği (mg.cm) ölçüm sonuçları.....	95
Şekil 5.9. Bezayağı kumaşların hava geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s) ölçüm sonuçları.....	97
Şekil 5.10. Dimi kumaşların hava geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s) ölçüm sonuçları.....	98
Şekil 5.11. Bezayağı kumaşların su buharı geçirgenliği (%) ölçüm sonuçları.....	101
Şekil 5.12. Dimi kumaşların su buharı geçirgenliği (%) ölçüm sonuçları.....	101
Şekil 5.13. Bezayağı kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ : Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ) ölçüm sonuçları.....	104
Şekil 5.14. Dimi kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ : Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> *10 <sup>3</sup> ) ölçüm sonuçları.....	105
Şekil 5.15. Bezayağı kumaşların ısı soğurganlık katsayısı (b: Ws <sup>1/2</sup> K <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) ölçüm sonuçları.....	107
Şekil 5.16. Dimi kumaşların ısı soğurganlık katsayısı (b: Ws <sup>1/2</sup> K <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) ölçüm sonuçları.....	108
Şekil 5.17. Yanma testi sonrası bezayağı dokuma kumaşlarda meydana gelen karbonizasyon görüntü örnekleri.....	112
Şekil 5.18. Yanma testi sonrası dimi dokuma kumaşlarda meydana gelen karbonizasyon görüntü örnekleri.....	114

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

<b>Çizelge 2.1.</b> Koruyucu tekstil yapılarında sık kullanılan yüksek performanslı lifler.....	14
<b>Çizelge 2.2.</b> Bazı aramid liflerinin ticari isimleri ve üretici firmaları.....	37
<b>Çizelge 2.3.</b> Meta-aramid lifinin özellikleri.....	45
<b>Çizelge 3.1.</b> Kullanılan atkı ipliklerinin özellikleri.....	54
<b>Çizelge 3.2.</b> Kullanılan çözümlü ipliklerinin özellikleri.....	54
<b>Çizelge 3.3.</b> Üretilen Bezayağı kumaşların özellikleri.....	55
<b>Çizelge 3.4.</b> Üretilen Dimi 2/1 dokuma kumaşların özellikleri.....	56
<b>Çizelge 3.5.</b> Kumaşlara uygulanan bitim işlemleri.....	57
<b>Çizelge 4.1.</b> Bezayağı kumaşların atkı yönlü kopma kuvveti (N), kopma yüzde uzaması (%), kopma mukavemeti (N/mm <sup>2</sup> ) ve % CV ölçüm sonuçları.....	67
<b>Çizelge 4.2.</b> Bezayağı kumaşların çözümlü yönlü kopma kuvveti (N), kopma yüzde uzaması (%), kopma mukavemeti (N/mm <sup>2</sup> ) ve % CV ölçüm sonuçları.....	68
<b>Çizelge 4.3.</b> Dimi kumaşların atkı yönlü kopma kuvveti (N), kopma yüzde uzaması (%), kopma mukavemeti (N/mm <sup>2</sup> ) ve % CV ölçüm sonuçları.....	69
<b>Çizelge 4.4.</b> Dimi kumaşların çözümlü yönlü kopma kuvveti (N), kopma yüzde uzaması (%), kopma mukavemeti (N/mm <sup>2</sup> ) ve % CV ölçüm sonuçları.....	70
<b>Çizelge 4.5.</b> Bezayağı kumaşların çözümlü yırtılma mukavemeti (N) ve % CV ölçüm sonuçları.....	71
<b>Çizelge 4.6.</b> Dimi kumaşların çözümlü yırtılma mukavemeti (N) ve % CV ölçüm sonuçları.....	71
<b>Çizelge 4.7.</b> Bezayağı kumaşların max kuvvet (N), max uzama (mm) ve % CV ölçüm sonuçları.....	72
<b>Çizelge 4.8.</b> Dimi kumaşların max kuvvet (N), max uzama (mm) ve % CV ölçüm sonuçları.....	73
<b>Çizelge 4.9.</b> Bezayağı kumaşların hava geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s) ve % CV ölçüm sonuçları.....	74
<b>Çizelge 4.10.</b> Dimi kumaşların hava geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s) ve % CV ölçüm sonuçları.....	74
<b>Çizelge 4.11.</b> Bezayağı kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ : Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> *10 <sup>3</sup> ), ısı yayılım katsayısı (a: m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> ), ısı soğurganlık katsayısı (b: Ws <sup>1/2</sup> K <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) ve % CV ölçüm sonuçları.....	75
<b>Çizelge 4.12.</b> Bezayağı kumaşların ısı direnç (r: W <sup>-1</sup> Km <sup>2</sup> .10 <sup>3</sup> ), maksimum ve kararlı ısı akış yoğunluk oranı (p), kumaşların maksimum ısı akış yoğunluğu (q <sub>max</sub> : Wm <sup>-2</sup> ) ve % CV ölçüm sonuçları.....	76
<b>Çizelge 4.13.</b> Dimi kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ : Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> *10 <sup>3</sup> ), ısı yayılım katsayısı (a: m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> ), ısı soğurganlık katsayısı (b: Ws <sup>1/2</sup> K <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) ve % CV ölçüm sonuçları.....	77
<b>Çizelge 4.14.</b> Dimi kumaşların ısı direnç (r: W <sup>-1</sup> Km <sup>2</sup> .10 <sup>3</sup> ), maksimum ve kararlı ısı akış yoğunluk oranı (p), kumaşların maksimum ısı akış yoğunluğu (q <sub>max</sub> : Wm <sup>-2</sup> ) ve % CV ölçüm sonuçları.....	78
<b>Çizelge 4.15.</b> Bezayağı kumaşların su buharı geçirgenliği (%) ve % CV ölçüm sonuçları.....	79
<b>Çizelge 4.16.</b> Dimi kumaşların su buharı geçirgenliği (%) ve % CV ölçüm sonuçları.....	79
<b>Çizelge 4.17.</b> Bezayağı kumaşların gramaj (g/m <sup>2</sup> ) ve % CV ölçüm sonuçları.....	80
<b>Çizelge 4.18.</b> Dimi kumaşların gramaj (g/m <sup>2</sup> ) ve % CV ölçüm sonuçları.....	80

<b>Çizelge 4.19.</b> Bezayağı kumaşların atkı eğilme rijitliği (mg.cm), çözgü eğilme rijitliği (mg.cm), genel eğilme rijitliği (mg.cm) ve % CV ölçüm sonuçları.....	81
<b>Çizelge 4.20.</b> Dimi kumaşların atkı eğilme rijitliği (mg.cm), çözgü eğilme rijitliği (mg.cm), genel eğilme rijitliği (mg.cm) ve % CV ölçüm sonuçları.....	82
<b>Çizelge 4.21.</b> Bezayağı kumaşların kalınlık (mm) ölçüm sonuçları.....	83
<b>Çizelge 4.22.</b> Dimi kumaşların kalınlık (mm) ölçüm sonuçları.....	83
<b>Çizelge 4.23.</b> Bezayağı kumaşların çözgü ve atkı sıklığı ölçüm sonuçları.....	84
<b>Çizelge 4.24.</b> Dimi kumaşların çözgü sıklığı ve atkı sıklığı ölçüm sonuçları.....	84
<b>Çizelge 5.1.</b> Dokuma kumaşların atkı yönlü kopma kuvvetine ait ANOVA tablosu.....	85
<b>Çizelge 5.2.</b> Dokuma kumaşların atkı yönlü kopma kuvveti SNK test sonuçları.....	86
<b>Çizelge 5.3.</b> Dokuma kumaşların patlama mukavemetine ait ANOVA tablosu.....	88
<b>Çizelge 5.4.</b> Dokuma Kumaşların patlama kuvveti SNK test sonuçları.....	89
<b>Çizelge 5.5.</b> Dokuma kumaşların atkı eğilme rijitliğine ait ANOVA tablosu.....	92
<b>Çizelge 5.6.</b> Dokuma kumaşların genel eğilme rijitliğine ait ANOVA tablosu.....	92
<b>Çizelge 5.7.</b> Dokuma Kumaşların eğilme rijitliğine ait SNK test sonuçları.....	92
<b>Çizelge 5.8.</b> Dokuma kumaşların hava geçirgenliğine ait ANOVA tablosu.....	96
<b>Çizelge 5.9.</b> Dokuma kumaşların hava geçirgenliğine ait SNK test sonuçları.....	97
<b>Çizelge 5.10.</b> Dokuma kumaşların su buharı geçirgenliğine ait ANOVA tablosu.....	100
<b>Çizelge 5.11.</b> Dokuma kumaşların su buharı geçirgenliğine ait SNK test sonuçları.....	100
<b>Çizelge 5.12.</b> Dokuma kumaşların ısı iletkenliğine ait ANOVA tablosu.....	103
<b>Çizelge 5.13.</b> Dokuma kumaşların ısı iletkenliğine ait SNK test sonuçları.....	103
<b>Çizelge 5.14.</b> Dokuma kumaşların ısı soğurganlık katsayısına ait ANOVA tablosu...	106
<b>Çizelge 5.15.</b> Dokuma kumaşların ısı soğurganlık katsayısına ait SNK test sonuçları.....	107
<b>Çizelge 5.16.</b> Kumaşların alevli yanma özellikleri.....	109
<b>Çizelge 5.17.</b> Kumaşların alev kaynağı kaldırıldıktan sonra meydana gelen yanma süresi (sn).....	110
<b>Çizelge 5.18.</b> Kumaşların toplam yanan kısmın uzunlukları (cm).....	110
<b>Çizelge 5.19.</b> Kumaşların içten yanma özellikleri.....	111
<b>Çizelge 5.20.</b> Kumaşların damlama özellikleri.....	111
<b>Çizelge 5.21.</b> Kumaşların büzülme özellikleri.....	112
<b>Çizelge 5.22.</b> Bezayağı kumaşların ölçüm sonuçlarının genel değerlendirilmesi 1.....	119
<b>Çizelge 5.23.</b> Bezayağı kumaşların ölçüm sonuçlarının genel değerlendirilmesi 2 ....	119
<b>Çizelge 5.24.</b> Dimi kumaşların ölçüm sonuçlarının genel değerlendirilmesi 1.....	120
<b>Çizelge 5.25.</b> Dimi kumaşların ölçüm sonuçlarının genel değerlendirilmesi 2.....	120

## 1. GİRİŞ

Koruyucu tekstiller; kişinin zararlı maddelere, kötü çevre koşullarına maruz kalma riskini önlemek, bu riskten korunmasını sağlamak yada bu riski azaltmak için kullanılan teknik tekstil ürünleridir. Gelişen teknolojiyle beraber teknik tekstil ürünleri içerisinde insan vücudunu tehlikeli ortamlarda korumayı sağlayan tekstil yapıları giderek daha fazla önem kazanmaya başlamıştır. (Kalın 2008, Kılıç 2010, Özdemir 2011).

Yangın ise kişiyi tehlikeye sokan ortamların en önemlilerinden birisidir. Yangın bazen trajik, bazen de küçük hasarlarla sonuçlanabilir ve yangını oluşturan, ilerlemesine neden olan etkenlerin başında ise kullanılan malzemelerin çoğunun yanıcı veya yanmayı arttırıcı özellikte olması gelmektedir. Yanabilirliği azaltılmış, geciktirilmiş malzemelerin kullanılması ise ölüm ve kayıpların, yaralanma riskinin azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Yanmayı geciktirici, düşük riskli malzemeleri üretmekteki temel unsur, yanmanın yayılmasının ve yanma ürünlerinin oluşumunun engellenmesidir (Horrocks ve Anand 2000, Horrocks ve Price 2001, Kalın 2008).

Koruyucu tekstiller grubunda bulunan yanabilirliği azaltılmış veya güç tutuşur malzemeler; esas olarak güç tutuşur özelliğe sahip liflerin kullanılması, liflerin kopolimerizasyon ve kimyasal modifikasyon ile yapılarının değiştirilmesi, sentetik polimerlere lif çekimi esnasında güç tutuşma sağlayıcı kimyasalların ilave edilmesi ve kumaşın güç tutuşma sağlayan kimyasallar ile muamele edilmesi yöntemleri ile elde edilirler (Mecit ve ark. 2007, Schindler ve Hauser 2004, Chivas ve ark. 2009, Kut ve Ömeroğulları 2012).

Bu yöntemler arasında yapısı itibarı ile ısı ve alev direnci yüksek olan aramid esaslı lifler ayrı bir öneme sahiptir. Aramid esaslı lifler para-aramid ve meta-aramid olmak üzere ikiye ayrılmaktadır ve moleküler yapıları gereği ısı ve alev direnci yüksek dayanıklı liflerdir. Moleküler yapısının bir işlevi sonucu bu özelliklere sahip olduğu için bu liflerden oluşturulan kumaşlara sonradan bir yüzeysel işlem uygulanmaz ve bu liflerden oluşan giysilerin yıkama sonrası performansları daha uzun sürer. Meta-aramid liflerden oluşan ürünler araba yarışları, yüksek riske sahip endüstriyel ürünler ve askeriyede daha çok kullanılmakta iken polimerlere FR kimyasalı ilave edilerek elde

edilen diğ er güç tutuş ur ürünler ise daha çok halı, döş emelik ve yatak ürünlerinde tercih edilmektedir. Para-aramid elyaf askeri ve endüstriyel alanda kullanılmakta olup en çok koruyucu giysilerde ve yüksek dayanım isteyen ürünlerde kullanılmaktadır (Hongu ve Phillips 1997, Karacan 2000, Kalın 2008, Özdemir 2011, Ç elikkanat 2002, Tunç 2012, Özel 2013).

Teknik giysiler, kullanımları esnasında gerekli olan konfor seviyesini sağlamalıdır. Örneğ in; itfaiyeci giysileri yüksek sıcaklıklarda mükemmel koruyucu özellik gösterirler. Fakat bu kıyafetlerin su buharı geçirgenliğ i düş üktür. Güç tutuş ur ürünlerin; yanmayı engelleyen, konforlu, kullanıcı hareketlerini kısıtlamayan, kompakt, hafif, dayanımları yüksek ve kullanım ömürlerinin uzun olması gerekmektedir. Ayrıca tekrarlı yıkama ve kuru temizlemeye karşıda dayanıklı olmaları gerekmektedir. Günümüzde koruyucu kıyafetlerde özellikle termal koruyucu kıyafetlerde çoğ unlukla yüksek niteliklere sahip meta-aramid lifleri % 100 olarak veya diğ er FR özelliğ e sahip doğ al veya sentetik polimerlerle elde edilmiş liflerle karış tırılmış olarak kullanılmaktadır. Meta-aramid liflerinin diğ er liflerle karış tırılmasındaki amaçlardan en önemlisi ise ürünün konfor özelliklerini geliştirmektir. Doğ al liflerin konfor özellikleri sentetik liflere oranla daha iyi olmakla birlikte elde edilebilirlikleri daha zor, teknik özellikleri daha düş ük ve birim maliyetleri daha yüksektir. Tekstil materyallerin teknik amaçlı kullanımlarına duyulan bu gibi ihtiyaçdan dolayı biyoteknoloji uygulamaları ve biopolimerler gün geçtikçe önem kazanmakta ve doğ al fakat teknik özellikleri yüksek liflere talebi arttırmaktadır. Doğ al elyaf olan yün lifi, benzersiz özellikleri sebebiyle ilgi çekici bir elyaftır (Karakan 2009, Horrocks ve Anand 2000, Özel 2013, Ertekin ve Kırtay 2014).

Yün elyafı tutuş ması zor söndürölmesi kolay bir liftir ve iç erisindeki yüksek azot ve nem miktarı life güç tutuş ma özelliğ i sağlamaktadır. Yün lifinin güç tutuş urluk, antimikrobiyalik, kir iticilik, koku absorpsiyonu, dayanıklılık, esneklik ve antistatiklik, yüksek konfor gibi bazı özellikleri nedeniyle teknik uygulamalarda istenilen pek çok özelliğ i karşılayabilen ender liflerdendir. Lif karış ımıyla oluşturulan kumaşlarda, bir lifin karşılayamadığ ı özelliğ i diğ er lif karşılamaktadır (Johnson ve ark. 2003, Bahtiyar ve ark. 2008).

Meta-aramid lifleri ve karışımlarından oluşan iplikler ve kumaşlar ile ilgili olarak yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışma sayısı az olmakla birlikte çalışmaların çoğunun güç tutuşurluk özelliği kazandırılmış liflerle ve farklı bitim işlemleri ile elde edilmiş kumaşların güç tutuşur özellikleri üzerine olduğu kendinden güç tutuşur özelliğe sahip lif ve ipliklerle ilgili, bu ipliklerden oluşturulmuş kumaşların güç tutuşur özellikleri dışında diğer performans özellikleri ile ilgili, yünlü kumaşların teknik alanda kullanılması ve meta-aramid ve yünlü kumaşların konfor özellikleri ile ilgili çalışma sayılarının oldukça az olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada tüm bu faktörler göz önünde bulundurulmuş ve termal koruyucu kumaşlarda hem güç tutuşur hemde konfor özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla meta-aramid lifleri ile birlikte yün lifleri kullanılmıştır. Kullanılan bu lifler kumaş üreticilerine ve koruyucu teknik tekstiller ile ilgili çalışmalar yapan bilimsel literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



## **2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI**

### **2.1. Teknik Tekstillerin Tanımı ve Önemi**

Teknik tekstiller; estetik ve dekoratif özelliklerinden ziyade öncelikle teknik performansları ve fonksiyonel özellikleri için üretilen tekstil malzemeleri ve ürünleri olarak tanımlanmaktadır. (Kalın 2008, Özdemir 2011, Çakır 2012).

Tekstil malzemeleri, elyaf çeşitleri ve oluşturulabilen yapı çeşitleri nedeniyle; tıp, inşaat, taşımacılık, tarımsal, endüstri alanlarında kullanılmaktadır. Yeni elyafların tekstil yüzey ve üretim teknolojilerinin geliştirilmesiyle de desteklenmiştir. Teknik tekstiller; bütün tekstil üretim proseslerinde üretilebilmektedir. Ancak, teknik tekstillerin tasarım ve görünümü gibi özelliklerinden ziyade; mekaniksel, kimyasal ve akustik özellikleri önemli olduğundan dolayı bazı özel üretim proseslerinde de üretilmektedir (Mecit ve ark. 2007, Akalın ve Mıstık 2010).

Teknik tekstillerin üretim tarihi yüzyıllar öncesine dayanmaktadır. Teknik tekstillerin ilki gemi yelkenlerinde kullanılan kanvas kumaşlardır. Teknik tekstillere; 18. yüzyıl sonlarında balonlarda, 19. yüzyılda araba tavanlarında ve 20. yüzyıl başlarında uçak kanadında rastlanmıştır. Teknik tekstil alanlarındaki atılımın en büyüğü 20. yüzyılda sentetik elyafların keşfedilmesiyle olmuştur. İlk sentetik elyaf poli-amid; 1939 da keşfedilmiştir. 1950 ve 1960 yıllarında üretilmeye başlanan yüksek performanslı elyaflar, doğal elyafların kısmen yerine geçmekle birlikte yeni kullanım alanları da yaratmıştır. Sentetik elyaflar; yüksek mukavemet, elastikiyet, ateşe, kimyasallara ve aşınmaya karşı dayanıklılıklarından dolayı pek çok alanda kullanılmaktadır. Geliştirilen üretim yöntemleriyle elyafların performans ve dayanım özellikleri arttırılmıştır. Kimyasalların geliştirilmesiyle de, teknik tekstil malzemelerinin kullanım alanlarına yönelik iyileştirmeler sağlamıştır. Yapılan Ar-Ge çalışmaları ve güç tutuşur, mukavemetli, hafif özelliğe sahip malzemelere olan talep sonucu yüksek performanslı teknik tekstiller ortaya çıkmıştır. Bu malzemelere yönelik teknolojilerin Ar-Ge süreci tamamlandıktan sonra sivil sektörlerde de uygulanmakta ve kullanımları

yaygınlaştırılarak tekstil sanayiisi desteklenmektedir (Adanur 1995, Mecit ve ark. 2007).

## **2.2. Teknik Tekstillerin Sınıflandırılması**

Kullanım alanlarına göre teknik tekstiller, 12 gruba ayrılmaktadır.

1. Tarım Tekstilleri (Agrotech): Tarım, su ürünleri, bahçecilik ve ormancılık alanlarında kullanılan tekstil ürünleri,
2. Yapı-İnşaat Tekstilleri (Buildtech): Bina ve konstrüksiyon imalatında kullanılan ürünler,
3. Giyim Tekstilleri (Clothtech): Ayakkabı ve giysilerin teknik bileşenleri;
4. Jeotekstiller (Geotech): Yol yapım ve erozyon kontrolü
5. Ev Tekstilleri (Hometech) : Mobilya teknik komponentleri, ev tekstilleri ve yer döşemelikleri,
6. Endüstriyel Tekstiller (Indutech): Filtrasyon, taşıma, temizleme ve diğer endüstriyel amaçlı ürünler,
7. Tıbbi Tekstiller (Medtech): Hijyen ve tıbbi amaçlı ürünler,
8. Taşıt Tekstilleri (Mobiltech): Otomobiller, deniz taşımacılığı, demiryolları ve uzay araçlarında kullanılan tekstiller,
9. Çevre Tekstilleri (Oekotech): Çevre koruma amaçlı ürünler,
10. Paket-Ambalaj Tekstilleri (Packtech): Paketlemede kullanılan kumaşlar,
11. Koruyucu Tekstilleri (Protech): Kişisel koruma ve mülkiyet koruması,
12. Spor Tekstilleri(Sporttech): Spor ve serbest zaman giysileri olarak tanımlanmaktadır (Horrocks ve Anand 2000, Beyit 2006, Mecit ve ark. 2007, Kalın 2008, Akalın ve Mıstık 2010).

### **2.2.1. Tarım tekstilleri (Agrotech)**

Tarım teknik tekstil ürünleri; tarım, hayvancılık ve balıkçılık endüstrisinde kullanılmaktadır. Bu tekstil ürünlerinin tarım alanında kullanım nedenleri verim artışı sağlamak, zararlılarla daha kolay mücadele edebilmek, ürünleri kötü hava şartlarının olumsuz etkilerinden korumak, ürünlerin paketlenmesi, bitkilerin büyüme sürecinin hızlandırılması, ürünlerin UV ışınlarından korunması, tarımsal alanların ilaçlanması, yabancı otların büyümesinin önlenmesidir. Erozyon ve drenaj gibi birçok uygulamada tarım teknik tekstilleri kullanılmaktadır (Beyit 2006, Mecit ve ark. 2007, Kalın 2008, Akalın ve Mıstık 2010).

### **2.2.2. Yapı-inşaat tekstilleri (Buildtech)**

Bu alanda kullanılan tekstiller; binaların inşa edilmesi veya zayıf binaları güçlendirilmesinde maliyeti düşürmek, ağırlık azaltmak ve farklı yalıtım özellikleri gibi fonksiyonellikleri kazandırmak için kullanılmaktadırlar. Tekstil malzemeleri binaların çatılarında, dış cephelerinde ve beton takviye malzemeleri olarak kullanılmaktadır (Adanur 1995, Beyit 2006, Çakır 2012).

Bina ve inşaat teknik tekstillerinde sentetik elyaflar yaygın olarak kullanılmaktadır. İnşaat yapılarında kullanılmakta olan kompozitler; cam lifi , karbon lifi , akrilik lifi, ve poliamid elyafları içermektedir. Ses ve ısı yalıtımı istenen alanlarda ve çatı kaplama yapılarında cam ve teflon elyafları tercih edilmektedir (Horrocks ve Anand 2000, Çakır 2012).

### **2.2.3. Giyim tekstilleri (Clothtech)**

Bu alandaki teknik tekstiller; vatkalar, dikiş iplikleri, etiketler, ayakkabı astarı ve iç tabanı gibi giyim ve ayakkabı alanlarında kullanılmaktadır. Tekstil ve hazır giyim ürünlerine estetik ve dekorasyondan ziyade su iticilik, leke tutmazlık, buruşmazlık, anti mikrobiyellik, anti statiklik, UV koruyuculuk, güç tutuşurluk ve daha iyi boyanabilirlik gibi fonksiyonellik ve özellikler kazandırılan teknik giyim tekstilleridir (Üreyen 2006, Çakır 2012).

#### **2.2.4. Jeotekstiller (Geotech)**

Jeotekstiller; toprak, kaya ve yer ile ilgili mühendislik projelerin, yapıların ve sistemlerin entegre bir parçası olarak ilgili maddelerle birlikte herhangi bir jeoteknik mühendisliğinde kullanılan tekstil ürünleridir. Jeotekstiller; yol inşaatlarında, park alanlarında, hava alanları, demiryolları, bina inşaatlarının temellerinde, zemin uygulamalarında, depolama alanlarında, atık depolama alanlarında, spor sahalarında, kıyı koruma yapılarında, barajlarda, liman inşaatlarında, suni göletlerin yapımında, çöp ve nehir yatakları gibi alanlarda geniş kullanım imkanı vardır (Turhan 2010, Akalın ve Mıstık 2010).

#### **2.2.5. Ev tekstilleri (Homotech)**

Homotech; klasik ev tekstili ürünlerinin tanımının dışında, güç tutuşurluk, elektromanyetik korunma gibi ekstra fonksiyonellik gösteren ev tekstilleri de, teknik tekstilin bir alt kolu olarak tanımlanabilmektedir. Bu ürünlerin üretiminde çok büyük miktarda lif tüketilmektedir. Bu sektör her ne kadar doğal lif üstünlüğüne sahip olsa da, fonksiyonellik kazandırılmış sentetik ürünlere olan talep artmaktadır. Mükemmel yalıtım özellikleri bulunan içi boş lifler geniş çapta yatak ve uyku tulumlarında kullanılmaktadır. Tüm ev tekstili endüstrisinde yüksek düzeyde güç tutuşur elyaf ve kumaşlar artan şekilde kullanılmaktadır (Horrocks ve Anand 2000, Çakır 2012).

#### **2.2.6. Endüstriyel tekstiller (Indutech)**

Endüstriyel tekstiller doğrudan endüstriyel işlemlerde kullanılan filtreler, taşıma bantları, aşındırma bantları, baskılı devre plakeleri, temizlik bezleri, contalar ve sızdırmazlık elemanları, elektrik elektronik komponentleri ve diğer endüstriyel ekipmanlar gibi endüstriyel ürünleri içine dâhil edilen tekstil ürünlerini kapsamaktadır (Adanur 1995, Mecit ve ark. 2007).

### **2.2.7. Tıbbi tekstiller (Medtech)**

Tıbbi tekstiller hijyenik ve tıbbi amaçlı olarak kullanılan tekstil ürünlerinin içermektedir. Polimer teknolojisine bağlı olarak mevcut liflerin geliştirilmesi, yeni liflerin üretilmesi ve tekstil yapılarının çeşitlenmesi sonucu, tıp ve cerrahinin pek çok alanında kullanılmaya uygun tıbbi tekstiller; sargı bezleri, yapay kemik bağları, damar greftleri, deriler, çocuk bezleri, ameliyat giysi takımları ve örtüleri, bakım malzemeleri, sterilizasyon paketleri, diyaliz makinaları gibi sağlık ve hijyen ürünlerinde kullanılmaktadır (Beyit 2006, Mecit ve ark. 2007).

### **2.2.8. Taşıt tekstilleri (Mobiltech)**

Taşıt tekstilleri otomobil, ticari araç, tren ve hava taşıtları gibi alanlarda; yer ve koltuk döşemelikleri, otomobil lastikleri ve zırh kaplamaları, emniyet kemerleri ve hava yastığı, sivil ve askeri uçakların gövde ve kanatları, makine komponentlerinde kullanılmaktadır. Bu alanda kullanılan tekstil yapıları dekorasyon, izolasyon, filtreleme dışında konfor ihtiyaçlarının da sağlamaktadır (Mecit ve ark. 2007, Çakır 2012).

### **2.2.9. Çevre tekstilleri (Oekotech)**

Oekotech teknik tekstilleri; ekoloji ve çevrenin korunması gereken uygulamalarda kullanılmaktadır. Endüstriyel, tarımsal, ve inşaat tekstilleri gibi birçok alanı kapsamaktadır. Özellikle; filtrasyon materyalleri (indutech), toprak erozyonun önlenmesi ve toksik atıkların örtülmesi (geotech), topraktan su kaybının minimize edilmesi ve bitki köklerinin örtülerek herbisit kullanımının azaltılmasında kullanılan tekstiller, termal yalıtım için kullanılan inşaat tekstilleri (buildtech) bu alana girmektedir ( Horrocks ve Anand 2000, Beyit 2006).

### **2.2.10. Paket-Ambalaj tekstilleri (Packtech)**

Packtech, paketleme ve ambalaj sanayiinde; endüstriyel, tarımsal ve diğer malzemenin paketlenmesi, taşınması ve korunması için kullanılan tekstil yapılarını içermektedir. Paketleme sektöründe kullanılan tekstiller; çay poşetleri ve kahve filtrelerini, çamaşır

torbaları ve diğler hacimli ürün paketleme malzemelerini, paket bağlama ipliklerini, non-woven ve dokuma ambalaj malzemesini, saklama torbalarını, oyuncakların, gıdaların depolanması, nakliyesi ve paketlenmesi için kullanılan malzemeleri içermektedir. Özellikle gıda endüstrisinde, birçok sarma ve koruma uygulamalarında hafif ağırlıklı nonwoven ve örme yapıları kullanılmaktadır. Çay ve kahve poşetleri ıslak serimli nonwoven ürünlerinden yapılmaktadır. Etler, sebzeler ve meyveler sıvıların emilmesi için aralarına nonwoven kumaşlar konularak paketlenmektedir. Diğler meyveler ve sebze ürünleri örme ağ paketlerde satışa sunulmaktadır (Mecit ve ark. 2007, Çakır 2012).

### **2.2.11. Koruyucu tekstilleri (Protech)**

Bu alandaki tekstil yapıları giysi, çadır, örtü ve ekipmanlardan oluşmaktadır. Koruyucu teknik tekstiller, yaralanma, patlama ve yangınlar, kişiye zarar veren toz ve partiküller, nükleer, biyolojik ve kimyasal tehlikeler, yüksek voltaj ve statik elektrik, aşırı soğuk ve sıcak gibi korunma gerektiren alanları kapsamaktadır. Bunun dışında cihaz ve proseslerin korunmasında ve endüstriyel alanlarda kullanım oranı oldukça yüksektir (Kalın 2008, Kılıç 2010, Özdemir 2011).

### **2.2.12. Spor tekstilleri (Sporttech)**

Sportech; teknik tekstillerin spor giysileri, alet ve araçlarını kapsayan uygulama alanıdır. Bu sınıfa giren teknik tekstiller, başta yüksek teknik özelliğe sahip sporda kullanılan giyim tekstilleri olmak üzere; yapay çim, file, yelken, balon ve paraşüt kumaşları ile bisiklet gövdesi, kayak, raket, golf sopası, olta kamışı, tekne ve yarış arabalarının imalatında kullanılan takviye malzemeleri olarak sayılabilmektedir (Adanur 1995, Akalın ve Mıstık 2010).

## **2.3. Koruyucu Tekstiller (Protech)**

Koruyucu tekstiller genel olarak kişileri yaralanmalara hatta ölüme sebep olabilecek zararlı çevresel etkilere karşı korumak için kullanılan giysi, örtü ve teçhizatlardır. İnsanı tehlikeden korumanın iki yolu vardır. Birincisi izolasyon, ikincisi ise güvenli bir bölge oluşturmaktır. İzolasyon; zarar kaynağı ile kişi arasına yeterli ölçülerde materyali

koymaktır. Bu materyalin görevi, zarar kaynağından çıkan ve kişiye zarar verecek düzeydeki enerjiyi absorbe etmek veya geçişini engellemektir. Ancak kullanılan malzemenin koruyuculuk görevinin yanında kullanıcıyı rahatsız etmeyecek bir konfora sahip olması gerekir. Dolayısıyla güvenlik ve konfor özellikleri bir arada istenir (Cireli ve Sarıışık 2000, Kalın 2008, Akalın ve Mıstık 2010).

Çesitli risk ortamlarında çalışan itfaiyeciler, güvenlik personeli, otomobil yarışçıları, tıbbi personel, ağır sanayi işçileri gibi kişilerin dış etkilerden korunması amacı ile üretilen giysilere “koruyucu elbiseler” denir. Koruyucu giysi tipleri: kasklar, uyku tulumları, eldivenler, çift taraflı ceketler, balistik dayanımlı yelekler, yüzdürme yelekleri, dalgıç giysileri ve dalma derileri, özel havlu ve bezler, ışıklardan koruyucu tulumlar, halatlar ve emniyet kemerleri olarak sınıflandırılabilir (Çelikkanat 2002, Beyit 2006, Karakan 2009).

Koruyucu giysilerin ve diğer ürünlerin yapıldığı iş ve faaliyet türleri şunlardır: polis, güvenlik görevlileri, dağcılık, mağaracılık, tırmanma, kayak, uçak personeli (askeri ve sivil), askerler, denizciler, denizaltıcılar, dökümhane ve cam işçileri, itfaiyeciler, su sporları, kış sporları, ticari balıkçılık ve dağcılık, deniz dibi petrol ve benzin ekipmanı işçileri, sağlık bakımı, yarış sürücüleri, astronotlar, kömür madenciliği ve sağlık depo işçileridir (Mecit ve ark. 2007, Güney 2008, Özel 2013).

Koruyucu tekstillerin üretiminde kullanılan liflerin diğer klasik liflere kıyasla daha üstün özelliklere sahip olması gerekmektedir. Yeni üretim yöntemleri, polimer teknolojisindeki gelişmeler sonucu elde edilen liflere “Yüksek performanslı lifler” ve bu liflerden elde edilen kumaşlara da “Yüksek performanslı kumaşlar” denilmektedir (Karakan 2009, Akalın ve Mıstık 2010, Özel 2013).

Koruyucu tekstillerin kullanım amacına göre sınıflandırılması şu şekilde yapılabilir:

- Balistik amaçlı koruyucu tekstiller
- Nükleer, biyolojik ve kimyasal zararlılardan koruyucu tekstiller
- Temiz oda giysileri
- UV ışınlarına karşı koruyucu tekstiller

- Soğuk iklim giysileri
- Yüksek ısı ve alevden koruyucu tekstiller (Kalin 2008, Karakan 2009, Akalın ve Mıstık 2010).

### **2.3.1. Balistik amaçlı koruyucu tekstiller**

Balistik; uygun bir sistem ile ateşlenen ya da fırlatılan nesnelere atmosferik koşullarda yerçekiminin de etkisiyle yapmış olduğu hareketi inceleyen bilim dalı olarak tanımlanmaktadır (Cerit 2004, Bozdoğan ve ark. 2015).

Balistik koruma tekstillerindeki amaç çarpmanın etkisinden dolayı oluşacak darbeyi en aza indirmek ve vücut dokularının zarara uğramasını engellemektir. Balistik darbelere karşı dirençli koruyucu tekstiller üretilirken maliyeti düşük, hafif ve konforlu giysilerin oluşturulması amaçlanmaktadır. Yüksek performans özelliğine sahip lifler balistik koruma amaçlı giysilerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Poliamid elyafı; balistik koruma amacıyla katlı olarak kullanılan ilk elyafıdır. Fakat poliamid lifi diğer yüksek performanslı liflere kıyasla çok düşük mukavemet ve modül değerine sahip olduğundan dolayı yerini Aramid (Kevlar, Twaron, Technora) lifleri, yüksek molekül ağırlıklı Polietilen (Spectra, Dyneema), Polibenzimidazol (Zylon), Vectran gibi yeni yüksek performanslı lifler almıştır (Çay ve ark. 2007, Çerkez ve Ulcay 2007, Güney 2008, Karakan 2009).

Balistik yelekler, vücut zırhları ve kasklar, darbe anında insan vücudunu yüksek hızlı darbeler sonucunda oluşacak yaralanmalara karşı korumak amacıyla dizayn edilmiş ürünlerdir. Bunun yanında balistik koruma amacıyla kullanılan yüksek mukavemetli kumaşlar, uçak ve taşıtların iç yapılarında balistik darbelere karşı koruma sağlamak için kullanılmaktadır (Turan 2007, Bozdoğan ve ark. 2015)



### **2.3.2. Nükleer, biyolojik ve kimyasal zararlılardan koruyucu tekstiller**

Kimyasallara karşı koruma sağlayan tekstil yapıları, insana zarar veren kimyasallara karşı koruma sağlayan giysilerdir. Zehirli kimyasal kaynaklı risklerin ortaya çıkmasıyla birlikte zararlı kimyasallara karşı koruyuculuk sağlayan giysi ve ekipmanların kullanımları artış göstermiştir. Son zamanlarda zirai mücadelede kullanılan ilaçların insan vücuduna temas etmesini önlemek amaçlı koruyucu giysilerle ilgili çalışmalar yapılmaktadır (Beyit 2006, Karakan 2009).

NBC (Nükleer, biyolojik ve kimyasal etkenlere karşı korumalı giysiler), askeri amaçlı kullanılmaktadır. Bu giysi yapıları yüksek performanslı elyaf ve membranlarla güçlendirilmektedir (Cireli ve Öneş 2000, Beyit 2006).

### **2.3.3. Temiz Oda Giysileri**

Temiz oda giysileri; çevreyi insan kaynaklı kirlilikten koruyan giysilerdir. Bu giysiler; uzay, optik, yiyecek, ilaç ve otomotiv sanayisinde önemli bir yere sahiptir. Temiz oda giysilerinde Tyvek lifinin kullanımı oldukça yaygındır. (Güney 2008, Karakan 2009).

### **2.3.4. UV ışınlarına karşı koruyucu tekstiller**

Ultraviyole ışınlarının yoğunluğundaki artış bu alandaki koruyucu teknik tekstillere olan ihtiyacın artmasına neden olmuştur. Cilt ve göz hastalıklarına karşı insanı korumak amacıyla üretilen koruyucu tekstil yapılarının ultraviyole geçirgenlikleri; elyaf, iplik cinsi, kumaş yüzeyinin yapısı, gördüğü terbiye işlemleri gibi faktörlere bağlıdır. Ultraviyole geçirgenliklerini belirleyen en önemli özellik kumaş gözenek yapısıdır. Sık yapılı ve hava geçirgenliği düşük olan kumaşların UV geçirgenliği daha az olmaktadır. Doğal liflerden yün, UV ışınlarına karşı en iyi korumayı sağlayan liftir. Yünü sırası ile ipek, keten ve pamuk elyafları izlemektedir (Karakan 2009, Akalın ve Mıstık 2010).

### 2.3.5. Soğuk iklim giysileri

Bu alandaki giysiler kötü hava şartları altında çalışan kişiler için geliştirilmiş eldiven, bot ve yağmurluk, kayak ve işçi kıyafetlerini kapsayan nefes alabilen özelliğe sahip su geçirmeyen kumaşlardır. Bu amaçla üç katlı kumaşlar geliştirilmiştir. İç kısımda triko astar, orta kısım kumaşa fonksiyonel özellik katan membran ve dış kısım kumaş yapısından oluşmaktadır (Cireli ve Sarıışık 2000, Karakan 2009, Akalın ve Mıstık 2010).

### 2.3.6. Yüksek ısı ve alevden koruyucu tekstiller

Termal koruma amaçlı kullanılan giysiler; ısıya, aleve, eriyik metal sıçramalarına karşı koruma sağlayan giysilerdir. Termal koruyucu giysiler, aleve ve ısıya maruz kalmaya karşı koyan ya da aşırı çevre koşullarında ısı transferine karşı yalıtım sağlayan geniş bir yelpazedeki teknik tekstil ürünleridir. Bu tip giysiler, petrokimya ve elektrik işçileri tarafından giyilen üniformalardan, dökümhaneler ve yüksek ısı karşısında çalışan diğer tesislerde giyilen giysilere kadar değişen bir ürün yelpazeye sahiptir. Giysiler tek veya çok katlı yapılardan oluşabilmektedir. Yüksek ısıdan koruma tekstilleri, 200 °C sıcaklığa sürekli maruz kaldığı halde fiziksel özelliklerini koruyarak herhangi bir bozunma göstermeyen tekstiller olarak tanımlanabilirler. Yüksek ısıya karşı dayanım; kontakt, radyasyon ve konveksiyon ısıtmaya maruz kaldığında liflerin özelliklerinin değişmemesidir. Yüksek ısı ve alevden koruyucu tekstillerin çeşitli üretim teknikleri ve kullanım alanları bulunmaktadır. Yangınla mücadelede giyilen itfaiyeci giysilerinin dış kısmında yüksek nem ve ısı olmasından dolayı giysiyi giyen kişinin konforunun sağlanması gerekmektedir. Genel olarak termal koruma amaçlı kullanılan giysilerinin sahip olması gereken başlıca temel özellikler ise şunlardır;

- Aleve karşı dayanım (Güç tutuşurluk): Malzeme sürekli olarak yanmamalıdır ve kişi için tehlike oluşturmaması gerekmektedir.
- Bütünlük: Giyside deformasyon meydana gelmemelidir.
- İzolasyon: Giysi ısı transferini geciktirerek yangından kaçılacak zamanı sağlamalıdır.

- Sıvı iticilik: su ve diğer sıvıların nüfuzunun engellenmesini sağlamalıdır (Karakan 2009, Horrocks ve Anand 2000, Özel 2013, Ertekin ve Kırtay 2014).

Yukarıda açıklanan koruyucu tekstil yapılarının dışında farklı alanlarda kullanılan koruyucu tekstil yapıları da mevcuttur (Karakan 2009).

**Çizelge 2.1.** Koruyucu tekstil yapılarında sık kullanılan yüksek performanslı lifler

LİF	GRUP ADI	ÜRETİCİ	KULLANIM ALANI
Kevlar	Aramid (Para-Aramid)	Dupont	Balistik koruma, Kesme ve Aşınma koruması için koruyucu eldiven, özel sanayi giysilerinde
Nomex	Aramid (Meta-Aramid)	Dupont	Isıya-Aleve dayanıklılık gerektiren alanlarda, Sporcu kıyafetleri
Hm 50	Aramid (Para-Aramid)	Teijin	İnşaat tekstili, Jeotekstil gibi birçok endüstriyel alanda
Teijinconex	Aramid (Meta-Aramid)	Teijin	Aleve dayanıklı giysi, Endüstriyel materyaller, Isı izolatörleri, filtre, kayış, ambalaj malzemeleri
Apyeil	Aramid (Meta-Aramid)	Unitika	Isıya-Aleve dayanıklılık gerektiren giysilerde, filtrelerde
Twaron	Aramid	Teijin	Balistik koruma, kurşun geçirmez yelek
Technora	Aramid	Teijin	Balistik koruma
Lufnen	Akrilik	Kanebo	Uçak ve oto döşemelerinde güç tutuşur kumaş üretiminde
Spectra	Yüksek Molokül Ağırlıklı Polietilen	Allied Signal Corp.	Balistik koruma
Dyneema	Yüksek Molokül Ağırlıklı Polietilen	Dsm	Balistik koruma
Techmilon	Yüksek Molokül Ağırlıklı Polietilen	Mitsui Petro Chemical	Balistik koruma

**Çizelge 2.1.** Koruyucu tekstil yapılarında sık kullanılan yüksek performanslı lifler (devam)

Vectran	Poliester Tabanlı Likid Kristal Yapı	Hoechst	Balistik koruma
Tufban	Rayon	Japon Toyaba Şirketi	İzolasyon materyalleri
Heim	Polyester	Japon Toyaba Şirketi	Güç tutuşurluk
Trevira Cs	Polyester	Hoechst	Güç tutuşurluk

## 2.4. Güç Tutuşurluk

Güç tutuşurluk; "Flame Retardancy" olarak tanımlanmaktadır ve kısaca FR olarak sembolize edilebilmektedir. Güç tutuşurluk, alev çarpmasına karşı koyabilme kabiliyetidir. "Güç tutuşur tekstiller, aleve veya yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında tutuşmayan, tutuşsa dahi kendi kendine sönebilen tekstillerdir" şeklinde tanımlanmaktadır (Kalin 2008)

Tekstil ürünlerinin çoğunun güç tutuşur özelliklerinin kötü olması yangınlarda önemli derecede risk faktörü oluşturmalarına neden olmaktadır. Sanayileşmenin artması, teknolojiye gelişme ve yerleşim alanındaki artış sebebiyle yangın riskleri artmıştır. Bu nedenle ısı ve alev karşı koruyucu tekstil yapılarının kullanımı kaçınılmaz hale gelmiştir (Horrocks ve Anand 2000, Horrocks ve Price 2001, Kalin 2008, Chivas ve ark. 2009, Eede ve ark 2011, Ömeroğulları ve Kut 2012).

Günümüzde ısı ve alev karşı koruyuculuk sağlayan güç tutuşur liflerin kullanılması yada kumaş üzerine güç tutuşurluk işlemlerinin yapılmasının önemi artmıştır. Güç tutuşur malzeme elde etmedeki temel amaç yanmayı engellemek olsa da malzemenin konforlu, hafif ve kompakt yapılı, güç tutuşurluk etkisinin uzun süreli ve kuvvetli olması gerekmektedir. Ayrıca tekrarlı yıkama, kuru temizlemelere karşı dayanımı yüksek ve çevre dostu olması gerekmektedir. Bunların dışında güç tutuşur üründen beklenen özellikler arasında toksik özelliğinin bulunmaması ve maliyetinin yüksek

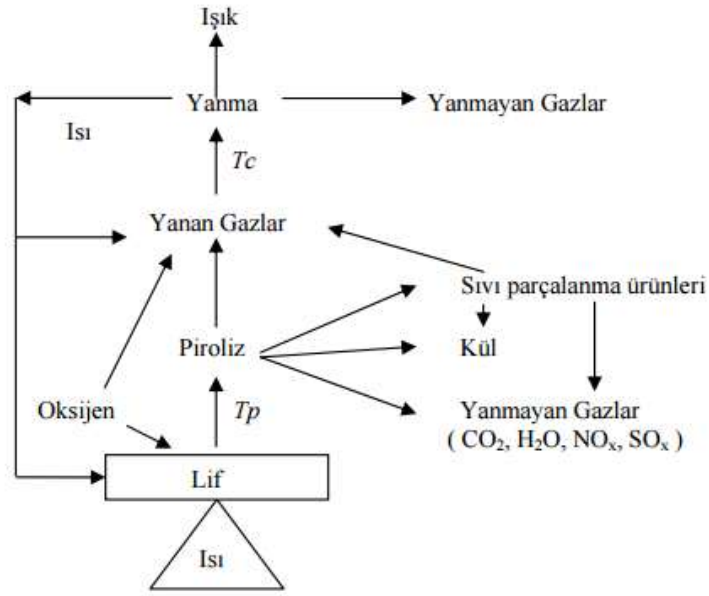
olmamasıdır. (Horrocks ve Anand 2000, Horrocks ve Price 2001, Mecit ve ark. 2007, Schindler ve Hauser 2004, Chivas ve ark. 2009, Kut ve Ömeroğulları 2012 ).

## **2.5. Tekstil Materyallerinin Yanma Davranışı**

Tekstil materyallerinin hammaddesi lif olduğu için öncelikle liflerin yanma mekanizmasını bilmek gerekmektedir. (Özcan 2002, Kalın 2008, Kut ve Ömeroğulları 2012). Termoplastik ve non-termoplastik olarak ikiye ayrılan bu lifler farklı fiziksel tepki göstermektedir. Non-termoplastik elyaflarda sıcaklığın yükselmesi sırasında yanma noktasına kadar lif yumuşamaz, erimez ve şeklinde değişiklik gözlemlenmez; Termoplastik liflerde ise sıcaklığın yükselmesiyle birlikte lifte yumuşama, erime, bozunma, yanma ve şekil değişikliği meydana gelmektedir. Doğal ve rejenere elyafların tümü non-termoplastik yapıdadırlar (Başer 1992, Kalın 2008).

Kumaşların yanma davranışları, elyaf türü ve elyaf karışımlarının dışında çevre sıcaklığından, kumaşın yapısından, oryantasyonundan, tutuşturma noktasından ve tutuşturma kaynağının yapısından da etkilenmektedir (Horrocks ve Price 2001, Ömeroğulları ve Kut 2012).

Yanma; ekzotermik bir reaksiyondur (Schindler ve Hauser 2004, Ömeroğulları ve Kut 2012). Tekstil mamullerinin yanması olayı; mamülün ısınması, moleküllerin ayrışması (piroliz), tutuşma, yanma ve yanmanın ilerlemesi şeklinde incelenir (Bayramoğlu 2003, Kalın 2008). Şekil 2.1.'de tekstil liflerinin yanma döngüsü verilmiştir.



**Şekil 2.1.** Tekstil liflerinin yanma döngüsü (Schindler ve Hauser 2004, Kut ve Ömeroğulları 2012)

Gerekli ısı sağlandığında piroliz sıcaklığına ulaşıncaya kadar elyafın sıcaklığıda artmaya başlamaktadır.  $T_p$  (Piroliz) sıcaklığında ise yanmayan gaz, kömürleşme artığı, yanan gaz oluşmaktadır. Ayrıca lifin yapısında kimyasal değişiklikler meydana gelmektedir. Sıcaklığın artışıyla sıvı parçalanma ürünleri kül, daha çok yanmayan ve yanan gaz üreterek piroliz olmaktadır. Yanma sıcaklığına ulaşıldığında ise yanan gazlar ile oksijenin birleşmesiyle sonucu yanma olayı gerçekleşmektedir. Bu reaksiyon sonucunda büyük miktarda ışık ve ısı üretilmektedir (Çimşit 1999, Schindler ve Hauser 2004, Kalın 2008, Ömeroğulları ve Kut 2012).

## 2.6. Tekstil Materyallerine Güç Tutuşurluk Özelliği Kazandırılması

Güç tutuşur kumaşlar elde etmek için dört farklı yöntem bilinmektedir. Bunlar:

1. Yapısı itibariyle güç tutuşan liflerin (karbon, asbest, cam, PBI, PTFE, Nomex, Kevlar gibi) kullanılması
2. Liflerin kopolimerazasyon ve kimyasal modifikasyon ile yapılarının değiştirilmesi
3. Sentetik polimere lif çekimi esnasında güç tutuşma sağlayıcı kimyasalların ilave edilmesi
4. Kumaşın güç tutuşma sağlayan kimyasallar ile muamele edilmesi yöntemleridir (Horrocks ve Anand 2000, Kalın 2008, Chivas ve ark 2009, Kut ve Ömeroğulları 2012).

Bu yöntemler kumaşın kullanım alanına bağlı olarak; ayrı ayrı ya da birlikte kullanılarak en iyi güç tutuşma ve yanma davranışını sergileyecek kumaş yapıları elde edilebilmektedir (Kalın 2008).

## **2.7. Yapısı İtibariyle Güç Tutuşur Liflerin Kullanımı**

Polimerler kimyasal bileşenlerine göre organik ve inorganik olarak ayrılmaktadır. Organik polimerlerin içerisinde karbon, hidrojen, oksijen, azot ve halojen atomları bulunmaktadır. Bir atomun ana zincir üzerinde bulunması için minimum iki değerliğe sahip olması gerekmektedir. Hidrojen ve halojen atomları bu sebeple ana zincir üzerinde bulunmamaktadır (Kalın 2008).

Bağ enerjileri yüksek olan polimerlerin parçalanabilmesi için yüksek ısı enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır. İnorganik polimerlerde ana zincir üzerinde bulunan elementlerin bağ enerjileri organik polimerlerde bulunan elementlerin bağ enerjilerinden daha yüksektir. Yüksek ısıl ve mekanik özelliklere sahip polimerler; yüksek bağ enerjisine sahiptir. Polimerlerin çok yüksek sıcaklıklara dayanmaları; zincirlerinin kopma olasılıklarının azalmasından kaynaklanmaktadır. Polimer zincir üzerinde aromatik halkaların bulunması, rezonans ile kararlı sistemlerin varlığından dolayı yan grupların korunması sağlanarak yüksek sıcaklığa dayanıklı polimerler üretilebilmektedir (Özcan ve ark. 2004, Kalın 2008).

## **2.8. Yapısı İtibariyle Güç Tutuşur Lifler**

### **2.8.1. Asbest lifi**

Asbest lifi; kalsiyum, magnezyum ve demir silikatlarından oluşmaktadır. Titreşim önleyici, ses absorbe edici, elektrik ve ısı akımı kesici gibi birçok özellikleri sahiptir. Asbest; yüksek ısıya karşı dayanıklı bir lif olup genellikle yüksek ısıdan koruyucu alet ve giysi yapımında kullanılmaktadır. Diğer kullanım alanları ise; elektrik, kimya, plastik, otomotiv gibi sanayi alanlarıdır (Beyit 2006, Kalın 2008).

### **2.8.2. Cam lifi**

Cam elyafları genellikle kompozit malzemelerin takviyeleri için kullanılmaktadır. Cam lifinin bileşenleri silisyum dioksit, kireç taşı, alüminyum hidroksit, boraks ve sodyum karbonattır. Cam lifi; düşük maliyet, yüksek kimyasal direnç ve mukavemet, mükemmel yalıtım özelliğine sahiptir. Cam elyafıyla takviye edilmiş plastikler endüstriyel ve otomotiv uygulamalarında, spor alanında, bina izolasyonunda ve hafif uçak komponentlerinde kullanılmaktadır (Dayıoğlu ve Karakaş 2007).

### **2.8.3. Karbon lifi**

Karbon lifleri; poliakrilonitril, polivinildenklorid ve zift hammaddelerinden üretilmektedir. Karbon elyaflarının yüksek mukavemet ve sertliği başlıca karakteristik özellikleridir. Sıcaklık dayanımı, kimyasal ve biyolojik açıdan reaksiyon vermemesi, elektrik iletkenliği de spesifik uygulamalarda önem kazanmaktadır. Karbon lifinin kullanım alanları; kompresör, türbin, tekstil makinalarındaki hareketli parçalar ve mekikler, yarış arabası parçaları, tenis kortu, raket, sporcu giysileri ve uzay sektörüdür (Beyit 2006, Dayıoğlu ve Karakaş 2007).

### **2.8.4. Polibenzimidazol (PBI) lifleri**

Polibenzimidazol lifi, ısıya ve kimyasallara karşı dayanımlarıyla tekstil özelliklerini bir arada bulunduran yüksek performanslı bir elyaftır. PBI lifi; ısı veya alevle direkt olarak maruz kaldığında erimemekte, büzülmemekte hatta gevrememektedir. Polibenzimidazol, yüksek sıcaklıklara maruz bırakıldığında duman ve zehirli gaz açığa çıkarmaktadır. Kimyasallara karşı çok dirençli bir lifdir. Pahalı bir lif olmasına rağmen konfor özelliklerinin iyi, kimyasal ve ısı kombinasyonunun dayanıklı olmasından dolayı koruyucu giysilerde tercih edilen bir elyaftır (Cireli 2000, Özcan 2002).

### **2.8.5. Politetrafloretilen (PTFE) lifleri**

Politetrafloretilen lifi flor esaslı polimerik bir bileşiktir. PTFE lifi daha çok gözenekli membranlarla kaplanarak güç tutuşur ve kimyasal dayanımı yüksek olması istenen



kumaşların üretiminde kullanılmaktadır. Yüksek mukavemet ve gerilme dayanımı gösteren uzun zincir yapısına sahiptir. PTFE elyafı bilinen tüm kimyasallara karşı mükemmel direnç göstermektedir. Yüksek sıcaklıklarda toksik gazlar açığa çıkarabilmektedir ve lifin LOI değeri 100 dür (Beyit 2006).

#### **2.8.6. Polivinilklorid (PVC) lifleri**

Polivinilklorid lifi güç tutuşur yapısı ve düşük üretim maliyeti dolayısı ile elektrik ve haberleşme endüstrilerinde kullanılmaktadır. Vinil asetat ile vinil kloridin kopolimerizasyonu sonucunda vinyon lifi elde edilmektedir. Bu lif yanmayan ve alevlenmeyen bir liftir. Alevden çıktığında deri yanığı riski oluşturmamaktadır. Döşemelik kumaşlarda, perdelerde ve termal konfor istenen giysilik kumaşlarda kullanılmaktadır (Özcan 2002, Kalın 2008).

#### **2.8.7. Aramid lifi**

Aramid; "aromatik poliamid" kelimesinin kısaltılmış şeklidir. Aramid lifleri para-aramid ve meta-aramid olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Aramid elyafının en önemli özellikleri; termal stabilitesi, kimyasallara karşı direnci ve elastik modülleridir. Aramid elyaflar yüksek sıcaklığa ve kimyasallara karşı dayanımları nedeniyle filtrelerde, kayışlarda, halat ve kablolarda, yüksek performanslı kumaşlarda, itfaiyeci giysilerinde ve eldivenlerde kullanılmaktadır (Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Özel 2013).

#### **2.8.8. Poliamid-imid lifi**

Kermel olarakta bilinen poliamid-imid lifi; yüksek performanslı bir elyafıdır. Elyafın diğer elyaflarla karıştırılarak kullanılması tavsiye edilmektedir. Poliamid-imid lifi ve güç tutuşan viskoz rayonu karışımı, petrokimya endüstrisi ve itfaiyecilerin giysilerinde kullanılmaktadır. Poliamid-imid elyafı; hafiflik, yumuşaklık ve teri vücuttan atma gibi önemli özelliklere sahiptir. Kimyasallara karşı dirençli bir lif olup LOI değeri 32 dir (Özcan 2002, Kalın 2008).

### **2.8.9. Fenolik lifler**

Fenolik elyaflar; yüksek güç tutuşma özelliğine sahiptirler. Lifin LOI değeri %30-35 dir. Kumaşlar açık alev maruz bırakıldıklarında çekme ve bozulma meydana gelmeden kısa bir süre dayanabilmektedir. Fenolik lifler ordu, sanayi, spor uygulamalarındaki koruyucu giysilerinde kullanılmaktadır (Beyit 2006, Kalın 2008).

### **2.8.10. Poliakrilat lifi**

Poliakrilat lifinin LOI değeri oldukça yüksek olup bu değer 43 tür. Lif alev maruz bırakıldığında yanmaz, erimez ve duman oluşturmaz. Koruyucu giysiler için ideal bir elyaftır. Poliakrilat elyafın güç tutuşur özelliğinin yanında kimyasallara karşı koruyucu özelliğe sahip olmasından dolayı sıcak gaz ve sıvıların filtrasyonunda kullanılmaktadır (Cireli 2000, Kalın 2008).

## **2.9. Liflerin Kopolimerizasyon ve Kimyasal Modifikasyon İle Yapılarının Değiştirilmesi**

Polimerlerin bazı kimyasallar ile reaksiyona girmesi sonucunda güç tutuşur ürün haline gelmesi kimyasal modifikasyon olarak tanımlanmaktadır. Kopolimerizasyonda ise; güç tutuşurluk sağlayıcı element içeren bir monomerin, diğer bir monomerle polimerleşmesi sonucunda kopolimer oluşturmaktadır. Bu şekilde güç tutuşur özellik kazandıran element polimer zincirinde yer almaktadır ve polimer yapısı güç tutuşur hale gelmektedir (Cireli, 2000, Özcan ve ark. 2004).

### **2.9.1. FR viskoz lifi**

FR Viskoz; lif çekim öncesinde eriyik içerisine güç tutuşurluk özellik kazandıran halojen, azot ve fosfor bileşikleri içeren aditiflerin ilave edilmesi ile elde edilmektedir (Kalın 2008).

### **2.9.2. FR PES lifleri**

PES lifine fosfor ve brom içeren güç tutuşur maddelerle işlem uygulanarak güç tutuşur özellik kazandırılır (Kalın 2008).

### **2.9.3. FR yün lifleri**

Yün elyafları herhangi bir işlem uygulanmadan da oldukça iyi bir güç tutuşurluk özelliği göstermektedir. Yün elyaflarının tutuşma sıcaklığı ve LOI değeri pamuğa nazaran daha yüksek olup LOI değeri 25.2 dir. Yün lifine güç tutuşurluk özellik kazandırılmasında titanyum, zirkonyum ve hexaflorit-kompleks demir bileşikleri kullanılmaktadır (Kutlu 2002, Kalın 2008).

## **2.10. Sentetik Polimere Lif Çekimi Esnasında Güç Tutuşma Sağlayıcı Kimyasalların İlave Edilmesi**

Organik fosfor bileşiklerini ve antimon oksit ile birlikte organik halojen bileşiklerini içeren kimyasallar lif çekim öncesinde sentetik polimerlere ilave edilerek güç tutuşur özellik kazandırılmaktadır. Hidratlı alimünyum, magnezyum hidroksit ve borik asit ise inorganik güç tutuşurluk sağlayıcılardır. Her tipte polimer için her güç tutuşurluk sağlayıcı kimyasal malzeme uygun olmamaktadır. Etkili bir güç tutuşurluk elde edilebilmesi için polimerin bozunma sıcaklığına yakın bir bozunma sıcaklığına sahip güç tutuşurluk sağlayıcı kimyasal malzemenin olması gerekmektedir (Özcan ve ark. 2004).

### **2.10.1. Poliamid lifi**

Poliamid lifi üretilen ilk sentetik elyaf olup ticari olarak iki çeşit poliamid lifi vardır. Bunlar; naylon 6 ve naylon 6.6 dır. Poliamid lifi eriyikten çekilerek elyaf haline getirilmektedir (Kalın 2008).

### **2.10.2. Polyester lifleri**

Polyester elyafı, yaklaşık 300 °C de teraftalik asit ve etilen glikolün trans esterifikasyon reaksiyonunun sonucunda elde edilmektedir. Elyaf; eriyikten lif çekim metodu ile üretilmektedir. Bu nedenle polyester lifine güç tutuşurluk özellik kazandırılmasında kullanılacak katkı maddelerinin bozunmadan bu sıcaklığa dayanması gerekmektedir (Özcan ve ark. 2004).

### **2.10.3. FR Pamuk lifleri**

Pamuk liflerinde kullanılan güç tutuşurluk maddeleri katı fazlı etki göstermektedirler. Selülozik esaslı elyafların yıkamaya dayanıklı güç tutuşurluk işlemlerinde; fosfor içeren çapraz bağlı polimerik reçine ve selülozlarla kovalent bağ oluşturabilen reaktif kimyasal kullanılmaktadır (Kutlu 2002).

## **2.11. Kumaşın Güç Tutuşma Sağlayan Kimyasallar İle Muamele Edilmesi**

Güç tutuşur özellik sağlayıcı kimyasallar iki gruba ayrılmaktadır. Bu gruplar; reaktif olan ve reaktif olmayan şeklindedir. Reaktif olmayan grup; çoğunluğu tuzdan oluşmakta olan organik ve inorganik bileşiktir. Bu grup ucuzdur ve yıkama banyosunda çözünüp çözünmemesine göre yıkanmaya dayanıksız ya da yarı dayanıklıdır. Reaktif grup ise yıkamaya dayanıklıdır (Özcan ve ark. 2004).

Yapısı itibariyle güç tutuşur elyaflardan elde edilen kumaşların yıkama ve kullanım ömürleri çok iyidir. Başarılı bir güç tutuşurluk terbiyesi için gerekli tutuşma seviyelerini uygun maliyette klasik terbiye ve kaplama cihazları ile gerçekleştirebilmek gereklidir (Özcan ve ark. 2004, Kalın 2008).

## 2.12. Yün Lifi ve Özellikleri

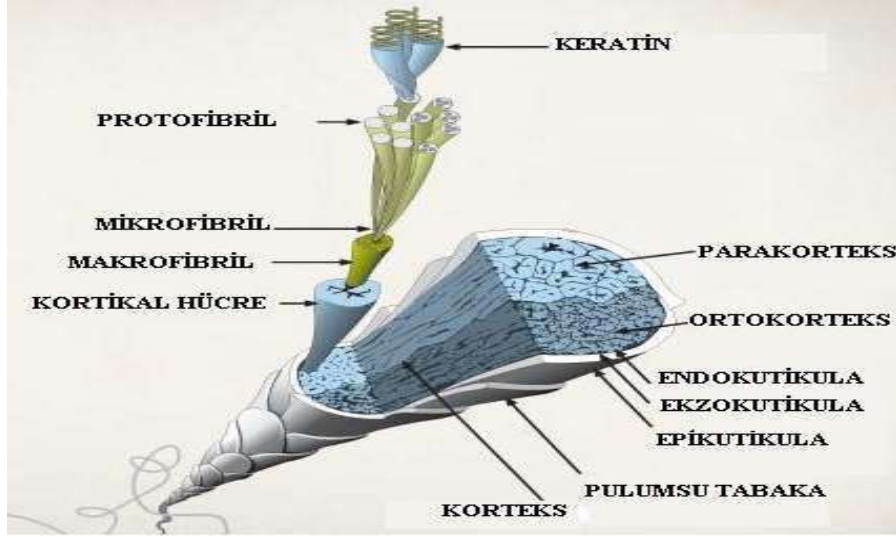
Yün lifi fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından çok değerli hayvansal bir lifdir. Isıl izolasyonu yüksek olan yün lifi, sıcak hava koşullarında serin, soğuk hava koşullarında sıcak tutma özelliğine sahiptir. Aynı zamanda bu lifler; nefes alabilirlik, nem emme ve nemi yapısında taşıyabilme, esneklik, kokuyu absorblama, yumuşaklık, güç tutuşurluk, biyolojik olarak çözülebilirlik ve geri dönüşüme uygun olmak gibi çok önemli özelliklere de sahiptir. Günümüzde kimyasal liflerin sektöre hakim olmasına rağmen yün lifi, kendine özgü üstün fiziksel ve performans özellikleri nedeniyle doğal lifler içerisinde en sık kullanılan hayvansal lif olmaya devam etmektedir (Simpson ve Crowshaw 2002, Johnson ve ark. 20003, Acar 2010, Mert 2012 ).

### 2.12.1. Yün lifinin fiziksel yapısı

Koyun derisi üzerindeki kıllar; kıl kökü ve kıl gövdesi olmak üzere iki kısımdır. Kırkım yolu ile elde edilen yünlerde kıl kökü bulunmaz (Başer 2002). Bir yün lifinin enine kesiti incelendiğinde 3 tabakadan oluştuğu görülmektedir;

- Epidermis ( kutikula, örtü hücreleri) tabakası
- Korteks tabakası
- Medulla tabakası (Başer 2002, Acar 2010, Yüce 2010, Mert 2012).

Bir yün lifinin enine kesiti incelenecek olursa en dışta epiderm, ortada korteks ve içte de medulla tabakası görülür (Başer 2002).



**Şekil 2.2.** Yün lifinin iç yapısı (Işıктаş 2009)

**Epidermis (Kütikül) Tabakası:** Kütikül de denilen epidermis tabakası, lifin en dış yüzeyidir. Lifin mikroskop altındaki görünen yüzeyi bu tabakadır. Birbiri üzerine kapanan pul şeklinde hücrelerden oluşmaktadır. Bu hücreler, sert ve şeffaf yapıdadır. Balık pulları ve yılan pullarına benzer görünüştedir. Pulların serbest uçları dışarıya doğru çıkıntılar yapar. Yün lifinin bu tabakası elyafın iç kısmının korunmasına yardım eder ve ona bir miktar sertlik verir (Işıктаş 2009, Kaveloğlu 2010, Yüce 2010).

Yün lifinin üzerinde bulunan pulların şekli ve dizilişleri, lifin temel özelliklerine etki etmektedir. İnce yünlerde tek bir pul lifin tamamını sarmaktadır. Kalın liflerde ise, çap ile birlikte pulların sayısı da artmaktadır. Pulların düzgün ve yüksek olması lifin yüzeyinin düzgün olmasına ve buna bağlı olarak da parlak olmasına yol açmaktadır. Son yıllarda elektron mikroskobu ile yapılan araştırmalarda epidermis (kütikül) tabakasının epikütikül, eksokütikül ve endokül olmak üzere üç kısımdan oluştuğu bulunmuştur. En dıştaki epikütikül tabakası çok ince olmakla birlikte, yapısında kükürt oranı ve buna bağlı olarak sistin bağları fazla olduğundan, kimyasal reaktiflere ve biyolojik etkenlere karşı dirençlidirler, fakat mekanik olarak tahrip edilebilmektedir (Başer 2002, Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Işıктаş 2009).

**Korteks tabakası:** Korteks tabakası, yün lifinin yaklaşık % 90 lık bir kısmını oluşturan ana parçadır. Yapısında, iğ şeklinde uzunca ve kat kat az veya çok bükülmüş kortikal hücreler bulunmaktadır. Yün lifinin dayanıklılığı, elastik özellikleri, doğal rengi ve boyanabilme yeteneği, bu kortikal hücrelerin yapısı ile ilgilidir. Kortikal hücrelerin çapı 2.5 mikron boyu ise 100 mikrondur. Kortikal hücrelerin yapısında makrofibriller vardır. Makrofibriller, mikrofibril adı verilen daha küçük yapıdaki birimlerden oluşmaktadır. Mikrofibriller, 11 tane protofibrilden meydana gelmiştir. Bir protofibril üç tane  $\alpha$ -keratin zincirinden oluşmaktadır. Korteks tabakası yün lifine mukavemet ve elastikiyet özelliklerini veren tabakadır. Bir lifte korteks tabakasının ince veya kalın olması elyafın fiziksel özelliklerini etkilemektedir (Mangut ve Karahan 2008, Işıktaş 2009, Yüce 2010)

Korteks hücreleri, yapılarındaki keratinin farklı modifikasyonda olması ve farklı miktarlarda sistin içermeleri nedeniyle; kimyasal dayanıklılığı ve izoelektrik nokta gibi diğer özellikleri farklı iki ayrı bölümden oluşmaktadır. Lifin enine kesiti incelendiğinde bu fark açıkça görülmektedir. Bunlardan kimyasal reaktif ve enzimlere daha az dayanıklı olan bölgeye ortokorteks, daha dayanıklı kısma ise parakorteks denilmektedir. Parakorteks hücreleri lifin iç bükey yüzeylerinde, ortokorteks hücreleri ise lifin dış bükey yüzeylerinde bulunmaktadır. Bu iki farklı yapı yün liflerinin kıvrımlı bir şekil göstermelerine sebep olmaktadır (Başer 2002, Dayıoğlu ve Karakaş 2007).

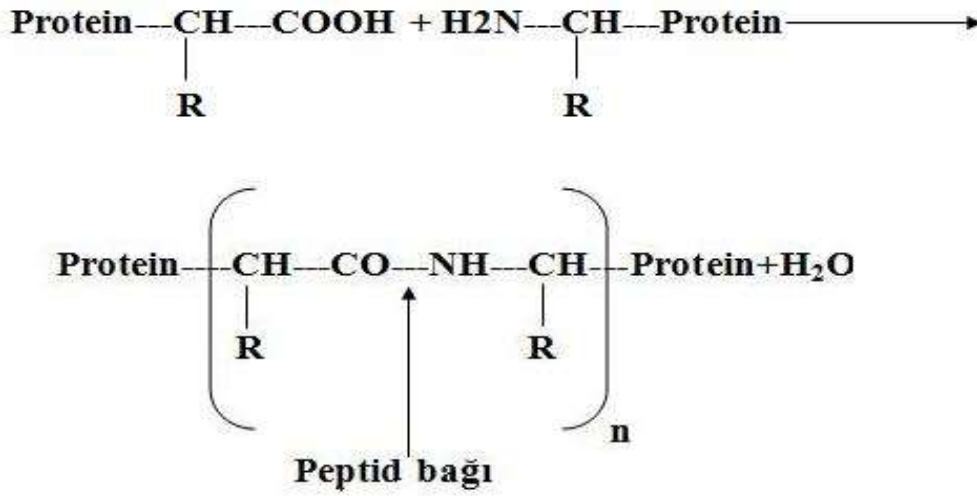
**Medula tabakası:** Yün lifine paralel şekilde uzanan ve lifin ortasında yer alan kanaldır. Medula hücrelerinden oluşan bu kanal ince lifte bir adet, kalın liflerde ise birkaç adet bulunur. Çok ince liflerde medula kanalına rastlanmamaktadır. Medula tabakasının başlıca görevi lifin içine hava boşlukları katarak lifin koruyucu özelliğini geliştirmektir (Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Işıktaş 2009, Acar 2010).

### 2.12.2. Yün lifinin kimyasal yapısı

Yün lifi, peptid zincirleriyle birbirine bağlanmış, 22 değişik amino asit içeren (R1,R2,..) bir protein lifidir (Başer 2002).



Şekil 2.3. Yün lifinin mikroskop altındaki görüntüsü (Başer 2002, Kaveloğlu 2010)



Şekil 2.4. Yün lifinin kimyasal yapısı (Yüce 2010)

Hayvansal esaslı bir lif olan yün, temel olarak proteinden oluşmaktadır. Kimyasal olarak yün lifi, keratin olarak adlandırılan protein grubuna dahildir. Keratin makromolekülleri katyonik, anyonik hidroksil gruplar ve kükürt içeren, polar ve hidrofob karakterlerde yirmi iki farklı alfa amino asitten oluşmaktadır. Zincir yapıları birbirlerine tuz köprüleri ve sistin bağları ile bağlanmıştır. Yün lifleri tüm doğal ve yapay elyaflar arasında en fazla çeşitte moleküller arası çekim kuvvetlerinin bulunduğu liflerdir. Yün lifi, lineer formda olmayıp, uzunluğu boyunca sarmal bir yapıda olan



polipeptid zinciridir. Yün lifini oluşturan aminoasitler; hem asidik karboksil grubu, hem de bazik amino grubu içerdiklerinden dolayı amfoter özellik göstererek, hem asitler hem de bazlarla tuz oluşturabilmektedirler. Amino asitlerdeki karboksil gruplarından kopan hidrojen iyonları kendi amino gruplarına bağlanarak iç tuz oluşturdukları pH, isoiyonik noktadır. Amino asitler bu pH değerinde iç tuz, daha düşük pH'larda katyon, daha yüksek pH'larda ise anyon halinde bulunmaktadır. İsoiyonik noktada tuz köprüleri sayısı en fazladır. Bu nedenle yün lifleri isoiyonik bölgede en dayanıklı durumdadırlar ve tepkimelere girme istekleri düşüktür (Duran ve ark. 2006, Yüce 2010).

### **2.12.3. Yün lifinin fiziksel özellikleri**

Yün elyafında fiziksel özellikler, yün elyafının işlenmesi ve kullanımı açısından önem taşımaktadır (Kaveloğlu 2010). Yün lifinin en önemli fiziksel özellikleri aşağıda verilmiştir.

**İncelik:** Yün elyafında incelik en önemli özelliklerden biridir ve lifin kalitesini belirlemektedir. Yünün inceliği, elde edildiği hayvanın cinsine göre farklılık göstermektedir. Yün lifinin inceliği "s" değeri ile ifade edilmektedir. "S" derecesi (spinning count), 1 pound yünden eğrilebilen her bir 560 yarda uzunluktaki çilesini belirtmektedir. Bu birim en düşük 32's ve en yüksek 80's olarak sıralanabilir. Lifteki 's derecesi arttıkça lifin inceliği de artmaktadır. S değeri en kalın lifler için 32' s ile en ince lifler için 80's arasında değişmektedir. Elyaf inceliği her şeyden önce iplik numarasını etkilemektedir. İnce iplik yapabilmek için ince elyaf kullanmak gerekmektedir. Elyafın incelik özelliği lifin diğer özellikleriyle de yakından ilişkilidir. İncelik iplik mukavemetini ve iplik düzgünlüğünü etkilemektedir. Uzun elyafly yünler kaba ve az kıvrımlıdır. Kısa elyafly yünler ince ve çok kıvrımlıdır. İnce yünler kıvrımlılıkları nedeni ile daha iyi örtücülük özelliğine sahiptir (Başer 2002, Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Işıktaş 2009, Dalgıç 2009, Kaveloğlu 2010).

**Uzunluk:** Yün lifinde uzunluk, incelikle beraber kalite faktörü olarak rol oynayan en önemli özelliklerden biridir. Yün liflerinin birçoğu 3-18 cm uzunluğundadır. Yün liflerinin uzunluğu hangi tip iplik üretileceği hakkında ipucu vermektedir. Örneğin; kaba yapılı strayhgarn iplikler için kısa yün elyafları (3-8 cm arası), daha düzgün yapılı

kamgarn ipliklerin eldesi için ise uzun yün elyafları (9-18 cm arası) uygundur. Yün elyaflarının uzunluğu, elyaf inceliğiyle ilişkilidir. Genel olarak kalın liflerin uzun, ince liflerin ise kısa olduğu bilinmektedir. Kalınlık arttıkça yünde eğrilebilme özellikleri kötüleşmektedir. İpliğe verilen bükümle uzun lifler birbirine daha iyi sarılacağından dolayı daha sağlam iplikler elde edilmektedir. İplikte bulunan kısa elyaf oranının fazla olması iplik tüylülüğünü arttırmaktadır. Dolayısıyla uzun liflerden daha düzgün, parlak iplikler elde edilmektedir. Yün liflerinde uzunluk; bir ırk karakteristiği olmakla beraber, dış etkenler, yetiştirilme özellikleri ve cinsiyetine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Yün lifleri kıvrımlı bir yapıya sahip olduklarından dolayı 2 çeşit uzunluk söz konusudur. Yün lifinin kıvrımlı haldeki uzunluğuna doğal uzunluk, kıvrımların açıldığı haldeki uzunluğuna ise gerçek uzunluk denilmektedir (Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Işıktaş 2009, Kaveloğlu 2010).

**Mukavemet:** Yün lifinin az miktarda hidrojen bağı oluşturmasından dolayı gerilme direnci ve kopma mukavemet düşüktür. Lifin kopma mukavemeti 1-2 cN/dtex arasında değişmektedir. Yün liflerinde mukavemet kalıtsal bir özelliktir. İklim, beslenme, bakım koşulları, kırkım şekli, işleme tekniği gibi faktörler mukavemeti etkileyen unsurlardır. Yün lifinin yaş haldeki mukavemeti, kuru haldeki mukavemetine göre % 10–20 daha düşüktür. Bunun sebebi ise su molekülleri polimerdeki hidrojen bağlarının kopmasına ve amorf bölgelerdeki tuz bağlarının hidrolizine sebep olmaktadır. Nem sebebi ile lifte şişme görülmekte ve molekül zincirleri arasındaki tutuculuk azalmaktadır (Harmancıoğlu 1974, Başer 2002, Işıktaş 2009).

**Elastikiyet:** Yün elastik bir lifdir. Yün lifi yavaş bir şekilde ve koparılmaksızın uzatıldığında, belirli bir uzama göstermektedir. Yük ortadan kaldırıldığında ise, lif kısa bir süre içerisinde kısmi bir geri toplama gösterir ve lifte bir miktar uzama kalır. Fakat yeterli süre verildiği takdirde, bu uzamada ortadan kalkmaktadır. Yani yün lifi kuvvet ortadan kalkınca ilk formuna dönme yeteneğindedir, kalıcı uzama göstermez. Yün liflerinin sürekli deformasyon göstermeksizin, gerilme süresi kısa tutulmak şartıyla, % 20-35 oranında uzayabileceği kanıtlanmıştır. Lifin yaşken uzama elastikiyeti daha da artmaktadır (Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Işıktaş 2009).

**Yaylanma Kabiliyeti:** Bir lifin sıkıştırıldıktan sonra, basıncın kalkması ile eski biçimine ve hacmine dönebilmesine yaylanma kabiliyeti denilmektedir. Yün lifinin yaylanma kabiliyeti çok iyidir. Yündeki medula tabakasının varlığının lifin yaylanma kabiliyeti üzerine olumlu etkisi vardır. Yumuşak liflerin yaylanma özelliği çok iyi değildir. Sert elyafların yaylanma yetenekleri daha yüksektir. Yünlü kumaşlar lifin bu özellikleri sayesinde şeklini korur, dökümlüdür ve kolay buruşmaz. Halı, döşemelik ve yatak yapılacak ürünlerde yün lifleri tercih edilmektedir (Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Dalgıç 2009, Kaveloğlu 2010).

**Keçeleşme Özelliği:** Yün ve diğer kıl kökenli hayvansal liflerde görülen keçeleşme özelliği; sıcaklık, basınç ve kimyasalların etkisiyle mekanik hareketler sonucu elyafın boydan ve enden çekip kısılmasıdır. Bu kısılma sırasında, pullar dışa ve geriye doğru kıvrılmaktadır. Bu kıvrılmalarla elyaflar birbiri üzerine dolanır ve düğümlenir. Bu olay yünün korteks tabakasının şişmesi ve bunun sonucu olarak boyca kısılmasıdır. Kısılmanın yönü elyafın kök kısmına doğru olur ve elyaf kendi kendine kıvrılmaya başlar. Hareketin elyaf ucuna doğru değil de kök ucuna doğru olmasının sebebi yüzey yapısından kaynaklanmaktadır. Yünün keçeleşmesi için ortamda su bulunması ve lifin hareket halinde olması gerekmektedir. Keçeleşme olayı ısı, asit ve bazların yardımıyla artmaktadır. Isı, elyafları elastikleştirir ve hareketini kolaylaştırır; ayrıca elyaftaki şişmeyi de artırır. Elyafların şişmesi de liflerin birbirleri ile daha fazla temas yüzeyi oluşturmasını sağlar ve birbirlerine düğümlenmesine sebep olur. Asit ve bazlar da aynı şekilde etki yapmaktadır. Keçeleşme özelliği ince yünlerde kalın yünlere oranla daha fazladır. Bunun sebebi ise ince yünlerin daha fazla kıvrıma ve dolayısıyla daha fazla hareketliliğe sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Yünün keçeleşme özelliği, terbiye işlemlerinde dikkat edilmesini gerektiren bir özelliktir. Yün lifi çok fazla harekete maruz kaldığında keçeleştiği için, liflere zarar görmeyecek şekilde terbiye işlemlerinin uygulanması gerekmektedir (Başer 2002, Dayıoğlu ve Karakaş 2007).

**Nem Absorbsiyonu:** Yün lifler arasında en fazla nem absorblayan elyaftır. Lifin standart atmosfer şartlarında nem çekme değeri % 16-18 arasındadır. Yün lifinin fazla miktarda nem çekmesinin sebebi yapısında amorf bölgelerin çok olması ve su moleküllerini polimer zincirleri arasına kolayca girebilmesidir. Bunun birlikte

yapısındaki polar peptid grupları ve tuz bağları da su molekülleri ile ilişkiyi arttırıcı olarak rol oynamaktadır. Yün elyafının en önemli özelliği, nem absorblama sırasında fazla miktarda ısı açığa çıkarmasıdır. Bu nedenle konfor ve sağlık açısından kışın kullanılacak en uygun liftir (Başer 2002, Dalgıç 2009).

**Renk ve Parlaklık:** Yünün lifinin rengi genellikle sarımsı beyazdır. Aynı hayvandan elde edilen yünlerde değişik renk varyasyonlarına rastlamak mümkündür. Bununla birlikte, lifin rengi koyun türlerine bağlı olarak gri, kahverengi veya siyah olabilmektedir. Yün elyaflarında istenen özelliklerden biri de parlaklıktır. Lifin parlaklığı ise koyunun cinsine, yetişmesine ve yaşadığı bölgenin iklim ve doğa koşullarına bağlı olarak büyük değişim gösterir. Yün lifinin dış yüzeyi ne kadar az pürüzsüz ve kıvrımsız ise ışığı o derece çok yansıtmakta ve parlak görünmektedir. Kıvrımlı elyaflar daha az parlak, kıvrımsız elyaflar ise daha parlak görünmektedir. İnce ve kıvrımlı Merinos yünü gümüşümsü bir parlaklığa sahiptir. Uzun şapelli ve uzun dalgalı yün lifleri ise ipeksi bir parlaklığa sahiptir (Harmancıoğlu, 1974, Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Işıktaş 2009, Kaveloğlu 2010).

#### **2.12.4. Yün lifinin kimyasal özellikleri**

Yün lifi; protein zincirinin yan gruplarında asidik (-COOH) ve bazik (-NH<sub>2</sub>) gruplara sahip olmasından dolayı hem asitlerle hem de bazlarla reaksiyon verebilen amfoter karakterli bir elyaftır. Bu özelliği sayesinde hem asidik hem de bazik boyar maddelerle boyanabilmektedir (Başer 2002, Dayıoğlu ve Karakaş 2007).

**Suyun Etkisi:** Su molekülleri, soğukta ve sıcakta keratine farklı şekillerde etki etmektedir. Bu etki, sıcakta sistin bağlarının kopması soğukta ise tuz bağlarının kopması şeklinde olmaktadır. Fakat, bu kopmadan sonra materyal kurduğunda ve soğuduğunda yeniden molekül-içi bağlar oluşmaktadır. Sıcaklığın artmasıyla suyun etkisi de artmaktadır. Yün proteini 150 °C de basınç altında hidroliz olur, peptid bağları kopar. Dolayısıyla parlaklık ve dayanım azalır, form bozulur (Başer 2002, Duran ve ark. 2006, Yüce 2010).

**Asitlerin Etkisi:** Yün lifi asitlere karşı dayanıklı elyaflardandır. Asitlere karşı bazlardan daha dayanıklıdır. Derişik kuvvetli asitler, özellikle yüksek sıcaklıklarda yün lifindeki protein zincirini parçalamaktadır. Nitrik asit yün lifi üzerinde değişik bir etkiye sahiptir. Derişik nitrik asit uygulaması, yün elyaflarını sarartmaktadır. Bunun nedeni, nitrat asidinin proteinle ksanto protein oluşturmasıdır. Seyreltik anorganik asit çözeltileri ile muamele edilen yün lifleri, keratinin amfoter özelliğinden dolayı bir miktar asit absorblamaktadır. Yüne bağlanan bu asit, su ile çalkalanarak giderilemez (Başer 2002, Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Yüce 2010).

**Bazların (alkalilerin) Etkisi:** Yün lifi baz çözeltilerinde kolayca çözünmektedir. Fakat çok zayıf alkali çözeltileri yün lifini etkilememektedir. Bazlar; lifteki tuz bağlarını ve sistin köprülerin etkiler, yün lifinin mekanik özelliklerinin yanında keratinin yapısındaki kükürt miktarını da azaltmakta ve konsantrasyonuna bağlı olarak bir miktar keratini çözüdüremektedir. Yün lifindeki bu etkiler, bazın cinsine, sıcaklığa, süreye ve konsantrasyona bağlı olarak değişmektedir (Başer 2002, Duran ve ark. 2006, Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Yüce 2010).

**Tuzların Etkisi:** Alkali ve toprak alkali metallerin nötr tuzları, yün lifleri tarafından az miktarda absorblanmaktadır. Bu tuzların sulu çözeltilerinin de etkisi aynı olmaktadır. Kaynar çözeltilerde ve uzun sürede tuz çözeltilisinin konsantrasyonu %5'i aştığında, yün lifi kısmen bozunmaktadır (Başer 2002, Dayıoğlu ve Karakaş 2007).

**Işığın Etkisi:** Yün lifi uzun süre ışık altında kalırsa rengi ve tutumu değişmektedir. Lif kırılğan bir yapı kazanmakta ve aminoasitlerin parçalanması nedeniyle sararma gözlenmektedir. Ayrıca, lifin kopma mukavemeti ve boyaya ilgisi (afinitesi) azalmaktadır. Yün lifinin rengine sararmalar görölmektedir. Bunun sebebi ise UV ışınlarının peptit ve disülfür bağlarına etki etmesidir (Başer 2002, Duran ve ark. 2006, Dayıoğlu ve Karakaş 2007)

**Isının Etkisi:** Yün lifi, 100 °C civarında kurutulduğunda rengine hafif bir sararma görölmektedir. Lif bu sıcaklıkta uzun süre tutulduğunda yapısındaki higroskopik nem uzaklaşacağından dolayı elyaf sert ve dayanıksız bir hale gelmektedir. 100-150 °C'da

ısıtıldığında ise lifte bozunma başlamaktadır. 200 °C'da ısıtılmış yün elyafları kahverengiye dönmeye başlamaktadır. Sıcaklık artışı ile piroliz hızlanmakta ve yaklaşık 590 °C'ın üzerine çıktığında, piroliz gazları kıvılcım ile tutuşmaktadır. 670 °C'ın üzerinde ise piroliz gazlarının kendiliğinden tutuştuğu görülmektedir (Başer 2002, Dayıoğlu ve Karakaş 2007).

**Küf ve Mantarın Etkisi:** Doğal lifler arasında küf ve mantardan en az etkilenen elyafıdır. Ancak yaş halde uzun süre bırakılırsa küflenmektedir. Eğer lifin sistin bağları zarar görmüşse küften daha kolay etkilenmektedir (Duran ve ark. 2006, Yüce 2010).

Yün elyafının teknik uygulamalar açısından cazip kılan bazı özellikleri ise şu şekilde sıralanabilmektedir;

**Güç Tutuşurluk:** Tekstil lifleri arasında sıklıkla kullanılan yün elyafı yanmaya en dayanıklı olan lifdir. Alevin yayılması ve tutuşması zordur. Söndürülmesi kolay bir lifdir. Yün lifinin güç tutuşurluk ile ilgili doğal özellikleri;

- Tutuşma sıcaklığı yüksek (750 – 800°C)
- Yüksek LOİ değeri (% 25-26)
- Düşük yanma ısı (196kj/g) ve ısı açığa çıkması (9,6 kj/g)
- Azot içeriği yüksek (% 16)
- Nem içeriği yüksek (%10-14)
- Erimez ve damlamaz, kömürleşir.

Yüksek tutuşma sıcaklığı, yün lifinin yanma esnasında ortamda en son tutuşmasını sağlamaktadır. Yüksek LOİ değeri sayesinde de yün lifinin tutuşması zorlaşmaktadır. Yünün kimyasal yapısındaki yüksek azot ve nem içeriği life doğal güç tutuşurluk özelliği kazandırmaktadır. Ayrıca yanma sırasında kolay tutuşabilir olan erime ve damlama ürünleri oluşmamaktadır (Johnson ve ark. 2003, Bahtiyar ve ark. 2008).

**Antimikrobiyal Özellikler:** Yün lifinin doğal ortamda oluşması, bakteri ve mantarların üreme olanağını azaltmakta ve bunlara karşı gelişmiş mekanizmaya sahip olmasını sağlamaktadır. Yün lifinin kütikül tabakası elyaf yüzeyini pürüzlü yapmakta ve mikropların life tutunmasını zorlaştırmaktadır. Epikütikulanın yağ tabakası ıslak yün

kokusu ile elyafa antimikrobiyel özellik kazandırmaktadır (Johnson ve ark. 2003, Bahtiyar ve ark. 2008).

**Kirletici Madde ve Koku Absorbsiyonu:** Yün lifi, formaldehit, azot oksit ve kükürt dioksit gibi bazı önemli kirlilikleri absorblayabildiğinden yün halıların kullanımı oldukça büyük bir öneme sahiptir. Formaldehitin kolayca absorblanmasının nedeni arjinin ve tritofan amino zincirleri ve birincil amino grupları ile kimyasal olarak reaksiyon verebilmesidir. Amonyak, kaprik ve asetik asit gibi uçucu yağ asitleri ve vücut kokuları ile ilgili bileşikler de yün lifi tarafından absorblanmaktadır (Johnson ve ark. 2003, Bahtiyar ve ark. 2008).

#### 2.12.5. Yün lifinin kullanım alanları

**Konfeksiyon:** Yün elyafının sahip olduğu fiziksel ve kimyasal yapı konfeksiyon için değerli bir lif olmasını sağlamaktadır. Yün lifini konfeksiyon için vazgeçilmez yapan bazı özellikleri şunlardır:

- Ilık ve soğuk tutma özelliğinin olması
- Nefes alabilir olması
- Nemi çekme ve yapısında taşıyabilme özelliğinin olması
- Esnek olması
- Koku özelliğinin düşük olması
- Koku absorblama yeteneğinin olması
- Yumuşak olması
- Güç tutuşur özelliğe sahip olması
- Biyolojik olarak çözünebilirlik ve geri dönüşüme uygun olmasıdır (Johnson ve ark. 2003, Bahtiyari ve ark. 2008).

**Halı ve Döşemelik:** Yün lifinin kirlenmeye, lekelenmeye ve yanmaya karşı gösterdiği direnç döşemecilikte önemlidir. Yeni eğirme teknolojileri ile yün lifinden çok ince iplikler üretilebilmektedir ve bu ipliklerden elde edilen çok hafif kumaşlar uçakların iç döşemelerinde kullanılmaktadır. Yanmaya karşı dirençli olan bu kumaşlar yüksek sıklıkta, kolay temizlenebilir, yüksek görünüm ve kullanım özelliklerine sahiptir. Yün

sahip olduğu güç tutuşurluk, kir iticilik, ve esneklik gibi özellikleri ile halıcılık için değerli bir liftir (Johnson ve ark. 2003, Bahtiyari ve ark. 2008).

**Tıbbi Tekstiller:** Tıbbi uygulamalarda kullanılan tüm elyaflar zehirli, alerjik ve kanserojen olmamalıdır. Aynı zamanda sterilize edildiklerinde fiziksel ve kimyasal yapılarında herhangi bir değişiklik meydana gelmemelidir. Yün lifi; sargılarda, basınçlı bandajlarda, yara örtülerinde, yaralanmayı önleme amaçlı özel giysilerde ve yatak yarasının önlenmesi amacıyla kullanılan tıbbi malzemelerde kullanılmaktadır (Horrocks ve Anand 2000, Bahtiyari ve ark. 2008).

**Jeotekstiller ve Tarım Teknik Tekstilleri:** Jeotekstiller; toprak ve toprak esaslı yapılarla ilgili olarak kullanılan tekstil materyallerini ve yan ürünlerini oluşturan teknik tekstillerin bir alanıdır. Dokusuz yüzey olarak üretilen yün materyalleri, tohum ekiminden sonra örtü olarak kullanılabilir. Böylelikle buharlaşma azaltılmakta ve toprak sabit sıcaklıkta kalabilmektedir. Bunun sonucu olarak da ürünün yeşermesi hızlanmaktadır. Hasır ve dokusuz yüzey yünler; tenis kortlarında, kriket sahalarında ve park alanlarında kullanılmaktadır. Hafif gramajlı olarak üretilen yün hasırlar, nemin büyümekte olan bitkilere dağıtılmasında ve gölgelik amaçlı da bahçecilikte kullanılmaktadır (Johnson ve ark. 2003, Duran ve Bahtiyari 2003).

**Koruyucu Giysiler:** Koruyucu giysiler, zararlı maddelerden ve kötü çevre koşullarından korunmak için giyilen giysilerdir. Koruyucu giysilerden termal, kimyasal, balistik ve mikrobiyolojik özellikler göstermesi istenmektedir. Bu özelliğe sahip elyafların kullanılabilmesi için konfor, tutum, renk, kolay bakım ve dayanıklılık gibi özelliklere de sahip olması gerekmektedir. Yün lifinden elde edilen kumaşlar; yangın söndürme ve metal işleme endüstrisinde, eriyik metallerin akıtılmasında, özellikle de demir ve alüminyum eritme tesislerinde kullanılmaktadır. Güç tutuşur yün lifi kömürleşme özelliği ile aleve karşı büyük direnç göstermektedir. Eş değer güç tutuşur kumaşlara kıyasla daha fazla koruma süresi sağlamaktadır. Metal işleme endüstrisinde çalışan özellikle yüksek ışımaya ve ısıya maruz kalan işçiler yün lifinin termal tamponlama özelliği sayesinde korunabilmektedirler. Ayrıca yün lifi havacılık alanında,



uçuş personelinin giysilerinde de kullanılmaktadır (Horrocks ve Anand 2000, Johnson ve ark. 2003, Bahtiyari ve ark. 2008).

Ayrıca yün lifi; yalıtım malzemeleri, hayvan örtüleri, akıllı materyaller gibi alanlarda da kullanılmaktadır.

### **2.13. Aramid Lifi ve Özellikleri**

Aramid terimi “aromatik poliamid” kelimesinin kısaltılmasıdır. Aramid elyaflar yüksek performanslı yapay sentetik elyaflardır. Aramidler düşük yoğunluk ve yüksek dayanıma sahip liflerdir. Amid bağlarının (-CO-NH-) en az %85’i doğrudan iki aromatik halka arasına bağlanmış şekildedir. Aramid lifleri uzun zincirli polimerlerdir ve aromatik halkaları altı karbon atomundan, birbirine ve farklı hidrojen atomlarının farklı kombinasyonlarına bağlandığı moleküler yapılardır. Aramid liflerinin kullanımlarının artmasındaki en önemli özellikleri; sıcaklık stabilitesi (uzun süreli aynı çalışma sıcaklığı), kimyasallara ve darbelere karşı dayanım, düşük yoğunluk, yüksek modül ve negatif ısıl genişleme katsayısıdır (Tunç 2012, Özel 2013).

Aramid lifleri; para-aramid ve meta-aramid olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Aramidler, yapıdaki aromatik halka zincirinin katılığını arttırmaktadır. Yapı halkanın bağlantı şekline göre meta-aramid veya para-aramid olarak adlandırılmaktadır. Para aramidlerde aromatik grup 1. ve 4. karbon atomları üzerinden zincire dahil olmaktadır ve en basit formu 'poli p-fenilentereftalamid'dir. Para-aramidler piyasada Kevlar® ve Twaron® lifleri olarak bulunmaktadırlar. Meta-aramidlerde ise aromatik grup 1. ve 3. karbon atomları üzerinden zincire dahil olmaktadır. Nomex® adı altında ticarileştirilen meta-aramid elyafları, poli-m-fenilenisofhtalamid yapısındadırlar. Aromatik poliamidlerin ilk ticari uygulamaları 1960' ların başında meta-aramid lifleri olarak başlamıştır. 1970 li yıllarda ise para-aramid lifleri geliştirilmiştir. Son yıllarda çeşitli üretici firmalar değişik ticari isimlerle piyasaya aramid elyaflar sürmüşlerdir (Hongu ve Phillips 1997, Çelikkanat 2002, Tunç 2012, Özel 2013).

**Çizelge 2.2.** Bazı aramid liflerinin ticari isimleri ve üretici firmaları (Özel 2013).

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

### **2.13.1. Aramid liflerinin temel özellikleri**

- Hafiftir
- Mükemmel alev direnci ve termal koruma sağlamaktadır,
- Kimyasallara karşı yüksek dirence sahiptir,
- Kopma ve yırtılmalara karşı dayanıklı, kesilmesi ve kırılması zor bir lifdir,
- Yüksek çekme kuvveti, düşük elektriksel iletkenliğine sahiptir,
- Elyafta erime ve damlama meydana gelmez,
- Yüksek uzamaya sahiptir,
- Aşınmaya karşı dirençlidir,

- Isı bariyerli bir liftir, şekillendirilebilir,
- Radyasyona karşı dayanıklıdır ve elektrik yalıtımlıdır (Tunç 2012, Özel 2013).

### **2.13.2. Aramid liflerinin kullanım alanları**

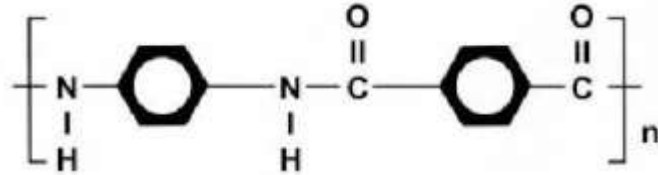
Aramid lifleri, mükemmel fiziksel ve termal özellikleri olmasından dolayı geniş bir kullanım alanına sahiptirler;

- Termal koruyucu giysiler
- Endüstriyel uygulamalar
- İzolasyon malzemeleri
- Askeri uygulamalar
- İtfaiyeci giysileri
- Sporcu kıyafetleri
- Eriyik metal sıçramalarına karşı koruyucu kıyafet uygulamaları
- Havacılık uygulamalarında kemerler ve kayışlar
- Dağcılık halatları
- Kaldırma kayışları
- Haberleşme (iletişim) kabloları
- Balistik uygulamalar
- Emniyet halatları ve şeritler (Hongu ve Phillips 1997, Karacan 2000, Özdemir 2011, Çelikkanat 2002).

## 2.14. Para-aramid Lifleri

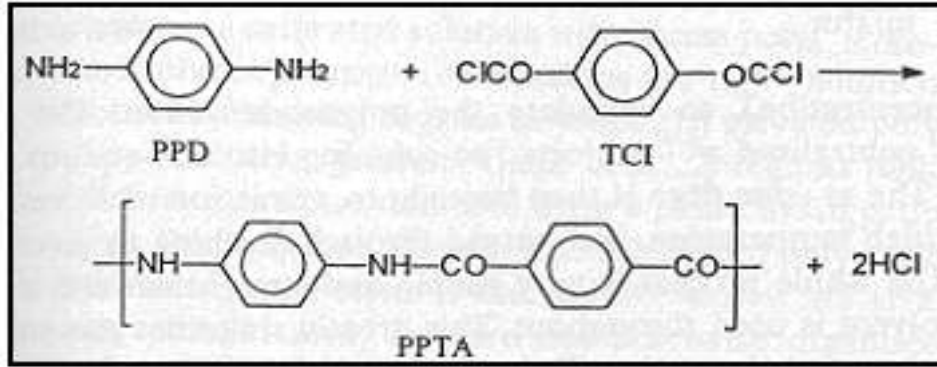
Lifin en basit formülü 'poli p-fenilentereftalamid' dir. Para-aramid liflerde aromatik grup 1. ve 4. karbon atomları üzerinden zincire dahil olmaktadır. Bu lifler piyasada Kevlar (Dupont-USA), Heracron (Kolon-Kore) ve Twaron (Teijin-Japonya), Aramis (Rusya) lifleri olarak bulunmaktadır (Hongu ve Phillips 1997, Çelikkanat 2002, Tunç 2012, Özel 2013).

Poli p-fenilenteraftalamid lifi DuPont firması tarafından 1972 yılında Kevlar ticari ismiyle piyasaya çıkarılmıştır. Kevlar elyafları kuru jet-yaş lif çekim yöntemine göre elde edilmektedir. Kevlar p-fenilendiamin ile teraftalokloridin kondenzasyon reaksiyonu sonucu oluşmaktadır. Reaksiyon sonucu oluşan aromatik poliamid, aromatik ve amid grupları içermektedir. Polimer bu iki grup sayesinde yüksek mukavemete sahip olmaktadır. Aromatik halka yapısı yüksek termal stabiliteyi sağlamaktadır. Meta-aramid lifine göre yüksek yırtılma, kesme ve yüksek modül elastikiyetine sahiptir. Yüksek kesme mukavemetine sahip olmasından dolayı balistik ürünlerde, kauçuk ve lamine ürünleri güçlendirmek için kompozitlerde kullanılmaktadır. Twaron lifi (Teijin-Japonya) aramid polimerlerinden oluşturulmuş hafif ve yüksek mukavemetli bir lifdir. Aramid molekülleri rijit polimer zincirleridir ve kuvvetli hidrojen bağları ile zincir oluşturmaktadır. Para oryante olmuş benzen halkalarına sahiptirler (Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Tunç 2012). P-fenilendiamin ile teraftaloklorid' in HCl açığa çıkarması sonucu oluşan poliparafenilenteraftalamidin (PPTA) formül olarak ifadesi Şekil 2.5. deki gibidir.



Şekil 2.5. Para-aramid lifinin formül olarak yazılışı (Tunç 2012)

P-fenilendiamin (PPD) ve tereftaloklorid (TCI) ile bir solvent içerisinde (metil pyrolidon) polikondenzasyon reaksiyonu gerçekleşir. Polikondanse ürün; solvent içerisinde çıkarılır, kurutulur ve çekim için sülfürik asit içerisinde 80°C de eritilir. İyi bir elyaf özelliğine sahip olmak için gerekli olan sülfürik asit içerisindeki polimer konsantrasyonu ve çekim sırasındaki sıcaklıklardır. Polimer çözeltisi sıvı kristal yapıda çıkmaktadır. Çekim işlemi yaş lif çekim prosesine göre yapılmaktadır. Kurutma işleminden bittikten sonra iplik filamentleri ikincil ısıl işlemde azot ortamında ve 1:1, 001-1,021 oranında 250 °C - 550 °C de çekim işlemi yapılır. Para-aramd lifleri diğer çekilmiş sentetik liflere göre yüksek modüllü elastikiyet özelliğine sahip liflerdir (Çay ve ark. 2007, Tunç 2012).



**Şekil 2.6.** Düşük sıcaklık polikondenzasyonu ile PPTA sentezi (Çay ve ark. 2007)

Aramidlerin lif çekim çözeltileri sıvı kristalin yapısı göstermektedir. Lif üretimindeki ilk adım % 100' lük sülfürik asit ile hazırlanan lif çekim çözeltisinin 80 °C' a ısıtılmasıdır. Bu sıcaklıkta, ağırlıkça %10 civarındaki polimer konsantrasyonunun üzerindeki konsantrasyonlarda çözelti sıvı kristalin faza tekabül etmektedir. Çubuk benzeri polimerler rijit olduklarından dolayı kendilerini birbirlerine göre oryante etmektedirler (Çay ve ark. 2007, Tunç 2012).

Lif çekim çözeltisi düzeden geçtikten sonra 0,5-1 cm'lik hava boşluğundan 0-5 °C 'deki soğuk su banyosuna aktarılır. Burada sadece soğuk sudan oluşan koagülasyon banyosuna giriş hızı artmaktadır ve kristaller kısmen paralel hale gelmektedir.

Koagulasyon banyosunda katılaşıma sağlanmaktadır. Lif çekimi sonunda yüksek oryantasyon sağlanmaktadır (oryantasyon açısı  $12^0$ den az), fakat daha sonra gerilim altında çok kısa sürelerde bir art ısıtım işlem yapılarak kristalizasyon artırılmaktadır. Isıtım işlem sonucunda oryantasyon açısı  $9^0$  nin altına düşmektedir (Çay ve ark. 2007, Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Tunç 2012).

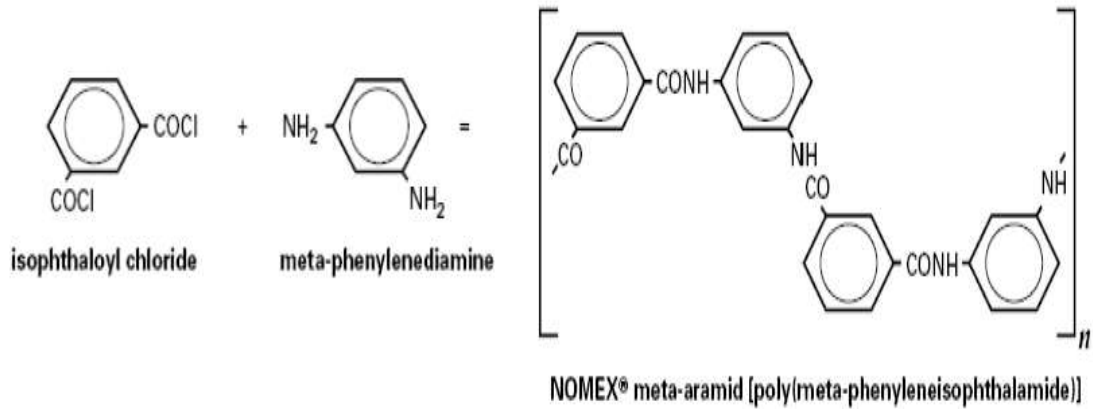
Para-aramid lifleri, yüksek mukavemet, yüksek modül ve yüksek sıcaklığa dayanıklı olduğundan dolayı balistik koruma amaçlı uygulamalarda kullanılmaktadırlar. Para-aramid liflerinin bazı önemli özellikleri; elektrik iletkenliği düşüktür, boyut stabilitesi yüksektir, kesme direnci yüksektir. Ayrıca sivil ve askeri uçaklarda kompozit uygulamalarında, koruyucu giysilerde, kord ve halatlarda ve endüstriyel kumaşlarda kullanılmaktadır (Özdemir 2011, Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Çay ve ark. 2007).

### **2.15. Meta-aramid Lifi ve Özellikleri**

Meta-aramid lifinde aromatik grup 1. ve 3. karbon atomları üzerinden zincire dahil olmaktadır. Nomex® (Dupont-USA), Kermel® (Kermel-Fransa), TeijinConex® (Teijin-Japonya), Newstar® (YTSandex-Çin) adı altında ticarileştirilen meta-aramid lifleri, poli m-fenilen izoftalamid yapısındadırlar. Nomex lifi DuPont firması tarafından 1960' lı yılların ortalarında çıkarılan tam aromatik yapıdaki ilk poliamid elyafı olup poli m-fenilen izoftalamid bazlı meta oryante olmuş aramid lifidir. Meta oryantasyon olmuş karbon-aramid zincirleri, elyafa esnek molekül yapısı verir (Routte 1995, Scott 2005).

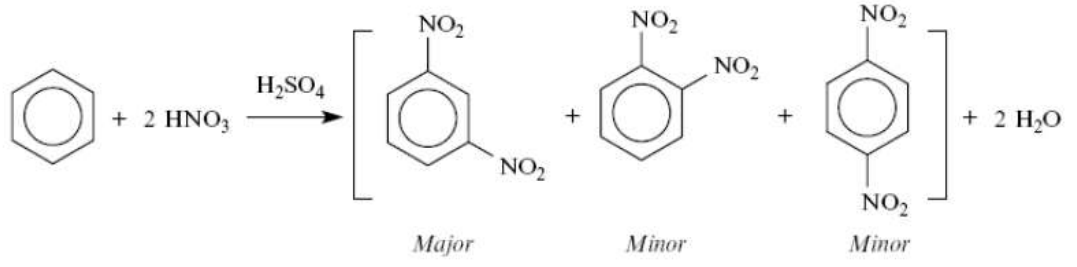
Meta-aramid lifleri yaş veya kuru iplik çekim sistemine göre üretilirler. İplik çekim prosesinden sonra çekme, kurutma ve ısıtım işlemler gelmektedir. DuPont' un meta-aramid MPDI (poli m-fenilen isoftalamid) polimerize edilmesi 1:1 molar oranında m-fenilendiamin ve isoftaloklorürün kullanılması ile elde edilmektedir. Nomex lifi kalsiyum klorit içeren dimetilasetamid içindeki polimerizasyon çözeltisinden direk olarak çekilebilmektedir. MPDI polimerleri ağırlıkça % 3 den fazla kalsiyum klorit içermektedir ve çok kararlıdır. MPDI (poli m-fenilen isoftalamid) kristal kafes yapısına sahiptir ve PPTA (poli p-fenilen teraftalamid)' ya göre daha az kristal yapıya sahiptir. Kristal yapı polimer çökelmesindeki şartlara bağlıdır (Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Tunç 2012).

Meta-aramid lifleri aromatik poliamid yapılarından ötürü çok iyi termal özelliklere sahiptir. Aromatik poliamidlerdeki C-C ve C-N bağlarındaki zincir ayrışma enerjisi alifatik poliamidlere göre % 20 daha kuvvetlidir. MPDI (poli m-fenilen isoftalamid)' nin parçalanma sıcaklığı 450 °C' nin üzerindedir. PPTA (poli p-fenilen teraftalamid)' nin amid grupları ve aromatik halka arasındaki bağ yapısı parçalanma sıcaklığının 550 °C' nin üzerinde olmasını sağlamaktadır. Aromatik halkalar ve konjüge amid bağları meta-aramid liflerinin kimyasallara karşı güçlü ve dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Ayrıca polimer omurgası life yüksek derece ısı dayanımı kazandırmaktadır. Sonuç olarak aramid lifleri; erimez, damlamaz ve uzun süre yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında yalnızca kömürleşirler. Meta-aramid lifleri düşük sıcaklıktaki bir amid çözeltisinde (NMP/DMP/Tuz(LiCl<sub>3</sub>)) m-fenilendiamin ve isoftalokloritin polikondenzasyonu sonucu oluşmaktadır. Aşağıdaki şekilde meta-aramid lifinin sentezlenme formülasyonu verilmiştir (Gabara ve ark. 2006, Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Tunç 2012 ).



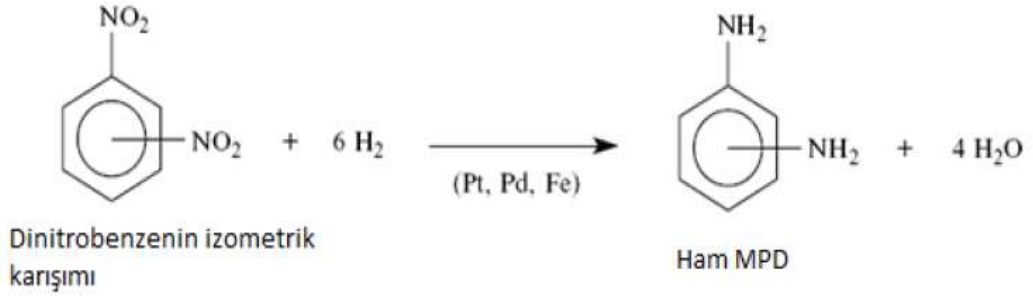
**Şekil 2.7.** Nomex elyafının sentezlenmesi (Tunç 2012)

**M-fenilen diaminin eldesi:** M-fenilen diamin sentezinin ilk adımı benzenin % 20 sülfirik asit içerisinde nitrasyonudur. Nitrasyon devam eden iki adımda olmaktadır. Sülfirik asitin katalitik etkisi ile benzen halkasındaki iki proton, iki nitro grubu ile yer değiştirmektedir ( Şekil 2.8.). M-izomer baskın üründür (Tunç 2012).



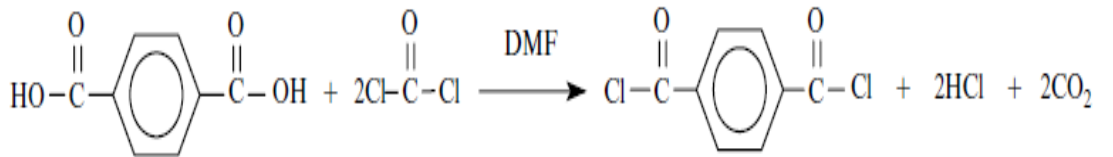
**Şekil 2.8.** M-fenilen diamin eldesi (Tunç 2012)

İzomer karışımı su ve amonyak ile yıkanır, fenolik ve asiti uzaklaştırmak için santrafuj yapılı ve daha sonra katalitik olarak hidrojenasyon olur. Şekil 2.9. de görüldüğü gibi MPD (m-fenilen diamin) ham diamin karışımından izole edilir ve seçici damıtma ile saflaştırılır (Tunç 2012).



**Şekil 2.9.** M-fenilen diamin eldesi (Tunç 2012)

İsoftaloklorit, fosjen ile karşılık gelen dikarboksilik asitin reaksiyona sokulması suretiyle üretilmektedir (Tunç 2012).



**Şekil 2.10.** İsoftaloklorit eldesi (Tunç 2012)



### 2.15.1. Meta-aramid polimerizasyonunun temelleri

Alışılmış alifatik poliamid liflerini hazırlama yöntemleri yüksek moleküler ağırlıklı aromatik poliamid liflerini hazırlamak için uygun değildir. Bunun sebebi aromatik diaminlerin reaktivitesi azalmıştır ve oluşan polimer yüksek erime noktasına sahiptir. Genellikle tamamen aromatik polimerizasyonu bir çözelti içerisinde olmaktadır ve yüksek reaktif diasitklorit gibi diasitler içermektedir. Reaksiyon diğer ticari eriyik polimerizasyon yöntemlerine göre daha düşük sıcaklıkta ve hızlı gerçekleşmektedir (Tunç 2012).

Reaksiyonda nötralizasyon yan ürünü hidroklorik asit (HCl) ile büyük bir miktarda tuz üretilmektedir. Aramid elyafının pahalı olmasının sebeplerinden birisi de yüksek tuz konsantrasyonu süreç akışı boyunca pahalı korozyona sebep olmaktadır ve bu nedenle dayanıklı malzeme kullanımı gerekmektedir (Tunç 2012).

### 2.15.2. Meta-aramid lifinin reaksiyon mekanizması

**Kataliz ile polimerizasyon:** Aromatik diaminler ile aromatik diasitlerin polikondenzasyon reaksiyonunda kondensasyon maddeleri olarak isimlendirilen bir çok katalizator kullanılmaktadır. Bu polikondenzasyona reaksiyonda değiştirilmemiş monomerler kullanıldığı için direk polimerizasyon denilmektedir. Polimerizasyon sırasında fosforik veya sülfürik bileşiklerden türemiş kondensasyon maddeleri dikarboksilik asiti aktive etmektedir. Aromatik poliamid liflerinin sentezi için iki tür yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler; yüzeyleyerası polimerizasyon ve çözelti polimerizasyonudur (Tunç 2012).

**Yüzeyleyerası polimerizasyon:** Bu yöntemde tercihen birisi su olan birbirine karışmaz iki sıvı içerisinde iki hızlı tepkime ile oluşmaktadır. Su fazı herhangi bir ilave alkali ve diamin içermektedir. İkinci faz ise organik bir sıvı içerisinde karbon tetraklorür, diklormetan, ksilen veya heksan gibi diasit halojen tuzu içermektedir (Tunç 2012).

**Çözelti Polimerizasyonu:** Bu polimerizasyon ise bir organik inert çözücü içerisinde gerçekleşmektedir. Polimerizasyon genellikle tüm malzeme çözüldüğü zaman

başlamaktadır fakat bu her zaman gerçekleşmemektedir. Çözeltide bazen polimerler kalabilmekte veya herhangi bir anda çökebilmektedir (Gabara ve ark. 2006, Tunç 2012).

Meta-aramid lifinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2.3. de verilmiştir.

**Çizelge 2.3.** Meta-aramid lifinin özellikleri

İncelik (dtex)	1.6 - 12
Uzunluk (mm)	38-120
Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	1.38
Standart Atmosferik Ortamda Mukavemet cN/tex (daN/mm <sup>2</sup> )	44 - 75
Maksimum Kuvvette Uzama (%)	15 - 30
Elastik Modülü cN/tex	750 - 1450
Nem Absorpsiyonu (%)	12 - 17
Özgül Isı (kJ/kg.K)	1.2
Termal iletkenlik (J/m.s.K)	0.13
LOI İndeksi (%)	28

Meta-aramid liflerinde benzen halkalarının 1. ve 3. Karbon atomları üzerinden zincire bağlanması, 1. ve 4. karbon atomları üzerinden bağlanan para-aramid liflerine göre daha az sıkı molekül yapısı kazandırmaktadır. Meta-aramid lifi, mükemmel termal stabilite, güç tutuşurluk ve iyi dielektrik özelliklerine sahiptir. Meta-aramid lifleri endüstriyel kıyafetlerde, askeri alanlarda, uçak döşemelerinde, kompozitlerde, yüksek ısılarda

koruyuculuk gerektiren kıyafetlerde ve elektriksel izolasyonlar da kullanılmaktadır (Çelikkanat 2002, Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Tunç 2012).

## 2.16. Konfor Kavramı

Bireylerin yaşam standartlarının yükselmesi ve tekstil teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak, kumaş ve kıyafetlerden beklentilerin değişmesiyle birlikte tekstil ürünlerinden, sağlamlık, estetik, tasarım ve modaaya uygun olmasının yanı sıra fonksiyonel özelliklere de sahip olması beklenmektedir. Kıyafetlerin uygun olmayan çevre koşullarına karşı tüketiciyi korumanın yanında, sürtünme, radyasyon, rüzgâr, elektrik ve kimyasal maddelere karşı koruma gibi birçok fonksiyonu yerine getirmesi de beklenmektedir (Işıktaş 2009, Mert 2012).

Konfor tüketici vücudunun çevreyle fizyolojik, psikolojik, duysal olarak memnuniyet verici ve uyumlu olması durumudur. Konfor vücut ve giysi arasındaki mekanik ve ısıl etkileşim, psikolojik (sosyal ve kültürel), görünüm (estetik konfor), dokunuş (yumuşak veya sert), his (batma) gibi pek çok parametreden etkilenmektedir. Giysi konforu, insana etki eden bütün faktörlerle uyum içerisinde olması ile sağlanmaktadır (Kaplan 2009, Yüksel 2010).

Giysi konforu için aşağıdaki özelliklerin sağlanması gerekmektedir:

- Hareket özgürlüğü
- Isı ve nem ayarının optimum olması
- Nem absorbe etme ve nem iletme kapasitesinin iyi olması
- Çabuk kuruması
- Yumuşak olması ve deriyi tahriş etmemesi
- Hafif olması
- Dayanıklı olması
- Tutum özelliklerinin iyi olması (Öner 2008, Bilir 2016).

Tüketicinin konfor hissini belirleyen, insan derisi ile giysi arasında kalan mikroklima olarak adlandırılan hava tabakasıdır. Mikroklima, çevresel faktörlerden, bireyin aktivite

düzeinden ve giysinin özelliklerinden etkilenmektedir. Sıcaklık, rutubet ve rüzgâr hızı ısı transferini etkileyen çevresel parametrelerdir. Konforu belirleyen insan parametreleri ise; vücut aktiviteleri, özellikle ağır aktiviteler sonucu veya kişinin psikolojik duruma bağlı olarak vücut sıcaklığının artmasıyla ısı denge kontrolünün sağlanması için terlemenin meydana gelmesini kapsamaktadır. Bir diğerk faktör olan giysi parametreleri ise; elyaf tipi, iplik konstrüksiyonu, örgü yapısı, kumaş kalınlığı ve giysinin bileşenlerinden oluşmaktadır. (Marmaralı ve ark. 2006, Çarkıt 2012, Çakmak 2013).

## **2.17. Giysi Konforunun Sınıflandırılması**

Giysi konforu; kişinin kıyafet içerisinde memnuniyetsizlik veya konforsuzluk hissinin olmamasıdır. Tüketici vücudu ile çevre arasındaki uyumun memnuniyet verici olmasını gösteren konfor; psikolojik, fiziksel ve termofizyolojik konfor olmak üzere üç ana başlık altında incelenmektedir (Öner ve Okur 2010, Çarkıt 2012, Çakmak 2013, Bilir 2016).

### **2.17.1. Psikolojik konfor**

Psikolojik konfor; kişinin beklenti ve duygularının kumaş veya giysi tarafından ne kadarının karşılanmış olduğunun bir ifadesidir. Giysilerde psikolojik konfor, vücut ile giysi temas ettiğinde kişiye neler hissettirdiği ve göze nasıl görüldüğüyle ilgilendir. Tüketici, kullandığı giysinin kendisine veya içinde bulunduğu ortama uygun olmadığını düşündüğünde ise psikolojik konforsuzluk hissetmektedir (Öner 2008, Çakmak 2013, Marmaralı ve ark. 2006).

### **2.17.2. Fiziksel konfor**

Fiziksel konfor; kullanıcı vücudunun tekstil yüzeyi ile direkt temas ettiği andaki duyulan hislerin (vücutla mekanik temas) bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Temas sonucunda hissedilen kumaşın yumuşaklığı, kişiye sağladığı hareket özgürlüğü, batma, kaşıntı ve yapışma gibi giysi konforunu etkileyen faktörleri içermektedir Kullanıcıda bıraktığı hisleri belirleyen kumaş özellikleri şunlardır; yüzey pürüzsüzlüğü, ağırlık,

yumuşaklık, yoğunluk ve rijitliktir. Tekstil malzemesinin hareket özgürlüğüne izin vermesi, istenildiği durumlarda vücudun şeklini alması ve vücuda çok fazla yük bindirmemesi durumunda fiziksel olarak konforlu olmasından bahsedilebilir. Giysinin tasarımı ve kumaşın yapısı fiziksel konforu için önem taşımaktadır (Kaplan 2009, Yüksel 2010, Çarkıt 2012, Bilir 2016).

### **2.17.3. Termofizyolojik (Isıl) konfor**

Termofizyolojik (ısı) konfor ise; giysi-cilt arasındaki mekanik etkileşime, kumaşın ısı ve nem iletim özelliklerine, giysinin kullanıcı cildinde yarattığı hisse bağlıdır. Termofizyolojik (ısı) konfor; deri üzerinde giysi rahatlığının algılanması, sıcaklık-soğukluk ve ıslaklık gibi duyguları içermektedir. Isıl (termofizyolojik) konforun sağlanması; vücut ve onu saran çevresi arasındaki ısı alışverişinin dengelenmesiyle sağlanmaktadır. Isıl regülasyon olan faaliyet halinde terleme ya da hastalık sırasında titreme veya rutin fiziksel etkileşimler neticesinde tekstil malzemesi ile deri arasında sürekli bir dengelenme sistemi yaratılmaktadır, bu sayede hayati fonksiyonlar ve konfor sağlanmaktadır (Işıқтаş 2009, Bilir 2016)

### **2.18. Yapılan Önceki Çalışmalar**

Çalışmamız kapsamında öncelikle yün lifi ve yün lifinden elde edilen kumaşların özelliklerinin incelenmesi üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir. Yapılan literatür incelemesinde genel anlamıyla yün lifi veya yünlü ürünlerle ilgili yapılan çalışma sayısının oldukça az olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmaların çoğunluğu ise yünlü ürünlerin termal ve su buharı geçirgenliği gibi konfor özellikleri ile ilgili olduğu görülmüştür. Yünlü kumaşların güç tutuşurluk özellikleri ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Zhou ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada; %100 yün, yün/PES, yün/coolmax® ve yün/pamuk karışıma sahip örgü kumaşların su geçirgenlik özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; pamuk/yün karışımına sahip kumaşın su geçirgenliğinin en iyi

olduğu ve kütikula tabakası çıkarılmış yün elyafından elde edilen kumaşın, sıvıyı kumaş yüzeyinden altına geçirme oranının düşük olduğunu belirtmişlerdir. Kumaşların ölçümleri sırasında kumaşa su pompalanırken yün/PES ve yün/coolmax® karışımı kumaşların yüzeyindeki ve kumaşın altındaki su miktarının azaldığı görülmüştür. Ayrıca yün/coolmax® karışımı kumaştaki su miktarının testin sonuna kadar derece derece azaldığı, yün/PES karışımı kumaştaki su miktarının ise az miktarda değiştiği gözlemlenmiştir.

Goldsmidve ark. (1992) yaptıkları çalışmada polipropilen , pamuk, yün ve gözenekli akrilik elyaflarından ürettikleri kumaşların ıslak haldeki termal iletkenlik değerlerini ölçmüşlerdir. Ölçümler yapılırken kumaşların nem yüzdesi %300'e kadar çıkarılmıştır. Çalışma sonucunda; tüm numuneler için ıslak haldeki termal iletkenlik değerlerinin arttığı, % 0 nem noktasında termal iletkenlik değerinin yaklaşık olarak tüm numuneler için aynı olduğu gözlemlenmiştir. Yüksek derecede nem absorbe edebilme özelliğine sahip olan yün elyafından üretilen kumaşların, nemli şartlar altında polipropilen, pamuk ve gözenekli akrilik elyaflarından üretilen kumaşlara kıyasla daha iyi termal yalıtım sağladığı tespit edilmiştir.

Li ve ark. (1992) yaptıkları çalışmada higroskopik kumaşların giyim esnasında su buharı absorblama özelliklerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda oldukça higroskop olan yün lifinden üretilmiş kumaşların, benzer özelliklerdeki polyester kumaşlara kıyasla egzersiz esnasında vücuttan daha fazla ter absorbladığı ve mikroklimanın nem içeriğini daha fazla su buharı absorblayarak düşürdüğu gözlemlenmiştir.

Wang ark. (2003) yaptıkları çalışmada düşük gramajlı yün ve yün karışımı kumaşların sıcaklık, yapışkanlık, batma, yumuşaklık, pürüzlülük, absorbanlık parametrelerini subjektif yolla değerlendirmişlerdir. Çalışma kapsamında 30 kişi standart çevre şartlarında (24°C sıcaklık ve %65 bağıl nem) kumaşları değerlendirmiştir ve sonuç olarak yün elyafının batma hissinden dolayı, yün ve yün karışımı kumaşların genellikle daha az konforlu olduğu belirtilmiştir.

Greyson (1983) yaptığı çalışmada ısı konforu etkileyen başlıca etkenlerden olan elyafın ve kumaşın barındırdığı havanın ısı (termal) iletkenlik değerlerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda havanın ideal yalıtkan malzeme olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yün elyafının diğer elyaflara kıyasla ısı iletkenlik değerinin düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Işıktaş (2009) geri kazanılan yünlerden elde edilen kumaşların ıslak haldeki konfor özelliklerini incelemiştir. Yapılan bu çalışmada geri kazanılmış yün liflerinden elde edilen polyester/yün dokuma kumaşların ıslak haldeki termal iletkenlik, termal direnç, ısı soğurganlık, bağıl su buharı geçirgenliği, su buharı direnci ve hava geçirgenlik değerleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda kumaşların nem içeriğinin artması ile birlikte, termal iletkenlik, ısı soğurganlık ve bağıl su buharı geçirgenlik değerleri artarken hava geçirgenliği, su buharı direnci ve ısı direnç değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Çalışmamız kapsamında yün ipliği ile beraber meta-aramid iplikleri kullanılarak güç tutuşur kumaşlar elde edilmiştir. Bu kapsamda ikinci olarak meta-aramid lif, iplik ve kumaş özellikleri ile ilgili literatür araştırması yapılmıştır. Yapılan literatür araştırmasında meta-aramid ürünlerle ilgili çalışma sayısının oldukça sınırlı olduğu çoğunlukla sonradan güç tutuşur özellik kazandırılmış poliester, pamuk, viskon gibi doğal ve sentetik liflerin kullanıldığı ve apre metodu ile kumaşlara güç tutuşurluk özelliklerin kazandırıldığı çalışmaların daha fazla olduğu görülmüştür. Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Ertekin ve Kırtay (2014), Aramid ve güç tutuşur poliester ring iplikleriyle dokunmuş kumaşların yanma davranışları ve mekanik özelliklerini incelemiştir. Yapılan çalışma sonucunda; para-aramid iplikleriyle dokunmuş kumaşların daha yüksek mukavemete sahip olduğu ancak daha düşük uzamaya sahip olduğu, FR polyester içeren kumaşların para-aramid içeren kumaşlara oranla daha zayıf performans özellikleri gösterdiği, para-aramid ipliklerinin, FR polyester ve meta--aramid liflerine oranla daha kararlı termal özelliğe sahip olduğu gözlemlenmiştir. Kumaşlara uygulanan yanma testi sonucu incelendiğinde ise; atkı iplikleri kalınlaştıkça FR polyester içeren kumaşların karbonize olan alanlarının arttığı görülmüştür.

Cireli (2000) yaptığı çalışmada termal (ısı) koruma sağlayan kıyafetlerden istenen özellikleri; deforme olmayan, alev karşı dirençli, izolasyon özelliği yüksek şekilde sıralamıştır. Güç tutuşur elyafları iki ana grupta sınıflandırmıştır:

- Yapısı itibariyle güç tutuşur elyaflar: Nomex, Poliamid-imid elyafları, Poli-imid elyafları, PBI elyafları, Fenolik elyaflar, Kyrol elyafları.
- Kimyasal modifikasyon sonucu elde edilen güç tutuşur elyaflar: viskoz, güç tutuşur yün, durvil lifi, güç tutuşur selüloz elyaflar, PES lifi, Nylon 6 lifi, akrilik modakrilik elyaflar.

Çimşit (1999) yaptığı çalışmada makine halılarının alev alma özelliklerini incelemiştir. Farklı hav yüksekliğine, gramaja, hav yoğunluğuna, taban yapısına ve farklı hammaddeye sahip hav iplikleriyle dokunan kumaşların metanamin tablet yakma deneylerinin sonucu incelendiğinde; hav iplik hammaddesinin yanmayı etkileyen başlıca etken olduğu gözlemlenmiştir. Aynı konstrüksiyonlu akrilik ve yün numunelerin yanan bölgelerinin büyüklüğü, yanma süreleri kıyaslandığında% 100 yün hav ipliğiyle elde numunelerde alev kaynağı söndüğünde yanmanın bittiği gözlemlenmiştir. % 100 akrilik hav ipliğiyle elde numunelerin yanmaya devam ettiği gözlemlenmiştir. Bu durum yün elyafının yanmaya karşı dayanıklı olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir.

Özcan ve ark. (2002) ağartma ve boyama sonrası kumaşların tutum, esneklik, dikiş kolaylığını arttırmak amacıyla kullanılan yumuşatıcıların örme kumaşların yanma davranışına olan etkisini incelemek amacıyla nanyonik, amfoterik ve katyonik karakterli silikon ve yumuşatıcıların her biri beş değişik konsantrasyonda pamuklu süprem kumaşlara uygulamış ve yanma davranışlarını dikey yakma testine göre değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda; genel olarak yumuşatıcı kullanımının kumaş yanıcılığını önemli ölçüde arttırdığını gözlemlenmiştir.



Bayramoğlu (2003) yaptığı çalışmada Lyocell elyaflarının tek başına veya pamuk lifiyle karışım olarak kullanıldıklarında gc tutuşurluk özelliklerinin nasıl etkileneceğini incelemiştir. Çalışma sonucunda % 100 Lyocell kullanıldığında daha yüksek gc tutuşurluk sağlandığı gözlemiştir. Elyafların % 50 Lyocell % 50 pamuk oranlarında karıştırılmasıyla elde edilen kumaşların düşük maliyette ve aynı gc tutuşur özellik sağlayabileceği belirtilmiştir.

Tsafack ve ark. (2006) poliakrilonitrilden üretilen tekstil ürünlerine alçak basınç plazma tekniğini uygulayarak gc tutuşurluk özelliğin kazandırılmasını incelemiştir. Gc tutuşurluk için dört akrilik monomeri argon plazmasıyla aşı polimerizasyonunda kullanmışlardır. Kumaş yüzeyine monomerler aşılanmış ve polimerize edilmiştir. İşlem sonrası kumaşların LOI değerlerinin önemli oranda arttığı gözlemlenmiştir.

Saihi ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada ara yüzey polimerizasyonu metodunu kullanmışlardır. Yapılan alışma diamonyum hidrojen fosfatın poliüretan zar tarafından mikrokapslasyonunu kapsamaktadır. Sonuç olarak poliüretanın fosfatla kombinasyonun iyi bir gc tutuşur özellik sağladığı gözlemlenmiştir. Fakat fosfatın suda çözünebilir yapıya sahip olması ve miğrasyon nedeniyle kalıcı gc tutuşurluk sağlanamadığı belirtilmiştir.

Chen ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada PPPBP kullanımının polietilenteraftalat (PET) kumaşta gc tutuşur ve damlama özelliklerini nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Sonuç olarak % 8,7 üzerinde kullanılan PPPBP, polietilenteraftalat kumaşın yanıcılığını azalttığını, iyi gc tutuşur özelliği sağlandığını ve damlamanın nlendiğini belirtmişlerdir.

Xinga ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada UV kurutma tekniğini kullanarak pamuk kumaşlar üzerine gc tutuşurluk kaplamaları hazırlamışlardır. Çalışma kapsamında triakriloksietilfosfat ve triglisidilisosiyanuratakrilat kullanmışlardır. Çalışma sonucunda işlem görmüş olan kumaşlarda ısı salınım oranının düştüğü LOI değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Forouharshad ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada güç tutuşurluk sağlanması için;  $ZrOCl_2$ , hidroklorikasit ve sitrikasit ile yünlü kumaşı işleme tabi tutmuşlardır. Kumaşların dikey yakma testiyle güç tutuşurluk özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda yünlü kumaşların güç tutuşur özelliklerinin arttığı ve LOI değerinin % 31,9'a yükseldiği belirtilmiştir.

Ömeroğulları ve Kut (2011) yaptıkları çalışmada poliester kumaşlara güç tutuşur madde uygulayarak kumaşın yanma davranışını incelemiştir. Çalışmada poliester kumaşın üzerine kireç taşından elde edilen  $CaCO_3$  esaslı doğal yapıda güç tutuşur madde uygulanmıştır. Çalışma sonucunda yakma testi uygulanırken poliester kumaşta damlama ve erime meydana gelmeden yandığı ve LOI değerlerinde %39,5 luk artış meydana geldiği belirtilmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada Nm 60/1 ve Nm 60/2 % 100 meta-aramid ve %100 yün iplikleri atkı ipliği olarak kullanılmıştır. Çözümlü ipliği olarak ise Nm 64/2 ve Nm 76/2 %100 yün iplikleri kullanılmıştır. Kullanılan atkı ipliklerinin özellikleri Çizelge 3.1. de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Kullanılan atkı ipliklerinin özellikleri

Atkı İplik Özellikleri	%100 Yün (Nm 60/1)	%100 Yün (Nm 60/2)		%100 Meta-aramid (Nm 60/1)	%100 Meta-aramid (Nm 60/2)	
		Tek kat	Çift kat		Tek kat	Çift kat
Büküm (T/metre)	900	Tek kat	Çift kat	900	Tek kat	Çift kat
		900	700		900	700
Büküm Yönü	Z	Tek kat	Çift kat	Z	Tek kat	Çift kat
		Z	S		Z	S

Kullanılan meta-aramid lif uzunluğu ve inceliği sırasıyla 51 mm ve 1,4 dtex tir.

Kullanılan çözgü ipliklerinin özellikleri Çizelge 3.2. de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Kullanılan çözgü ipliklerinin özellikleri

Çözgü iplik özellikleri	%100 Yün Nm 76/2	%100 Yün Nm 64/2
Büküm	740	650
Büküm Yönü	S	S

### 3.2. Yöntem

Çalışma kapsamında bezayağı ve dimi 2/1 örgüde 7 farklı atkı atma sırasında toplam 28 farklı dokuma kumaş üretilmiştir. Atkı atma sırasına göre karışım oranları hesaplanmış ve Çizelge 3.3. ve Çizelge 3.4. de gösterilmiştir. Üretilen kumaşların özellikleri Çizelge 3.3. ve Çizelge 3.4. de verilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Üretilen bezayağı kumaşların özellikleri

Dokuma Örgüsü	Atkı Atma Sırası	Kumaş Lif Karışım Oranı	Atkı İplik No	Çözümlü İplik No (% 100 Yün)
Bezayağı	Meta-aramid	% 100 Meta-aramid	Nm 60/1	64/2
Bezayağı	Yün	% 100 Yün	Nm 60/1	64/2
Bezayağı	1 Meta-aramid 1 Yün	% 50 Meta-aramid % 50 Yün	Nm 60/1 Nm 60/1	64/2
Bezayağı	1 Meta-aramid 2 Yün	% 33 Meta-aramid % 67 Yün	Nm 60/1 Nm 60/1	64/2
Bezayağı	1 Meta-aramid 3 Yün	% 25 Meta-aramid % 75 Yün	Nm 60/1 Nm 60/1	64/2
Bezayağı	2 Meta-aramid 1 Yün	% 67 Meta-aramid % 33 Yün	Nm 60/1 Nm 60/1	64/2
Bezayağı	3 Meta-aramid 1 Yün	% 75 Meta-aramid % 25 Yün	Nm 60/1 Nm 60/1	64/2
Bezayağı	Meta-aramid	% 100 Meta-aramid	Nm 60/2	64/2
Bezayağı	Yün	% 100 Yün	Nm 60/2	64/2
Bezayağı	1 Meta-aramid 1 Yün	% 50 Meta-aramid % 50 Yün	Nm 60/2 Nm 60/2	64/2
Bezayağı	1 Meta-aramid 2 Yün	% 33 Meta-aramid % 67 Yün	Nm 60/2 Nm 60/2	64/2
Bezayağı	1 Meta-aramid 3 Yün	% 25 Meta-aramid % 75 Yün	Nm 60/2 Nm 60/2	64/2
Bezayağı	2 Meta-aramid 1 Yün	% 67 Meta-aramid % 33 Yün	Nm 60/2 Nm 60/2	64/2
Bezayağı	3 Meta-aramid 1 Yün	% 75 Meta-aramid % 25 Yün	Nm 60/2 Nm 60/2	64/2

**Çizelge 3.4. Üretilen dimi kumaşların özellikleri**

<b>Dokuma Örgüsü</b>	<b>Atkı Atma Sırası</b>	<b>Kumaş Lif Karışım Oranı</b>	<b>Atkı İplik No</b>	<b>Çözümlü İplik No (% 100 Yün)</b>
Dimi 2/1	Meta-aramid	% 100 Meta-aramid	Nm 60/1	76/2
Dimi 2/1	Yün	% 100 Yün	Nm 60/1	76/2
Dimi 2/1	1 Meta-aramid 1 Yün	% 50 Meta-aramid % 50 Yün	Nm 60/1 Nm 60/1	76/2
Dimi 2/1	1 Meta-aramid 2 Yün	% 33 Meta-aramid % 67 Yün	Nm 60/1 Nm 60/1	76/2
Dimi 2/1	1 Meta-aramid 3 Yün	% 25 Meta-aramid % 75 Yün	Nm 60/1 Nm 60/1	76/2
Dimi 2/1	2 Meta-aramid 1 Yün	% 67 Meta-aramid % 33 Yün	Nm 60/1 Nm 60/1	76/2
Dimi 2/1	3 Meta-aramid 1 Yün	% 75 Meta-aramid % 25 Yün	Nm 60/1 Nm 60/1	76/2
Dimi 2/1	Meta-aramid	% 100 Meta-aramid	Nm 60/2	76/2
Dimi 2/1	Yün	% 100 Yün	Nm 60/2	76/2
Dimi 2/1	1 Meta-aramid 1 Yün	% 50 Meta-aramid % 50 Yün	Nm 60/2 Nm 60/2	76/2
Dimi 2/1	1 Meta-aramid 2 Yün	% 33 Meta-aramid % 67 Yün	Nm 60/2 Nm 60/2	76/2
Dimi 2/1	1 Meta-aramid 3 Yün	% 25 Meta-aramid % 75 Yün	Nm 60/2 Nm 60/2	76/2
Dimi 2/1	2 Meta-aramid 1 Yün	% 67 Meta-aramid % 33 Yün	Nm 60/2 Nm 60/2	76/2
Dimi 2/1	3 Meta-aramid 1 Yün	% 75 Meta-aramid % 25 Yün	Nm60/2 Nm 60/2	76/2

Üretilen kumaşlara aşağıda Çizelge 3.5. de verilen işlemler sırasıyla uygulanmıştır.

**Çizelge 3.5.** Kumaşlara uygulanan bitim işlemleri

Proses Adı	Yapılan İşlem
Geniş En Yıkama	Süre = 5 dk Sıcaklık = 50, 50, 50, 75 °C Hız = 20 m/dk 20 g/l Namasan Woc 5 g/l Felosan
Ramöz	Süre = 2 dk % 10 Avans Sıcaklık= 1120 °C Hız= 20 m/dk
S. Fınısh	Tersten 90 bar Sıcaklık= 140 °C Hız= 20 m/dk
K.D	Süre= 10 dk H.Karma

Farklı karışım oranıyla elde edilmiş 28 farklı dokuma kumaşların mukavemet, eğilme ve konfor özellikleri standartlara uygun bir şekilde test edilmiştir. Testler sonucunda elde edilen değerler SPSS programında 0,05 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak değerlendirilerek meta-aramid yün iplik oranının dokuma kumaşların fiziksel ve konfor özelliklerine etkileri araştırılmıştır.

İpliklere ve kumaşlara uygulanan testler, numunelerin ölçüm işlemlerinden önce TS EN ISO 139: ‘Tekstil- Kondisyonlama ve deneyler için standard atmosfer şartları’ standardına göre standart atmosfer şartlarında ( $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve  $\% 65 \pm 4$  rutubet) 24 saat bekletilerek kondüsyonlandıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Aşağıda uygulanan test yöntemleri ayrı ayrı açıklanmıştır.

### **3.3. Kumaş Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler**

Kumaş numunelerine uygulanan testler dört grupta incelenmiştir. İlk grupta kumaşların mukavemet özellikleri (Kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, patlatma mukavemeti) ikinci grupta kumaşların eğilme dayanımı özellikleri, üçüncü grupta konfor (hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, ısı geçirgenlik) özellikleri ve son grupta yanma özellikleri değerlendirilmiştir.

### **3.4. Kumaşların Mukavemet Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler**

Bu bölümde kumaşların mukavemet özelliklerinin tespit edilmesi amacıyla yapılan kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, Patlatma mukavemeti testleri açıklanmıştır.

#### **3.4.1. Kopma mukavemeti testleri**

Üretilen dokuma kumaşların kopma mukavemetleri SHIMADZU cihazında 100 m/dk çene hızı ve çene arası mesafe 200 mm olarak ayarlanmıştır. Kumaşların gramajı 200 g/m<sup>2</sup> den az olduğu için 2N ön gerilme değeri uygulanarak ölçümler yapılmıştır. Ölçümler sırasında "TS EN ISO 13934-1: Tekstil – Kumaşların gerilme özellikleri - Bölüm 1: En büyük kuvvetin ve en büyük kuvvet altında boyca uzamanın şerit yöntemiyle tayini" referans alınıp her bir kumaş çeşidi için beş atkı yönünde beş çözgü yönünde numune testi yapılmıştır.

#### **3.4.2. Yırtılma mukavemeti testleri**

Üretilen dokuma kumaşların yırtılma mukavemetleri SHIMADZU cihazında 100 m/ dk çene hızı ve 100 mm numune uzunluğu kullanılarak ön gerilmesiz ölçülmüştür. Ölçümler sırasında TS EN ISO 13937-2: Tekstil- kumaşların yırtılma özellikleri- Bölüm 2: Pantolon biçimindeki deney numunelerinin yırtılma kuvvetinin tayini (tek yırtılma metodu) referans alınıp her bir kumaş çeşidi için beşer adet atkı yönünde çözgü yırtılması testi yapılmıştır.

### 3.4.3. Patlatma mukavemeti testi

Üretilen dokuma kumaşların patlatma mukavemetleri SHIMADZU cihazında ölçülmüştür. Ölçümler sırasında TS 7126: "Tekstil Mamullerinin Patlatma Mukavemeti Tayini- Sabit travers hızlı (crt) Bilyalı Patlatma Metodu" referans alınıp her bir kumaş çeşidi için üçer adet ölçüm yapılmıştır. Kumaş numuneleri çapı 44,45 mm olan bileziğe yerleştirilerek 25,4 mm çapındaki bilye ile 305 mm/dk hızla patlatmaya zorlanarak test gerçekleştirilmiştir.

### 3.5. Kumaşların Eğilme Rijitliği Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler

Üretilen dokuma kumaşların eğilme rijitliği testleri SHIRLEY kumaş sertlik ölçüm cihazında TS 1409: "Dokuma kumaşların eğilme dayanımı tayini" standardına göre her bir kumaş çeşidinden dört çözümlü dört atkı yönünde ve her bir numunenin arkalı önlü dört farklı ucundan olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Eğilme rijitliğinin hesaplanması aşağıda verilmiştir:

$$G = 0,1 \cdot W \cdot C^3 \text{ (mg.cm)} \quad (3.1)$$

Eğilme uzunluğu =  $C$  (cm)

$m^2$ 'deki gramaj =  $W$

Eğilme rijitliği =  $G$

Kumaşın genel eğilme rijitliği =  $G_o$

$$G_o = (G_{atkı} \cdot G_{çözgü})^{1/2} \text{ (mg.cm)} \quad (3.2)$$



### 3.6. Kumaşların Konfor Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler

Bu bölümde, üretilen kumaşların konfor özelliklerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen hava geçirgenliği, ısı geçirgenlik ve su buharı geçirgenliği testleri açıklanmıştır.

#### 3.6.1. Hava geçirgenliği testleri

Üretilen dokuma kumaşlara hava geçirgenliği testi SDL M 021A HAVA GEÇİRGENLİK test cihazında TS 391 EN ISO 9237: "Tekstil - Kumaşlarda hava geçirgenliğinin tayini" standardı esas alınarak 100 Pa basınç altında ve 20 cm<sup>2</sup> test alanlarında her bir kumaş çeşidi için onar ölçüm yapılmıştır.

#### 3.6.2. Isıl geçirgenlik (Alambeta) testleri

Üretilen dokuma kumaşlara ısı geçirgenlik testi Alambeta Isıl Geçirgenlik Test Cihazında kataloğuna uygun olarak yapılmıştır. Test gerçekleştirilirken kumaşın cilde temas edecek yüzeyi yukarıya bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Her bir kumaş çeşidinden beşer adet ölçüm alınmıştır.

Alambeta cihazı ile ölçülen özellikler aşağıdaki denklemler ile hesaplanmaktadır:

*Isıl iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ ):*

Isıl iletkenlik; (3.3) eşitliğinden hesaplanır.

$$\lambda = q \cdot h / \Delta T \text{ (Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{)} \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

$q$  = ısı akış miktarı (W/m<sup>2</sup>)

$\Delta T$  = sıcaklık farkı (°K)

$h$  = kalınlık (m)'tir.

*Isıl direnç ( $r$ ) (Stabil durumda):*

Isıl direnç; (3.4) eşitliğinden hesaplanır.

$$r = h/\lambda \text{ (W}^{-1} \text{ K m}^2 \times 10^{-3}\text{)} \quad (3.4)$$

Eşitlikte;

$h$  = kalınlık (m)

$\lambda$  = ısı iletkenlik (W/m.K)'tir

*Isıl soğurganlık (ısı iletkenlik katsayısı (b) (Geçici durumda):*

Isıl soğurganlık; (3.5) eşitliğinden hesaplanır.

$$b = (\lambda \cdot \rho \cdot c)^{-1/2} \text{ (W m}^{-2} \text{ K}^{-1} \text{ s}^{-1/2}\text{)} \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

$\lambda$  = ısı iletkenlik (W/m K)

$\rho$  = yoğunluk (kg m<sup>-3</sup>)

$c$  = özgül ısı (J/kg K)'dir.

*Isıl yayılım (a):*

Isıl yayılım katsayısı (a); (3.6) eşitliğinden hesaplanır.

$$a = \lambda/\rho c \text{ (m}^2 \text{s}^{-1}\text{)} \quad (3.6)$$

Oluşturulan denklemde,

$\lambda$  : termal iletkenlik (W/mK)

$\rho$ : yoğunluk (kg m<sup>-3</sup>)

$c$ : özgül ısı (J/ kg K) dır.

*Max ve kararlı ısı akış yoğunluğu oranı (p):*

Max ve kararlı ısı akış yoğunluğu oranı (p) ; (3.7) eşitliğinden hesaplanır.

$$p = q_{max}/q_s \quad (3.7)$$

$$q_s = Q/A \text{ (Wm}^{-2}\text{)} \quad (3.8)$$

Eşitlikte;

$q_s$  = kararlı ısı akışı

$q_{max}$  = max ısı akış yoğunluğu ( $W m^{-2}$ )

$Q$  = ısı transferi

$A$  = alan olarak tanımlanmaktadır (Yüksel 2010).

### **3.6.3. Su buharı geçirgenliği (Permetest) testleri**

Üretilen dokuma kumaşların su buharı geçirgenlik testi PERMETEST cihazında kataloğuna uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Her bir kumaş çeşidinden üçer adet ölçüm alınmıştır.

## **3.7. Kumaşların Yanma Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler**

Üretilen dokuma kumaşlara yanma testi BS 5852 Part 2-3: "Döşemelik kumaşlar için yanma testleri: tutuşurluk kaynağı bütan gazı" standardına göre gerçekleştirilmiştir. Alev süresi 12 saniye olarak uygulanmıştır. Alev kaynağı olarak bütan gazı kullanılmıştır. Test sırasında güç tutuşur özelliğe sahip döşemelik süngerler kullanılmıştır. Her bir kumaş çeşidinden ikişer adet ölçüm alınmıştır. Alevli yanmanın olup olmaması, damlama, büzülme meydana gelip gelmemesi gibi parametreler göz ile değerlendirilmiştir. Alev alma süresi, toplam yanma süresi, toplam yanan kısmın uzunluğu, zarar gören alan yüzdesi gibi parametrelerde gerekli ölçümlerle hesaplanmıştır. Kumaş görüntüleri 8 megapiksel iSight kamera ile 20 cm mesafede sabit tutularak çekilmiştir.

## **3.8. Test Sonuçlarını Değerlendirme Yöntemleri**

Meta-aramid yün iplik oranının dokuma kumaş özelliklerine etkilerini ölçmek için yapılan testler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistik programı ve varyans analizi metotları aşağıda açıklanmıştır.

3.8.1.'de meta-aramid-yün iplik oranının bezayağı kumaş özelliklerine etkisini ölçmek için yapılan testler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistik programı ve varyans analiz metodu verilmiştir.

3.8.2.'de meta-aramid-yün iplik oranının dimi 2/1 kumaş özelliklerine etkisini ölçmek için yapılan testler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistik programı ve varyans analiz metodu verilmiştir.

### 3.8.1. Meta-aramid yün iplik oranının bezayağı kumaş özelliklerine etkisi

Meta-aramid yün iplik oranının bezayağı kumaş özelliklerine etkisini ölçmek için yapılan testler ve ölçümler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde tek faktörlü tesadüfi dağılımlı varyans analizi metodu gerçekleştirilmiştir. Bu programda verilere ait varyans analizi sonucunda bulunan, F-istatistik ( $F_s$ ) değerleri; I.tip hata  $\alpha = 0.05$  için bulunan  $F_{0.05,t}$  tablo değerleri ile karşılaştırılmış ve buna göre etkisi olan özelliklerin önem durumları belirlenmiştir.  $F_s > F_{0.05,t}$  olduğu durumlarda ( $H_0$  orijinal hipotezin reddedildiği durum yani  $H_A$  alternatif hipotezin kabul edildiği durum) faktör seviyeleri arasında SNK (Student- Newman- Keuls) testine başvurulmuştur.

Meta-aramid yün iplik oranının sırasıyla bezayağı kumaş özelliklerine etkisi ile ilgili olarak gerçekleştirilen varyans analizlerine ve SNK testlerine ait ayrıntılı SPSS istatistiki programı varyans analizi sonuçları Ek 1 de verilmiştir.

Ölçüm sonuçlarına ait verilerin değerlendirilmesinde kullanılan tek faktörlü tamamen tesadüfi dağılımlı varyans analizinin matematiksel modeli ve kullanılan hipotez şu şekildedir:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij} \quad (3.9)$$

$Y_{ij}$  = bağımlı değişken

$\mu$  = faktörün ortak etkisi = yığının ortalaması

$\tau_j$  = faktör = bağımsız değişken = meta-aramid yün iplik oranı

$j: 1, 2, 3, \dots, a$

$\varepsilon_{ij}$  = sebebi bilinmeyen (tesadüfi) = gruplar içi = HATA

$i: 1, 2, 3, \dots, b$

Bu tasarımda hipotez;

$H_o : \tau_j = 0$  (Orijinal Hipotez: Meta-aramid yün iplik oranının bezayağı kumaş özelliklerine etkisi yoktur.)

$H_A : \tau_j \neq 0$  (Alternatif Hipotez: Meta-aramid yün iplik oranının bezayağı kumaş özelliklerine etkisi vardır.)

### 3.8.2. Meta-aramid yün iplik oranının dimi kumaş özelliklerine etkisi

Meta-aramid yün iplik oranının Dimi 2/1 kumaş özelliklerine etkisini ölçmek için yapılan testler ve ölçümler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde tek faktörlü tesadüfî dağılımlı varyans analizi metodu gerçekleştirilmiştir. Bu programda verilere ait varyans analizi sonucunda bulunan, F-istatistik ( $F_s$ ) değerleri; I.tip hata  $\alpha = 0.05$  için bulunan  $F_{0.05,t}$  tablo değerleri ile karşılaştırılmış ve buna göre etkisi olan özelliklerin önem durumları belirlenmiştir.  $F_s > F_{0.05,t}$  olduğu durumlarda ( $H_o$  orijinal hipotezin reddedildiği durum yani  $H_A$  alternatif hipotezin kabul edildiği durum) faktör seviyeleri arasında SNK (Student- Newman- Keuls) testine başvurulmuştur.

Meta-aramid yün iplik oranının sırasıyla Dimi 2/1 kumaş özelliklerine etkisi ile ilgili olarak gerçekleştirilen varyans analizlerine ve SNK testlerine ait ayrıntılı SPSS istatistiki programı varyans analizi sonuçları Ek 1 de verilmiştir.

Ölçüm sonuçlarına ait verilerin değerlendirilmesinde kullanılan tek faktörlü tamamen tesadüfî dağılımlı varyans analizinin matematiksel modeli ve kullanılan hipotez şu şekildedir:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij} \quad (3.10)$$

$Y_{ij}$  = bağımlı değişken

$\mu$  = faktörün ortak etkisi = yığının ortalaması

$\tau_j$  = faktör = bağımsız değişken = meta-aramid-yün iplik oranı

$j: 1, 2, 3, \dots, a$

$\varepsilon_{ij}$  = sebebi bilinmeyen(tesadüfi) = gruplar içi = HATA

$i:1,2,3,\dots,b$

Bu tasarımda hipotez;

$H_o : \tau_j = 0$  (Orijinal Hipotez: Meta-aramid yün iplik oranının dimi 2/1 kumaş özelliklerine etkisi yoktur.)

$H_A : \tau_j \neq 0$  (Alternatif Hipotez: Meta-aramid yün iplik oranının dimi 2/1 kumaş özelliklerine etkisi vardır.)



## **4. BULGULAR**

Meta-aramid yün iplik oranının kumaş özelliklerine etkilerini incelemek amacıyla kumaşlara uygulanan deneysel çalışmalara ait araştırma sonuçları 4.1' de verilmiştir.

### **4.1. Kumaşlara Uygulanan Test Sonuçları**

Meta-aramid yün iplik oranının farklı karışım oranı ile oluşturulan dokuma kumaşların mukavemet özelliklerine (kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, patlatma mukavemeti), eğilme dayanımı özelliklerine ve konfor özelliklerine (hava geçirgenliği, ısı geçirgenlik, su buharı geçirgenliği) etkisinin ölçülmesi amacıyla yapılan testler sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.1 ile Çizelge 4.24. arasında verilmiştir.

## 4.2. Farklı Karışım Oranıyla Oluşturulan Kumaşların Mukavemet Özelliklerinin Ölçüm Sonuçları

### 4.2.1. Kopma mukavemeti ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.1.** Bezayağı kumaşların atkı yönlü kopma kuvveti (N), kopma yüzde uzaması (%), kopma mukavemeti (N/mm<sup>2</sup>) ve % CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Kopma Kuvveti (N)				Kopma Yüzde Uzaması (%)				Kopma Mukavemeti (N/mm <sup>2</sup> )			
	Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
%100 Metaaramid	574,97	2,26	874,21	2,34	42,98	1,51	39,93	3,88	42,59	2,11	52,98	2,13
% 100 Yün	181,64	1,5	257,04	3,27	41,76	8,84	33,75	2,66	12,97	3,76	16,06	3,78
% 50 Metaaramid % 50 Yün	368,41	1,53	493,90	2,02	44,48	1,82	36,91	3,02	25,40	2,45	29,93	1,56
%33 Metaaramid % 67 Yün	306,82	2,85	482,17	4,33	42,71	6,39	37,88	5,73	20,45	2,40	29,22	1,88
% 25 Metaaramid % 75 Yün	279,27	2,44	374,69	1,53	45,51	3,43	38,07	2,81	20,68	1,24	22,70	0,87
% 67 Metaaramid % 33 Yün	448,72	0,98	594,30	2,3	43,65	1,58	37,63	1,78	33,23	3,72	36,01	2,43
% 75 Metaaramid % 25 Yün	469,90	1,76	660,88	1,78	40,79	4,31	39,16	2,13	34,80	0,21	41,30	8,30



**Çizelge 4.2.** Bezayağı kumaşların çözgü yönlü kopma kuvveti (N), kopma yüzde uzaması (%), kopma mukavemeti (N/mm<sup>2</sup>) ve % CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Kopma Kuvveti (N)				Kopma Yüzde Uzaması (%)				Kopma Mukavemeti (N/mm <sup>2</sup> )			
	Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
%100 Metaaramid	349,94	2,11	328,13	2,13	38,63	5,13	45,67	3,54	25,92	2,26	19,88	2,34
% 100 Yün	358,05	3,76	365,93	3,78	29,63	11,19	38,34	4,42	25,57	1,50	22,87	3,27
% 50 Metaaramid % 50 Yün	350,44	2,45	330,95	1,56	33,15	6,21	42,42	1,79	24,16	1,53	20,05	2,02
%33 Metaaramid % 67 Yün	347,97	2,4	333,49	1,88	31,41	2,35	42,99	4,25	23,19	2,85	20,21	4,33
% 25 Metaaramid % 75 Yün	355,58	1,24	344,66	0,86	30,39	0,85	41,56	2,68	26,33	2,44	20,89	1,52
% 67 Metaaramid % 33 Yün	349,01	3,72	335,38	2,43	31,69	5,34	43,03	3,21	25,85	0,98	20,32	2,30
% 75 Metaaramid % 25 Yün	349,94	0,21	328,13	18,3	38,63	2,3	45,67	0,66	25,87	1,76	21,96	1,78

**Çizelge 4.3.** Dimi kumaşların atkı yönlü kopma kuvveti (N), kopma yüzde uzaması (%), kopma mukavemeti (N/mm<sup>2</sup>) ve % CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Kopma Kuvveti (N)				Kopma Yüzde Uzaması (%)				Kopma Mukavemeti (N/mm <sup>2</sup> )			
	Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
%100 Metaaramid	568,23	1,32	770,23	1,67	45,6	1,43	34,97	1,47	34,65	2,1	46,68	1,47
% 100 Yün	193,99	1,43	288,84	2,83	36,95	1,61	36,25	0,82	12,51	1,61	16,50	0,82
% 50 Metaaramid % 50 Yün	398,52	2,59	538,69	4,60	42,83	1,31	41,12	1,12	26,56	1,31	30,78	1,12
%33 Metaaramid % 67 Yün	322,63	0,74	481,16	0,45	39,11	0,95	40,14	0,30	20,81	0,95	28,30	0,30
% 25 Metaaramid % 75 Yün	290,99	3,04	416,12	1,90	38,45	2,54	40,41	1,88	20,06	2,54	23,11	1,88
% 67 Metaaramid % 33 Yün	324,86	1,43	308,96	2,02	29,78	1,88	38,99	1,42	21,65	1,88	18,17	1,42
% 75 Metaaramid % 25 Yün	495,43	3,18	725,60	3,08	41,21	1,48	41,87	2,48	31,96	1,48	42,68	2,48

**Çizelge 4.4.** Dimi kumaşların çözgü yönlü kopma kuvveti (N), kopma yüzde uzaması (%), kopma mukavemeti (N/mm<sup>2</sup>) ve % CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Kopma Kuvveti (N)				Kopma Yüzde Uzaması (%)				Kopma Mukavemeti (N/mm <sup>2</sup> )			
	Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
%100 Metaaramid	440,65	1,43	308,10	1,47	33,4	1,44	42,22	0,84	22,44	4,12	18,67	11,67
% 100 Yün	325,87	1,61	341,97	0,82	30,05	7,40	36,54	1,35	21,02	1,43	19,54	2,83
% 50 Metaaramid % 50 Yün	328,47	1,31	315,24	1,12	32,71	4,79	38,84	3,25	21,89	2,59	18,01	4,60
%33 Metaaramid % 67 Yün	319,26	0,95	332,24	0,30	28,08	8,77	37,93	0,32	20,59	0,74	19,54	0,45
% 25 Metaaramid % 75 Yün	330,79	2,54	333,36	1,88	30,80	4,86	39,27	1,76	22,81	3,04	18,52	1,90
% 67 Metaaramid % 33 Yün	470,69	1,88	553,91	1,42	41,98	1,64	39,94	1,81	31,37	1,43	32,58	2,03
% 75 Metaaramid % 25 Yün	329,36	1,48	307,98	2,48	34,21	4,84	40,23	5,13	21,24	3,18	18,11	3,08

#### 4.2.2. Yırtılma mukavemeti ölçüm sonuçları

Meta-aramid ve yün lifinin mukavemet farklarının yüksek olmasından dolayı çözgüye dik yırtılma gerçekleşmemiş olup, atkıya dik yırtılmada dil kopması meydana gelmiştir. Bu nedenle yırtılma mukavemeti sonuçları değerlendirilememiştir.

**Çizelge 4.5.** Bezayağı kumaşların çözgü yırtılma mukavemeti (N) ve % CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Çözgü Yırtılma Mukavemeti (N)			
	Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
% 100 Metaaramid	13,22	0,93	15,46	2,13
% 100 Yün	11,22	4,05	12,92	7,01
% 50 Metaaramid % 50 Yün	12,37	2,90	14,91	4,01
% 33 Metaaramid % 67 Yün	11,94	4,79	14,97	2,95
% 25 Metaaramid % 75 Yün	11,74	6,65	13,78	15,38
% 67 Metaaramid % 33 Yün	12,52	4,02	15,00	3,76
% 75 Metaaramid % 25 Yün	12,84	2,92	15,28	0,62

**Çizelge 4.6.** Dimi kumaşların çözgü yırtılma mukavemeti (N) ve %CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Çözgü Yırtılma Mukavemeti (N)			
	Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
%100 Metaaramid	14,92	1,48	16,78	2,24
% 100 Yün	10,84	1,08	12,49	1,36
% 50 Metaaramid % 50 Yün	13,67	4,13	15,25	4,73
% 33 Metaaramid % 67 Yün	13,08	0,52	15,04	3,52
% 25 Metaaramid % 75 Yün	13,16	2,55	14,60	0,71
% 67 Metaaramid % 33 Yün	14,40	0,59	15,99	3,76
% 75 Metaaramid % 25 Yün	14,85	2,28	16,17	2,66

#### 4.2.3. Patlama mukavemeti ölçüm sonuçları

Çizelge 4.7. Bezayağı kumaşların max kuvvet (N), max uzama (mm) ve % CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Max Kuvvet (N)				Max Uzama (mm)			
	Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
%100 Metaaramid	478,69	7,31	567,3	8,46	22,53	9,52	17,99	0,48
% 100 Yün	331,73	3,50	371,97	2,75	17,41	3,64	17,38	3,83
% 50 Metaaramid % 50 Yün	434,89	7,38	495,42	8,44	22,07	9,90	20,31	8,58
%33 Metaaramid % 67 Yün	401,20	2,10	474,73	4,87	17,79	1,73	17,99	4,18
% 25 Metaaramid % 75 Yün	388,20	2,36	451,69	8,81	18,02	2,03	19,74	6,35
% 67 Metaaramid % 33 Yün	438,54	0,96	537,25	3,78	17,45	1,77	18,21	2,75
% 75 Metaaramid % 25 Yün	454,55	1,60	550,98	0,23	17,46	0,73	20,46	9,28

**Çizelge 4.8.** Dimi kumaşların max kuvvet (N), max uzama (mm) ve % CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Max Kuvvet (N)				Max Uzama (mm)			
	Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
<b>%100 Metaaramid</b>	525	4,15	556,73	4,80	21,56	6,34	7,96	2,83
<b>% 100 Yün</b>	333,54	2,33	413,38	5,96	17,77	4,16	9,40	9,80
<b>% 50 Metaaramid</b> <b>% 50 Yün</b>	465,82	4,08	498,55	5,36	19,36	7,19	9,70	5,76
<b>%33 Metaaramid</b> <b>% 67 Yün</b>	426,32	5,68	476,89	9,18	19,02	5,05	8,23	7,15
<b>% 25 Metaaramid</b> <b>% 75 Yün</b>	428,63	4,43	472,54	3,71	20,67	3,85	9,11	2,65
<b>% 67 Metaaramid</b> <b>% 33 Yün</b>	473,77	5,73	546,22	1,63	19,68	3,50	9,62	5,23
<b>% 75 Metaaramid</b> <b>% 25 Yün</b>	495,66	2,48	535,17	9,54	20,41	7,11	9,29	11,32

### 4.3. Farklı Karışım Oranıyla Oluşturulan Kumaşların Konfor Özelliklerinin Ölçüm Sonuçları

#### 4.3.1. Hava geçirgenliği ölçüm sonuçları

Çizelge 4.9. Bezayağı kumaşların hava geçirgenliği (l/m<sup>2</sup>/s) ve %CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Hava Geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s)			
	Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	% CV	Ortalama	% CV
% 100 Metaaramid	393,10	6,65	312,00	6,79
% 100 Yün	166,00	6,26	109,14	7,51
% 50 Metaaramid % 50 Yün	350,20	7,15	235,70	5,08
% 33 Metaaramid % 67 Yün	337,10	5,59	193,60	5,31
% 25 Metaaramid % 75 Yün	259,25	3,44	163,10	5,01
% 67 Metaaramid % 33 Yün	374,20	8,87	265,90	5,11
% 75 Metaaramid % 25 Yün	383,90	4,92	290,80	3,92

Çizelge 4.10. Dimi kumaşların hava geçirgenliği (l/m<sup>2</sup>/s) ve %CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Hava Geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s)			
	Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	% CV	Ortalama	% CV
% 100 Metaaramid	305,00	4,45	221,00	7,95
% 100 Yün	105,25	4,93	105,02	5,13
% 50 Metaaramid % 50 Yün	201,00	7,11	176,93	5,53
% 33 Metaaramid % 67 Yün	176,10	7,10	148,75	4,16
% 25 Metaaramid % 75 Yün	161,20	7,34	131,43	5,99
% 67 Metaaramid % 33 Yün	260,50	6,15	191,75	9,19
% 75 Metaaramid % 25 Yün	296,52	4,60	208,80	7,97

#### 4.3.2. Isıl geçirgenlik (Alambeta) ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.11.** Bezayağı kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ( $\lambda: Wm^{-1}K^{-1}*10^3$ ), ısı ı yayını m katsayısı ( $a: m^2s^{-1}$ ), ısı ı soğurğanlık katsayısı ( $b: Ws^{1/2}K^{-1}m^{-2}$ ) ve % CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Isıl İletkenlik Katsayısı ( $\lambda: Wm^{-1}K^{-1}*10^3$ )				Isıl Yayını m Katsayısı ( $a: m^2s^{-1}$ )				Isıl Soğurğanlık Katsayısı ( $b: Ws^{1/2}K^{-1}m^{-2}$ )			
	Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
%100 Metaaramid	31,52	2,86	32,96	2,71	0,027	11,12	0,031	2,28	190,80	3,51	185,80	3,89
% 100 Yün	32,80	2,34	34,72	3,45	0,024	7,98	0,026	16,50	208,00	3,89	209,00	8,33
% 50 Metaaramid % 50 Yün	32,36	1,55	33,32	2,28	0,031	4,17	0,031	9,79	203,80	4,26	195,40	4,12
%33 Metaaramid % 67 Yün	32,68	2,24	33,52	0,83	0,029	13,57	0,03	16,49	200,60	5,09	196,80	10,77
% 25 Metaaramid % 75 Yün	32,62	3,89	33,54	2,29	0,025	20	0,028	6,82	206,00	10,10	198,60	3,55
% 67 Metaaramid % 33 Yün	32,26	2,46	33,42	2,96	0,026	16,28	0,029	12,32	200	7,15	193,00	7,74
% 75 Metaaramid % 25 Yün	31,88	1,48	33,02	0,68	0,026	8,27	0,031	10,70	194,60	2,86	189,60	2,09



**Çizelge 4.12.** Bezayağı kumaşların ısı direnç ( $r: W^{-1}Km^2.10^3$ ), maksimum ve kararlı ısı akış yoğunluk oranı ( $p$ ), kumaşların maksimum ısı akış yoğunluğu ( $q_{max}: Wm^{-2}$ ) ve % CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Isıl Direnç ( $r: W^{-1}Km^2.10^3$ )				Maksimum ve Kararlı Isı Akış Yoğunluk Oranı ( $p$ )				Maksimum Isı Akış Yoğunluğu ( $q_{max}: Wm^{-2}$ )			
	Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
%100 Metaaramid	8,52	2,54	9,58	4,86	1,38	3,29	1,48	2,05	0,57	3,97	0,56	3,27
% 100 Yün	8,64	6,72	9,58	4,00	1,45	5,13	1,59	6,54	0,60	2,21	0,60	4,37
% 50 Metaaramid % 50 Yün	8,88	6,91	10,06	4,79	1,41	5,60	1,54	4,17	0,56	1,96	0,56	3,47
%33 Metaaramid % 67 Yün	9,06	4,78	9,98	8,68	1,47	4,78	1,51	3,97	0,58	3,00	0,56	6,82
% 25 Metaaramid % 75 Yün	8,78	6,10	9,88	5,32	1,48	2,83	1,55	4,85	0,60	5,82	0,58	2,30
% 67 Metaaramid % 33 Yün	8,66	5,51	10,12	6,75	1,42	5,36	1,51	6,50	0,58	2,85	0,55	1,60
% 75 Metaaramid % 25 Yün	8,34	1,36	9,52	2,02	1,41	5,07	1,39	4,88	0,60	4,66	0,53	3,88

**Çizelge 4.13.** Dime kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ( $\lambda: Wm^{-1}K^{-1} \cdot 10^3$ ), ısı yayını katsayısı ( $a: m^2s^{-1}$ ), ısı soğurganlık katsayısı ( $b: Ws^{1/2}K^{-1}m^{-2}$ ) ve % CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Isı İletkenlik Katsayısı ( $\lambda: Wm^{-1}K^{-1} \cdot 10^3$ )				Isı Yayını Katsayısı ( $a: m^2s^{-1}$ )				Isı Soğurganlık Katsayısı ( $b: Ws^{1/2}K^{-1}m^{-2}$ )			
	Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
%100 Metaaramid	32,14	2,83	33,98	1,59	0,023	6,10	0,034	6,33	190,80	2,83	185,80	2,71
% 100 Yün	34,04	2,59	35,54	2,16	0,027	8,78	0,025	17,382	208,00	1,14	209,00	0,68
% 50 Metaaramid % 50 Yün	32,90	2,76	34,62	2,46	0,03	7,07	0,031	14,81	203,80	3,74	195,40	2,96
%33 Metaaramid % 67 Yün	33,08	2,07	35,04	1,37	0,028	17,94	0,031	8,43	200,60	2,76	196,80	2,28
% 25 Metaaramid % 75 Yün	33,64	1,87	35,38	2,53	0,027	15,55	0,032	13,70	206,00	2,07	198,60	0,83
% 67 Metaaramid % 33 Yün	32,42	3,74	35,06	0,8	0,030	8,40	0,029	18,41	200	1,87	193,00	2,29
% 75 Metaaramid % 25 Yün	32,22	1,14	34,18	2,8	0,033	6,20	0,033	3,39	194,60	2,59	189,60	3,45

**Çizelge 4.14.** Dime kumaşların ısı direnç ( $r: W^{-1}Km^2.10^3$ ), maksimum ve kararlı ısı akış yoğunluk oranı ( $p$ ), kumaşların maksimum ısı akış yoğunluğu ( $q_{max}: Wm^{-2}$ ) ve % CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Isıl Direnç ( $r: W^{-1}Km^2.10^3$ )				Maksimum ve Kararlı Isı Akış Yoğunluk Oranı ( $p$ )				Maksimum Isı Akış Yoğunluğu ( $q_{max}: Wm^{-2}$ )			
	Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
%100 Metaaramid	10,2	5,12	9,86	5,93	1,42	4,25	1,49	4,97	0,56	2,40	0,55	1,03
% 100 Yün	9,42	7,25	10	5,70	1,54	7,06	1,61	5,35	0,59	1,82	0,59	2,55
% 50 Metaaramid % 50 Yün	9,42	5,22	10,32	1,26	1,46	3,11	1,62	1,92	0,56	3,32	0,58	2,20
%33 Metaaramid % 67 Yün	9,88	1,10	9,82	6,33	1,52	4,69	1,53	3,70	0,56	4,33	0,57	2,70
% 25 Metaaramid % 75 Yün	9,48	7,43	10,36	0,52	1,51	4,91	1,62	4,57	0,58	4,31	0,58	4,93
% 67 Metaaramid % 33 Yün	9,28	5,67	9,96	5,66	1,43	3,43	1,54	7,19	0,56	4,61	0,57	4,87
% 75 Metaaramid % 25 Yün	9,68	5,86	9,7	2,62	1,48	5,25	1,47	5,80	0,56	2,38	0,55	4,08

### 4.3.3. Su buharı geçirgenliği ölçüm sonuçları

Çizelge 4.15. Bezayağı kumaşların su buharı geçirgenliği (%) ve % CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Su Buharı Geçirgenliği (%)			
	Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
%100 Metaaramid	79,70	1,96	79,10	0,47
% 100 Yün	75,90	1,99	70,56	0,12
% 50 Metaaramid % 50 Yün	78,20	1,34	74,10	0,53
% 33 Metaaramid % 67 Yün	76,43	1,92	74,40	0,26
% 25 Metaaramid % 75 Yün	76,00	1,69	73,33	0,39
% 67 Metaaramid % 33 Yün	78,56	1,67	75,16	0,94
% 75 Metaaramid % 25 Yün	79,43	2,04	76,89	1,28

Çizelge 4.16. Dimi kumaşların su buharı geçirgenliği (%) ve % CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Su Buharı Geçirgenliği (%)			
	Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
%100 Metaaramid	79,33	0,88	74,26	0,34
% 100 Yün	74,00	0,37	70,80	0,85
% 50 Metaaramid % 50 Yün	74,66	0,22	72,96	0,2
% 33 Metaaramid % 67 Yün	74,60	0,38	73,03	0,36
% 25 Metaaramid % 75 Yün	74,63	0,89	73,00	0,79
% 67 Metaaramid % 33 Yün	75,36	0,35	73,56	0,68
% 75 Metaaramid % 25 Yün	76,80	0,19	73,63	0,84

#### 4.4. Farklı Karışım Oranıyla Oluşturulan Kumaşların Diğer Önemli Özelliklerinin Ölçüm Sonuçları

##### 4.4.1. Gramaj ölçüm sonuçları

Çizelge 4.17. Bezayağı kumaşların gramaj ( $\text{g/m}^2$ ) ve %CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Gramaj ( $\text{g/m}^2$ )			
	Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	% CV	Ortalama	% CV
%100 Metaaramid	147,78	1,77	165	0,49
% 100 Yün	146,68	1,57	165,02	0,81
% 50 Metaaramid % 50 Yün	146,94	0,31	157	0,43
% 33 Metaaramid % 67 Yün	150,04	0,44	158,24	1,01
% 25 Metaaramid % 75 Yün	147,88	1,06	158,86	0,76
% 67 Metaaramid % 33 Yün	146,62	0,73	157,31	0,90
% 75 Metaaramid % 25 Yün	146,45	0,21	157,88	0,96

Çizelge 4.18. Dimi kumaşların gramaj ( $\text{g/m}^2$ ) ve %CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Gramaj ( $\text{g/m}^2$ )			
	Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	% CV	Ortalama	% CV
% 100 Metaaramid	156,7	0,37	167,93	0,67
% 100 Yün	151,56	0,51	178,53	0,22
% 50 Metaaramid % 50 Yün	147,1	0,19	169,86	0,17
% 33 Metaaramid % 67 Yün	149,4	0,98	170,53	0,14
% 25 Metaaramid % 75 Yün	149,73	0,49	169,36	2,37
% 67 Metaaramid % 33 Yün	147,79	0,36	169,4	0,37
% 75 Metaaramid % 25 Yün	148,56	0,56	169,8	0,68

#### 4.4.2. Eğilme rijitliği ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.19.** Bezayağı kumaşların atkı eğilme rijitliği (mg.cm), çözgü eğilme rijitliği (mg.cm), genel eğilme rijitliği (mg.cm) ve % CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Çözgü Eğilme Rijitliği (mg.cm)				Atkı Eğilme Rijitliği (mg.cm)				Genel Eğilme Rijitliği (mg.cm)			
	Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
%100 Metaaramid	224,86	3,89	236,46	4,86	148,76	2,54	254,81	3,51	182,86	5,35	245,45	2
% 100 Yün	194,15	8,33	199,86	4,00	51,42	6,72	141,01	3,89	99,55	3,95	167,75	3,9
% 50 Metaaramid % 50 Yün	216,02	4,12	175,80	4,79	113,95	6,91	182,95	4,26	156,84	4,16	177,63	9,01
%33 Metaaramid % 67 Yün	215,55	10,77	180,18	8,68	104,96	4,78	179,60	5,09	150,37	5,74	196,98	5,78
% 25 Metaaramid % 75 Yün	218,20	3,55	175,69	5,32	101,41	6,10	143,21	10,10	148,7	4,38	158,59	9
% 67 Metaaramid % 33 Yün	215,48	7,74	174,74	6,75	116,15	5,51	197,71	7,15	158,17	5,16	178,77	5,32
% 75 Metaaramid % 25 Yün	221,09	2,09	176,79	2,02	125,60	1,36	215,36	2,86	166,61	8,28	186,9	8,56

**Çizelge 4.20.** Dimi kumaşların atkı eğilme rijitliği (mg.cm), çözgü eğilme rijitliği (mg.cm), genel eğilme rijitliği (mg.cm) ve % CV ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Çözgü Eğilme Rijitliği (mg.cm)				Atkı Eğilme Rijitliği (mg.cm)				Genel Eğilme Rijitliği (mg.cm)			
	Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2		Nm 60/1		Nm 60/2	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
<b>%100 Metaaramid</b>	168,79	2,1	183,36	4,12	123,5	1,67	176,50	1,47	150	5,75	179,89	4,49
<b>% 100 Yün</b>	168,97	1,61	160,19	1,43	83,36	2,83	140,74	0,82	118,68	4,82	150,15	9,02
<b>% 50 Metaaramid</b> <b>% 50 Yün</b>	158,61	1,31	123,49	2,59	106,45	4,60	138,40	1,12	129,93	3,08	130,73	3,85
<b>%33 Metaaramid</b> <b>% 67 Yün</b>	167,97	0,95	149,50	0,74	97,46	0,45	138,27	0,30	127,94	1,06	143,77	8,95
<b>% 25 Metaaramid</b> <b>% 75 Yün</b>	169,07	2,54	146,49	3,04	90,97	1,90	129,82	1,88	124,01	8,63	137,9	5,64
<b>% 67 Metaaramid</b> <b>% 33 Yün</b>	168,28	1,88	150,39	1,43	104,89	2,03	152	1,42	132,85	1,52	151,19	6,72
<b>% 75 Metaaramid</b> <b>% 25 Yün</b>	168,43	1,48	154,46	3,18	111,73	3,08	146	2,48	137,18	7,27	150,28	3,06

#### 4.4.3. Kumaş kalınlık ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.21.** Bezayağı kumaşların kalınlık (mm) ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Kalınlık (mm)	
	Nm 60/1	Nm 60/2
% 100 Metaaramid	0,27	0,33
% 100 Yün	0,28	0,32
% 50 Metaaramid % 50 Yün	0,29	0,33
% 33 Metaaramid % 67 Yün	0,3	0,33
% 25 Metaaramid % 75 Yün	0,27	0,33
% 67 Metaaramid % 33 Yün	0,27	0,33
% 75 Metaaramid % 25 Yün	0,27	0,32

**Çizelge 4.22.** Dimi kumaşların kalınlık (mm) ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Kalınlık (mm)	
	Nm 60/1	Nm 60/2
% 100 Metaaramid	0,30	0,33
% 100 Yün	0,31	0,35
% 50 Metaaramid % 50 Yün	0,3	0,35
% 33 Metaaramid % 67 Yün	0,31	0,34
% 25 Metaaramid % 75 Yün	0,29	0,36
% 67 Metaaramid % 33 Yün	0,3	0,34
% 75 Metaaramid % 25 Yün	0,31	0,34



#### 4.4.4. Kumaş sıklık ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.23.** Bezayağı kumaşların çözgü ve atkı sıklığı ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Çözgü Sıklığı		Atkı Sıklığı	
	Nm 60/1	Nm 60/2	Nm 60/1	Nm 60/2
%100 Metaaramid	33	26	29	20
% 100 Yün	33	26	29	20
% 50 Metaaramid % 50 Yün	33	26	29	20
%33 Metaaramid % 67 Yün	33	26	29	20
% 25 Metaaramid % 75 Yün	33	26	29	20
% 67 Metaaramid % 33 Yün	33	26	29	20
% 75 Metaaramid % 25 Yün	33	26	29	20

**Çizelge 4.24.** Dimi kumaşların çözgü sıklığı ve atkı sıklığı ölçüm sonuçları

Kumaş özellikleri	Çözgü Sıklığı		Atkı Sıklığı	
	Nm 60/1	Nm 60/2	Nm 60/1	Nm 60/2
% 100 Metaaramid	35	30	31	24
% 100 Yün	35	30	31	24
% 50 Metaaramid % 50 Yün	35	30	31	24
% 33 Metaaramid % 67 Yün	35	30	31	24
% 25 Metaaramid % 75 Yün	35	30	31	24
% 67 Metaaramid % 33 Yün	35	30	31	24
% 75 Metaaramid % 25 Yün	35	30	31	24

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Meta-aramid yün iplik oranının dokuma kumaşların mukavemet, konfor ve yanma özelliklerine etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada elde edilen deneysel çalışmalara ait araştırma sonuçları 4 kısım halinde incelenmiştir. İlk kısımda mukavemet ikinci kısımda eğilme rijitliği üçüncü kısımda konfor özellikleri (hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, ısı geçirgenlik) son kısımda yanma özellikleri Ek 1 verilmiş olan varyans analizi kullanılarak oluşturulan Çizelge 5.1. ile Çizelge 5.25. arasında verilen SNK test sonuçları ve Şekil 5.1 ile Şekil 5.18. arasında verilen grafikler kullanılarak değerlendirilmiştir.

### 5.1. Dokuma Kumaşların Mukavemet Özelliklerini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi

#### 5.1.1. Kopma kuvveti ölçüm sonuçlarının incelenmesi

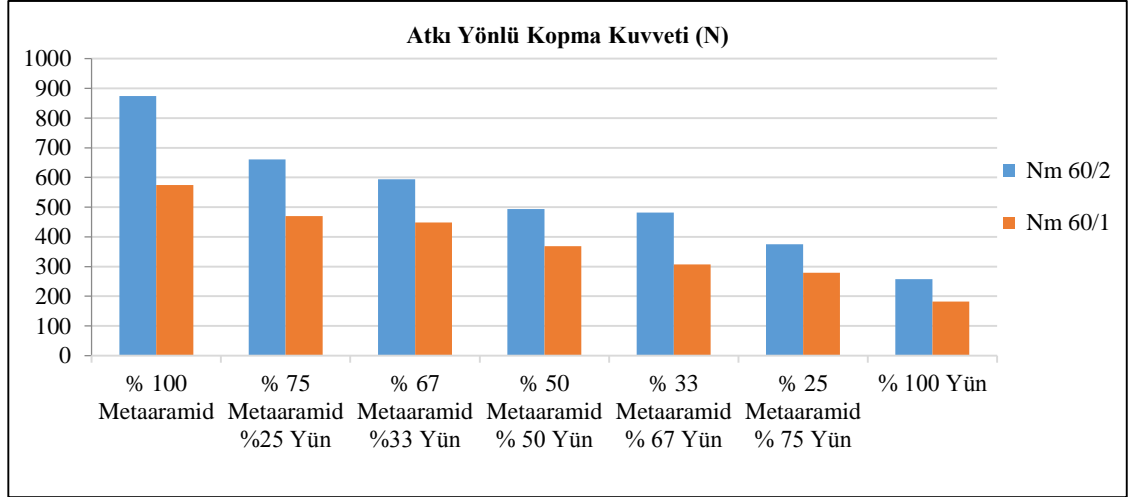
% 100 Meta-aramid ve % 100 yün ipliklerinden farklı karışım oranıyla 28 farklı çeşit de oluşturulan kumaşların atkı yönlü kopma kuvveti özellikleri Çizelge 5.1. de verilen Anova sonuçları kullanılarak incelenmiştir. Çizelge 5.1. deki Anova sonuçlarına göre iplik numarasının, örgü tipinin ve karışım oranının dokuma kumaşların atkı yönlü kopma kuvvetine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

**Çizelge 5.1.** Dokuma kumaşların atkı yönlü kopma kuvvetine ait ANOVA tablosu

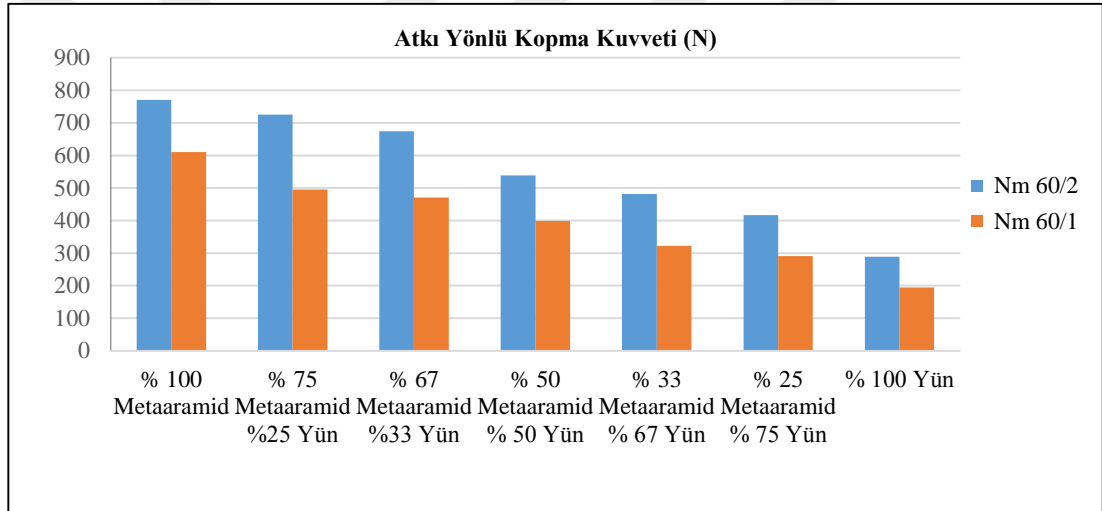
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
İplik No	527906,336	1	527906,336	1255,848	,000
Örgü	10284,851	1	10284,851	24,467	,000
Karışım Oranı	1870178,197	6	311696,366	741,501	,000

**Çizelge 5.2.** Dokuma kumaşların atkı yönlü kopma kuvveti SNK test sonuçları

Meta-aramid Yün atkı ipliği oranı	Atkı Yönlü Kopma Kuvveti (N)	
<b>BEZAYAĞI ÖRGÜ DOKUMA KUMAŞ</b>		
	<b>Nm 60/2</b>	<b>Nm 60/1</b>
<b>% 100 Meta-aramid</b>	874,2117 (6)	574,9757 (7)
<b>% 75 Meta-aramid % 25 Yün</b>	660,8880 (5)	469,9067 (6)
<b>% 67 Meta-aramid % 33 Yün</b>	594,3027 (4)	448,7227 (5)
<b>% 50 Meta-aramid % 50 Yün</b>	493,9037 (3)	368,4127 (4)
<b>% 33 Meta-aramid % 67 Yün</b>	482,1700 (3)	306,8230 (3)
<b>% 25 Meta-aramid % 75 Yün</b>	374,6993 (2)	279,2740 (2)
<b>% 100 Yün</b>	257,0493 (1)	181,6420 (1)
<b>DİMİ ÖRGÜ DOKUMA KUMAŞ</b>		
	<b>Nm 60/2</b>	<b>Nm 60/1</b>
<b>% 100 Meta-aramid</b>	770,2330 (5)	610 (7)
<b>% 75 Meta-aramid % 25 Yün</b>	725,6040 (4-5)	495,4370 (6)
<b>% 67 Meta-aramid % 33 Yün</b>	673,8500 (4)	470,6923 (5)
<b>% 50 Meta-aramid % 50 Yün</b>	538,6973 (3)	398,5223 (4)
<b>% 33 Meta-aramid % 67 Yün</b>	481,1693 (3)	322,6337 (3)
<b>% 25 Meta-aramid % 75 Yün</b>	416,1247 (2)	290,9987 (2)
<b>% 100 Yün</b>	288,8477 (1)	193,9970 (1)



**Şekil 5.1.** Bezayağı kumaşların atkı yönlü kopma kuvveti (N) sonuçları



**Şekil 5.2.** Dimi kumaşların atkı yönlü kopma kuvveti (N) sonuçları

Çizelge 5.2. de verilen SNK test sonuçları, Şekil 5.1. ve Şekil 5.2. yi incelediğimizde Nm 60/2 % 100 yün ve % 100 Meta-aramid atkı iplikleri ile farklı karışım oranında elde edilen kumaşların atkı yönlü kopma kuvveti değerlerinin Nm 60/1 atkı iplikleri ile oluşturulan kumaşların atkı yönlü kopma kuvveti değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Atkı ipliklerindeki numara değişimi kumaş dayanımını etkilemektedir. Atkı ipliklerinin kalınlığı arttıkça iplik mukavemeti artmış bu da kumaşların atkı yönlü kopma kuvveti değerlerini arttırmıştır (Kurtça 2001, Can 2004, Can ve Kırtay 2009, Tayyar 2010).

Dokuma örgüsünün etkisini incelediğimizde ise (Çizelge 5.2., Şekil 5.1. ve Şekil 5.2.) dimi örgüde oluşturulan dokuma kumaşların atkı yönlü kopma kuvveti değerlerinin bezayağı örgü ile oluşturulan kumaşlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Dimi örgülü kumaşlarda atlama yapan iplikler birbirleri arasından dimi çizgileri yönünde kayma yapabildiklerinden dolayı esneklik gösterdiği ve bu esnekliğin kumaşın ani gerilmelerine karşı direncini arttırdığı düşünülmektedir (Avcı 1992, Haiging ve Xiang 2001, Kaplan ve Göktepe 2002, Taşkın ve Ünal 2007).

Dokuma kumaş içerisinde kullanılan karışım oranının etkisi Çizelge 5.2., Şekil 5.1. ve Şekil 5.2. ye göre incelendiğinde ise kullanılan meta-aramid oranı arttıkça kumaşların atkı yönlü kopma kuvveti değerlerinin arttığı görülmüştür. Meta-aramid lifinin polimer yapısından dolayı dengeli bir yapıya sahip olması, birbirine bağlanmış haldeki aramid halkalarının yanı sıra konjuge amid bağlarının olması gerilmelere karşı dayanıklı olmasını ve bu liften elde edilen ipliğin ve kumaşın mukavemet değerlerinin yüksek olmasını sağlamaktadır (Lif mukavemeti 44-75 cN/tex arasında değişmektedir) (Anjana ve Kalyani, 2000, Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Tunç 2012).

### 5.1.2. Patlatma mukavemeti ölçüm sonuçlarının incelenmesi

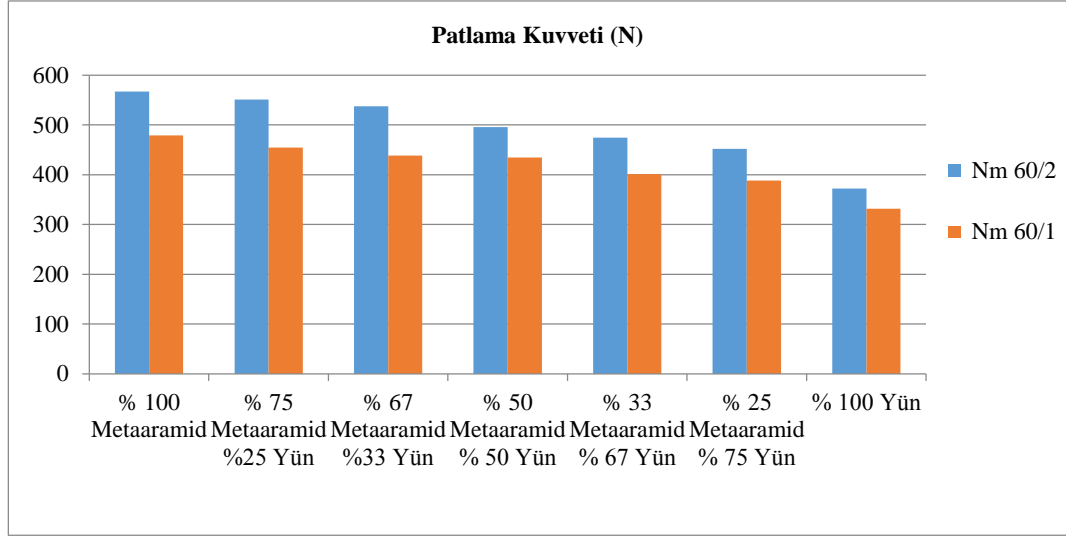
% 100 Meta-aramid ve % 100 yün ipliklerinden farklı karışım oranıyla 28 farklı çeşit de oluşturulan kumaşların patlama mukavemeti özellikleri Çizelge 5.3. de verilen Anova sonuçları kullanılarak incelenmiştir. Çizelge 5.3. deki Anova sonuçlarına göre iplik numarasının, örgü tipinin ve karışım oranının dokuma kumaşların patlama kuvvetine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

**Çizelge 5.3.** Dokuma kumaşların patlama kuvvetine ait ANOVA tablosu

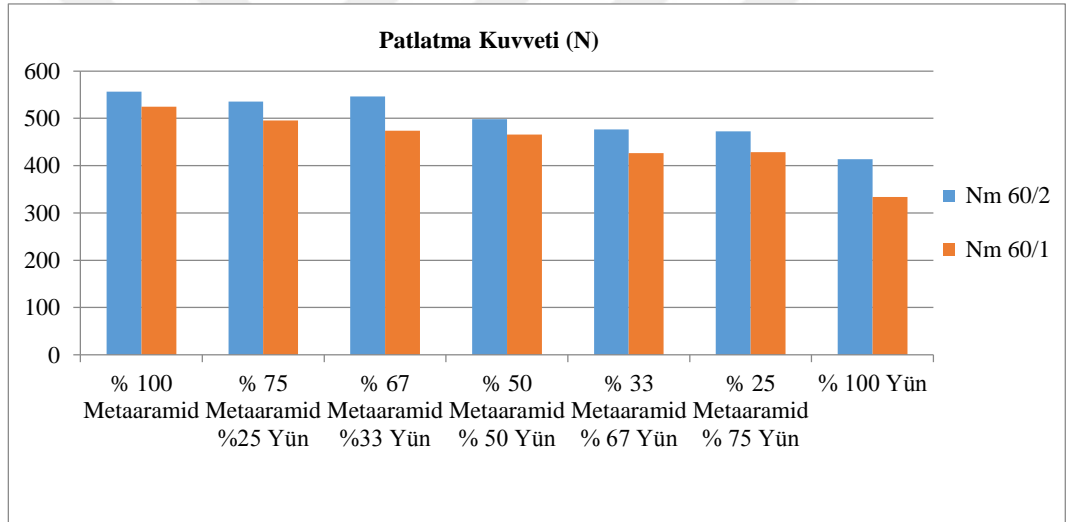
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
İplik No	81520,267	1	81520,267	115,621	,000
Örgü	78722,773	1	78722,773	11,166	,001
Karışım Oranı	233007,417	6	38834,569	55,079	,000

**Çizelge 5.4.** Dokuma Kumaşların patlama kuvveti SNK test sonuçları

Metaaramid-Yün atkı ipliği oranı	Patlama Kuvveti (N)	
<b>BEZAYAĞI ÖRGÜ DOKUMA KUMAŞ</b>		
	<b>Nm 60/2</b>	<b>Nm 60/1</b>
<b>% 100 Meta-aramid</b>	567,3000 (4)	478,6940 (4)
<b>% 75 Meta-aramid % 25 Yün</b>	550,9850 (4)	454,5550 (4)
<b>% 67 Meta-aramid % 33 Yün</b>	537,2547 (3-4)	438,5437 (3-4)
<b>% 50 Meta-aramid % 50 Yün</b>	495,4277(2-3-4)	434,8983 (3-4)
<b>% 33 Meta-aramid % 67 Yün</b>	474,7377 (2-3)	401,2080 (2-3)
<b>% 25 Meta-aramid % 75 Yün</b>	451,6980 (2)	388,2057 (2)
<b>% 100 Yün</b>	371,9743 (1)	331,7387 (1)
<b>DİMİ ÖRGÜ DOKUMA KUMAŞ</b>		
	<b>Nm 60/2</b>	<b>Nm 60/1</b>
<b>% 100 Meta-aramid</b>	556,7345 (2)	525 (4)
<b>% 75 Meta-aramid % 25 Yün</b>	535,1770 (2)	495,6647 (3-4)
<b>% 67 Meta-aramid % 33 Yün</b>	546,2253 (2)	473,7743 (3)
<b>% 50 Meta-aramid % 50 Yün</b>	498,5513 (2)	465,8257 (3)
<b>% 33 Meta-aramid % 67 Yün</b>	476,8987(1-2)	426,3290 (2)
<b>% 25 Meta-aramid % 75 Yün</b>	472,5413(1-2)	428,6383 (2)
<b>% 100 Yün</b>	413,3857 (1)	333,5453 (1)



**Şekil 5.3.** Bezayağı kumaşların patlama kuvveti (N) sonuçları



**Şekil 5.4.** Dimi kumaşların patlama kuvveti (N) sonuçları

Çizelge 5.4. de verilen SNK test sonuçları, Şekil 5.3. ve Şekil 5.4. ü incelediğimizde Nm 60/2 % 100 yün ve % 100 Meta-aramid atkı iplikleri ile farklı karışım oranında elde edilen kumaşların patlama kuvveti değerlerinin Nm 60/1 atkı iplikleri ile oluşturulan kumaşların patlama kuvveti değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Patlatma mukavemeti kumaşa çok yönlü uygulanan kuvvete karşı kumaşın dayanımını gösteren bir büyüklüktür (Erdem 2010). Patlatma mukavemeti lif çeşidine, iplik tipine, kumaş konstrüksiyonuna ve apre çeşidine bağlıdır. İplik kalınlığı arttıkça patlama mukavemeti artmaktadır (Kurtça 2001, Can 2004, Kırtay ve Can 2009, Erdem 2010, Tayyar 2010).

Dokuma örgüsünün etkisini incelediğimizde ise (Çizelge 5.4., Şekil 5.3. ve Şekil 5.4.) dimi örgüde oluşturulan dokuma kumaşların patlatma kuvveti değerlerinin genelde bezayağı örgü ile oluşturulan kumaşlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Dimi örgülü kumaşlarda atlama yapan iplikler birbirleri arasından dimi çizgileri yönünde kayma yapabildiklerinden dolayı esneklik gösterdiği ve bu esnekliğin kumaşın ani gerilmelerine karşı direncini arttırdığı düşünülmektedir. (Avcı 1992, Haiging ve Xiang 2001, Kaplan ve Göktepe 2002, Taşkın ve Ünal 2007).

Dokuma kumaş içerisinde kullanılan karışım oranının etkisi Çizelge 5.4., Şekil 5.3. ve Şekil 5.4. e göre incelendiğinde ise kullanılan meta-aramid iplik oranı arttıkça kumaşların patlatma kuvveti değerlerinin arttığı görülmüştür. Meta-aramid lifinin polimer yapısından dolayı dengeli bir yapıya sahip olması, birbirine bağlanmış haldeki aramid halkalarının yanı sıra konjuge amid bağlarının olması gerilmelere karşı dayanıklı olmasını ve bu liften elde edilen ipliğin ve kumaşın mukavemet değerlerinin yüksek olmasını sağlamaktadır (Lif mukavemeti 44-75 cN/tex arasında değişmektedir (Anjana ve Kalyani 2000, Dayıoğlu ve Karakaş 2007, Tunç 2012).

## **5.2. Dokuma Kumaşların Eğilme Rijitliği Özelliklerini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi**

Nm 60/1 ve Nm 60/2 %100 Meta-aramid ve % 100 yün ipliklerinden farklı karışım oranıyla elde edilen kumaşların eğilme özellikleri Çizelge 5.5. ve Çizelge 5.6. da verilen Anova sonuçları kullanılarak incelenmiştir. Çizelge 5.5. ve Çizelge 5.6. daki Anova sonuçlarına göre iplik numarasının, örgü tipinin ve karışım oranının dokuma kumaşların atkı eğilme rijitliğine ve genel eğilme rijitliğine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Eğilme rijitliği bir kumaşın eğilmeye karşı gösterdiği dirençtir ve eğilme rijitliği yüksek olan kumaşlar serttir ve eğilme rijitliği arttıkça dökümlülük azalmaktadır (Ak 2006, Gürcüm 2009), Temel olarak bir kumaşın eğilme rijitliği o kumaşı oluşturan ipliklerin strüktürüne, lif yapısına, kumaş örgüsüne ve uygulanan bitim işlemlerine bağlıdır (Kavuşturan 1993). Bu çalışmada tüm kumaşlara uygulanan bitim işlemleri aynı olup eğilme rijitliğindeki değişiklikler iplik lineer yoğunluğuna, karışım oranına ve dokuma örgüsüne bağlıdır.



**Çizelge 5.5.** Dokuma kumaşların atkı eğilme rijitliğine ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
İplik No	8550,754	1	8550,754	210,188	,000
Örgü	58599,467	1	58599,467	1440,447	,000
Karışım Oranı	4384,134	6	730,689	17,961	,000

**Çizelge 5.6.** Dokuma kumaşların genel eğilme rijitliğine ait ANOVA tablosu

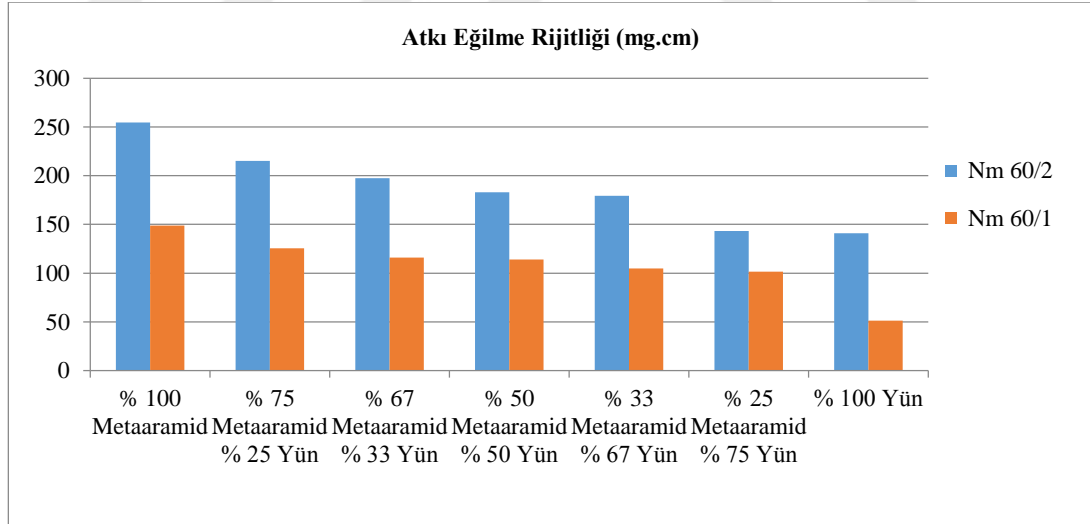
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
İplik No	19528,346	1	19528,346	930,633	,000
Örgü	24420,424	1	24420,424	1163,768	,000
Karışım Oranı	29764,423	6	4960,737	236,407	,000

**Çizelge 5.7.** Dokuma Kumaşların eğilme rijitliğine ait SNK test sonuçları

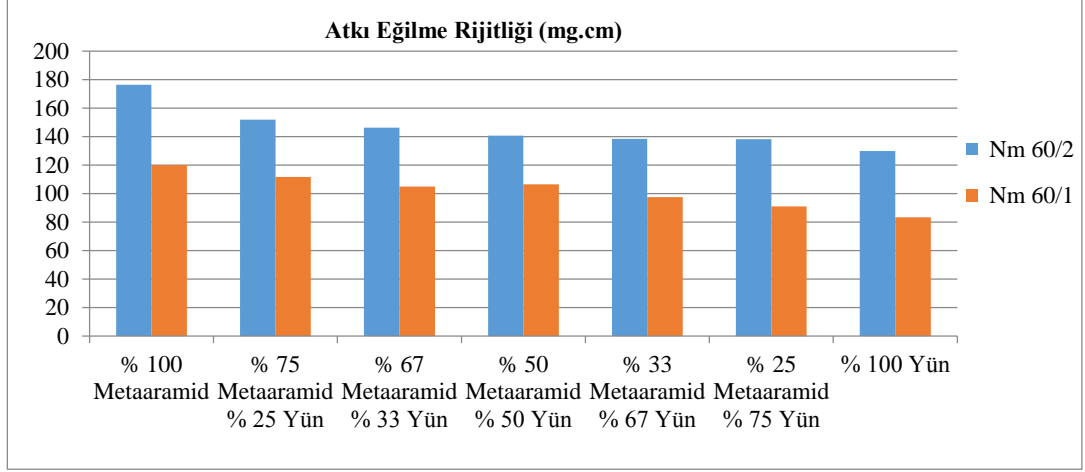
Metaaramid-Yün atkı ipliği oranı	Atkı Eğilme Rijitliği (mg.cm)		Genel Eğilme Rijitliği (mg.cm)	
BEZAYAĞI ÖRGÜ DOKUMA KUMAŞ				
	Nm 60/2	Nm 60/1	Nm 60/2	Nm 60/1
% 100 Meta-aramid	254,8118 (5)	148,7695 (5)	245,4675 (6)	182,9100 (4)
% 75 Meta-aramid % 25 Yün	215,3685 (4)	125,6004 (4)	196,9850 (5)	166,6475 (3)
% 67 Meta-aramid % 33 Yün	197,7187 (3)	116,1500 (3)	186,8974 (4)	158,1825 (2)
% 50 Meta-aramid % 50 Yün	182,9598 (2)	113,9589(3)	178,7825 (3)	156,8750 (2)
% 33 Meta-aramid % 67 Yün	179,6016 (2)	104,9623 (2)	177,6725 (3)	150,4050 (2)
% 25 Meta-aramid % 75 Yün	143,2124 (1)	101,4167(2)	167,8750 (2)	148,7575 (2)
% 100 Yün	141,0123 (1)	51,4223 (1)	158,6050 (1)	99,5725 (1)

**Çizelge 5.7.** Dokuma Kumaşların eğilme rijitliğine ait SNK test sonuçları (devam)

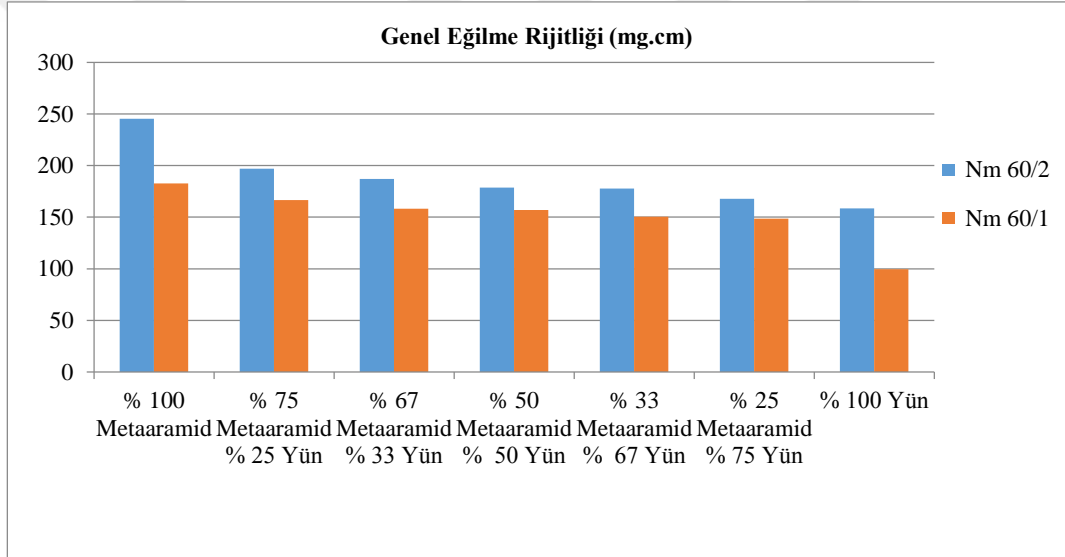
Metaaramid-Yün atkı ipliği oranı	Atkı Eğilme Rijitliği (mg.cm)		Genel Eğilme Rijitliği (mg.cm)	
<b>DİMİ ÖRGÜ DOKUMA KUMAŞ</b>				
	Nm 60/2	Nm 60/1	Nm 60/2	Nm 60/1
<b>% 100 Meta-aramid</b>	176,5339 (4)	120,1150 (4)	179,9225 (4)	150 (5)
<b>% 75 Meta-aramid % 25 Yün</b>	152,1369 (3)	111,7814 (3)	150,2850 (3)	137,2100 (4)
<b>% 67 Meta-aramid % 33 Yün</b>	146,2565 (2-3)	106,4732 (3)	151,2250 (3)	132,8600 (3-4)
<b>% 50 Meta-aramid % 50 Yün</b>	140,8841(1-2- 3)	104,8931 (3)	150,1875 (3)	129,9500 (2-3)
<b>% 33 Meta-aramid % 67 Yün</b>	138,4571 (1-2)	97,6595 (2)	141,2375 (2)	127,9275 (2-3)
<b>% 25 Meta-aramid % 75 Yün</b>	138,3574 (1-2)	90,9808 (2)	137,9050 (2)	124,0450 (1-2)
<b>% 100 Yün</b>	129,8456 (1)	83,5218 (1)	130,7250 (1)	118,7025 (1)



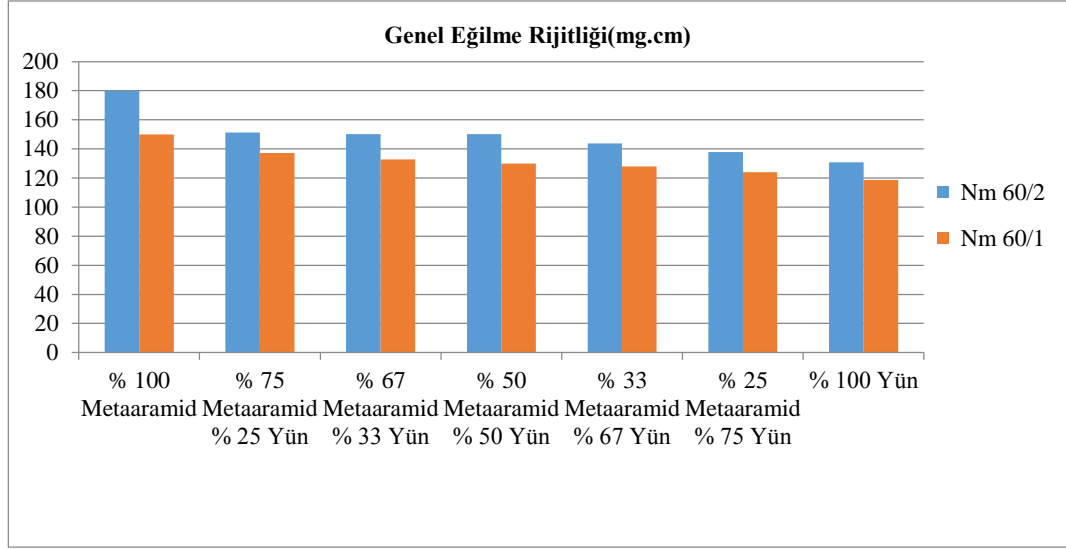
**Şekil 5.5.** Bezayağı kumaşların atkı eğilme rijitliği (mg.cm) ölçüm sonuçları



**Şekil 5.6.** Dimi kumaşların atkı eğilme dayanımı (mg.cm) ölçüm sonuçları



**Şekil 5.7.** Bezayağı kumaşların genel eğilme rijitliği (mg.cm) ölçüm sonuçları



**Şekil 5.8.** Dimi kumaşların genel eğilme rijitliği (mg.cm) ölçüm sonuçları

Çizelge 5.7. de verilen SNK test sonuçları, Şekil 5.5., Şekil 5.6, Şekil 5.7. ve Şekil 5.8. i incelediğimizde Nm 60 /2 % 100 yün ve % 100 Meta-aramid atkı iplikleri ile farklı atkı atma sırasında elde edilen kumaşların atkı ve genel eğilme rijitliğinin Nm 60/1 atkı iplikleri ile oluşturulan kumaşların atkı ve genel eğilme rijitliğine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bir ipliğin eğilme davranışı o ipliği oluşturan lif özelliklerine, iplik elde etme yöntemine, ipliğe verilen büküm miktarına, iplik lineer yoğunluğuna, iplik kat ya da filaman sayısına bağlıdır. Kalın ipliklerde kesitteki lif sayısı ve lifler arası sürtünme daha fazla olmakta ve eğilmeye karşı gösterdiği direnç artmaktadır. Katlı ipliklerde ise katlama işleminin etkisiyle iplikler daha sıkı ve kompakt bir yapıya sahip olacağından katlı ipliklerin eğilme rijitliğinin tek katlı ipliklerin eğilme rijitliğine göre daha yüksek olması beklenmektedir (Kavuşturan 1993, Dilsiz 2001, Ak 2006).

Dokuma örgüsünün etkisini incelediğimizde ise (Çizelge 5.7., Şekil 5.5., Şekil 5.6., Şekil 5.7. ve Şekil 5.8.) bezayağı örgüde oluşturulan dokuma kumaşların atkı ve genel eğilme rijitliği değerlerinin dimi örgüye göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Kumaşın örgüsünde bulunan atkı ve çözgü ipliklerinin birbirleri ile kesişme sayısı kumaşın eğilme rijitliğini etkilemektedir. Kesişme sayısı fazla olan kumaşların eğilme rijitliğinin de yüksek olduğu düşünülmektedir (Finlayson 1946, Gürcüm 2009).

Karışım oranının dimi ve bezayağı kumaşların eğilme rijitliklerine etkisini incelediğimizde (Çizelge 5.7.) kumaşta meta-aramid miktarı azaldıkça ve yün miktarı

arttıkça genel eğilme ve atkı eğilme rijitliklerinin azaldığı görülmüştür. Bunun sebebinin meta-aramid lifinin eğilme rijitlik değerinin yün lifinin eğilme rijitlik değerinden yüksek ((yün lifinin eğilme rijitliği 0,20 (Hearle ve Morton 2008)) olduğu düşünülmektedir.

### **5.3. Dokuma Kumaşların Konfor Özelliklerini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi**

#### **5.3.1. Hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının incelenmesi**

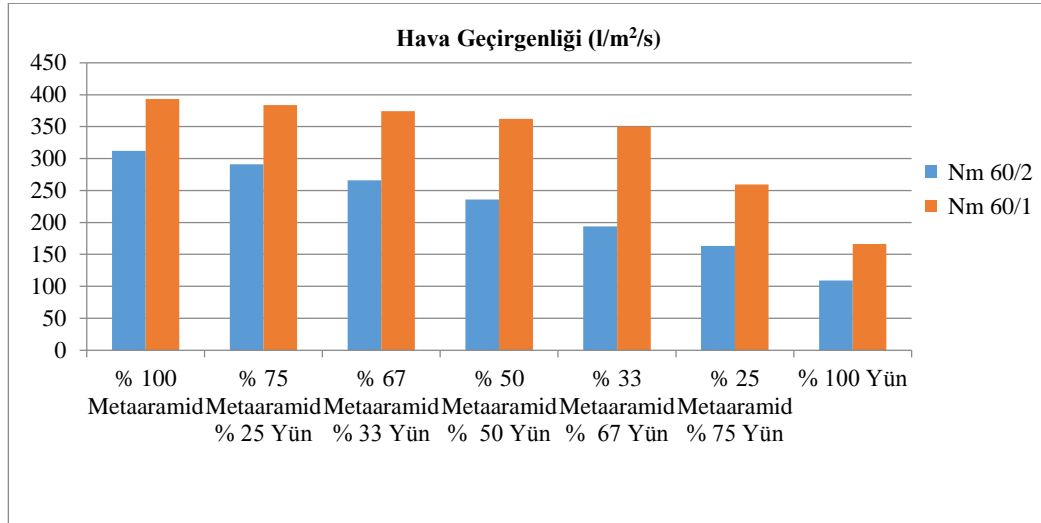
% 100 Meta-aramid ve % 100 yün ipliklerinden farklı atkı atma sıralarıyla 28 farklı çeşit de oluşturulan kumaşların hava geçirgenliği özellikleri Çizelge 5.8. de verilen Anova sonuçları kullanılarak incelenmiştir. Çizelge 5.8. deki Anova sonuçlarına göre iplik numarasının, örgü tipinin ve karışım oranının dokuma kumaşların hava geçirgenliğine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

**Çizelge 5.8.** Dokuma kumaşların hava geçirgenliğine ait ANOVA tablosu

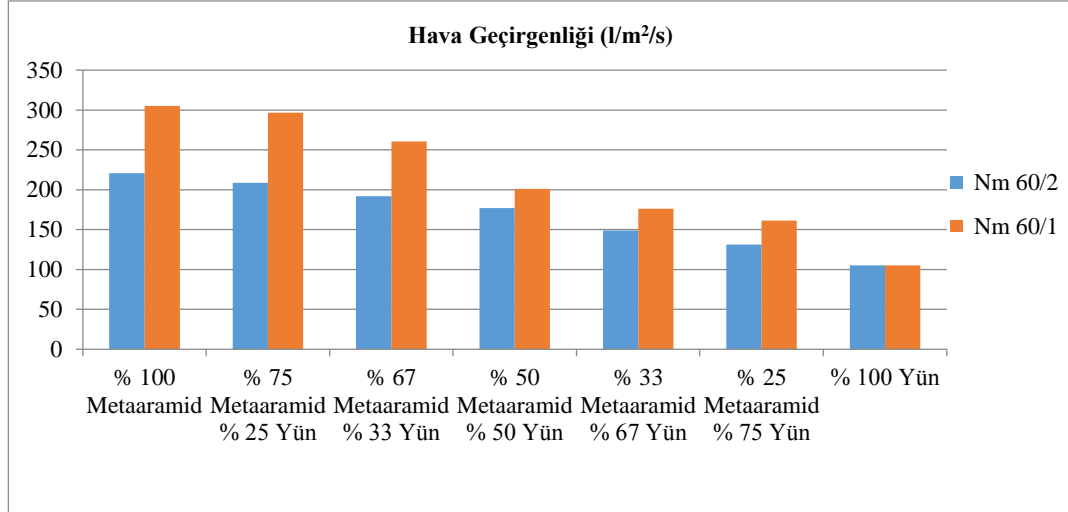
<b>Varyans Kaynağı</b>	<b>Kareler Toplamı</b>	<b>Serbestlik Derecesi</b>	<b>Kareler Ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>ÖNEMİ</b>
<b>İplik No</b>	26426,743	1	26426,743	120,710	,000
<b>Örgü</b>	390113,436	1	390113,436	1781,928	,000
<b>Karışım Oranı</b>	941229,403	6	156871,567	716,545	,000

Çizelge 5.9. Dokuma kumaşların hava geçirgenliğine ait SNK test sonuçları

Metaaramid-Yün atkı ipliği oranı	Hava Geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s)	
<b>BEZAYAĞI ÖRGÜ DOKUMA KUMAŞ</b>		
	<b>Nm 60/2</b>	<b>Nm 60/1</b>
% 100 Meta-aramid	312,0000 (7)	393,1030 (5)
% 75 Meta-aramid % 25 Yün	290,8000 (6)	383,9000 (4-5)
% 67 Meta-aramid % 33 Yün	265,9000 (5)	374,2000 (4)
% 50 Meta-aramid % 50 Yün	235,7000 (4)	350,2000 (3)
% 33 Meta-aramid % 67 Yün	193,6000 (3)	337,1000(3)
% 25 Meta-aramid % 75 Yün	163,1000 (2)	259,2500 (2)
% 100 Yün	109,1400 (1)	166,0000 (1)
<b>DİMİ ÖRGÜ DOKUMA KUMAŞ</b>		
	<b>Nm 60/2</b>	<b>Nm 60/1</b>
% 100 Meta-aramid	221,0000 (6)	305,0000 (6)
% 75 Meta-aramid % 25 Yün	208,8000 (6)	296,5200 (6)
% 67 Meta-aramid % 33 Yün	191,7500 (5)	260,5000 (5)
% 50 Meta-aramid % 50 Yün	176,9300 (4)	201,0000 (4)
% 33 Meta-aramid % 67 Yün	148,7500 (3)	176,1000 (3)
% 25 Meta-aramid % 75 Yün	131,4300 (2)	161,2000 (2)
% 100 Yün	105,0200 (1)	105,2500 (1)



Şekil 5.9. Bezayağı kumaşların hava geçirgenliği (l/m<sup>2</sup>/s) ölçüm sonuçları



**Şekil 5.10.** Dimi kumaşların hava geçirgenliği (l/m<sup>2</sup>/s) ölçüm sonuçları

Çizelge 5.9. da verilen SNK test sonuçları, Şekil 5.9. ve Şekil 5.10. u incelediğimizde Nm 60/1 % 100 yün ve % 100 meta-aramid atkı iplikleri ile farklı karışım oranında elde edilen kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin Nm 60/2 atkı iplikleri ile oluşturulan kumaşların hava geçirgenliği değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Hava geçirgenliği, deney numunesinin alanı, deney numunesinin iki yüzü arasındaki basınç farkı ve zaman parametrelerine bağlı olarak deney numunesinden dik olarak geçen hava akınının hızıdır. Kumaşın yapısal parametreleri (hammadde, iplik özellikleri, kumaş tipi, örgü yapısı, kumaş kalınlığı, gördüğü terbiye işlemleri), çevresel faktörler (sıcaklık, nem, rüzgar hızı, basınç) kumaşın fiziksel, kimyasal, mekanik, özellikleri yanında konfor özelliklerini de (hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, termal geçirgenlik) etkilemektedir. (Hoerner 1952, Mavruz ve Oğulata 2009). Hammadde ve iplik özelliklerine bağlı olarak oluşan kumaş içindeki toplam boş hacim kumaşın gözenekliliğini ve buna bağlı olarak kumaşın geçirgenlik özelliklerini doğrudan etkilemektedir. İplik inceldikçe oluşan daha açık ve daha gözenekli kumaş yapısı hava geçişine daha fazla imkan tanıdığı için, hava geçirgenliği değerinin arttığı düşünülmektedir (Turan ve Okur 2008, Ala ve ark. 2017).

Dokuma örgüsünün etkisini incelediğimizde ise (Çizelge 5.9., Şekil 5.9. ve Şekil 5.10.) bezayağı örgüde oluşturulan dokuma kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin dimi örgü ile oluşturulan kumaşlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun sebebi ise dimi kumaşların sıklık ve gramajlarının bezayağı kumaşların sıklık ve gramaj

değerlerinden yüksek olması olduğu düşünülmektedir. Dokuma kumaşlarda örgü yapılarındaki kesişme tiplerinin farklılığından dolayı gözenek yapısında farklılıklar olmakta ve bu farklılıklar kumaş hava geçişine direncinde değişikliğe neden olmaktadır (Çizelge 4.17., Çizelge 4.18., Çizelge 4.23., Çizelge 4.24.) (Turan ve Okur 2008).

Dokuma kumaş içerisinde kullanılan karışım oranının (hammadenin) etkisi Çizelge 5.9., Şekil 5.9. ve Şekil 5.10. a göre incelendiğinde ise kullanılan meta-aramid iplik oranı arttıkça hava geçirgenliği değerlerinin arttığı görülmüştür. Bunun sebebi ise yün lifinin kıvrımlı, pulcuklu yapıya ve standart şartlar altında % 16-18 aralığında rutubete sahip olması sonucu yün ipliklerinde meydana gelen şişmedir (Meta-aramid lifi ise standart şartlar altında % 4,5 -5 arasında rutubete sahiptir.) ( Tunç 2012). Higroskopik liflerin yüksek nemde şişmesi sonucu kumaş yapısında meydana gelen değişiklik hava geçirgenliğini büyük ölçüde etkiler. Liflerin şişmesi kumaştaki gözeneklerin kapanmasına ve materyalin gaz akış direncinin artmasına neden olur. Bu etki ayrıca kumaş katmanlarının ısı ve su buharı geçirme yeteneğini etkiler. Sıvıyı alan liflerden yapılmış kumaşlarda sıvı emme oranı ve lif şişme miktarı ne kadar büyükse hava akış engeli o kadar fazladır (Burleigh ve ark. 1949, Turan ve Okur 2008).

Ayrıca nem ve sıcaklık yünün pulcuklarının altında bulunan korteks tabakasındaki hücrelerin şişmesini sağlayarak pulcukların lif eksenine yaptığı açının artarak açılmasına yol açmakta ve bu pulcukların daha etkili şekilde birbirine kenetlenmesini sağlayan fiziksel durumu hazırlamaktadır (Kaveloğlu 2010). Bu durumun da hava geçirgenliğinin azalmasını arttırdığı düşünülmektedir.

### **5.3.2. Su buharı geçirgenliği ölçüm sonuçlarının incelenmesi**

%100 Meta-aramid ve % 100 yün ipliklerinden farklı atkı atma sıralarıyla 28 farklı çeşit de oluşturulan kumaşların su buharı geçirgenliği özellikleri Çizelge 5.10. de verilen Anova sonuçları kullanılarak incelenmiştir. Çizelge 5.10. deki Anova sonuçlarına göre, örgü tipinin dokuma kumaşların su buharı geçirgenliğine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı iplik numarasının ve karışım oranının dokuma kumaşların su buharı geçirgenliğine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

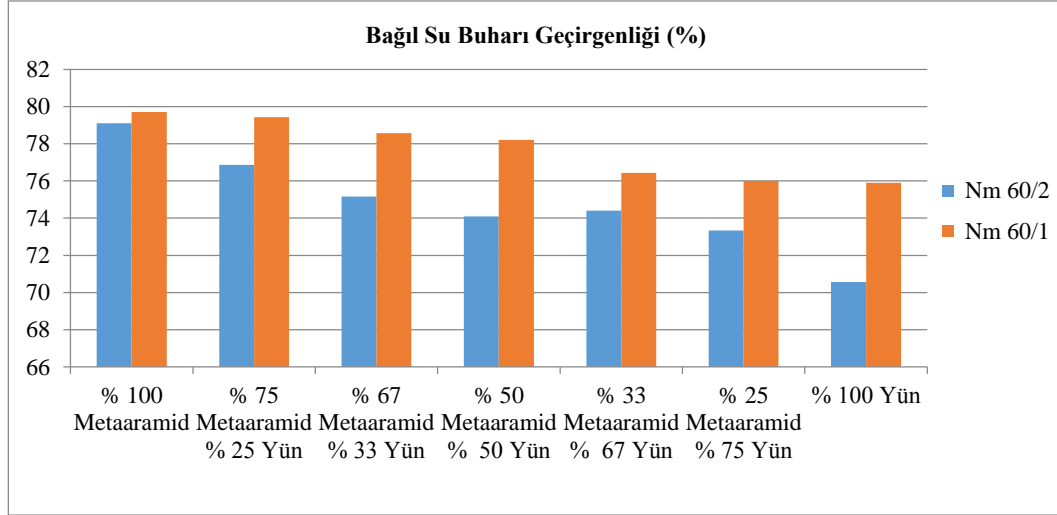


**Çizelge 5.10.** Dokuma kumaşların su buharı geçirgenliğine ait ANOVA tablosu

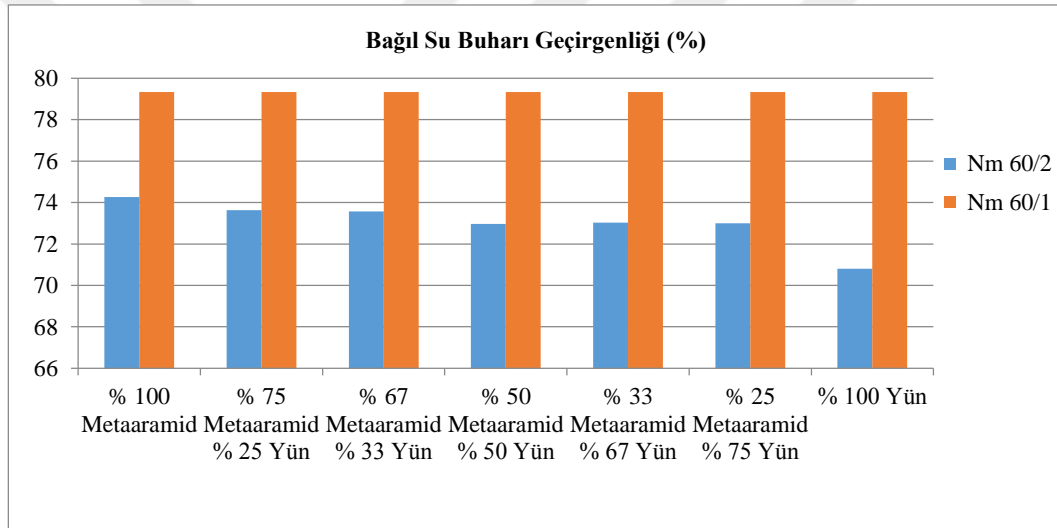
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
İplik No	161,574	1	161,574	73,726	0,000
Örgü	0,706	1	,706	,322	0,573
Karışım Oranı	165,166	6	27,528	12,561	0,000

**Çizelge 5.11.** Dokuma kumaşların su buharı geçirgenliğine ait SNK test sonuçları

Metaaramid-Yün atkı ipliği oranı	Su Buharı Geçirgenliği (%)	
	Nm 60/2	Nm 60/1
<b>BEZAYAĞI ÖRGÜ DOKUMA KUMAŞ</b>		
	Nm 60/2	Nm 60/1
% 100 Meta-aramid	79,1000 (3)	79,70000 (2)
% 75 Meta-aramid % 25 Yün	76,8667 (2-3)	79,4333 (2)
% 67 Meta-aramid % 33 Yün	75,1667 (1-2-3)	78,5667 (2)
% 50 Meta-aramid % 50 Yün	74,1000 (1-2-3)	78,2000 (2)
% 33 Meta-aramid % 67 Yün	74,4000 (1-2-3)	76, 4333 (1)
% 25 Meta-aramid % 75 Yün	73,3333 (1-2)	76,0000 (1)
% 100 Yün	70,5667 (1)	75,9000 (1)
<b>DİMİ ÖRGÜ DOKUMA KUMAŞ</b>		
	Nm 60/2	Nm 60/1
% 100 Meta-aramid	74,2667 (3)	79,3333 (1)
% 75 Meta-aramid % 25 Yün	73,6333 (2-3)	76,8000 (1)
% 67 Meta-aramid % 33 Yün	73,5667 (2-3)	75,3667 (1)
% 50 Meta-aramid % 50 Yün	72,9667 (2)	74,6667 (1)
% 33 Meta-aramid % 67 Yün	73,0333 (2)	74,6000 (1)
% 25 Meta-aramid % 75 Yün	73,0000 (2)	74,6333 (1)
% 100 Yün	70,8000 (1)	74,0000 (1)



Şekil 5.11. Bezayağı kumaşların su buharı geçirgenliği (%) ölçüm sonuçları



Şekil 5.12. Dimi kumaşların su buharı geçirgenliği (%) ölçüm sonuçları

Çizelge 5.11. de verilen SNK test sonuçları, Şekil 5.11. ve Şekil 5.12. yi incelediğimizde Nm 60/1 % 100 yün ve % 100 meta-aramid atkı iplikleri ile farklı karışım oranında elde edilen kumaşların su buharı geçirgenliği değerlerinin Nm 60/2 atkı iplikleri ile oluşturulan kumaşların su buharı geçirgenliği değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Su buharı veya sıvı nem geçirgenliği materyalin hava geçirgenliği ve giyim sırasındaki ısıl konfor algularıyla yakından ilgilidir. İplik numarası arttıkça (iplik inceldikçe) oluşan daha açık ve daha gözenekli kumaş yapısı su buharı geçişine daha fazla imkan tanıdığı için, su buharı geçirgenliği değerinin arttırdığı düşünülmektedir (Turan ve Okur 2008, Ala ve ark. 2017).

Dokuma örgüsünün istatistiksel olarak etkisi önemli olmamakla birlikte (Çizelge 5.11) Şekil 5.11. ve Şekil 5.12 incelendiğinde dimi örgü kumaşlarda su buharı geçirgenliğinin bezayağı örgü kumaşlara göre azaldığı görülmektedir. Bunun sebebinin ise hava geçirgenliği ile ilgili sonuçlarla benzer şekilde dimi kumaşların sıklık ve gramajlarının bezayağı kumaşların sıklık ve gramajlarından daha yüksek olması ve dolayısıyla gözenekliliğinin daha düşük olması olduğu düşünülmektedir (Çizelge 4.17., Çizelge 4.18., Çizelge 4.23., Çizelge 4.24.) (Turan ve Okur 2008).

Kumaşların konfor özelliklerinde liflerin hidrofilik yapıları ile su emme davranışları arasındaki ilişki en önemli rolü oynamaktadır (Turan ve Okur 2008). Hidrofil/higroskopik ve hidrofob lif özelliklerinin kumaşların konfor algısını dolayısı ile kumaşların su buharı geçirgenliğini nasıl etkiledikleri ile ilgili araştırmacılar arasında farklı görüşler bulunmaktadır. Araştırmacıların bir kısmı lif nem içeriğinin yüksek olması veya higroskopik/hidrofil lif özelliğinin kumaşların su buharı geçirgenliğini arttırdığını belirtse de, bir kısım araştırmacıların yaptığı çalışmalar da hidrofob lifler hidrofil liflere göre daha yüksek su buharı geçirgenliği göstermiştir. Das ve arkadaşları tarafından yapılan birçok çalışmada su buharı lifler tarafından emildiği, lifler tarafından iletildiği ve tekrar lifler tarafından çevreye geri verildiği için lif cinsinin higroskopik veya hidrofob olma özelliği özellikle su buharını ileten mekanizmalar içindeki emme ve geri verme aşamasında kumaşın su buharı geçirgenliğini büyük ölçüde etkilediği belirtilmiştir. Emme ve nemi tekrar geri verme aşaması özellikle geçiş şartlarında konforu sağlayan önemli lif özellikleridir. Farklı cinsteki lifler su buharı iletiminde farklı etkilere sahiptir. Pamuk, viskoz, yün gibi hidrofil/higroskopik lifler nemi içine çekmekte, buna karşın hidrofob lifler nemi içine çekmemektedir (Gün ve Bodur 2014, Özkan 2015).

Dokuma kumaş içerisinde kullanılan karışım oranının (hammadenin) etkisi (Çizelge 5.11.) incelendiğinde istatistiksel olarak önemli olmakla birlikte 7 karışım oranı için anlamlılık seviyesinin 3 olduğu ve su buharı geçirgenlik değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Şekil 5.11. ve Şekil 5.12. incelendiğinde en yüksek su buharı geçirgenliği % 100 meta-aramid atkı ipliği ile oluşturulan kumaşlarda en düşük su buharı geçirgenlik değeri ise % 100 yün atkı ipliklerinden elde edilen kumaşlarda

görülmüştür. Karışım kumaşlarda ise karışımda yün iplik oranı arttıkça kumaşların su buharı geçirgenliği azalmakta karışımda meta-aramid oranı arttıkça kumaşların su buharı geçirgenliği artmaktadır. Bunun sebebi ise yün lifinin ve meta-aramid lifinin standart şartlar altında sahip oldukları nem değerleri arasındaki farklılıktır. (Yün lifinin nem çekme değeri %16-17 meta aramid lifinin nem absorpsiyonu ise % 4,5-5) dir. (Dayıoğlu ve Karakaş 2007). Ayrıca yün iplikleri yapıları itibari ile meta-aramid ipliklerine göre daha fazla tüylü olması ve tüylerin kumaş yapısındaki gözenekleri kapatmasından dolayı yün ipliklerinden oluşan kumaşların daha düşük su buharı geçirgenliği gösterdikleri düşünülmektedir. (Özdil ve ark. 2006, Bilir 2016).

### 5.3.3. Isıl geçirgenlik (Alambeta) ölçüm sonuçlarının incelenmesi

**Çizelge 5.12.** Dokuma kumaşların ısı iletkenliğine ait ANOVA tablosu

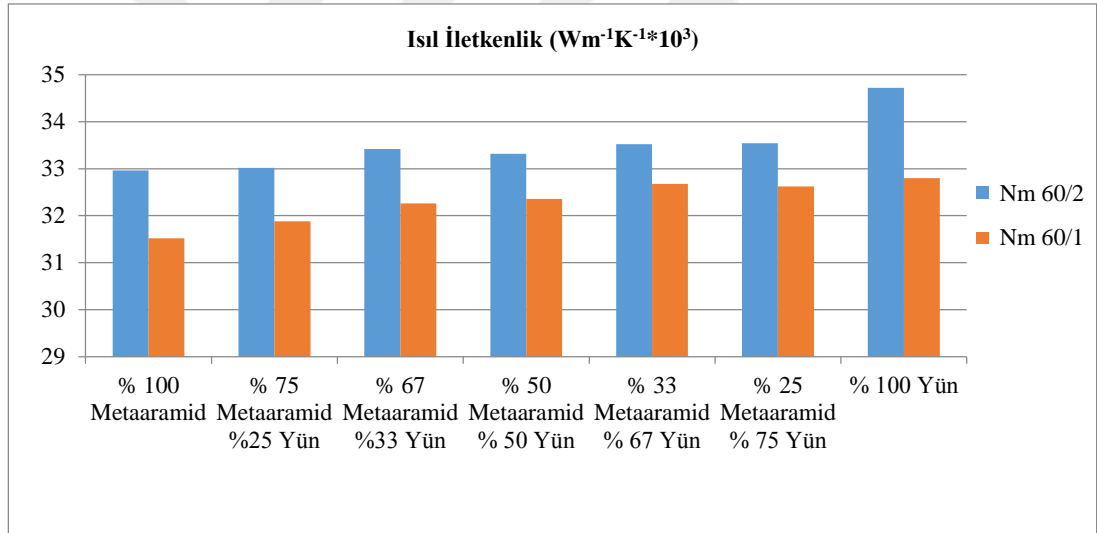
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
İplik No	84,398	1	84,398	139,443	,000
Örgü	4,429	1	4,429	7,317	,008
Karışım Oranı	5,753	6	5,753	1,584	0,158

**Çizelge 5.13.** Dokuma kumaşların ısı iletkenliğine ait SNK test sonuçları

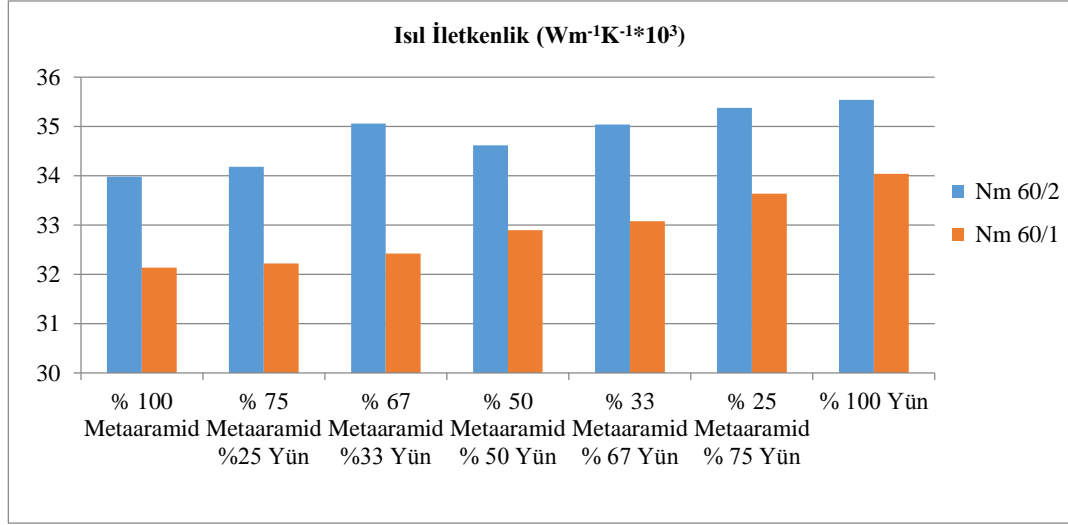
Metaaramid-Yün atkı ipliği oranı	Isıl İletkenlik Katsayısı ( $\lambda$ : $Wm^{-1}K^{-1} * 10^3$ )	
<b>BEZAYAĞI ÖRGÜ DOKUMA KUMAŞ</b>		
	Nm 60/2	Nm 60/1
% 100 Meta-aramid	32,9600 (1)	31,5200 (1)
% 75 Meta-aramid % 25 Yün	33,0200 (1)	31,8800 (1)
% 67 Meta-aramid % 33 Yün	33,4200 (1-2)	32,2600 (1)
% 50 Meta-aramid % 50 Yün	33,3200 (1-2)	32,3600 (1)
% 33 Meta-aramid % 67 Yün	33,5200 (1-2)	32,6800 (1)
% 25 Meta-aramid % 75 Yün	33,5400 (1-2)	32,6200 (1)
% 100 Yün	34,7200 (2)	32,8000 (1)

**Çizelge 5.13.** Dokuma kumaşların ısı iletkenliğine ait SNK test sonuçları (devam)

Metaaramid-Yün atkı ipliği oranı	Isıl İletkenlik Katsayısı ( $\lambda$ : $Wm^{-1}K^{-1} * 10^3$ )	
<b>DİMİ ÖRGÜ DOKUMA KUMAŞ</b>		
	Nm 60/2	Nm 60/1
% 100 Meta-aramid	33,9800 (1)	32,1400 (1)
% 75 Meta-aramid % 25 Yün	34,1800 (1)	32,2200 (1)
% 67 Meta-aramid % 33 Yün	35,0600 (1-2)	32,4200 (1)
% 50 Meta-aramid % 50 Yün	34,6200 (1-2)	32,9000 (1-2)
% 33 Meta-aramid % 67 Yün	35,0400 (1-2)	33,0800 (1-2)
% 25 Meta-aramid % 75 Yün	35,3800 (1-2)	33,6400 (1-2)
% 100 Yün	35,5400 (2)	34,0400 (2)



**Şekil 5.13.** Bezayağı kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ :  $Wm^{-1}K^{-1}$ ) ölçüm sonuçları



**Şekil 5.14.** Dimi kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ :  $Wm^{-1}K^{-1}*10^3$ ) ölçüm sonuçları

% 100 Meta-aramid ve % 100 yün ipliklerinden farklı karışım oranında 28 farklı çeşit de oluşturulan kumaşların ısı geçirgenlik özellikleri Çizelge 5.12. de verilen Anova sonuçları kullanılarak incelenmiştir. İplik numarasının ve örgü tipinin kumaşların ısı iletkenlik özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu karışım oranının etkisinin ise istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür.

Termal iletkenlik katsayısı bir materyalden birim kalınlıkta  $1^0K$  sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının bir ölçüsüdür. Malzemenin iki yüzeyi birim sıcaklık farkına maruz kaldığında gerçekleşmektedir. Kıyafetlerde yüksek termal iletkenlik özelliği, fiziksel aktiviteler sırasında vücutta oluşan fazla ısının uzaklaştırılmasını desteklemektedir. Durgun hava bütün liflerle kıyaslandığında en düşük termal iletkenlik katsayısına sahip olduğu için ( $\lambda_{air}=0,026 Wm^{-1}K^{-1}$ ) kumaş yapısı içerisindeki hava miktarı kumaşların ısı iletkenlik özellikleri açısından en önemli parametredir ve kumaş yapısı içerisinde boşluk miktarı (gözeneklilik) arttıkça kumaşın sahip olduğu hava miktarı artmakta ve buda kumaşın iletkenlik özelliğini azaltmaktadır (Marmaralı ve ark. 2006, Yüksel 2010, Çarkıt 2012, Marmaralı ve Oğlacioğlu 2013).

Çizelge 5.13., Şekil 5.13. ve Şekil 5.14. incelendiğinde Nm 60/2 ve Nm 60/1 iplikleri ile dokunan kumaşların ısı iletkenlik değerlerinin birbirine çok yakın olmakla birlikte Nm 60/2 % 100 yün ve % 100 Meta-aramid atkı iplikleri ile farklı karışım oranında elde

edilen kumaşların ısı iletkenlik katsayısı değerlerinin Nm 60/1 atkı iplikleri ile oluşturulan kumaşların ısı iletkenlik katsayısı değerlerine göre daha yüksek çıkmıştır. (Nm 60/2 için ortalama ısı iletkenlik değeri 34,16 Nm 60/1 için ortalama ısı iletkenlik değeri 32,68 dir). Bunun sebebi ise kumaş yapısı içerisinde tutulan hava miktarı ile ilgilidir. İplik incelidikçe kumaştaki lif miktarı azalmakta boşluk miktarı ve buna bağlı olarak kumaşta tutulan hava miktarı artmaktadır (izelge 4.17., izelge 4.18., izelge 4.23., izelge 4.24.). Havanın ısı iletkenlik değeri tüm liflere göre daha düşük olduğu için Nm 60/1 ile dokunan kumaşın ısı geçirgenlik değerleri azalmıştır (Güney ve gl 2010, Ertekin ve Marmaralı 2011, Uzun 2012).

Bezayağı ve dimi örgü tipinin dokuma kumaşların ısı geçirgenliğine etkisi incelendiğinde (izelge 5.13.) dimi örgüde dokunan kumaşların ısı geçirgenliklerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun sebebi ise dimi örgülü kumaşların bezayağı örgülü kumaşlara göre sıklık ve gramaj değerlerinin yüksek olmasıdır (izelge 4.17., izelge 4.18., izelge 4.23., izelge 4.24.). Sıklık ve gramajı yüksek olan kumaşlarda gözeneklilik azalmakta ve buna bağlı olarak tutulan hava miktarıda azalmaktadır. Bu da kumaşların ısı iletkenlik değerlerini arttırmaktadır (Pause 2002, Wu ve ark. 2009, zgen ve Altaş 2014).

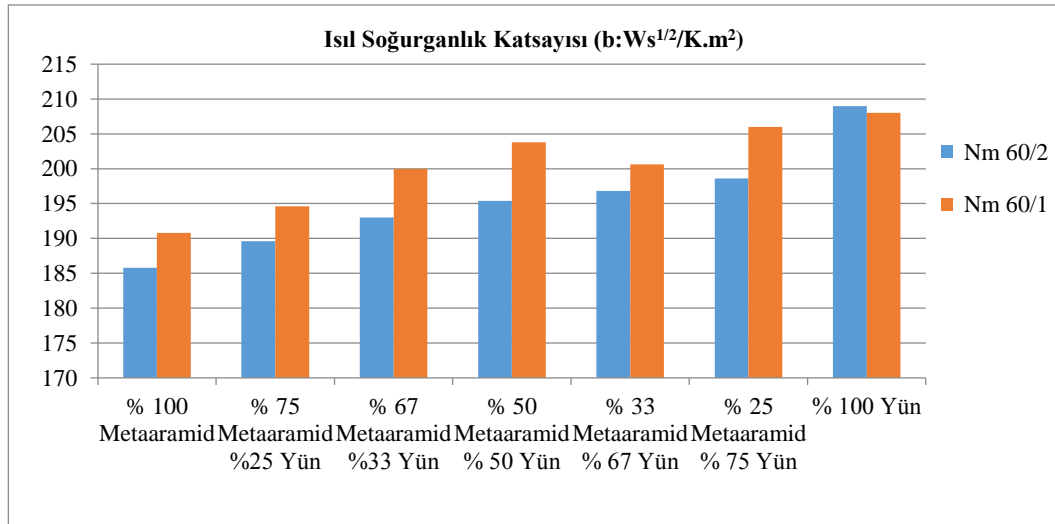
Meta-aramid ve yn lifinin dokuma kumaşların ısı iletkenlik özelliklerine etkileri incelendiğinde (izelge 5.13.) farklı karışım oranlarında meta-aramid ve yn lifleri içeren kumaşların ısı iletkenlik değerlerinin birbirine çok yakın olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilemediği görülmüştür. Bunun sebebinin ise meta-aramid ve yn liflerinin ısı iletkenlik katsayılarının birbirine yakın olması olduğu düşünülmektedir. Yn lifinin termal iletkenlik değeri 0,193 W/m<sup>2</sup>K, Meta-aramid lifinin termal iletkenlik değeri ise 0,130 W/m<sup>2</sup>K dir. (Alagirusamy ve Das 2010).

**Çizelge 5.14.** Dokuma kumaşların ısı soğurgenlik katsayısına ait ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
İplik No	564,007	1	564,007	3,633	0,059
Örgü	1290,179	1	1290,179	8,310	0,005
Karışım Oranı	6860,871	6	1143,479	7,365	0,000

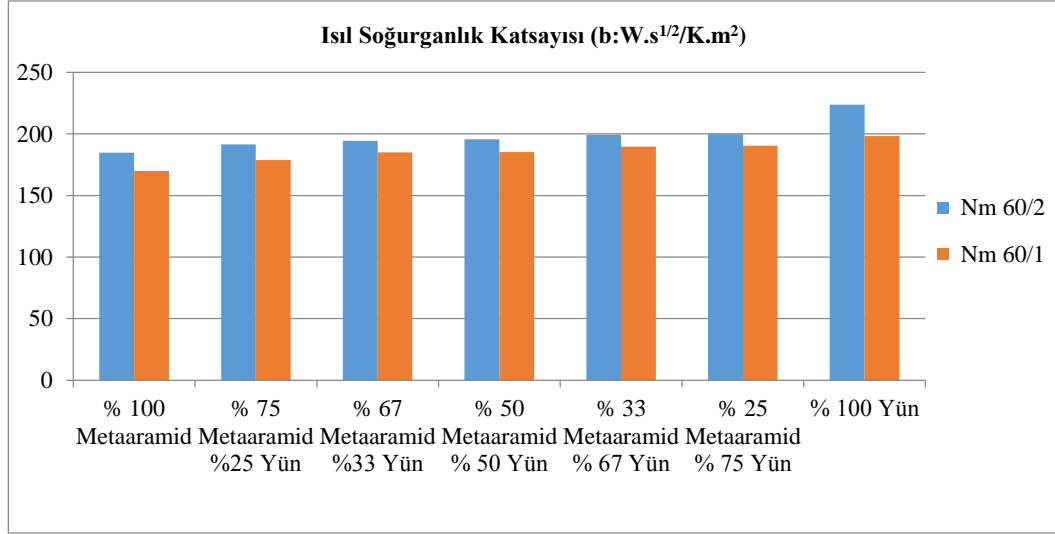
**Çizelge 5.15.** Dokuma kumaşların ısıl soğurganlık katsayısına ait SNK test sonuçları

Meta-aramid/Yün atkı ipliği oranı	Isıl Soğurganlık Katsayısı (b: $Ws^{1/2}K^{-1}m^{-2}$ )	
<b>BEZAYAĞI ÖRGÜ DOKUMA KUMAŞ</b>		
	<b>Nm 60/2</b>	<b>Nm 60/1</b>
% 100 Meta-aramid	185,8000 (1)	190,8000 (1)
% 75 Meta-aramid % 25 Yün	189,6000 (1)	194,6000 (1)
% 67 Meta-aramid % 33 Yün	193,0000 (1)	200,0000 (1)
% 50 Meta-aramid % 50 Yün	195,4000 (1)	203,8000 (1)
% 33 Meta-aramid % 67 Yün	196,8000 (1)	200,6000 (1)
% 25 Meta-aramid % 75 Yün	198,6000 (1)	206,0000 (1)
% 100 Yün	209,0000 (1)	208,0000 (1)
<b>DİMİ ÖRGÜ DOKUMA KUMAŞ</b>		
	<b>Nm 60/2</b>	<b>Nm 60/1</b>
% 100 Meta-aramid	184,8000 (1)	170,0000 (1)
% 75 Meta-aramid % 25 Yün	191,6000 (1)	178,8000 (1-2)
% 67 Meta-aramid % 33 Yün	194,4000 (1)	185,0000 (1-2)
% 50 Meta-aramid % 50 Yün	195,6000 (1)	185,4000 (1-2)
% 33 Meta-aramid % 67 Yün	199,4000 (1)	189,6000 (2)
% 25 Meta-aramid % 75 Yün	199,8000 (1)	190,6000 (2)
% 100 Yün	223,8000 (2)	198,2000 (2)



**Şekil 5.15.** Bezayağı kumaşların ısıl soğurganlık katsayısı (b:  $Ws^{1/2}K^{-1}m^{-2}$ ) ölçüm sonuçları





**Şekil 5.16.** Dimi kumaşların ısı soğurganlık katsayısı (b: Ws<sup>1/2</sup>K<sup>-1</sup>m<sup>-2</sup>) ölçüm sonuçları

Isıl soğurganlık (absorbsiyon) katsayısı bir kişinin kumaşa ilk temas ettiği anda hissettiği sıcak veya soğuk algısının bir ifadesidir. Düşük ısı soğurganlık daha sıcak bir his verirken yüksek soğurganlık serin bir his verir (Güney ve Üçgül 2010, Uzun 2012). % 100 Meta-aramid ve % 100 yün ipliklerinden farklı karışım oranıyla 28 farklı çeşit de oluşturulan kumaşların ısı soğurganlık özellikleri Çizelge 5.14., Çizelge 5.15., Şekil 5.15., Şekil 5.16. de verilen Anova ve SNK sonuçları kullanılarak incelenmiştir. Örgü tipinin ve karışım oranının kumaşların ısı soğurganlık özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu iplik numarasının etkisinin ise istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmekle birlikte Nm 60/2 % 100 yün ve % 100 meta-aramid atkı iplikleri ile farklı karışım oranında elde edilen kumaşların ısı soğurganlık katsayısı değerlerinin ısı iletkenlik özellikleri ile benzer şekilde Nm 60/1 atkı iplikleri ile oluşturulan kumaşların ısı soğurganlık katsayısı değerlerine göre daha yüksek çıkmıştır (Nm 60/2 için ortalama ısı soğurganlık katsayısı 196,97 Nm 60/1 için ortalama ısı soğurganlık katsayısı 192,7 dir). Bunun sebebinin ise termal iletkenlik özelliğinde olduğu gibi kumaş yapısı içerisinde tutulan hava miktarı ile ilgilidir. İplik incelidikçe kumaştaki lif miktarı azalmakta boşluk miktarı ve buna bağlı olarak kumaşta tutulan hava miktarının artması olduğu düşünülmektedir (Güney ve Üçgül 2010, Ertekin ve Marmaralı 2011, Uzun 2012).

Bezayağı ve dimi örgü tipinin dokuma kumaşların ısı soğurganlık katsayısına etkisi incelendiğinde (Çizelge 5.15., Şekil 5.15., Şekil 5.16.) dimi örgüde dokunan kumaşların

ısı ısı soğurganlık katsayılarının bezayağı örme kumaşlara göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.15, Şekil 5.15. ve Şekil 5.16. 'e göre ham maddenin etkisi incelendiğinde ise dokuma kumaşlarda yün oranı arttıkça ısı soğurganlık değerinin arttığı görülmektedir. Meta-aramid ve yün liflerinin ısı iletkenlik katsayılarının birbirine yakın olmakla birlikte yün içerikli ürünlerde ortam nemi arttıkça yün lifinin nem içeriği artacağından dokunulduğunda serinlik hissi artar. Bu davranış meta-aramid kıyaslandığında daha belirgindir. Çünkü ortam nemi arttıkça su içeriğinin artışı yün lifinde meta-aramid lifine göre yüksektir (Marmaralı ve ark. 2006, Güney ve Üçgül 2010, Bozdoğan 2010, Çarkıt 2012, Bilir 2016).

#### 5.4. Dokuma Kumaşların Yanma Testi Sonuçlarının İncelenmesi

Çizelge 5.16. Kumaşların alevli yanma özellikleri

Kumaş özellikleri	Bezayağı		Dimi	
	Nm60/1	Nm60/2	Nm60/1	Nm60/2
% 100 Meta-aramid	Alev almadı	Alev almadı	Alev almadı	Alev almadı
% 75 Meta-aramid % 25 Yün	Alev almadı	Alev almadı	Alev almadı	Alev almadı
% 67 Meta-aramid % 33 Yün	Alev almadı	Alev almadı	Alev almadı	Alev almadı
% 50 Meta-aramid % 50 Yün	Alev almadı	Alev almadı	Alev almadı	Alev almadı
% 33 Meta-aramid % 67 Yün	Alev almadı	Alev almadı	Alev almadı	Alev almadı
% 25 Meta-aramid % 75 Yün	Alev almadı	Alev almadı	Alev almadı	Alev almadı
% 100 Yün	Alev almadı	Alev almadı	Alev almadı	Alev almadı

**Çizelge 5.17.** Kumaşların alev kaynağı kaldırıldıktan sonra meydana gelen yanma süresi (sn)

Kumaş özellikleri	Bezayağı		Dimi	
	Alev kaynağı kaldırıldıktan sonra meydana gelen yanma süresi (sn)		Alev kaynağı kaldırıldıktan sonra meydana gelen yanma süresi (sn)	
	Nm60/1	Nm60/2	Nm60/1	Nm60/2
% 100 Meta-aramid	0	0	0	0
% 75 Meta-aramid % 25 Yün	0	0	0	0
% 67 Meta-aramid % 33 Yün	0	0	0	0
% 50 Meta-aramid % 50 Yün	0	0	0	0
% 33 Meta-aramid % 67 Yün	0	0	0	0
% 25 Meta-aramid % 75 Yün	0	0	0	0
% 100 Yün	2	1	2	0

**Çizelge 5.18.** Kumaşların toplam yanan kısmın uzunlukları (cm)

Kumaş özellikleri	Bezayağı		Dimi	
	Toplam Yanan Kısımın Uzunluğu (cm)		Toplam Yanan Kısımın Uzunluğu (cm)	
	Nm60/1	Nm60/2	Nm60/1	Nm60/2
% 100 Meta-aramid	12,5	11	11,25	10,25
% 75 Meta-aramid % 25 Yün	12,5	12	12,25	11,5
% 67 Meta-aramid % 33 Yün	12,5	13,25	11,5	10
% 50 Meta-aramid % 50 Yün	12,5	12,5	11,5	11
% 33 Meta-aramid % 67 Yün	12,25	11	12,75	10,75
% 25 Meta-aramid % 75 Yün	12,5	11	10,25	11,25
% 100 Yün	12,75	12,75	13	11,25

**Çizelge 5.19.** Kumaşların içten yanma özellikleri

Kumaş özellikleri	Bezayağı		Dimi	
	İçten yanma oluştu mu?		İçten yanma oluştu mu?	
	Nm60/1	Nm60/2	Nm60/1	Nm60/2
% 100 Meta-aramid	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
% 75 Meta-aramid % 25 Yün	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
% 67 Meta-aramid % 33 Yün	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
% 50 Meta-aramid % 50 Yün	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
% 33 Meta-aramid % 67 Yün	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
% 25 Meta-aramid % 75 Yün	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
% 100 Yün	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı





**Çizelge 5.20.** Kumaşların damlama özellikleri

Kumaş özellikleri	Bezayağı		Dimi	
	Damlama oluştu mu?		Damlama oluştu mu?	
	Nm60/1	Nm60/2	Nm60/1	Nm60/2
% 100 Meta-aramid	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
% 75 Meta-aramid % 25 Yün	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
% 67 Meta-aramid % 33 Yün	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
% 50 Meta-aramid % 50 Yün	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
% 33 Meta-aramid % 67 Yün	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
% 25 Meta-aramid % 75 Yün	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
% 100 Yün	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı











**Çizelge 5.21.** Kumaşların büzülme özellikleri

Kumaş özellikleri	Bezayağı		Dimi	
	Büzülme oluştu mu?		Büzülme oluştu mu?	
	Nm60/1	Nm60/2	Nm60/1	Nm60/2
<b>% 100 Meta-aramid</b>	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
<b>% 75 Meta-aramid % 25 Yün</b>	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
<b>% 67 Meta-aramid % 33 Yün</b>	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
<b>% 50 Meta-aramid % 50 Yün</b>	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
<b>% 33 Meta-aramid % 67 Yün</b>	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
<b>% 25 Meta-aramid % 75 Yün</b>	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı
<b>% 100 Yün</b>	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı	Oluşmadı











**Şekil 5.17.** Yanma testi sonrası bezayağı dokuma kumaşlarda meydana gelen karbonizasyon görüntü örnekleri

Kumaş özellikleri	BEZAYAĞI	
	Nm60/1	Nm60/2
<b>% 100 Meta-aramid</b>		
<b>% 75 Meta-aramid % 25 Yün</b>		

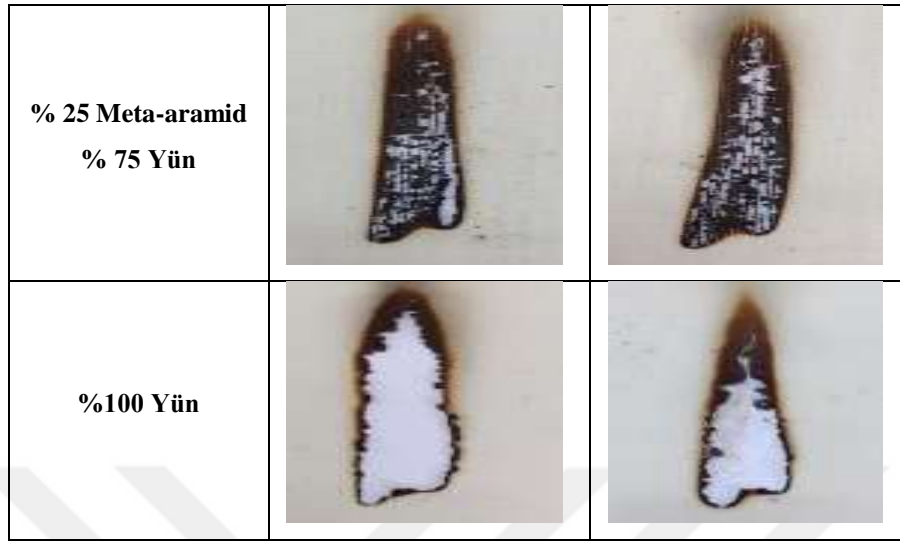
**Şekil 5.17.** Yanma testi sonrası bezayağı dokuma kumaşlarda meydana gelen karbonizasyon görüntü örnekleri (devam)

<b>% 67 Meta-aramid % 33 Yün</b>		
<b>% 50 Meta-aramid % 50 Yün</b>		
<b>% 33 Meta-aramid % 67 Yün</b>		
<b>% 25 Meta-aramid % 75 Yün</b>		
<b>%100 Yün</b>		

**Şekil 5.18.** Yanma testi sonrası dimi dokuma kumaşlarda meydana gelen karbonizasyon görüntü örnekleri

Kumaş özellikleri	DİMİ	
	Nm60/1	Nm60/2
<b>% 100 Meta-aramid</b>		
<b>% 75 Meta-aramid % 25 Yün</b>		
<b>% 67 Meta-aramid % 33 Yün</b>		
<b>% 50 Meta-aramid % 50 Yün</b>		
<b>% 33 Meta-aramid % 67 Yün</b>		

**Şekil 5.18.** Yanma testi sonrası dimi dokuma kumaşlarda meydana gelen karbonizasyon görüntü örnekleri (devam)



Çizelge 5.16., Çizelge 5.17., Çizelge 5.18., Çizelge 5.19., Çizelge 5.20., Çizelge 5.21. de ki veriler ve Şekil 5.17., Şekil 5.18. de verilen görüntüler subjectif olarak incelendiğinde Nm 60/1 ve Nm 60/2 ipliklerle bezayağı ve dimi örgüde dokunan tüm kumaşlarda yün oranı arttıkça zarar gören alanın arttığı fakat tüm kumaşlarda alevli yanma, içten yanma, damlama ve büzülme meydana gelmediği görülmüştür. Sadece % 100 yün kumaşlarda alev kaynağı kaldırıldıktan sonra maksimum 2 sn süre içerisinde yanma sönmüştür. Yapılan bu çalışma sonucunda elde edilen verilere dayanarak yün lifinin yanma davranışının metaaramid lif ile birlikte kullanılabilir düzeyde iyi olduğu görülmüştür. Dolayısıyla yüksek güç tutuşur özelliğe sahip kumaşlarda kumaşın konfor özelliklerini arttırmak için yün lifinin kullanılabilirliği görülmüştür.

Yapılan çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir

Kumaşların mukavemet özellikleri değerlendirildiğinde;

- Karışımda meta-aramid lif oranı arttıkça meta-aramid lifinin yüksek mukavemet değerine sahip olmasından dolayı kumaşların kopma mukavemeti ve patlama mukavemeti değerlerinin arttığı tespit edilmiştir.
- Nm 60/2 çift katlı ipliklerden elde edilen kumaşların kopma kuvveti ve patlama mukavemeti değerlerinin Nm 60/1 tek katlı atkı iplikleri ile oluşturulan kumaşların kopma ve patlatma mukavemeti değerlerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



- Dimi örgüde oluşturulan dokuma kumaşlarda atlama yapan iplikler birbirleri arasından dimi çizgileri yönünde kayma yapabildiklerinden dolayı kopma kuvveti ve patlatma mukavemeti değerlerinin genelde bezayağı örgü ile oluşturulan kumaşlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Kumaşların eğilme özellikleri değerlendirildiğinde;

- Karışımda meta-aramid miktarı azaldıkça ve yün miktarı arttıkça meta-aramid lifinin eğilme rijitlik değerinin yün lifinin eğilme rijitlik değerinden yüksek olmasından dolayı genel eğilme ve atkı yönündeki eğilme rijitliklerinin azaldığı tespit edilmiştir.
- Nm 60/2 iplikler daha sıkı ve kompakt bir yapıya sahip olduğu ve kesitteki lif sayısı ve lifler arası sürtünme daha fazla olduğu için ve bu ipliklerden elde edilen kumaşların atkı ve genel eğilme rijitliğinin Nm 60/1 ipliklerden elde edilen kumaşların atkı ve genel eğilme rijitliğine göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- Bezayağı dokuma kumaşların örgüsünde bulunan atkı ve çözgü ipliklerinin birbirleri ile kesişme sayısı dimi kumaşların örgüsünde bulunan ipliklerin kesişme sayısından fazla olduğundan dolayı bezayağı kumaşların eğilme rijitliğinin dimi kumaşların eğilme rijitliğinden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Kumaşların hava geçirgenlik özellikleri incelendiğinde;

- Karışımda yün lif oranı arttıkça sıvı emme oranı ve lif şişme miktarı artacağından gözeneklilik ve buna bağlı olarak hava geçirgenliği değerleri azalmıştır.
- Nm 60 /1 atkı iplikleri ile elde edilen kumaşlar daha açık ve gözenekli yapıya sahip olduğu için hava geçirgenliği değerleri Nm 60/2 atkı iplikleri ile oluşturulan kumaşların hava geçirgenliği değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.
- Dimi kumaşların örtme faktörlerinin bezayağı kumaşların örtme faktörlerinden yüksek olmasından dolayı bezayağı örgüde oluşturulan dokuma kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin dimi örgü ile oluşturulan kumaşlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Kumaşların su buharı geçirgenlik özellikleri incelendiğinde;

- Yün lifinin ve meta-aramid lifinin standart şartlar altında sahip oldukları nem değerleri arasındaki farklılıklardan dolayı karışımda yün iplik oranı arttıkça kumaşların su buharı geçirgenliği azalmakta karışımda meta-aramid oranı artıkça kumaşların su buharı geçirgenliği arttığı görülmüştür.
- Nm 60 /1 atkı iplikleri ile elde edilen kumaşlar daha açık ve gözenekli yapıya sahip olduğu için su buharı geçirgenlik değerleri Nm 60/2 atkı iplikleri ile oluşturulan kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.
- Dokuma örgüsünün istatistiksel olarak etkisi önemli olmamakla birlikte dimi kumaşların örtme faktörlerinin bezayağı kumaşların örtme faktörlerinden daha yüksek olması ve dolayısıyla gözenekliğinin daha düşük olmasından dolayı dimi örgü kumaşlarda su buharı geçirgenliğinin bezayağı örgü kumaşlara göre daha az olduğu görülmektedir.

Kumaşların termal özellikleri incelendiğinde;

- Meta-aramid ve yün liflerinin ısı iletkenlik katsayılarının birbirine yakın olmasından dolayı farklı karışım oranlarında meta-aramid ve yün lifleri içeren kumaşların ısı iletkenlik değerlerinin birbirine çok yakın olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilemediği görülmüştür.
- İplik incelidikçe kumaştaki lif miktarı azalmakta boşluk miktarı ve buna bağlı olarak kumaşta tutulan hava miktarının artmasından dolayı (Havanın ısı iletkenlik değeri tüm liflere göre daha düşüktür.) Nm 60/2 atkı iplikleriyle elde edilen kumaşların ısı iletkenlik katsayısı değerlerinin Nm 60/1 atkı iplikleri ile oluşturulan kumaşların ısı iletkenlik katsayısı değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.
- Dimi örgülü kumaşların bezayağı örgülü kumaşlara göre örtme faktörlerinin yüksek olmasından dolayı dimi örgüde dokunan kumaşların ısı geçirgenliklerinin bezayağı örgü ile dokunan kumaşlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

- Ortam nemi arttıkça yün lifinin nem içeriği artmakla birlikte kumaşa dokunulduğunda serinlik hissi artacağından dolayı yün lifi oranı arttıkça ısıt soğurganlık değeri arttığı görülmektedir
- İplik incelidikçe kumaştaki lif miktarı azalmakta boşluk miktarı ve buna bağı olarak kumaşa tutulan hava miktarının artmasından dolayı (Havanın ısıt iletkenlik değeri tüm liflere göre daha düşüktür.) Nm 60/2 atkı iplikleriyle elde edilen kumaşların ısıt soğurganlık değeri Nm 60/1 atkı iplikleri ile oluşturulan kumaşların ısıt soğurganlık değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.
- Bezayağı ve dimi örgü tipinin dokuma kumaşların ısıt soğurganlık katsayısına etkisi incelendiğinde dimi örgüde dokunan kumaşların ısıt soğurganlık katsayılarının bezayağı örme kumaşlara göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.24., Çizelge 5.25., Çizelge 5.26., Çizelge 5.27. de verilen bezayağı ve dimi kumaşlara ait genel değerlendirme sonuçları incelendiğinde optimum kopma ve patlama mukavemeti, eğilme dayanımı, hava, su buharı ve termal geçirgenlik 50/50 meta-aramid /yün ve 67/33 meta-aramid/ yün karışım oranı ile elde edilmiştir.

Yapılan bu çalışma sonucunda güç tutuşur özelliğe sahip konforlu kumaşların elde edilmesinde meta-aramid yün karışımının kullanılabilceği görülmüştür. Bu karışım atkıda farklı oranlarda meta-aramid yün atılarak elde edilmiştir. Bir sonraki çalışmada meta-aramid yün lifleri harmandan karıştırılarak elde edilebilir ve bu ipliklerden elde edilen kumaşların güç tutuşurluk ve konfor özellikleri test edilebilir.

**Çizelge 5.22.** Bezayağı kumaşların ölçüm sonuçlarının genel değerlendirilmesi 1

Kumaş Tipi/ölçülen özellik		Kopma Kuvveti (N)	Patlama Kuvveti (N)	Genel Eğilme Rijitliği (mg.cm)	Atkı Yönündeki Eğilme Rijitliği (mg.cm)	Hava Geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s)	Su Buharı Geçirgenliği (%)	Isıl İletkenlik Katsayısı ( $\lambda: Wm^{-1}K^{-1} \cdot 10^3$ )	Isıl Soğurganlık Katsayısı ( $b: Ws^{1/2}K^{-1}m^{-2}$ )
% 100 Metaaramid	Nm 60/1	7	4	4	5	5	1	1	1
% 75 Metaaramid	Nm 60/1	6	4	3	5-4	5-4	1	1	1
% 25 Yün	Nm 60/1								
% 67 Metaaramid	Nm 60 1	5	4-3	2	4	4	1	1	1
% 33 Yün	Nm 60/1								
% 50 Metaaramid	Nm 60/1	4	4-3	2	3	3	1	2-1	1
% 50 Yün	Nm 60/1								
% 33 Metaaramid	Nm 60/1	3	3-2	2	3	3	1	2-1	1
% 67 Yün	Nm 60/1								
% 25 Metaaramid	Nm 60/1	2	2	2	2	2	1	2-1	1
% 75 Yün	Nm 60/1								
% 100 Yün	Nm 60/1	1	1	1	1	1	1	2	1

\*7: en iyi, 1: en kötü

**Çizelge 5.23.** Bezayağı kumaşların ölçüm sonuçlarının genel değerlendirilmesi 2

Kumaş Tipi/ölçülen özellik		Kopma Kuvveti (N)	Patlama Kuvveti (N)	Genel Eğilme Rijitliği (mg.cm)	Atkı Yönündeki Eğilme Rijitliği (mg.cm)	Hava Geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s)	Su Buharı Geçirgenliği (%)	Isıl İletkenlik Katsayısı ( $\lambda: Wm^{-1}K^{-1} \cdot 10^3$ )	Isıl Soğurganlık Katsayısı ( $b: Ws^{1/2}K^{-1}m^{-2}$ )
% 100 Metaaramid	Nm 60/2	6	4	6	7	7	3	1	1
% 75 Metaaramid	Nm 60/2	5	4	5	6	6	3-2	1	1
% 25 Yün	Nm 60/2								
% 67 Metaaramid	Nm 60/2	4	4-3	4	5	5	3-2-1	2-1	1
% 33 Yün	Nm 60/2								
% 50 Metaaramid	Nm 60/2	3	4-3-2	3	4	4	3-2-1	2-1	1
% 50 Yün	Nm 60/2								
% 33 Metaaramid	Nm 60/2	3	3-2	3	3	3	3-2-1	2-1	1
% 67 Yün	Nm 60/2								
% 25 Metaaramid	Nm 60/2	2	2	2	2	2	2-1	2-1	1
% 75 Yün	Nm 60/2								
% 100 Yün	Nm 60/2	1	1	1	1	1	1	2	1

\*7: en iyi, 1: en kötü

**Çizelge 5.24.** Dimi kumaşların ölçüm sonuçlarının genel değerlendirilmesi 1

Kumaş Tipi/ölçülen özellik		Kopma Kuvveti (N)	Patlama Kuvveti (N)	Genel Eğilme Rijitliği (mg.cm)	Atkı Yönündeki Eğilme Rijitliği (mg.cm)	Hava Geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s)	Su Buharı Geçirgenliği (%)	Isıl İletkenlik Katsayısı ( $\lambda: Wm^{-1}K^{-1} \cdot 10^3$ )	Isıl Soğurganlık Katsayısı ( $b: Ws^{1/2}K^{-1}m^{-2}$ )
% 100 Metaaramid	Nm 60/1	7	4	5	4	6	2	1	1
% 75 Metaaramid	Nm 60/1	6	4-3	4	3	6	2	1	2-1
% 25 Yün	Nm 60/1								
% 67 Metaaramid	Nm 60/1	5	3	4-3	3	5	2	2-1	2-1
% 33 Yün	Nm 60/1								
% 50 Metaaramid	Nm 60/1	4	3	3-2	3	4	2	2-1	2-1
% 50 Yün	Nm 60/1								
% 33 Metaaramid	Nm 60/1	3	2	3-2	2	3	1	2-1	2
% 67 Yün	Nm 60/1								
% 25 Metaaramid	Nm 60/1	2	2	2-1	2	2	1	2-1	2
% 75 Yün	Nm 60/1								
% 100 Yün	Nm 60/1	1	1	1	1	1	1	2	2

\*7: en iyi, 1: en kötü

**Çizelge 5.25.** Dimi kumaşların ölçüm sonuçlarının genel değerlendirilmesi 2

Kumaş Tipi/ölçülen özellik		Kopma Kuvveti (N)	Patlama Kuvveti (N)	Genel Eğilme Rijitliği (mg.cm)	Atkı Yönündeki Eğilme Rijitliği (mg.cm)	Hava Geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s)	Su Buharı Geçirgenliği (%)	Isıl İletkenlik Katsayısı ( $\lambda: Wm^{-1}K^{-1} \cdot 10^3$ )	Isıl Soğurganlık Katsayısı ( $b: Ws^{1/2}K^{-1}m^{-2}$ )
% 100 Metaaramid	Nm 60/2	5	2	4	4	6	3	1	1
% 75 Metaaramid	Nm 60/2	5-4	2	3	3	6	3-2	1	1
% 25 Yün	Nm 60/2								
% 67 Metaaramid	Nm 60/2	4	2	3	3-2	5	3-2	1	1
% 33 Yün	Nm 60/2								
% 50 Metaaramid	Nm 60/2	3	2	3	3-2-1	4	2	1	1
% 50 Yün	Nm 60/2								
% 33 Metaaramid	Nm 60/2	3	2-1	2	1-2	3	2	1	1
% 67 Yün	Nm 60/2								
% 25 Metaaramid	Nm 60/2	2	2-1	2	2-1	2	2	1	1
% 75 Yün	Nm 60/2								
% 100 Yün	Nm 60/2	1	1	1	1	1	1	1	2

\*7: en iyi, 1: en kötü

## KAYNAKLAR

- Acar, S. 2010.** Yünlü giysi tasarımında bölgesel keçeleştirme yöntem ve uygulamaları. *Sanatta Yeterlilik Tezi*, DEÜ Güzel Sanatlar Enstitüsü, Tekstil ve Moda Anabilim Dalı, İzmir.
- Adanur, S. 1995.** Wellington sears handbook of industrial textiles. Technomic Publishing Company, Inc., U.S.A, 822 pp.
- Ak, F.N. 2006.** Belirli dokuma konstrüksiyonlarının kumaş performans özelliklerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Akalın, M., Mıstık, S.İ. 2010.** Teknik Tekstiller. Birsan Yayınevi, İstanbul, 192 s.
- Ala, D.M., Bakıcı, G.G., Abdulvahitoğlu, A. 2017.** Süprem örme kumaşlarda kalınlık, hava geçirgenliği ve boncuklanma özelliklerinin incelenmesi, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(2): 103-109.
- Alagirusamy, R., Das, A. 2010.** Technical Textile Yarns. Woodhead Publishing, England, 632 pp.
- Anjana, J., Kalyani, V. 2000.** Effect of penetrants on the aramid nomex, *Indian Academy of Sciences*, 23(3): 211-214.
- Avcı, E. 1992.** İmalî düşünülen düz dokuma tiplerinin dokunabilirlik değerlerinin araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Bahtiyari, M.İ., Akça, C., Duran, K. 2008.** Yün lifinin yeni kullanım olanakları. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1: 4-7.
- Başer, İ. 1992.** Elyaf Bilgisi. Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, İstanbul, 173 s.
- Bayramoğlu, E.Ç. 2003.** Lyocell ve lyocell/pamuk karışımlarının alev etkeni karşısındaki davranışları. *Doktora Tezi*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Beyit, A. 2006.** Nükleer, biyolojik ve binyasal korunma amaçlı koruyucu tekstillerin Türkiye’de üretilebilirliği. *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Bilir, T. 2016.** İplik kompozisyonundaki tencel oranının iplik ve kumaş özelliklerine etkilerinin incelenmesi. *Yüksek lisans tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Bozdoğan, F., Üngün, S., Temel, E., Mengüç, G. 2015.** Balistik koruma amaçlı kullanılan tekstil materyalleri, özellikleri ve balistik performans testleri. *Tekstil ve Mühendis*, 22(98): 84-103.
- Burleigh, E.G., Wakeham, H., Honold, E., Skau, E.L. 1949.** Pore-size distribution in textiles, *Textile Research Journal*, 19: 547-555.
- Can, Y. 2004.** İplik özelliklerinin pamuklu bezayağı kumaşların bazı mekanik özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma, *Doktora Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

- Can, Y., Kırtay, E. 2009.** Pamuklu Bezayağı Kumaşların Aşınma Mukavemetine Etki Eden İplik Özelliklerinin İncelenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(3): 297-304.
- Cerit, A.A. 2004.** Partikül ve fiber takviyeli alüminyum matrisli kompozitin balistik performansının incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, ERÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- Chen, D., Wang, Y., Hu, X., Wang, D., Qu, M., Yang, B. 2005.** Flame-retardant and antidripping effects of a novel char-forming flame retardant for the treatment of poly(ethylene terephthalate) fabrics, *Polymer Degradation and Stability*, 88(2): 349-356.
- Chivas, C., Guillaume, E., Sainrat, A., Barbosa, V. 2009.** Assessment of risks and benefits in the use of flame retardants in upholstered furniture in continental Europe. *Fire Safety Journal*, 44(5): 801-807.
- Cireli, A. 2000.** Isıya ve aleve dayanıklı koruyucu giysiler. *Tekstil & Teknik*, 191: 181-187.
- Cireli, A., Öneş, M. 2000.** Koruyucu giysilerde termal, biyolojik, fiziksel, kimyasal test yöntemleri ve değerlendirmeleri. *Tekstil & Teknik Dergisi*, Ağustos: 160-161.
- Cireli, A., Sarıışık, M. 2000.** Koruyucu giysilerde termal, biyolojik, fiziksel, kimyasal test yöntemleri, *Tekstil & Teknik Dergisi*, Temmuz: 120-128.
- Çakır, Ç. 2012.** Elektrokimyasal teknik tekstil membranların incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Çakmak, A. 2013.** The evaluation of physical and comfort performance of various denim cloths. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Çarkıt, G. 2012.** Bambu-pamuk karışımı örme kumaşların özelliklerinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- Çay, A., Süpüren, G., Kanat, Z.E., Gülümser, T., Tarakçıoğlu, I. 2007.** Balistik lifler (Bölüm 1). *Tekstil Ve Konfeksiyon Dergisi*, 4: 232- 236.
- Çelikkanat, B.A. 2002.** Teknik tekstiller. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Çerkez, İ., Ulcay, Y. 2007.** Kolloidal silika dispersiyonunun polietilen dokusuz yüzeyin enerji absorpsiyonuna olan etkisi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 12(2): 71-84.
- Çimşit, M. 1999.** Makine halılarının alev alma özellikleri ve yanmaya karşı gösterdikleri direnç. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Dalgıç, D. 2009.** High-bulk ve relax akrilik iplikler ile yün karışımı ipliklerin kumaş performansları. *Yüksek Lisans Tezi*, AKÜ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon
- Dayıoğlu, H., Karakaş, H. 2007.** Elyaf Bilgisi. Ajans Plaza, İstanbul, 185 s.
- Dilsiz, D. 2001.** Belirli dokuma faktörlerinin ham dokunmuş kumaş performanslarına etkisi ve etkileme dereceleri, *Yüksek Lisans Tezi*, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Duran, K., Bahtiyari, M.İ. 2003.** Geotekstiller. *Nonwoven technology technical textiles magazine*, 3: 36-38.

- Duran, K., Namlıgöz, E.S., Özdemir, D. 2006.** Yünün ağartılmasındaki güncel gelişmeler. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4: 262-267.
- Eede, N.V., Dirtu, A.C., Neels, H. 2011.** Adrian Covaci Analytical developments and preliminary assessment of human exposure to organophosphate flame retardants from indoor dust. *Environment International*, 37(2): 454-461.
- Erdem, İ. 2010.** Çamaşır makinelerinde yıkamanın etkilerini gösterebilecek test standardı geliştirme, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Ertekin, M., Marmaralı, A. 2011.** Heat, air and water vapor transfer properties of circular knitted spacer fabrics, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4: 369-373.
- Ertekin, M., Kırtay, E. 2014.** Aramid ve güç tutuşur poliester ring iplikleriyle dokunmuş kumaşların yanma davranışları ve mekanik özellikleri. *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 24(3): 259-265.
- Finlayson, D. 1946.** Yarns for special purposes-effect of filament size, *Journal Of The Textile Institute Proceedings*, 37(7): 168-180.
- Forouharshad, M., Montazer, M., Moghadam, M. B., Saligheh, O. 2011.** Flame retardant wool using zirconium oxychloride in various acidic media optimized by RSM *Thermochimica Acta*, 516(1-2): 29-34.
- Gabara V, Hartzler JD, Lee K, Rodini DJ, Yang HH. 2006.** Aramid Fibers: Hand Book of Fiber Chemistry, Ed.: Leven, M., CRC Taylor & Francis, New York, 976-1025.
- Goldsmid, H. J., Hoschke, B., N. and Schneider, A., M. 1992.** Heat Transfer Through Moist Fabrics, *Textile Research Journal*, 62(2): 61-66.
- Greyson, M. 1983.** Encyclopedia of Composite Materials and Components, Wiley&Sons, USA, 1161 pp.
- Gün, A.D., Bodur, A. 2014.** Kumaşların su buharı geçirgenliği, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(3): 20-34.
- Güney, F. 2008.** Koruyucu giysilerde iç konfor şartlarının incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Güney, F., Üçgül, İ. 2010.** Thermal insulation properties of breathable membranes inside of protective clothing. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1: 9-16.
- Gürcüm, B.H. 2010.** Dokuma kumaşların öznel algısı ile bazı fiziksel özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi, *Tekstil Ve Konfeksiyon*, 2: 101-108.
- Hagimg, M., Xiang, Z. 2001.** Influence of weave on fabric wrinkle recovery property before and after resin treatment, *Journal of Donghua University*, 18(4): 18-20 pp.
- Harmancıoğlu, M. 1974.** Lif teknolojisi (yün ve diğer deri ürünü lifler). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayinevi, İzmir, 311 s.
- Hearle, J.W.S., Morton, W.E. 2008.** Physical Properties of Textile Fibres, Woodhead Publishing, England, 796 pp.
- Hoerner, S.F. 1952.** Aerodynamic properties of screens and fabrics, *Textile Research Journal*, 22(4): 274-280.
- Hongu, T., Phillips, O.G. 1997.** New fibers. Woodhead Publishing, UK, 224 pp.
- Horrocks, A.R., Anand, S.C. 2000.** Handbook of Technical Textiles. The Textile Institute, Cambridge, England, 452 pp.
- Horrocks, A.R., Price, D. 2001.** Fire Retardant Materials, The Textile Institute. Cambridge, England, 448 pp.



- Işıктаş, H. 2009.** Geri kazanılan yünlerden elde edilen kumaşların ıslak haldeki konfor özellikleri üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Johnson, N.A.G., Wood, E.J., Ingham, P.E., McNeil, S.J., McFarlane, I.D. 2003.** Wool as a technical fiber. *Journal of Textile Institute*, 94(3): 26-40.
- Kalın, B.M. 2008.** Tekstil yüzeylerinin yanmaya karşı dirençlerinin artırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Kaplan, S., Göktepe, Ö. 2002.** İplik yapısı ve kumaş konstrüksiyonunun dokunmuş kumaşın mukavemet özellikleri üzerindeki etkileri, *Tekstil Maraton Dergisi*, 11(6): 37-47.
- Kaplan, S. 2009.** Kumaşların mekanik özelliklerinden ve geçirgenlik özelliklerinden yararlanılarak giysi konforunun tahminlenmesi. *Doktora Tezi*, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Karacan, İ. 2000.** Yüksek performanslı aramid lifleri ve özellikleri, *Tekstil Maraton Dergisi*, 46: 14-26.
- Karakan, G. 2009.** Teknik tekstillerin koruyucu yapılarda kullanımı. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3(1): 65-70.
- Kaveloğlu, S. 2010.** Yün-akrilik ve yün-polyamid karışımı oranlarının, iplik mekanik özellikleri, halı iplikği kalite değerleri ve eğirme işlenebilirliği üzerine etkilerinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, ÖHÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Niğde
- Kavuşturan, Y. 1993.** Bezayağı ve dimi dokunmuş %100 pamuklu kumaşlarda eğilme davranışı, *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Kılıç, G. 2010.** Elektromanyetik radyasyona karşı koruyucu özellikte antistatik örme kumaşların üretimi için farklı kompozit ipliklerin geliştirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, ERÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- Kurtça, E. 2001.** Atkı ipliği özellikleri, sıklık ve örgü tipinin kumaş mekanik özellikleri üzerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Kut, D., Ömeroğulları, Z. 2012.** Tekstilde Güç Tutuşurluk. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17(1): 27-41.
- Li, Y., Holcombe, B. V. And Apcar, F. 1992.** Moisture Buffering Behavior of Hygroscopic Fabric During Wear, *Textile Research Journal*, 62(2): 619-627.
- Mangut, M., Karahan, N. 2008.** Tekstil lifleri. Ekin Yayınevi, Bursa, 309 s.
- Marmaralı, A., Dönmez, S., Özdil, N., Oğlakcioğlu, N., 2006.** Giysilerde ısı konforu etkileyen parametreler, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4: 241-246.
- Mavruz, S., Oğulata, R.T. 2009.** Pamuklu örme kumaşlarda hava geçirgenliğinin incelenmesi ve istatistiksel olarak tahminlenmesi, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1, 29-38.
- Mecit, D., Başal, G., Ilgaz, S., Gülümser, T., Duran, D., Tarakçıoğlu, I. 2007.** Teknik Tekstiller ve Kullanım Alanları (Bölüm 1). *Tekstil Ve Konfeksiyon Dergisi*, sayı 2: 79-82.
- Mecit, D., Ilgaz, S., Duran, D., Başal, G., Gülümser, T., Tarakçıoğlu, I. 2007.** Teknik Tekstiller ve Kullanım Alanları (Bölüm 2). *Tekstil ve Konfeksiyon*, 17(3): 154-161.

- Mert, E. 2012.** Yünlü sektöründe yüksek konforlu dış giysilik kumaşların tasarımı için farklı malzeme bileşenleri ile özel kumaş ve giysi sistemlerinin geliştirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Nergis, B. U., Candan C. and Küçükali M. 2010.** A study on moisture related properties of wool/acrylic blend fabrics, Fiber Society Spring International Conference on Fibrous Materials, 147-148.
- Okur, A. 2002.** Tekstil materyallerinde mukavemet testleri, *DEÜ Mühendislik Fakültesi Dergisi*, İzmir, 211 s.
- Ömeroğulları, Z., Kut, D. 2012.** Tekstilde güç tutuşurluk. *UÜ Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 17(1): 27-41.
- Ömeroğulları, Z., Kut, D. 2011.** Investigation of burning behavior of polyester fabric withusing natural structured flame retardant agent, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 21(4): 364-368.
- Öner, E. 2008.** Dokuma kumaşların konfor özellikleri üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, PAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- Öner, E., Okur, A. 2010.** Materyal, üretim teknolojisi ve kumaş yapısının termal konfora etkileri. *Tekstil ve Mühendis*, 80(17): 20-29.
- Özcan, G. 2002.** Örmeye kumaş yapısının güç tutuşma özelliklerine etkisi. *Doktora Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Özcan, G., Dayıoğlu, H., Candan, C. 2002.** Yumuşatıcıların örmeye kumaşın güç tutuşurluk özelliklerine etkisi. *İTÜ Mühendislik Dergisi*, 1(2): 99-106.
- Özcan, G., Dayıoğlu, H., Candan, C. 2004.** Tekstilde güç tutuşma teknikleri. *Tekstil ve Teknik*, Haziran, 233: 318-329.
- Özdemir, F. 2011.** Mekanik risklere karşı koruyucu örmeye eldivenlerin performanslarının iyileştirilmesi üzerine çalışmalar. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Özel, B.M. 2013.** Yüksek performanslı kumaşların mekanik özelliklerinin kumaş kullanım performansına ve kumaşın tuşesine olan etkilerinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Özgen, B., Altaş, S. 2014.** The investigation of thermal comfort, moisture management and handle properties of knitted fabrics made of various fibres. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 24(3): 272- 278.
- Özkan, İ., Baykal, P.D., Kuvvetli Y. 2015.** Puntalama işleminin örülmüş kumaşların yapısal özellikleri ve hava geçirgenliği üzerindeki etkilerinin araştırılması, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(2): 65-72.
- Pause, B. 2002.** Studies on the Thermophysiological comfort provided by knitted spacer fabrics. *Melliand International*, 1(8): 57-60.
- Rouette, H. K. 1995.** Encyclopedia of Textile Finishing, Woodhead Publishing, England, 766 pp.
- Saihi, D., Vroman, I., Giraud, S. 2006.** Microencapsulation of ammonium phosphate with apolyurethane shell. Part II. Interfacial polymerization technique, *Reactive & Functional Polymers*, 66(10): 1118–1125.
- Schindler, W.D., Hauser, P. J. 2004.** Chemical Finishing of Textiles. The Textile Institute, Cambridge, England, 224 pp.
- Scott, R. A. 2005.** Textiles for Protection. The Textile Institute, Cambridge, England, 784 pp.

- Simpson W.S., Crosshaw G. H.** 2002. Wool: Science and Technology. The Textile Institute, Cambridge, England, 384 pp.
- Taşkın, C., Ünal, P.** 2007. %100 poliester kumaşlarda dokunun ve sıklıkların kopma mukavemetine etkisi, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2: 115-118.
- Tayyar, A.E.** 2010. Ev tekstillerinde kumaş özelliklerinin patlama mukavemetine etkileri, *Pamukkale Üniveristesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(2): 165-172.
- Tsafack, M.J., Grützmacher, L.J.** 2006. Plasma-induced graft-polymerization of flame retardant monomers onto PAN fabrics, *Surface and Coatings Technology*, 200 (11): 3503– 3510.
- Tunç, S.** 2012. Metaaramid kumaşın boyanması, haslık yönünden elyaf boyalı metaaramid kumaşlarla karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, NKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Turan, M.** 2007. Tabakalı kompozit malzemelerde yüksek hızlı darbe hasarı, *Mühendis ve Makina*, 48(575): 3- 8.
- Turan, R.B., Okur, A.** 2008. Kumaşlarda hava geçirgenliği, *Tekstil ve Mühendis*, 15(72): 16-25.
- Turhan, İ.** 2010. Proton değişim yakıt pili (PEMFC) membranlarının ve teknik tekstil desteklerinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Uzun, M.** 2012. Ultrasonik ve klasik yıkama yöntemlerinin dokuma kumaş termal özelliklerine etkilerinin incelenmesi. *Tekstil ve Mühendis*, 19(86): 1-6.
- Üreyen, M. E.** 2006. Nanoteknoloji ve Türk tekstil ve hazır giyim sektörleri. *Bilim ve Teknik Dergisi*, Aralık: 40-41.
- Wang G., Zhang W., Postle R. and Phillips D.** 2003. Evaluating wool shirt comfort with wear trials and the forearm test, *Textile Research Journal*, 2(73), 113-119.
- Wu, H.Y., Zhang, W.Y., Li, J.** 2009. Study on improving the thermal-wet comfort of clothing during exercise with an assembly of fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 4(75): 46-51.
- Xinga, W., Jie, G., Song,a L., Hua, S., Lva, X., Wanga, X., Hua, Y.** 2011. Flame retardancy and thermal degradation of cotton textiles based on UV-curable flame retardant coatings, *Thermochimica Acta*, 513(1-2): 75–82.
- Yüce, İ.** 2010. Poliester/yün iplik karışımlarının boyanması. *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Yüksel, H. G.** 2010. Subjektif konfor değerlendirmeleri ile laboratuvar testleri arasındaki ilişkiler. *Yüksek Lisans Tezi*, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Zhou L., Feng X., Du Y. and Li Y.** 2007. Characterization of liquid moisture transport performance of wool knitted fabrics, *Textile Research Journal*, 12(77): 951-956.

## EKLER

### EK 1: Meta-Aramid Yün İplik Oranının Kumaş Özelliklerine Etkisini İncelemek Amacıyla Yapılan Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Değişken	SS	Df	MS	F	Sig.
<b>İplik Numarası</b>	Kopma Kuvveti	527906,336	1	527906,336	1255,848	,000
	Yırtılma Kuvveti	79,255	1	79,255	208,809	,000
	Patlatma Kuvveti	81520,267	1	81520,267	115,621	,000
	Atkı Eğilme Dayanımı	8550,754	1	8550,754	210,188	,000
	Genel Eğilme Dayanımı	19528,346	1	19528,346	930,633	,000
	Hava Geçirgenliği	26426,743	1	26426,743	120,710	,000
	Su Buharı Geçirgenliği	161,574	1	161,574	73,726	,000
	Isıl İletkenlik	84,398	1	84,398	139,443	,000
	Isıl Soğurganlık	564,007	1	564,007	3,633	,059
	<b>Örgü Tipi</b>	Kopma Mukavemeti	10284,851	1	10284,851	24,467
Yırtılma Mukavemeti		20,220	1	20,220	53,274	,000
Patlatma Mukavemeti		7872,773	1	7872,773	11,166	,001
Atkı Eğilme Dayanımı		58599,467	1	58599,467	1440,447	,000
Genel Eğilme Dayanımı		24420,424	1	24420,424	1163,768	,000
Hava Geçirgenliği		390113,436	1	390113,436	1781,928	,000
Su Buharı Geçirgenliği		,706	1	,706	,322	,573
Isıl İletkenlik		4,429	1	4,429	7,317	,008
Isıl Soğurganlık		1290,179	1	1290,179	8,310	,005
<b>Karışım Oranı</b>		Kopma Mukavemeti	1870178,197	6	311696,366	741,501
	Yırtılma Mukavemeti	61,117	6	10,186	26,837	,000
	Patlatma Mukavemeti	233007,417	6	38834,569	55,079	,000
	Atkı Eğilme Dayanımı	4384,134	6	730,689	17,961	,000
	Genel Eğilme Dayanımı	29764,423	6	4960,737	236,407	,000
	Hava Geçirgenliği	941229,403	6	156871,567	716,545	,000
	Su Buharı Geçirgenliği	165,166	6	27,528	12,561	,000
	Isıl İletkenlik	5,753	6	,959	1,584	,158
	Isıl Soğurganlık	6860,871	6	1143,479	7,365	,000

**EK 1:Meta-Aramid Yün İplik Oranının Kumaş Özelliklerine Etkisini İncelemek Amacıyla Yapılan Varyans Analizi Sonuçları (devam)**

<b>Hata</b>	Kopma Mukavemeti	23540,069	56	420,358		
	Yırtılma Mukavemeti	21,255	56	,380		
	Patlatma Mukavemeti	39483,639	56	705,065		
	AtkıEğilme Dayanımı	3417,241	84	40,681		
	Genel Eğilme Dayanımı	1762,650	84	20,984		
	Hava Geçirgenliği	55169,798	252	218,928		
	Su Buharı Geçirgenliği	122,727	56	2,192		
	Isıl İletkenlik	67,788	112	,605		
	Isıl Soğurganlık	17389,600	112	155,264		
<b>Toplam</b>	Kopma Mukavemeti	20745190,158	84			
	Yırtılma Mukavemeti	16521,891	84			
	Patlatma Mukavemeti	18551363,389	84			
	Atkı Eğilme Dayanımı	3690063,298	112			
	Genel Eğilme Dayanımı	2779868,504	112			
	Hava Geçirgenliği	16624920,500	280			
	Su Buharı Geçirgenliği	476928,190	84			
	Isıl İletkenlik	67,788	112			
	Isıl Soğurganlık	17389,600	112			

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Medine Türk  
Doğum Yeri ve Tarihi : TRABZON / 05.08.1993  
Yabancı Dil :  
Eğitim Durumu  
Lise : Nuri Erbak Anadolu Lisesi  
Lisans : Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği  
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği  
İletişim (e-posta) : medinetrk16@gmail.com  
Yayınları : **Türk, M., Şardağ, S. 2019.** Meta-Aramid/yün karışımı dokuma kumaşların mukavemet ve eğilme özelliklerinin incelenmesi. *Tekstil ve Mühendis*, 26 (113): 14-24.