



**FARKLI KARIŞIM ORANLARINDA GÜÇ  
TUTUŞUR ÖZELLİĞE SAHİP  
LİFLERDEN ELDE EDİLEN İPLİK VE  
KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN  
İNCELENMESİ**

**Dilhan ERKUT**



**FARKLI KARIŞIM ORANLARINDA GÜÇ  
TUTUŞUR ÖZELLİĞE SAHİP  
LİFLERDEN ELDE EDİLEN İPLİK VE  
KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN  
İNCELENMESİ**

**Dilhan ERKUT**



T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ FEN  
BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI KARIŞIM ORANLARINDA GÜÇ TUTUŞUR ÖZELLİĞE SAHİP  
LİFLERDEN ELDE EDİLEN İPLİK VE KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN  
İNCELENMESİ**

**Dilhan ERKUT**

0000-0002-6893-8738

Dr. Öğr. Üyesi Sibel ŞARDAĞ

0000-0001-9177-0059

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

BURSA – 2020

## TEZ ONAYI

Dilhan ERKUT tarafından hazırlanan "Farklı Karışım Oranlarında Güç Tutuşur Özelliğe Sahip Liflerden Elde Edilen İplik Özelliklerinin İncelenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

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

**Başkan** : Prof.Dr.Özcan Özdemir  
0000-0003-2494-6485  
Bursa Uludağ Üniversitesi  
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

**Üye** : Doç.Dr.Ayşe Çelik Bedeloğlu  
0000-0003-2960-5188  
Bursa Teknik Üniversitesi  
Lif ve Polimer Mühendisliği

İmza

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Sibel ŞARDAĞ  
0000-0001-9177-0059  
Bursa Uludağ Üniversitesi  
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım  
Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN  
Enstitü Müdürü

08.01.2020

**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.**

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

**İmza**

**Dilhan Erkut**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### FARKLI KARIŞIM ORANLARINDA GÜÇ TUTUŞUR ÖZELLİĞE SAHİP LİFLERDEN ELDE EDİLEN İPLİK VE KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

**Dilhan ERKUT**

Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

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

Bu çalışmada farklı karışım oranlarında meta aramid, para aramid ve FR viskon liflerinden elde edilen ipliklerin ve bu ipliklerden elde edilen örme kumaşların fiziksel, konfor özelliklerinin ve yanma davranışlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla güç tutuşur kumaşların üretiminde sıklıkla kullanılan beş farklı karışım oranında, iki farklı lineer yoğunluğa sahip on farklı iplik elde edilmiştir. İpliklerin fiziksel (lineer yoğunluk, büküm, rutubet, düzgünsüzlük, tüylülük) ve mukavemet özellikleri standartlara uygun bir şekilde test edilmiş sonrasında bu ipliklerden sabit üretim parametreleri kullanılarak örme kumaşlar elde edilmiştir.

Elde edilen örme kumaşların öncelikle mukavemet ve uzama özellikleri (patlama mukavemeti, sabit yük altında kopma uzaması), konfor özellikleri (hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, ısı geçirgenliği) standartlara uygun bir şekilde test edilmiş ve testler sonucunda elde edilen veriler SPSS istatistik programında değerlendirilmiştir. Kumaşların yanma testleri standarda uygun bir şekilde gerçekleştirilmiş ve sonrasında elde edilen veriler görsel olarak değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda meta aramid, para aramid ve FR viskon liflerinin karışım oranının ipliklerin mukavemet, düzgünsüzlük, rutubet özelliklerine; kumaşların mukavemet, konfor özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Karışımında aramid lif oranı arttıkça ipliklerin ve kumaşların mukavemet değerlerinin arttığı ve aramid içeren karışımlardan oluşan kumaşların su buharı, hava geçirgenliği ve termal geçirgenlik özelliklerinin FR viskon içeren karışımdan oluşan kumaşların su buharı, hava geçirgenliği ve termal geçirgenlik özelliklerine yakın olduğu görülmüştür. Yanma testi sonrasında en yüksek kütle kaybı değeri karışımında FR viskon içeren kumaşlarda olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Meta aramid, Para aramid, FR viskon, İplik, Güç tutuşurluk, Konfor, Mukavemet.

**2020, xiv + 93 sayfa.**

## **ABSTRACT**

MSc Thesis

### **THE INVESTIGATION OF YARN AND FABRIC PROPERTIES MADE FROM FLAME RESISTANT FIBER WITH DIFFERENT BLEND RATIOS**

**Dilhan ERKUT**

Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Department of Textile Engineering

**Supervisor:** Assist.Prof.Dr.Üyesi Sibel ŞARDAĞ

The aim of this study is to examine the physical and comfort properties and burning behaviors of yarns produced with meta aramid, para aramid and FR viscose fibers in different blending ratios and knitting fabrics made from that yarns. For this purpose ten different yarns were produced in two different linear density with five different blending ratios which are frequently used in the production of flame resistant fabrics. The physical (linear density, twist, moisture values, unevenness, hairiness) and strength properties of these yarns were tested according to the standards thereafter those knitting fabrics were produced with these yarns.

The produced knitting fabrics were tested according to the standards for strength and elongation properties (bursting strength, elongation at break), comfort properties (air permeability, moisture permeability, thermal conductivity). The obtained test results were analyzed statistically on SPSS programme. The fabrics were evaluated visually according to the data obtained after burning tests.

The results of this study indicate statistically that the effects of meta aramid, para aramid and FR viscose fibers blending ratio is significant for strength, moisture, unevenness properties of yarns and strength, comfort properties of fabrics. It was observed that the strength values of yarns and fabrics increased as the ratio of aramid fiber in the blending increased and the moisture permeability, air permeability and thermal permeability properties of fabrics which contain aramid blends were close to the moisture permeability, air permeability and thermal permeability properties of fabrics containing FR viscose. The highest mass loss value was determined in the fabrics which containing FR viscose as the result of the burning test.

**Keywords:** Meta aramid, Para aramid, FR viscose, Yarn , Flame resistant, Comfort, Strength  
**2020, xiv + 93 pages.**

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konumun yürütülmesinde ve değerlendirilmesinde sonsuz emeği geçen, tecrübe ve bilgi birikimiyle sabırla yol gösteren değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Sibel ŞARDAĞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda bana destek olan çalışma arkadaşlarım sayın Çiğdem ŞENBAY'a, sayın Richard RIDEWOOD'a ve sayın Abdurrahman TÜYSÜZ'e, imalat ve laboratuvar çalışanlarına teşekkür ederim.

Yanma testi için laboratuvarlarının kapılarını bana sonuna dek açan Rudolf Duraner laboratuvarı çalışanlarına teşekkür ederim.

Tüm bu süreç boyunca desteğini her an hissettiğim canım babam Cemal ERKUT'a, yüksek lisans öğrenim hayatımda ve tez çalışmamda bana sabırla destek olup hayatımı güzelleştiren sevgili annem Hatice ERKUT'a ve sonsuz motivasyonu ile yanımda olmasada varlığını hissettiren ablam Nihan EGE'ye teşekkür ederim.

Dilhan ERKUT

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



## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1.Teknik Tekstil Kavramı.....	3
2.2. Teknik Tekstillerin Sınıflandırılması .....	4
2.2.1.Tarım teknik tekstilleri (Agrotech) .....	4
2.2.2.Jeotkstiller (Geotech) .....	4
2.2.3.Ev teknik tekstilleri (Homotech) .....	5
2.2.4.Taşımacılık teknik tekstilleri (Mobiltech).....	6
2.2.5.Ambalaj teknik tekstilleri (Packtech).....	7
2.2.6.Endüstriyel teknik tekstilleri (Indutech).....	8
2.2.7.Tıbbi ve hijyenik teknik tekstilleri (Medtech) .....	8
2.2.8.İnşaat ve yapı teknik tekstilleri (Buildtech).....	9
2.2.9.Ekolojik ve çevre amaçlı teknik tekstiller (Oekotech).....	10
2.2.10.Spor teknik tekstilleri (Sportech) .....	11
2.2.11.Giyim teknik tekstilleri (Clothtech) .....	11
2.2.12.Koruyucu teknik tekstilleri (Protech).....	11
2.3.Koruyucu Teknik Tekstilleri .....	12
2.3.1.Balistik koruma amaçlı koruyucu tekstiller .....	14
2.3.2.Ağır hava şartlarına karşı koruyucu tekstiller .....	15
2.3.3.Elektromanyetik kalkanlama amaçlı koruyucu giyisiler .....	15
2.3.4.Zararlı kimyasal ve gazlara karşı koruyucu tekstiller .....	16
2.3.5.Yüksek ısı ve alevden koruyucu tekstiller .....	16
2.4.Güç Tutuşurluk .....	18
2.5.Güç Tutuşur Tekstillerin Elde Edilmesi.....	20

2.5.1. Meta aramid lifleri.....	21
2.5.2. Para aramid lifleri.....	22
2.5.3. Polibenzimidazol lifleri (PBI).....	23
2.5.4. FR viskon lifleri .....	24
2.5.5. FR pes lifleri .....	25
2.6. Yapılan Önceki Çalışmalar.....	26
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	28
3.1. Materyal.....	28
3.2. Yöntem .....	29
3.3. Uygulanan Test Yöntemleri.....	29
3.4. İplik Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler .....	30
3.4.1. Doğrusal yoğunluk (birim uzunluk başına kütle) tayini testleri .....	30
3.4.2. Büküm tayini testleri .....	30
3.4.3. Mukavemet testleri.....	31
3.4.4. Rutubet testleri (kuru esasına göre).....	31
3.4.5. İplik düzgünsüzlüğü v tüylülük testleri .....	31
3.5. Kumaş Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler .....	32
3.5.1. Sabit yük altında uzama testleri .....	32
3.5.2. Patlama mukavemeti testleri.....	33
3.5.3. Aşınma dayanımı testleri.....	33
3.5.4. Kumaş yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı testleri .....	33
3.5.5. Su buharı geçirgenliği (permetes) testleri.....	34
3.5.6. Isıl geçirgenlik (alambeta) testleri .....	34
3.5.7. Hava geçirgenliği testleri.....	36
3.5.8. Gramaj testleri.....	37
3.5.9. Kalınlık testi.....	37
3.5.10. Isı ve alev karşı dayanım testleri .....	37
3.6. Test Sonuçlarını Değerlendirme Yöntemleri.....	37
3.6.1. Karışım oranının iplik özelliklerine etkisi .....	38
3.6.2. Karışım oranının kumaş özelliklerine etkisi .....	39
4. BULGULAR .....	41

4.1.İpliklere Uygulanan Test Sonuçları .....	41
4.1.1.Doğrusal yoğunluk (birim uzunluk başına kütle) tayini testleri ölçüm sonuçları.....	41
4.1.2.Büküm tayini testleri ölçüm sonuçları .....	42
4.1.3.Mukavemet testleri ölçüm sonuçları .....	42
4.1.4.Rutubet testleri ölçüm sonuçları .....	44
4.1.5. İplik düzgünsüzlük (%) ve tüylülük testleri ölçüm sonuçları .....	44
4.1.6. İplik neps (+200), ince yer (-50), kalın yer (+50) testleri ölçüm sonuçları .....	45
4.2.Kumaşlara Uygulanan Test Sonuçları.....	46
4.2.1. Sabit yük altında uzama testleri ölçüm sonuçları .....	46
4.2.2.Patlama mukavemeti testleri ölçüm sonuçları .....	47
4.2.3.Aşınma dayanımı testleri ölçüm sonuçları .....	48
4.2.4.Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı (pilling) testleri ölçüm sonuçları .....	48
4.2.5.Su buharı geçirgenliği (permetest) testleri ölçüm sonuçları.....	49
4.2.6.Isıl geçirgenlik (alambeta) testleri ölçüm sonuçları.....	49
4.2.7.Hava geçirgenlik testleri ölçüm sonuçları .....	51
4.2.8.Gramaj testleri ölçüm sonuçları .....	52
4.2.9.Kalınlık testleri ölçüm sonuçları .....	52
4.2.10.Isı ve aleve karşı dayanım testleri ölçüm sonuçları .....	53
5. TARTIŞMA ve SONUÇ .....	54
5.1.Karışım Oranının İplik Özelliklerini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi .....	54
5.1.1.Mukavemet ölçüm sonuçlarının incelenmesi .....	54
5.1.2. İpliklere ait rutubet ölçüm sonuçlarının incelenmesi .....	60
5.1.3.İpliklere ait düzgünsüzlük ölçüm sonuçlarının incelenmesi .....	61
5.1.4.İpliklere ait neps, ince yer, kalın yer ölçüm sonuçlarının incelenmesi .....	63
5.2.Karışım Oranının Kumaş Özelliklerini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi .....	67
5.2.1.Sabit yük altında uzama testleri ölçüm sonuçlarının incelenmesi .....	67
5.2.2.Patlama mukavemeti testleri ölçüm sonuçlarının incelenmesi .....	70
5.2.3.Su buharı geçirgenliği (permetest) testleri ölçüm sonuçlarının incelenmesi .....	71
5.2.4.Isıl geçirgenlik (alambeta) testleri ölçüm sonuçlarının incelenmesi .....	74
5.2.5.Hava geçirgenliği testleri ölçüm sonuçlarının incelenmesi.....	78

5.2.6. Isı ve alev karşđ dayanım testleri ölçüm sonuçlarının incelenmesi .....	80
KAYNAKLAR .....	89
ÖZGEÇMİŞ .....	93



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Yanma ve kesilmeye dayanıklı eldiven .....	13
Şekil 2.2.Koruyucu kıyafetler.....	14
Şekil 2.3.Balistik koruyucu yelek .....	14
Şekil 2.4.Zararlı kimyasal ve gazlara karşı koruyucu giysiler .....	16
Şekil 2.5.Yüksek ısı ve aleve karşı koruyucu giysinin doğrudan ısı kaynağına maruz bırakıldığı test görüntüleri .....	18
Şekil 2.6.Tekstil lifleri için yanma döngüsü .....	19
Şekil 2.7.Meta aramid (Teijinconex®)'in kimyasal yapısı .....	22
Şekil 2.8.Para aramid (Twaron®)'un kimyasal yapısı .....	23
Şekil 2.9.Polibenzimidazol (PBI)'ün kimyasal formülü .....	24
Şekil 2.10.Güç tutuşur polyester polimeri .....	25
Şekil 5.1.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma uzaması (%) ölçüm sonuçları.....	55
Şekil 5.2.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma yükü (cN) ölçüm sonuçları.....	56
Şekil 5.3.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin mukavemet (cN/tex) ölçüm sonuçları .....	58
Şekil 5.4.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma işi (cN.cm) ölçüm sonuçları.....	59
Şekil 5.5.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin rutubet (%) ölçüm sonuçları.....	61
Şekil 5.6.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin düzgünsüzlük (%CVm) ölçüm sonuçları .....	62
Şekil 5.7.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin neps (+200) sonuçları .....	64
Şekil 5.8.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin ince yer (-50) sonuçları .....	65
Şekil 5.9.Farklı karışım oranlarında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kalın yer (+50) sonuçları .....	66
Şekil 5.10.Farklı karışım oranlarında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların boyu yönünde uzama (%) sonuçları .....	68

Şekil 5.11. Farklı karışım oranlarında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların eni yönünde uzama (%) sonuçları .....	69
Şekil 5.12.Farklı karışım oranlarında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların patlama mukavemeti (kPa) sonuçları .....	71
Şekil 5.13.Farklı karışım oranlarında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği (%) sonuçları .....	72
Şekil 5.14.Farklı karışım oranlarında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların su buharı direnci (Pa.m <sup>2</sup> /W )sonuçları .....	73
Şekil 5.15.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ : W.10 <sup>3</sup> /m.K) ölçüm sonuçları .....	75
Şekil 5.16.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı direnç (r: Km <sup>2</sup> /W.10 <sup>3</sup> ) ölçüm sonuçları .....	76
Şekil 5.17.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı etkinlik katsayısı (b: W.s <sup>1/2</sup> /Km <sup>2</sup> ) ölçüm sonuçları .....	77
Şekil 5.18.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların hava geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s) ölçüm sonuçları .....	79
Şekil 5.19.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı ve aleve karşı yanma deneyi sonucu oluşan kütle kaybı ölçüm sonuçları ...	81
Şekil 5.20.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı ve aleve karşı yanma testi sonrası meydana gelen karbonizasyon görüntüleri -1.ölçüm sonuçları .....	82
Şekil 5.21. Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı ve aleve karşı yanma testi sonrası meydana gelen karbonizasyon görüntüleri -2.ölçüm sonuçları .....	83
Şekil 5.22. Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı ve aleve karşı yanma testi sonrası meydana gelen karbonizasyon görüntüleri -3.ölçüm sonuçları .....	84

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 2.1.Ev tekstillerinin küresel pazardaki büyüklüğü.....	6
Çizelge 3.1.Çalışmada kullanılan iplik özellikleri.....	28
Çizelge 3.3.Kullanılan elyafların özellikleri .....	29
Çizelge 3.3. Kumaşların yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığının görsel değerlendirme skalası.....	34
Çizelge 4.1.Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait doğrusal yoğunluk (dtex) ölçüm sonuçları.....	41
Çizelge 4.2.Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait büküm (T/m) ölçüm sonuçları .....	42
Çizelge 4.3.Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait uzama (%), kopma yükü (N) ölçüm sonuçları .....	42
Çizelge 4.4. Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait kopma işi (cN.cm) ve kopma süresi (sn) ölçüm sonuçları .....	43
Çizelge 4.5.Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait mukavemet (cN/tex) ölçüm sonuçları .....	43
Çizelge 4.6.Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait rutubet (%) ölçüm sonuçları .....	44
Çizelge 4.7. Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait düzgünsüzlük varyasyon katsayısı (%CVm ) ölçüm sonuçları .....	44
Çizelge 4.8.Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait ipliklerine ait tüylülük (S3) ölçüm sonuçları.....	45
Çizelge 4.9.Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait neps (+200) ölçüm sonuçları .....	45
Çizelge 4.10.Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait ince yer (-50) ve kalın yer (+50) ölçüm sonuçları .....	46
Çizelge 4.11.Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların boyu ve eni yönünde (%) uzama ölçüm sonuçları.....	46
Çizelge 4.12.Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların patlama mukavemeti (kPa) ölçüm sonuçları .....	47
Çizelge 4.13. Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların patlama anındaki yükseklik (mm) ölçüm sonuçları.....	47

Çizelge 4.14.Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların patlama süresi (sn) ölçüm sonuçları.....	47
Çizelge 4.15.Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların 30.000 devirdeki kütle kaybı (%) ölçüm sonuçları .....	48
Çizelge 4.16.Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların en ve boy tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı (pilling) testleri ölçüm sonuçları .....	48
Çizelge 4.17. Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların bağıl su geçirgenliği (%) testleri ölçüm sonuçları .....	49
Çizelge 4.18.Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların su buharı direnci ( $\text{Pa}\cdot\text{m}^2/\text{W}$ ) testleri ölçüm sonuçları .....	49
Çizelge 4.19.Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların ısıl iletkenlik katsayısı ( $\lambda: \text{W}\cdot 10^3/\text{m}\cdot\text{K}$ ) ölçüm sonuçları .....	49
Çizelge 4.20.Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların ısıl yayınım katsayısı ( $a:\text{m}^2\cdot 10^6/\text{s}$ ) ölçüm sonuçları .....	50
Çizelge 4.21.Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların ısıl etkinlik katsayısı ( $b: \text{W}\cdot\text{s}^{1/2}/\text{K}\cdot\text{m}^2$ ) ölçüm.....	50
Çizelge 4.22. Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların ısıl direnç ( $r: \text{K}\cdot\text{m}^2/\text{W}\cdot 10^3$ ) ölçüm sonuçları.....	50
Çizelge 4.23.Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların maksimum ve kararlı ısı akış yoğunluk oranı (p) ölçüm sonuçları .....	51
Çizelge 4.24.Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların maksimum ısı akış yoğunluğu ( $q_{\text{max}}: \text{W}\cdot 10^3/\text{m}^2$ ) ölçüm sonuçları .....	51
Çizelge 4.25.Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların hava geçirgenliği ( $l/\text{m}^2/\text{s}$ ) ölçüm sonuçları .....	51
Çizelge 4.26.Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların gramaj ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) ölçüm sonuçları .....	52
Çizelge 4.27.Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların kalınlıkları ölçüm sonuçları (mm) .....	52
Çizelge 4.28.Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların ısı ve aleve karşı dayanım testleri kütle kaybı (%) ölçüm sonuçları .....	53
Çizelge.5.1.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma uzamasına ait ANOVA sonuçları .....	54
Çizelge.5.2.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma uzaması SNK test sonuçları .....	55



Çizelge.5.3.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma yüküne ait ANOVA sonuçları .....	56
Çizelge.5.4.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma yükü SNK test sonuçları .....	56
Çizelge.5.5.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin mukavemetine ait ANOVA sonuçları .....	57
Çizelge.5.6.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin mukavemet SNK test sonuçları .....	57
Çizelge.5.7.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma işine ait ANOVA sonuçları .....	58
Çizelge.5.8.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma işi SNK test sonuçları .....	59
Çizelge.5.9.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin rutubetine ait ANOVA sonuçları .....	60
Çizelge.5.10.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin rutubet SNK test sonuçları .....	60
Çizelge.5.11.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin düzgünsüzlüğüne ait ANOVA sonuçları.....	62
Çizelge.5.12.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin düzgünsülük SNK test sonuçları .....	62
Çizelge.5.13.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin neps değerlerine ait ANOVA sonuçları .....	63
Çizelge.5.14.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin neps SNK test sonuçları .....	63
Çizelge.5.15.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin ince yer değerlerine ait ANOVA sonuçları .....	64
Çizelge.5.16.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin ince yer SNK test sonuçları .....	65
Çizelge.5.17.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kalın yer değerlerine ait ANOVA sonuçları .....	66
Çizelge.5.18.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kalın yer SNK test sonuçları .....	66
Çizelge.5.19.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların uzama (boy) değerlerine ait ANOVA sonuçları.....	68
Çizelge.5.20.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların uzama (boy) SNK test sonuçları.....	68

Çizelge.5.21.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların kopma en uzaması değerlerine ait ANOVA sonuçları.....	69
Çizelge.5.22.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların kopma en uzaması SNK test sonuçları.....	69
Çizelge.5.23.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların patlama mukavemetlerine ait ANOVA sonuçları.....	70
Çizelge.5.24.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların patlama mukavemeti SNK test sonuçları .....	70
Çizelge.5.25.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların bağıl su geçirgenliğine ait ANOVA sonuçları .....	71
Çizelge.5.26.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların bağıl su geçirgenliği SNK test sonuçları.....	72
Çizelge.5.27.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların su buharı direncine ait ANOVA sonuçları .....	72
Çizelge.5.28.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların su buharı direncine SNK test sonuçları.....	73
Çizelge 5.29.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı iletkenlik katsayısına ait ANOVA sonuçları .....	74
Çizelge 5.30.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı iletkenlik katsısına ait SNK test sonuçları .....	74
Çizelge 5.31.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı direncine ait ANOVA sonuçları.....	75
Çizelge 5.32 Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı direncine ait SNK test sonuçları .....	75
Çizelge 5.33. Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı etkinlik katsayısına ait ANOVA sonuçları .....	77
Çizelge 5.34. Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı etkinlik katsayısına ait SNK test sonuçları .....	77
Çizelge 5.35.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların hava geçirgenliğine ait ANOVA sonuçları .....	78
Çizelge 5.36.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların hava geçirgenliğine ait SNK test sonuçları .....	78
Çizelge 5.37. Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı ve alev karşı dayanım testi ölçüm sonuçları 1 .....	80
Çizelge 5.38.Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı ve alev karşı dayanım testi ölçüm sonuçları 2 .....	80

Çizelge 5.39. Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı ve aleve karşı dayanım testi ölçüm sonuçları 3 .....	81
Çizelge 5.40.İplik ölçüm sonuçlarını genel değerlendirilmesi .....	85
Çizelge 5.41.Kumaş ölçüm sonuçlarını genel değerlendirilmesi .....	86



## 1.GİRİŞ

Teknik tekstillerin üretimi en az konvansiyonel tekstiller kadar eskidir. İlk üretilen teknik tekstil ürünleri gemiler için yelken bezleri olarak kabul edilmiştir. 1939 yılında ilk sentetik lifin kullanılmasından sonra, teknik tekstillerin üretiminde ve uygulama alanlarında büyük ilerlemeler olmuştur. Teknik tekstiller görünüm özelliklerinden yanısıra performans veya fonksiyonel özellikleri için tercih edilen ve nihai tüketim amaçlı olmayan (endüstriyel vb.) uygulamalar için kullanılan tekstil ürünleri olarak tanımlanmaktadır. Teknik tekstillerin her geçen gün artan kullanım alanları ve yenilikçi ürünlerin bulunmasıyla tekstil sektörünün sınırları yeniden tanımlanmaktadır.

Teknik tekstillerin içinde güç tutuşurluk özelliğine sahip kumaşlar dikkat çekmektedir. Güç tutuşurluk, alev çarpmasına karşı koyabilme veya alevden koruma sağlama kabiliyetidir. Güç tutuşur tekstiller, alev veya yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında tutuşmayan tutuşsada kendi kendine sönebilen tekstillerdir (Altay 2010). Güç tutuşur liflerden oluşturulan kumaşlar savunma sanayi, sosyal güvenlik alanlarının yanı sıra günlük hayatta da gittikçe önem kazanmış ve topluluklukları barındıran binaların döşeme ve perdelerinde de kullanımı bir ihtiyaç haline gelmiştir.

Tekstil ürünlerine güç tutuşur özellik kazandırmanın farklı yöntemleri bulunmakta olup en yüksek koruyuculuk sağlayan yöntem kendinden güç tutuşur özelliğe sahip özel lifler kullanılarak kumaşlar elde etmektir. Kendinden güç tutuşur özelliğe sahip lifler, yüksek bağ enerjisine sahip polimerlerden elde edilirler. Bu polimerlerin parçalanabilmesi için yüksek ısı enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır. Yüksek bağ enerjisine sahip polimerler, yüksek ısı ve mekanik özelliklere sahiptirler. Aramid liflerinin polimer zincirindeki aromatik zincir halkalarının varlığı sayesinde güç tutuşur özelliktedirler (Kalin 2008). Bu özelliklerinden dolayı aramid liflerinden elde edilen ürünler özellikle yüksek koruma gerektiren askeri alanda, endüstriyel alanda ve itfaiyeci kıyafetlerinde % 100 veya farklı karışım oranlarında kullanılmakta olup hastane tekstillerinde, spor alanında, uçak tekstillerinde, sinemalarda, işçi kıyafetlerinde kullanımı da giderek artmaktadır. Aramid liflerinden elde edilen iplikler ve kumaşlar ile ilgili literatür araştırması yapıldığında çalışmaların çoğunun aramid lifleri ve bu

liftten elde edilen ürünlerin yanma davranışları ile ilgili olduğu görülmüştür. Aramid lifinden elde edilen iplik ve kumaş özelliklerinin mekanik özellikleri ile ilgili çalışmalarda mevcut olmakla birlikte farklı karışım oranlarında aramid lifinden elde edilen kumaşların konfor özellikleri ile ilgili çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Bu sebepten dolayı bu çalışmada güç tutuşur ürünlerin elde edilmesinde sıklıkla kullanılan beş farklı karışım oranı seçilmiş ve bu karışım oranlarında elde edilen ipliklerin ve bu ipliklerden üretilen güç tutuşur özellikteki kumaşların fiziksel ve yanma davranış özellikleri yanı sıra konfor özellikleri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir.

Çalışmada yer verilen karışımlar piyasada ısı ve kesilmeye dayanıklı eldiven imalatında, askeri, polis ve özel güvenlik güçleri çalışanlarının, itfaiye çalışanlarının, doğalgaz rafineleri çalışanlarının, elektrik tesisleri çalışanlarının, doğalgaz santral çalışanlarının kıyafetlerinin imalatlarında kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu çalışma bilimsel anlamda literatüre katkı sağlamakla birlikte kullanılan karışım oranları piyasada sıkça kullanılan karışım oranları olduğu için güç tutuşur kumaş üreticilerine de elde ettikleri ürünlerin konfor özelliklerini geliştirmeleri açısından katkı sağlayacaktır.

## **2.KAYNAK ARAŞTIRMASI**

### **2.1.Teknik Tekstil Kavramı**

The Textile Institute tarafından yayınlanan ‘‘Textile Terms and Definitions’’ adlı yayında yapılmış olan tanımlama, teknik tekstiller ile ilgili en fazla kabul gören tanımlamadır. Bu tanıma göre teknik tekstiller, ‘‘estetik veya dekoratif özelliklerinden ziyade, esasen sahip oldukları teknik ve performans özellikleri için imal edilen tekstil malzemeleri ve ürünleri’’ olarak tanımlanmıőtır (Sarışık 2016).

Teknik tekstil deyimi; otomotivden, inşaat ve kiőisel korunmaya uzanan ileri teknoloji ve yüksek performanslı yönelik uygulamalarda, geleneksel olmayan endüstrilerin teknik olarak kullandığı tekstil materyallerini ifade etmektedir. Gün geçtikçe bu alanda yeni ürünler, yeni süreç, yeni malzemeler üretilmekte ve pazara sunulmaktadır (Kahraman 2009).

Teknik tekstillerin her geçen gün yeni kullanım alanlarının artması ile pazardaki payının artması da bu grubun hızlı bir Şekilde geliőmesi için destekleyici faktör oluşturmaktadır. Çoğunlukla teknik tekstillerin üretimi için, tüm tekstil üretim prosesleri uygundur. Fakat, teknik tekstillerin görünüő, tasarım gibi özelliklerinden daha çok; mekaniksel, kimyasal ve akustik özellikleri önemli olduğu için, ayrıca özel üretim prosesleri de bulunmaktadır. (Mecit ve ark. 2007)

Türkiye’de teknik tekstil ticareti, 2000’li yılların baőından itibaren dikkate değer Şekilde artıő göstermiőtir. 2014 yılında Türkiye’nin teknik tekstil ihracat ve ithalat değeri 3,1 milyar dolara ulaőmıőtır. 2014 yılında, Türkiye 183 ülkeye 1,6 milyar dolar teknik tekstil ihracatı gerekleŐirmiőtir. En fazla ihracat yapılan ilk beş lke, Almanya, Fransa, İtalya, Rusya Federasyonu ve ABD’dir. Aynı yıl Türkiye, 107 ülkeden 1,5 milyar dolar değerinde teknik tekstil ithalatı gerekleŐirmiőtir. İlk beş tedarikçi ülke in, Almanya, İtalya, Hindistan ve Fransa’dır (Anonim 2015).

## **2.2.Teknik Tekstillerin Sınıflandırılması**

Teknik tekstiller kullanım alanlarına göre 12 başlık altında toplanmaktadır:

1. Agrotech: Tarım teknik tekstilleri
2. Geotech: Jeotekstiller
3. Homotech: Ev teknik tekstilleri
4. Mobiltech: Taşımacılık teknik tekstilleri
5. Packtech: Ambalaj tekstilleri
6. Indutech: Endüstriyel teknik tekstiller
7. Medtech: Tıbbi ve hijyenik tekstiller
8. Buildtech: İnşaat ve yapı tekstilleri
9. Oekotech: Ekolojik ve çevre amaçlı tekstiller
10. Sportech: Spor teknik tekstilleri
11. Clothtech: Ayakkabı ve giysilerin teknik bileşenleri
12. Protech: Koruyucu teknik tekstiller

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

Tarım, bahçivanlık, ormancılık ve su ürünlerinde kullanılan tekstillerdir. Sadece mahsul üretiminde değil, aynı zamanda ormancılıkta, bahçecilikte ve hayvan giyimi de dahil olmak üzere hayvancılıkta ve kümes hayvancılığında kullanılırlar.

Tarım tekstilleri güçlü, uzayabilen, sağlam, biyolojik olarak parçalanabilir, güneş ışığına ve toksik çevreye dayanıklı olmalıdır.

### **2.2.2.Jeotekstiller (Geotech)**

İnsan ihtiyaçlarına sunulan jeotekstiller özellikle toprağa ilişkin mühendislik çalışmalarında kullanılan, örgülü, dokunmuş ya da dokunmamış doğal ve yapay iplerden oluşan kumaş ya

da keçe biçiminde bir formatları olan bir yapı malzemesidir. Karayollarında, büyük yapılarda, baraj ve benzeri su yapılarında, parklarda, spor alanlarında, demir yolu alt yapı çalışmalarında ve bunun gibi birçok alanda kullanılan jeotekstiller günümüzde vazgeçilmez bir malzeme haline gelmiştir (Burhan ve Soyaslan 2007).

Jeotekstiller hidrolik ve mekanik fonksiyonlara sahiptirler. Hidrolik fonksiyonlar genellikle filtrasyon, drenaj ve yalıtım amaçlı kullanımlardır; mekanik fonksiyonları, genellikle ayırma, takviye ve koruma amaçlı olan kullanımlardır.

### **2.2.3.Ev teknik tekstilleri (Hometech)**

Ev teknik tekstilleri, halı tabanları, perdeler, duvar kaplamaları, vb. dahil olmak üzere birçok ev mobilyası kumaşının yapımında kullanılır. Genelde özellikleri modakrilik lif gibi ateşe dayanıklı lifler kullanılarak ateşe dayanıklı katkı maddeleri ile kaplamak suretiyle üretilen kumaşlardır (Anonim 2012).

Ev tekstili kapsamındaki ürünler aşağıda verilmiştir:

- Lif dolgu
- Halı tabanı
- Pelüş (dolgu) oyuncaklar
- Panjurlar
- HVAC filtreleri
- Elektrikli süpürgeler için filtre bezi
- Yatak ve yastık bileşenleri
- Dokusuz yüzey bezler
- Sineklik
- Mobilya kumaşları (Chaudhary, 2015)



Ev tekstileri, tüm teknik tekstiller içerisinde hem üretim miktarı hem de maddi açıdan dördüncü en büyük sektördür. Çizelge 2.1, 2000'den 2012' ye ev tekstillerinin küresel pazar hacmini göstermektedir (Anonim 2010).

**Çizelge 2.1.** Ev tekstillerinin küresel pazardaki büyüklüğü (Anonim 2010)

<b>Yıl</b>	<b>Ton</b>	<b>(US \$ milyon )</b>
2000	2 186	6 750
2005	2 499	7 622
2007	2 634	8 086
2010	2 852	8 778
2012	3 009	9 006,3
CAGR (%)	2,70	2,66

#### **2.2.4. Taşımacılık teknik tekstileri (Mobiltech)**

Taşımacılık teknik tekstileri kara, deniz, hava taşıma araçlarında ve uzay sanayiinde kullanılan tekstil ürünleridir. Teknik tekstiller içinde değer olarak %20'lik bir dilime sahiptirler. Bu nedenle teknik tekstiller içinde en önemli gruptur. Kullanım amaçlarına göre güvenlik, dekorasyon, izolasyon, filtreleme gibi işlevlerin yanında, araçlara konfor özellikleride sağlamaktadırlar. Genel olarak motorlu araçların tüketimindeki talep artışı, bu araçlarda kullanılan tekstil malzemelerinin üretimini de artmıştır.

Bunun yanı sıra tekstil malzemeleri taşıtların zırhlı kaplamalarında da yüksek oranda kullanılmaktadırlar. Emniyet kemerleri, hava yastıkları, iç yüzey kaplama malzemeleri, koltuk döşemelikleri ve otomobil örtüleri, kord bezleri, lastikler, halılar, perdeler, hortumlar, kayışlar, halatlar, filtreler ve kompozit yapılar taşımacılık teknik tekstillerindedir.

Standart bir otomobilde ortalama 14 kg tekstil materyali kullanılmaktadır. Bunların büyük kısmı iç düzenlemede; halılarda, koltuk kılıflarında, tavan kapı kaplamalarında kullanılmaktadır. Kalanı ise hortum, emniyet kemerleri ve hava yastıklarının

takviyelendirilmesinde, gürültü ve titreşim izolasyonunda ve fren sıvısının, yağların, yakıtının ve havanın filtrasyonunda kullanılmaktadır (Çokkeser ve Çeven 2011).

### **2.2.5.Ambalaj teknik tekstilleri (Packtech)**

Ambalaj tekstilleri, endüstriyel, tarımsal ve diğer ürünler için olan tekstilleri içine almaktadır. Ambalaj malzemesine olan talep, ürünlerin hem ulusal hem de uluslararası üretimi ve dağıtımını olduğundan, ekonomik büyüme, endüstriyel üretim ve ticaret ile doğrudan orantılıdır. Tekrar kullanılabilir ambalajlar ve kutulara olan gereksinimin artması, bu pazardaki tekstil ürünleri için yeni fırsatlar yaramaktadır.

Geleneksel olarak jüt, pamuk veya doğal elyaftan yapılmış torbalar ve çantalar, yavaş yavaş sentetik elyaflardan üretilmeye başlanmıştır. Ambalajlamada ve sonraki nakliye işlemleri için kullanılan bu teknik tekstillere “PACKTECH” adı verilir.

Ambalaj tekstillerinin bir kısmı yüksek gramajlı ve sık dokunmuş dokuma kumaşlardır. Bunlar çantalar, çuvallar, tekstil balyalarının ve halıların taşınması ve paketlenmesi için kullanılır. Diğer bir kısmı düşük gramajlı dokusuz yüzeylerdir ve dayanıklı kağıtlar, çay poşetleri ve diğer gıda ve endüstriyel ürün ambalajlarında kullanılır (Anonim 2019a).

Ambalaj tekstili kapsamındaki ürünler aşağıda verilmiştir:

- Yumuşak bavullar
- Paketleri bağlamak için sicim ve şeritler (tarımsal uygulamalar hariç)
- Gıda maddelerinin, oyuncakların depolanması, paketlemesi, taşınması, parkende satışı için fileler
- Toz ve granül maddeler için büyük torbalar
- Depolama için poşetler
- Kâğıt olmayan çay poşetleri ve kahve filtreleri
- Çamaşır torbaları ve diğer paketleme ürünleri
- Gıda saklama torbaları
- Dokuma askılar, hafif posta çuvalları
- Elyaf dokuma paketleme kayışları

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

Endüstriyel tekstiller, geniş bir uygulama alanına sahiptir. Taşıma bantları, aşındırma bantları, baskılı devre plaketleri, temizlik bezleri, contalar ve sızdırmazlık elemanları, elektrik elektronik komponentleri ve diğer endüstriyel ekipmanlar için kullanılan tekstillerdir. Bu teknik tekstil alanı makine mühendisliği ve çeşitli sanayileri için çözümler ve ürünler içerir (iletken tekstiller, üç boyutlu tekstil ürünleri gibi) (Anonim 2004).

### **2.2.7.Tıbbi ve hijyenik teknik tekstiller (Medtech)**

Tıbbi tekstiller olarak cerrahi giysiler, ameliyat iplikleri, sargı bezleri, yara örtüleri, bandajlar, damar greftler, yapay deri ve organlar içermektedir.

Uzun yıllardır tıbbi tekstillerde tekstil liflerinin kullanımının önemi büyüktür. Son yıllarda da elyaf içerikli tekstillerin önemi giderek artmaktadır. Örnek olarak; biyocam lifleri yeni kıkırdak yapı oluşturulmasında doku mühendisliğinde kullanılmaktadır. Diğer bir örnek olarak tekstil kompozit yapılarını verebiliriz , bunlar hücre büyümesini destekleyici ve hücre yapılarını inşa amaçlı kullanılmaktadır.

Uygulama alanına göre bu tekstil ürünlerinden beklenen özellikler antitoksik, antialerjik, mukavemet, elastikiyet, dayanıklılık ve biyouyumluluk olarak belirlenebilir (Ersoy ve ark. 2015).

Tıbbi tekstiller şu şekilde sınıflandırılır:

1-Cerrahi Tekstiller:

A- İmplant Edilen Tekstiller:

- Ameliyat iplikleri
- Yapay tekstil damarları

## B- İmplant Edilemeyen Tekstiller:

- Bandajlar
- Sargı bezi
- Yara örtüleri

## 2-Vücut dışı cihazlarda kullanılan tekstiller:

- Yapay organlar

## 3-Bakım ve hijyen ürünleri:

- Yatak takımları
- Koruyucu giysiler
- Cerrahi giysiler

### **2.2.8.İnşaat ve yapı teknik tekstilleri ( Buildtech)**

Bu tekstiller bina, baraj, köprü, tünel ve yol yapımında kullanılır ve toplu olarak “Buildtech” sektörünü oluşturur. Hafiflik, mukavemet ve esneklik gibi mekanik özelliklerin yanı sıra havadaki veya yağmurdaki kimyasalların ve kirleticilerin ve güneş ışığı ve asidin etkileri diğer inşaat malzemelerinin bozulması, gibi birçok faktöre direnç sunarlar. Bu tekstiller altyapının modernizasyonunda önemli bir rol oynamaktadır.

Bu teknik tekstillerin kullanım alanı, yalnızca ev, okul, standart binalarla sınırlı değildir. Sanayi tesisleri, hava alanları, stadyumlar, hastane, kamu ve iş yerleri, oteller gibi spor salonları, fuar ve gösteri salonları, gökdelenler, köprüler, limanlar, özel askeri binalar gibi daha ileri mühendislik gerektiren yapılarda da tekstil malzemeleri oldukça sık kullanılmaktadırlar.

Aşağıdaki şekilde bir sınıflandırma yapılabilir:

1) Bina yapımında kullanılan inşaat tekstilleri

- a) Su izolasyonu
- b) Isı izolasyonu
- c) Ses izolasyonu
- d) Deprem takviyesi olarak

2) Membran konstrüksiyonlarında kullanılan inşaat tekstilleri

- a) Spor kompleksleri
- b) Fuar merkezleri
- c) Otel,vb. alanlarda

3) Geçici yapılarda kullanılan inşaat tekstilleri

- a) Çadırlar
- b) Tenteler
- c) Güneşliklerde

4) Barajların yapımında kullanılan inşaat tekstilleri

5) Köprülerin yapımında kullanılan inşaat tekstilleri

6) İnşaat esnasında kullanılan inşaat tekstilleri (Varan ve Durur 2006).

### **2.2.9.Ekolojik ve çevre amaçlı teknik tekstiller (Oekotech)**

Ekolojik teknik tekstiller çevre koruma amaçlı kullanılan tekstil materyalleridir. Bu teknik tekstil ürünleri ile zararlı sıvıların kontrolü, toz ve duman filtrasyonu gibi çevre koruması konularında kullanılmaktadır. Teknik tekstiller içerisinde en hızlı büyüyen grup ekolojik tekstiller olmasına rağmen hacim ve değer açısından en düşük olanıdır (Anonim 2017a).

### **2.2.10.Spor teknik tekstilleri (Sportech)**

Spor teknik tekstilleri, sporcuların giydiği kıyafet, kullandıkları malzeme ve ayakkabıları içermektedir. Yapay çim, paraşüt kumaşları, yat ve yelken giysi ve kumaşları, kayak giysi ve malzemeleri, yüzücü kıyafetleri, atlet ve tenisçi ayakkabıları, tenis racketleri, hokey sopaları bu grubun içindedir.

Spor tekstillerinden beklenen performans özellikleri benzer elyaf kumaşlardan olanlara göre genelde farklıdır. Yağmur, kar, soğuk, sıcak ve yüksek gerilimlere karşı bariyer görevi görürken, tüketicinin konfor, dökümlülük, görünüm ve kolay hareket edebilme gibi ihtiyaçlarını da karşılayabilmelidir Bu performans özellikleri elyaf ve polimer bilimlerindeki gelişmeler, sofistike elyaf, iplik ve kumaş üretim teknikleri, bitim işlemleri ve kaplama/laminasyon yöntemleri ile sağlanmaktadır. Spor ve aktif giyimde en fazla kullanılan elyaf türü polyesterdir. Uygun diğer elyaf türleri poliamid, polipropilen, akrilik ve elastandır (İkiz 2013).

### **2.2.11.Giyim teknik tekstilleri (Clothtech)**

Hazır giyim ve ayakkabı sektörlerinde kullanılan telalar, vatkalar, dikiş iplikleri vb. ayakkabı bağı gibi aksesuar/yardımcı malzemeler ya da dokuma, örme veya dokusuz yüzey gibi malzemelerden üretilmiş fonksiyonel konfeksiyon malzemeleri ve ürünleridir.

2010 yılında dünya teknik tekstiller tüketimleri verilerine göre bu grup 1,7 milyon ton ile toplam pazar payının %6,9 oluşturmaktadır.

### **2.2.12.Koruyucu teknik tekstiller (Protech)**

Bu teknik tekstil grubu kullanıcıların zararlı maddelere, kötü çevre koşullarına maruz kalma riskini engellemek, bu riskten korunmasını sağlamak ve bu riski azaltmak için kullanılan teknik tekstil ürünleridir. İtfaiyeciler, güvenlik personeli, otomobil yarışçıları, tıbbi personel, ağır sanayi işçileri dış etkilerden korunması amacıyla kullandıkları tekstil ürünleridir. Bu yapıların özellikleri kullandıkları endüstrinin ihtiyaç ve beklentilerine göre değişmektedir (Duran ve ark. 2007).

### 2.3.Koruyucu Teknik Tekstiller

Koruyucu tekstiller, yukarıda da bahsedildiği gibi insan yaşamının korunması ve hayatta kalması için üretilen tekstil ürünleridir. Bu tekstil ürünleri kimyasallara, mikro organizmalara, hava şartlarına dayanıklı, yüksek mukavemet, yanmazlık gibi üstün performans özelliklerine sahip lifler veya iplik yapılarında değişiklikler ile apre çeşitleri uygulanarak elde edilirler. Koruyucu tekstillerle yapılan giysilerde insan hayatının korunması en büyük amaçtır. Bu giysileri giyen kişi ile olası yaralanma kaynağı arasında bir bariyer olarak ayrı bir malzeme olmadan kendisi koruma sağlar.

Koruyucu giysilerin ve diğer ekipmanların üretildiği iş ve faaliyet alanları; askerler, güvenlik personelleri, polisler, itfaiyeciler, denizciler, denizaltıcılar, uçak personeli, astronotlar, sağlık depo işçileri, deniz dibi petrol ve benzin ekipman işçileri, mağaracılık, tırmanma, kayak, su sporları, kış sporları, yarış sürücülere, dökümhane, dağcılık , kömür madenciliği, ticari balıkçılık, sağlık bakımı gibidir. Bu ürünlerin özellikleri kullandıkları faaliyetlerin beklenti ve ihtiyaçlarına göre değişkenlik gösterir (Duran ve ark. 2007).

Literatürde belirtilen koruyucu teknik tekstil tipleri:

- Çadırlar
- Yangından koruyucu kıyafetler
- Isıya dayanıklı kıyafetler
- Balistik dayanımlı yelekler
- Donmayı (hipotermiya) önleyici ve kanallı ılık hava giysileri
- Alev almayan başlıklar ve eldivenler
- Kasklar (miğferler)
- Eldivenler (Şekil 2.1)
- Uyku tulumları
- Işınlardan koruyucu tulumlar
- Hayatta kalma ekipmanları
- Çift taraflı ceketler
- Biyolojik ve kimyasal koruyucu kıyafetler

- Patlamaya dayanıklı yelekler
- Erimiş metal koruyucu giysiler
- Yüzdürme yelekleri
- Denizaltı koruyucu ve dalgıç giysileri
- Hayat salları
- Halatlar ve emniyet kemerleri



**Şekil 2.1.** Yanma ve kesilmeye dayanıklı eldiven (<http://polatprotect.com/tr/urunler/para-aramid-yanmaya-kesilmeye-dayanikli-eldiven-polat310/>, 2018c)

Dünyada çok sayıda iş alanında çalışanların sağlıklarını ve güvenliklerini sağlamak için koruyucu giysi ve ekipmanların kullanılması için uluslararası yerel düzenlemeler yapılmıştır. Bu sayede koruyucu giysi kullanılması bilinci arttırılmıştır. Koruma işlemleri farklılık göstermektedir, balistik koruma, bıçaklı darbelere karşı koruma, yüksek voltajdan koruma, nükleer etkilerden koruma, düşük hızlı etkilere karşı koruma, alevden koruma, biyolojik ve kimyasal zararlılardan koruma, atıklardan koruma, kamuflaj, statik elektrikten koruma gibidir (Aydın ve Karakan Günaydın 2011).

Koruyucu tekstillerin kullanım amacına göre sınıflandırılması şu şekilde yapılabilir:

- Balistik koruma amaçlı koruyucu tekstiller
- Ağır hava şartlarına karşı koruyucu tekstiller
- Elektromanyetik kalkanlama amaçlı koruyucu giysiler
- Zararlı kimyasal ve gazlara karşı koruyucu tekstiller
- Yüksek ısı ve alevden koruyucu tekstiller (Şekil 2.2)





**Şekil 2.2.** Koruyucu Kıyafetler (<https://www.europrotect.fr/spip.php?rubrique1>, 2019d)

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

Balistik koruyucu tekstiller, merminin ve şarapnel parçalarının yüksek hızda çarpma etkisinden oluşan kinetik enerjileri absorbe ederek vücuda temasını engeller. Şekil 2.3’de balistik koruyucu yelek, balistik koruyucu amaçlı üretilen tekstillere örnektir (Çay ve ark. 2007).

Balistik koruyucu tekstillerde kullanılan lifler yüksek mukavemetli, yüksek modüllü ve düşük elastikiyet özelliklerine sahiptir. Bu sayede büyük miktarda enerji absorblayabilmektedirler. Balistik kumaşların üretiminde aramid (Kevlar, Twaron, Technora), yüksek-molekül ağırlıklı polietilen (Spectra, Dyneema), Vectran, Polibenzimidazol (Zylon), PIPD (Polypyridobisimidazole) lifleri kullanılmaktadır (Karakan 2009).



**Şekil 2.3.** Balistik koruyucu yelek (Duran ve ark. 2007)

### **2.3.2.Ağır hava şartlarına karşı koruyucu tekstiller**

Birçok sektördeki gelişmelerden dolayı kişilerin gittikçe daha ağır hava koşullarında çalışmaları gerekmektedir. Ağır hava şartlarına karşı koruyucu tekstiller son zamanlarda işçilerin ve aynı zamanda askeri personellerin  $-30C^0$ 'nin altındaki sıcaklıklarda, karda, yağmurda ve rüzgârda verimli çalışıp görevlerini yapabilmeleri amaçlı kullanılan giysileri içermektedir. Bunların yanı sıra kayak giysileri, eldivenler, botlar ve yağmurlukları kapsayan nefes alabilen ancak su geçirmeyen özel kumaşlar, denizaltı giysileri, giyen kişiyi zorlu hava şartlarında boğulma ve donmaya karşı koruyan tekstilleri de içermektedir (Duran ve ark. 2007).

Aşırı soğuk ve yağışlı ortamda kullanılacak bu tekstillerden ısı izolasyonunun gerçekleşmesi yağmur ve kar suyunu dışarıdan iç kısma ulaşmaması ve içte oluşan terin dışarıya atılması beklenmektedir. Böylelikle hava sirkülasyonu sağlanmış olur. Bu kumaşlar üç katlı; dışdaki kumaş su geçirmez, orta kısımda nefes alabilir membran yapı ve en iç kısmında ince triko astar olacak şekilde üretilmektedirler.

### **2.3.3.Elektromanyetik kalkanlama amaçlı koruyucu giysiler**

Gelişmekte olan yaşam koşullarında trafo merkezlerinin sayılarının artması, bilgisayar, dijital eşyalar ve cep telefonun kullanımının artması ile insanların uzun süreli elektromanyetik radyasyon etkisine maruz kalmaktadırlar. Uzun süreli elektromanyetik radyasyona maruz kalan insanlarda halsizlik, hafıza kaybı, kalp artışı hızlanma veya yavaşlama gibi etkiler ortaya çıkabilmektedir. Bu sebeple, hem bu cihazların canlılar üzerindeki etkilerini en aza indirmek hem de bir arada kullanılan bu cihazların, birbirleriyle uyumlu çalışmalarını sağlayan elektromanyetik radyasyondan korunma tekstil yüzeyleri üretilmektedir. Sağlık alanında kullanılan tekstil yüzeyleri ve endüstri ve savunma sistemlerinde kullanılan tekstil yüzeyleri olarak iki grupta incelenebilir (Okyay ve ark. 2011).

#### 2.3.4.Zararlı kimyasal ve gazlara karşı koruyucu tekstiller

Kimyasal maddeler toksik, korozif, reaktif ve alev alabilir özellikte olabilirler. Zehirli ve zararlı kimyasallardan doğan riskler nedeniyle kişiyi bu risklere karşı koruyan giysi ve ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır (Arslan 2009).



**Şekil 2.4.** Zararlı kimyasal ve gazlara karşı koruyucu giysiler ([https://www.draeger.com/tr\\_tr/Applications/Products/Hazmat-Suits/Gas-Tight-Suits/CPS-5900](https://www.draeger.com/tr_tr/Applications/Products/Hazmat-Suits/Gas-Tight-Suits/CPS-5900), 2019b)

Birçok endüstri alanında zararlı kimyasal ve gazlar kullanılmaktadır. Zararlı maddelerin vücuda temasının önlenmesi aynı şekilde teknik tekstillerin kimyasallara karşı koruma özelliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu amaçla süreli kullanımlı, süresiz kullanımlı ve atılabilir koruyucu elbise ve eldivenler üretilmiştir (Şekil 2.4). Kimyasal koruyucu tekstiller giyen kişi ile kimyasal arasında bariyer oluşturması gerekir. Tekstil materyali bariyer işlevi ile teması önlerken aynı zamanda termal konforsuzluğa neden olmamalıdır. Tüm kimyasallara karşı tek tip giysi ile koruma sağlamak imkansızdır. İyi bir kimyasal koruyucu giysi penetrasyona izin vermemeli, kimyasal madde tarafından bozulmamalı ve düşük nüfuziyet özelliğine sahip olmalıdır (Beyit 2006).

#### 2.3.5.Yüksek ısı ve alevden koruyucu tekstiller

Bu koruyucu tekstiller insan cildinin alevlere, kontakt ısıya, radyan ısıya, erimiş polimer kıvılcım ve damlalarına, sıcak gazlar ve buharlara karşı korumasını sağlar. Tekstillerin ısıya ve aleve karşı dayanıklılık özelliği kullanılan yere ve ihtiyaç duyulan seviyeye bağlıdır. Isıya ve aleve maruz kalınan itfaiye, petrokimya, askeriye, mühendislik, dökümhane, havacılık,

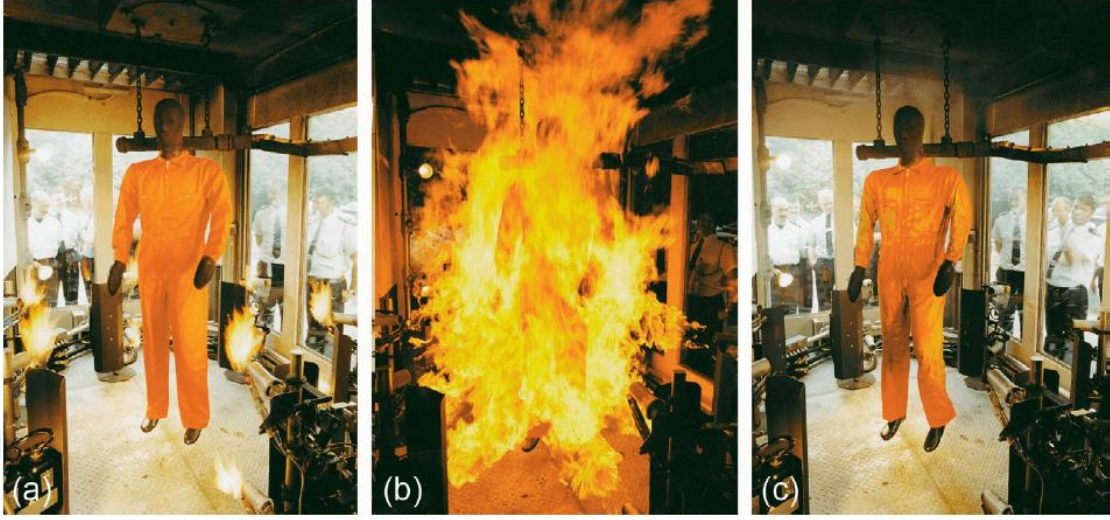
uzay gibi tehlikeli iş alanlarında yüksek ısı ve alevden koruyucu tekstiller kullanılmaktadır (Horrocks ve Anand, 2000).

Yüksek ısı ve alevden koruyucu tekstillerde kullanılan liflerin yüksek sıcaklıklarda dahi fiziksel özelliklerini korumaları gerekir. Kullanılacak bölgeye göre dokuma, örme ve dokusuz yüzey formlarda kullanılmaktadır. Aynı zaman bu kumaşlar katlı olarak kullanılabilirler. Bu kumaşlardan üretilen tekstillerde termal konfor özelliği önemlidir. Dışta yüksek ısı ve nem olduğundan dolayı koruyucu tekstili kullanan kişinin konforunun artırılması gerekir. Bu kumaşlar en çok itfaiyecilerinde giysilerinde görülmektedir. Bir termal koruma giysisinin sahip olması gereken özellikleri sırasıyla aşağıdaki gibidir.

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

(Karakan 2009)

Şekil 2.5’de yüksek ısı ve alev karşı koruyu giysileri giyen kişilerin doğrudan bir ısı kaynağına maruz kaldığında yanık, yaralanma seviyesini tahmin etmek için yapılan bazı güncel test aşamalarını göstermektedir.



**Şekil 2.5.**Yüksek ısı ve alev karşı koruyucu giysinin doğrudan ısı kaynağına maruz bırakıldığı test görüntüleri a-Testten önce b-Test esnasında c-Test sonrası Test EN 469 standardına göre yapılmıştır (Horrocks ve Anand, 2000)

#### **2.4.Güç Tutuşurluk**

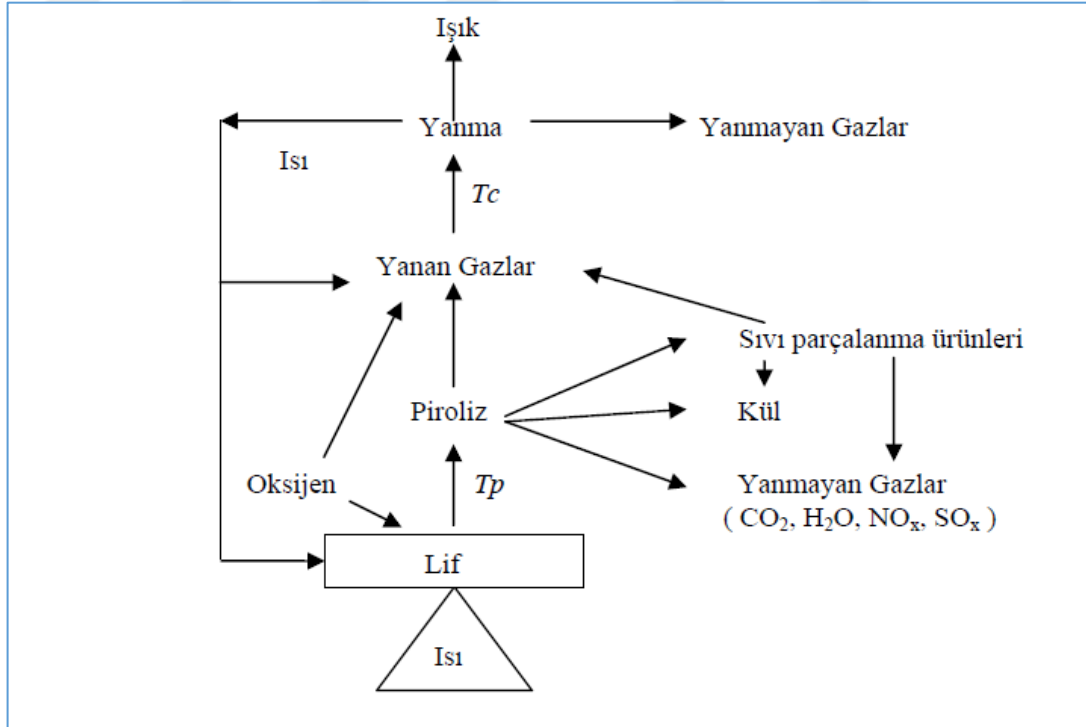
Güç tutuşurluk, alev çarpmasına karşı koyabilme veya alevden koruma sağlama kabiliyetidir. Güç tutuşur tekstiller, alev veya yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında tutuşmayan tutuşsa da kendi kendine sönebilen tekstillerdir. Güç tutuşur maddelerde kullanılan bazı terimlerde bazı durumlarda karışıklık yaşanmaktadır, genellikle yanmazlık terimi ile karıştırılmaktadır. Güç tutuşurluk yakma kaynağı uzaklaştırıldıktan sonra yanma işleminin devam etmemesi ancak materyalin fiziksel ve kimyasal değişimlere uğraması olarak tanımlanır. Bir tekstil ürünü için güç tutuşur denildiğinde onu tutuşturmak için gereken enerjinin mümkün olduğunca fazla, yandığında açığa çıkan enerjinin ise mümkün olduğunca az olması anlaşılmalıdır. Alev kaynağı ile enerji verilen tekstil ürünü belli bir değişime uğramakta fakat alev kaynağı geri çekildiğinde yanma devam etmemektedir. Yanmazlık ise yanmaya karşı tamamıyla direnç anlamına gelir (Altay 2010).

Tekstil materyalinin yanma davranışı:

Yanma; yanıcı maddenin tutuşma sıcaklığına ulaştığında oksijenle verdiği ekzotermik zincirleme reaksiyondur.

Yanmanın genel formülü “ $CXHY + (X+Y/4)O_2 + ISI \leftrightarrow X CO_2 + Y/2 H_2O + ISI$ ” şeklindedir ( Özcan ve ark. 2000).

Tekstil materyalinin ham maddesi lifler olduğu için Şekil 2.6’da tekstil liflerinin yanma döngüsüne yer verilmiştir. Uygun ısı koşulları gerçekleştiğinde, piroliz sıcaklığına ( $T_p$ ) ulaşmaya kadar lifin sıcaklığı artar. Piroliz sıcaklığına ulaştığında lifte kimyasal değişimler oluşmaya başlar ve yanmayan gazlar, kömürleşme artıkları, sıvı kondensatlar ve yanabilen gazlar oluşur. Sıcaklık arttıkça, sıvı parçalanma ürünleri de daha fazla yanmayan gaz, kül ve yanan gaz üreterek piroliz olur. Yanma sıcaklığında ( $T_c$ ) gaz fazında bir seri serbest radikal reaksiyonundan oluşan ve yanan gazların oksijenle birleşmesi yanma olayını gerçekleştirir. Bu reaksiyonlar yüksek derecede ekzotermik olup büyük miktarda ışık ve ısı açığa çıkartır. Yanma işlemiyle sağlanan ısı, lifin piroliz olmaya devam etmesi için gereken ek termal enerjiyi ve bundan dolayı yanma işlemi için daha fazla miktarda yanan gazların ortaya çıkmasına neden olur (Ömeroğulları ve Kut 2012).



Şekil 2.6. Tekstil lifleri için yanma döngüsü (Ömeroğulları ve Kut 2012)

## **2.5.Güç Tutuşur Tekstillerin Elde Edilmesi**

Tekstil malzemelerine çeşitli yollar ile güç tutuşur özellik kazandırılır. Bunun için dört farklı yöntem bilinmektedir.

### **Yapısı itibariyle güç tutuşur liflerin kullanılması**

Polimerler, kimyasal bileşimlerine göre organik ve inorganik olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar. Organik polimerlerde başta karbon olmak üzere hidrojen, oksijen azot ve halojen atomları bulunur. Bir atomun polimer ana zincirinde bulunabilmesi için en az iki değerlikli olması gerekir. Bu nedenle hidrojen ve halojenler ana zincir üzerinde bulunamazlar. İkinci şart ise ana zincir üzerinde bulunan atomlar arasındaki bağ enerjisinin yeterli olmasıdır. İnorganik polimerlerde ana zincirde bulunan elementlerin bağ enerjisi organik polimerlerde bulunan elementlerin enerjilerinden daha yüksektir. Örneğin B-O bağ enerjisi 119.3 kcal/mol, Si-O bağ enerjisi 89.3 kcal/mol' dür. Buradan yüksek bağ enerjisine sahip polimerlerin parçalanabilmesi için yüksek ısı enerjisine ihtiyaç duyulduğu anlaşılmaktadır. Yüksek bağ enerjisine sahip polimerler, yüksek ısıl ve mekanik özelliklere sahiptirler. Polimerlerin çok yüksek sıcaklıklara dayanımları, zincirlerinin kopma olasılıklarının azalmasından ileri gelir. Bir polimer zincirinde aromatik halkaların bulunması rezonans ile kararlı sistemlerin varlığı sayesinde yan grupların korunması sağlanarak sıcaklığa dayanıklı polimerler üretilebilir (Kalm 2008).

Bunlara örnek karbon, asbest, cam, polibenzimidazol (PBI), fenolik, kyrol, polifenilensulfur (PPS), aramid ve basofil lifleri gibi lifleri verilebilir.

### **Liflerin kopolimerizasyon ve kimyasal modifikasyon ile yapılarının değiştirilmesi**

Polimerlerin bazı kimyasallar ile reaksiyona girerek kimyasal modifikasyon ile güç tutuşur özellik kazanmasıdır. Kopolimerizasyon işleminde, klor gibi güç tutuşma sağlayıcı elementlerden birini içeren bir monomer, ikinci bir monomer ile polimerleşerek kopolimer oluşturur. Polimer zincirinin yapısına güç tutuşma özelliğini sağlayan element eklenmiş olur ve bu şekilde polimer, yapısı itibariyle güç tutuşur hale gelir. Akrilik/modakrilik, FR viskon,

FR PES, FR Nylon, FR yün, Durvil ve Karvin lifleri gibi liflere bu şekilde güç tutuşur özellik kazandırılır (Ömeroğulları ve Kut 2012).

### **Sentetik polimere lif çekimi esnasında güç tutuşurluk sağlayan kimyasalların ilave edilmesi**

Sentetik polimerlere lif çekiminden önce güç tutuşurluk sağlayan kimyasallar eklenerek güç tutuşur özellik kazandırılmış olunur. Bu kimyasallar, organik fosfor bileşiklerini ve antimon oksit ile birlikte organik halojen bileşiklerini içermektedirler. İnorganik güç tutuşurluk sağlayıcılar ise hidratlı alüminyum, magnezyum hidroksit ve borik asittir. Etkili güç tutuşurluk özelliği eldesi için kullanılan güç tutuşur kimyasalının bozunma sıcaklığının, polimerin bozunma sıcaklığına yakın olması gerekmektedir. Bu işlem ile güç tutuşurluk özelliği kazanan sentetik liflere örnek olarak akrilik, poliamid ve polyester lifleri verilebilir (Ömeroğulları ve Kut 2012).

### **Kumaşın güç tutuşurluk sağlayan kimyasallar ile işlem görmesi**

Klasik anlamda güç tutuşurluk işlemi dediğimizde bu olanak akla gelmektedir. Yüzey haline gelmiş olan tekstil ürünlerine uygun kimyasal maddeler aktararak kumaşlara güç tutuşurluk etkileri kazandırılmaktadır.

Güç tutuşur tekstillerde kullanılan bazı liflere örnek olarak aşağıdaki lifler verilebilir:

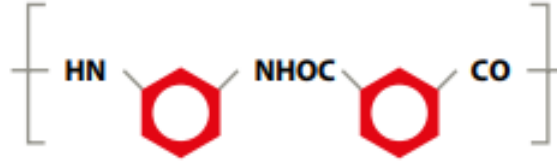
- Meta aramid lifleri
- Para aramid lifleri
- Polibenzimidazol lifleri (PBI)
- FR viskon lifleri
- FR pes lifleri

#### **2.5.1. Meta aramid lifleri**

Aramid “Aromatik poliamidler” den imal edilen liflere verilen genel isimdir. Meta aramidlerde aromatik grup 1. ve 3. karbon atomları üzerinden zincire dahil olmaktadır. En basit formülü poli m-fenilen isoftalamid’dir. Bazı ticari meta aramidlere örnek olarak



Arawin® (Toray), Yantai® (Tayho), Nomex® (Dupont), Kermel® (Kermel) , TeijinConex® (Teijin) (Şekil 2.7), Newstar® (YTSandex) verilebilir.



**Şekil 2.7.** Meta aramid (Teijinconex®)'in kimyasal yapısı (<https://www.tejinaramid.com/wp-content/uploads/2018/10/Product-brochure-Teijinconex.pdf>, 2018b)

Meta aramid liflerinin en bilinen özelliği güç tutuşurluk özellikleridir. Kullanılacak yere göre bu lifler %100 oranında veya diğer lifler ile karışım olarak kullanılabilirler. Meta aramid lifleriyle üretilen kumaşlar güç tutuşur olmakla beraber, erime ve polyesterin yanmasında oluşan damlama olayları bu kumaşlarda gözlenmez. Tutuşabilirliğin bir ölçütü olan LOI değerlerine bakıldığında para aramid ve meta aramidlerin liflerinin yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir (~28–29). LOI değerinin %21 üzerinde olması materyallerin kolay tutuşmasına engel oluşturmaktadır ve güç tutuşur olarak kabul edilirler.

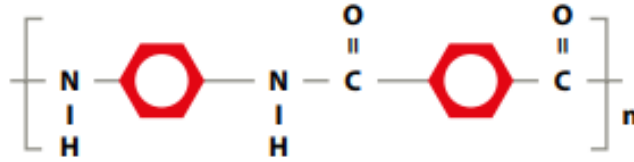
Genelde meta aramid lifleri ile elde edilen tekstil ürünleri endüstride, savunma sanayiinde, yangın söndürme ve otomobil yarışı uygulamalarında kullanılır. Yangın ve elektriksel ark tehlikesinin var olduğu yerlerde yani kimya, petrokimya ve elektrik işçileri güç tutuşur koruyucu giysiler kullanır. Ordu da ise uçuş giysilerinde, muharebe araçlarındaki ve gemilerdeki teknik personeller tarafından kullanılır. Meta aramid ve para aramidlerle yapılan karışımlar, yangınla mücadelede yanmaz itfaiyeci kıyafetleri, başlıklar, eldivenler, çizme ve botlarda kullanılır (Anonim 2017b).

### 2.5.2.Para aramid lifleri

Aramid “Aromatik poliamidler” den imal edilen liflere verilen genel isimdir. Para aramidlerde aromatik grup 1. ve 4. karbon atomları üzerinden zincire dahil olmaktadır. En basit formülü poli p-fenilentereftalamid'dir. Piyasada Kevlar® (Dupont), Heracron®

(Kolon) ve Twaron® (Teijin) (Şekil 2.8), Aramis® (Rusya) lifleri olarak bulunmaktadır. Kevlar lifleri kuru jet lif çekim yöntemine göre elde edilmektedir.

Polimer bu iki grup sayesinde yüksek mukavemete sahip olur. Aromatik halka yapısı yüksek termal stabiliteyi sağlar. Meta aramid elyafa göre yüksek yırtılma, kesme ve yüksek modül elastikiyetine sahiptir.



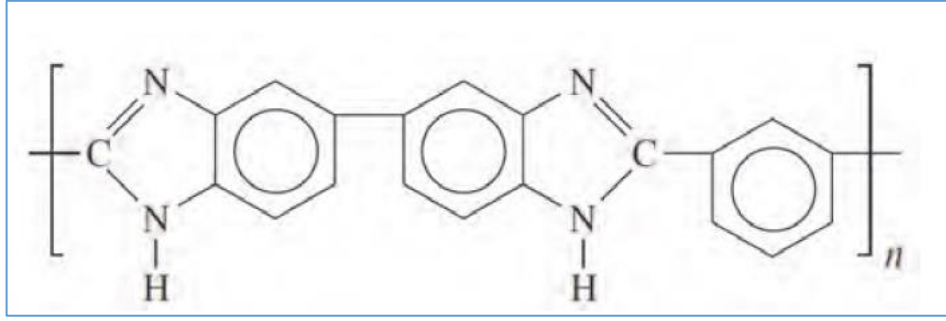
**Şekil 2.8.** Para aramid (Twaron®)’un kimyasal yapısı ([https://www.teijinaramid.com/wp-content/uploads/2018/10/Product\\_brochure\\_Twaron.pdf](https://www.teijinaramid.com/wp-content/uploads/2018/10/Product_brochure_Twaron.pdf), 2018a)

Para aramid lifleri genelde balistik koruyucu amaçlı tekstillerin üretiminde kullanılmaktadır. Tabanca mermileri ve bıçaklar emniyet teşkilatı görevlileri için, ordudakiler için tüfek mermileri, şarapnel parçaları, el bombaları ve mayınlar büyük tehdit unsurlarıdır. Bu amaçla balistik amaçlı koruyucu tekstiller büyük önem teşkil etmektedir. Para aramid iplikler kesme direncinin, ısı direncin veya aşınma dayanımının kritik olduğu durumlarda koruyucu giysilerde kullanılırlar. Yine otomotiv, cam, çelik ve metal işçilerinin kullandığı eldivenler, zincir testere kullananların giydikleri pantolonlar ceketler gibi koruyucu tekstillerde kullanılmaktadır (Anonim 2017b).

### 2.5.3. Polibenzimidazol lifleri (PBI)

Tümüyle aromatik polimer zincirine sahip “merdiven polimer” olarak bilinen polibenzimidazol polimerinden elde edilen polibenzimidazol lifleri (PBI) de, yüksek erime noktasına sahip, termal ve kimyasal dayanıklılığı oldukça fazla performanslı sentetik bir lif türüdür (Şekil 2.9). PBI lifi nihai kullanım alanları incelendiğinde genel olarak ısıya ve alev dayanıklı karakterinden faydalandığı gözlemlendiğinden, ısıya dayanıklı yüksek performanslı lifler kategorisinde değerlendirilmektedir (Kalaycı ve ark. 2014).

Polibenzimidazol (PBI) lifleri, kısa süreli temaslarda (3-5 sn) 600°C’ye daha uzun sürelerde ise 300-350 °C’ye kadar dayanıklıdır (Bulgun ve Yılmaz 2010).



**Şekil 2.9.** Polibenzimidazol (PBI)'ün kimyasal formülü (Kalaycı ve ark. 2014)

Esnek olması, kolay şekil alabilmesi ve pamuktan daha yüksek nem geri kazanımı sayesinde iyi derecede konfor sağlayan PBI lifleri, termal ve kimyasal dayanıklılığı ile birlikte koruyucu tekstiller için ideal bir lif haline gelmektedir. Dokuma ya da örme kumaş, dokusuz yüzey veya kompozit malzeme olarak karşımıza çıkan PBI koruyucu tekstiller; askeri uniformalardan, astronot kıyafetlerine, itfaiyeci giysilerine, motor sporlarında kullanılan sürücü elbiselerinde ve endüstriyel alanda kullanılan giysi ve eldivenlerde sıkça kullanılmaktadır (Kalaycı ve ark. 2014).

#### **2.5.4.FR viskon lifleri**

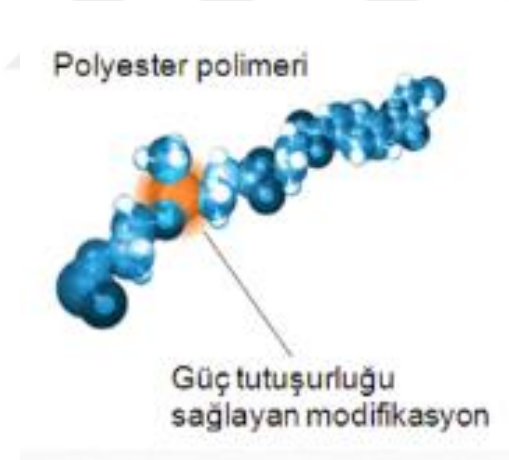
Güç tutuşur viskon lifleri koruyucu tekstillerde farklı alanlarda kullanılmakta olup en çok petrokimya, havacılık ve askeri uygulamalarda kullanılmaktadırlar. Bunlar genellikle bir amin grubu ve bir karboksilik asit halojenür grubunun reaksiyona sokulmasıyla hazırlanır. Güç tutuşur viskon lifleri ekstrüzyondan önce FR katkı ve dolgu malzemeleri ilave edilerek üretilir. Bu liflerin yanması boyunca alev noktası çok az miktarda azot oksit üretir, oksit lifin alev kaynağını oksijenden izole eder ve böylece güç tutuşurluk özelliği gösterir (Sonee ve ark. 2019).

Güç tutuşurluk özelliği kazandırılmış viskon lifleri aynı zamanda giyim konforu sağladığından endüstriyel, askeri ve itfaiyeci giysilerinde içte kalan kısımlarında kullanılmaktadır.

### 2.5.5.FR pes lifleri

Sentetikler termoplastik özelliklerinden dolayı polyester lifleri, alevle veya sıcak bir cisimle temas ettiklerinde erime durumu nedeniyle büzüşüp tutuşma kaynağından bir miktar uzaklaşmaktadır. Ancak eriyen kısım alevli durumda ise düştüğü yerde yeni bir tutuşmaya sebep olabilirler. Dolayısıyla polyester liflerine kullanım alanına bağlı olarak güç tutuşurluk bitim işlemleri sağlanabilir. (Altay 2010).

Güç tutuşur polyester eldesi için yaygın olarak uygulanan yöntemlerden biri de PET polimerik zincirine fosfinik asit komonomeri dahil edilmesidir (Şekil 2.10). Bu şekilde üretilen güç tutuşur polyester liflerinden biri ticari adıyla PES Trevira CS® lifidi. Trevira CS® liflerinden elde edilen kumaşlar; perde, dekoratif kumaş, döşemelik kumaş, jaluzi, duvar kaplamaları, yatak takımları ve masa örtüleri gibi pek çok üründe kullanım alanı bulmaktadır (Anonim 2017c).



**Şekil 2.10.** Güç tutuşur polyester polimeri (<http://www.tekniktekstiller.com/articles/pes-trevira-cs-lifleri/> 2017c)

## 2.6. Yapılan Önceki Çalışmalar

Çalışmamız kapsamında güç tutuşur iplik ve kumaşlar ile ilgili literatür araştırması yaptığımızda; güç tutuşurluk özelliğinin kumaşlara çoğunlukla bitim işlemleri ile ya da liflere FR özellik kazandırılarak yapılan çalışmalar üzerine yoğunlaştığını ve kendiliğinden güç tutuşur olan meta aramid, para aramid liflerinin karışımı ile elde edilen kumaşlarla yapılan çalışma sayısının daha az olduğu görülmüştür. Bu liflerden elde edilen kumaşların konfor özellikleri ile yapılan çalışmaların az sayısı olduğu görülmüştür.

Altay 2010 yaptığı çalışmada, %100 polyester kumaşa, yeni geliştirilmiş olan maddelerle emdirme ve çektirme yöntemlerine göre güç tutuşurluk bitim işlemlerinin etkilerini incelemiştir. Ayrıca güç tutuşurluk maddelerinin uygun konsantrasyonları ile güç tutuşurluk ve boyama işlemi kombine edilerek yapılan deneylerin sonuçları incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda hem çektirme hem de emdirme yöntemine göre çalışmada, fosfat esaslı bileşiklerin, halojen içeren bileşiklere göre daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Emdirme yöntemine göre yapılan deneylerin güç tutuşurluk özelliklerinin yıkamaya dayanıklılığının, çektirme yöntemine göre yapılan deneylere göre daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

Ömeroğulları 2010 yaptığı çalışmada, %100 polyester kumaşlara güç tutuşurluk özelliği gerekli apre işlemleriyle çeşitli oranlarda kimyasal kullanarak kumaşların sergilediği güç tutuşur özelliği incelemiştir. Polyester kumaşlara oksijen gazıyla plazma polimerizasyonu ile hidrofilleştirme işlemi uygulaması yapılarak incelenmiştir. Çalışmasının sonucunda plazma polimerizasyonu ile yapılan hidrofilleştirme işleminin kumaş tarafından alınan madde miktarına, dolayısıyla kumaşa kazandırılan güç tutuşurluk özelliğine olumlu etkisinin olduğunu belirlemiştir.

Ertekin ve Kırtay 2014 yaptıkları çalışmada, ring iplik makinesinde üretilmiş para aramid, meta aramid ve güç tutuşur polyester atkı iplikleri ve çözgü ipliği olarak da para aramid iplikleri kullanılarak elde edilen tekstil materyalin yanma özelliklerine etkisini incelemiştir. Yaptıkları çalışma sonucu para aramid liflerinin termal olarak daha kararlı olduğu ve yanma testi sonucu para aramid kumaşlarda karabonize alanın meta aramid ve FR polyester kumaşlara göre daha küçük olduğunu gözlemlemiştir. Aynı zamanda para

aramid iplikleriyle elde edilen kumaşların daha yüksek mukavemete sahip olduğu ancak daha düşük uzamaya sahip olduğu belirlenmiştir.

Ülger 2012 yaptığı çalışmada yeni nesil teknik lifler olan karbon, FR lenzing , meta aramid, para aramid liflerini kullanarak özellikli iplik üretiminde kaliteye etki eden makine ve üretim parametrelerini incelemiştir. Yün /FR Lenzing karışımlarıyla yapılan numunelere uygulanan güç tutuşurluk testlerinin sonuçlarına bakıldığında, TS ISO EN 15025:2006 standardına göre yapılan testte kabul edilebilir sonuçlar elde edilememiştir. Modakrilik/Pamuk karışımında modakrilik oranı azaldıkça alev direncinin düştüğü gözlemlenmiştir. Modakrilik /Pamuk karışımında üretilen kumaşların sonuçlarına bütün olarak bakıldığında ise sadece modakrilik ve pamuktan oluşan karışımların TS ISO EN15025 standardına göre güç tutuşurluk yönünden zayıf kaldığı görülmüştür. Meta aramid/Para aramid /Karbon lifleri kullanılarak yapılan karışımların tamamında güç tutuşma ile ilgili yapılan testlerde olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Sonee ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ring iplikçiliği meta aramid, FR viskon ve nylon ile farklı karışımlarda ürettikleri iplikler ile dokuma kumaşlar elde etmişlerdir. Kumaşların LOI değerlerini, radyan ısı ve ısı taşınım indekslerini incelemişler. Tek yönlü varyans analiz Anova metodu ile farklı lif karışımlarının alev ve termal özelliklerine etkilerini gözlemlemişlerdir. Karışımdaki lif bileşenleri ile alev ve ısı direnç özellikleri arasında ilişki olduğu belirlenmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada 167 dtex ve 222 dtex %100 Meta aramid, %100 Para aramid, %98 Meta aramid/%2 Antistatik Nylon, %93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik Nylon, %50 FR Viskon/%47 Meta aramid/%3 Para aramid iplikleri kullanılmıştır. Çalışma için üretilen ipliklerin imalatları; elyafların iplik karışımına göre Balkanlar harman-hallaç makinasına açıcılardan beslenmesi ile başlatılmıştır. Akabinde Rieter tarak makinasında tarama işlemine tabi tutularak sekiz adet tarak şeridi elde edilmiştir. Elde edilen sekiz tarak şeridi Dogetech birinci pasaj cer geçirilmiştir. Şeritler birinci pasaj cerden sonra ikinci pasaj cerden geçirilerek çıkan cer şeritleri Grossenhainer fitil makinasında 800 devir/dk ile fitil haline getirilmiştir. Sonrasında Zinser ring iplik makinasında 167 dtex ipliklere 9500 devir/dk, 222 dtex ipliklere 8500 devir/dk uygulanarak 80 gram masuralar elde edilmiştir. Ring makinalarında kullanılan kopça tipi C 2RFMT-3'dür. Elde edilen masuralar buhar ile fikse edilerek Schlafhorst tek kat aktarma makinasında 500 gramlık bobinler haline getirilerek tek kat iplik üretimleri tamamlanmıştır. Kullanılan ipliklerin karışım oranları Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 3. 1.** Çalışmada kullanılan iplik özellikleri

Karışım Oranı – Hammadde Cinsi	İplik Numarası	Büküm Miktarı (T/m)	Büküm Yönü
%100 Meta aramid	167 dtex	930	Z
%100 Meta aramid	222 dtex	870	Z
%100 Para aramid	167 dtex	930	Z
%100 Para aramid	222 dtex	870	Z
%98 Meta aramid/%2 Antistatik Nylon	167 dtex	930	Z
%98 Meta aramid/%2 Antistatik Nylon	222 dtex	870	Z
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik Nylon	167 dtex	930	Z
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik Nylon	222 dtex	870	Z
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	167 dtex	930	Z
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	222 dtex	870	Z

Çalışmada kullanılan elyaf uzunlukları ve incelikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir. Antistatik özellik nylon liline ekstrüzyon aşamasında antistatik özellik sağlayan bir katkı malzemesinin beslenmesi ile sağlanır.

**Çizelge 3. 2.** Kullanılan elyafların özellikleri

	<b>Mukavemet (N/tex)</b>	<b>Uzama (%)</b>	<b>Nem miktarı( %)</b>
<b>Meta aramid-1,7dtex-51mm</b>	0,393	27	6,39
<b>Para aramid-1,7dtex-50mm</b>	1,65-2,5	2,2-4,4	3,2-5
<b>FR Viskon-2,2 dtex-51mm</b>	0,25	15	10
<b>Antistatik Nylon-3,2 dtex-51mm</b>	0,27	52,1	3,2

### **3.2.Yöntem**

Çalışma kapsamında ilk olarak 4 farklı hammadde ile elyaf harmanlarında değişiklik yapılarak 2 farklı numarada 5 farklı harman ile 10 çeşit iplik elde edilmiştir. Elde edilen ipliklerin doğrusal yoğunluk, büküm, mukavemet, düzgünsüzlük, tüylülük ve rutubet değerleri standartlara uygun bir şekilde ölçülmüştür.

Faycon CKM-01-S marka E20 makine inceliğine sahip örme makinasında; her bir harman için üretilen 167 dtex ve 222 dtex numara iplikler örme makinasına çift beslenerek 5 farklı numune kumaş elde edilmiştir. Elde edilen numune kumaşlar TS EN ISO 6330:2002 “ Tekstil deneyleri için- Ev tipi çamaşır makinası ile yıkama ve kurutma işlemleri” standardına göre yıkanmış ve kurutulmuştur. Elde edilen mamul kumaşların mukavemet, konfor ve diğer önemli özellikleri standartlara uygun bir şekilde test edilmiştir. Testler sonucunda elde edilen değerler SPSS programında 0,05 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak değerlendirilerek farklı karışım oranlarının iplik özelliklerine ve örme kumaşların fiziksel ve konfor özelliklerine etkileri araştırılmıştır.

### **3.3.Uygulanan Test Yöntemleri**

İpliklere ve kumaşlara uygulanan testler, numunelerin ölçüm işlemlerinden önce TS EN ISO 139/A1:2012 ‘Tekstil- Kondisyonlama ve deneyler için standard atmosfer şartları’



standardına göre standart atmosfer şartlarında ( $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve  $\% 65 \pm 2$  rutubet) 24 saat bekletilerek kondüsyonlandıktan sonra gerçekleştirilmiştir. İplik ve kumaşlara uygulanan test yöntemleri aşağıda ayrı ayrı açıklanmıştır.

### **3.4.İplik Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler**

#### **3.4.1.Doğrusal yoğunluk (birim uzunluk başına kütle) tayini testleri**

İpliklerin numara ölçümleri Doğrusal Yoğunluk (Numara) Tayini TS 244 EN ISO 2060: “Tekstil – İplikler- Doğrusal yoğunluk (birim uzunluk başına kütle) tayini- Çile metodu” standardı referans alınarak yapılmıştır. Yapılan testin prensibi bobin halinde bulunan ipliğin birim uzunluğunu hassas terazide tartma işlemine dayanmaktadır. Yapılan ölçüme göre ipliğin doğrusal yoğunluğu tex olarak bulunmak istendiğinde kullanılacak olan formül: Tex cinsinden iplik numarası =  $1000 \times \text{tartılan iplik ağırlığı (g)} / \text{iplik uzunluğu (m)}$  şeklinde bulunmaktadır.

Ölçümler sırasında Zweigle marka çile makinası ile 100 metre iplik sarılarak hassas terazide kütlesi ölçülmüştür. Teraziye bağlı Mesdan-Lab cihazı ile numara ölçümleri alınmıştır. Her bir iplik için onar adet ölçüm yapılmıştır.

$$T_S = (m_s \cdot 1000) / L \quad (3.1)$$

$T_S$  = Lineer Yoğunluk (tex)

$m_s$  = Numune çilenin kütlesi (gram)

$L$  = Numune çilenin uzunluğu (metre)

#### **3.4.2.Büküm tayini testleri**

İplik Büküm Tayini Makine üzerinde ipliğe verilen büküm ile iplik üzerindeki gerçek bükümü karşılaştırmak amacıyla TS EN ISO 2061 “Tekstil-İpliklerde Büküm Tayini- Doğrudan Sayma Metodu” standardı esas alınarak, açma-kapama prensibine göre Mesdan-Lab iplik bükümü ölçme cihazında, büküm testleri yapılmıştır. Her iplik tipi için onar adet olacak şekilde test yapılmıştır.

### 3.4.3.Mukavemet testleri

İpliklere ait mukavemet testleri TS EN ISO 2062- “Tekstil-Tek İpliğin Kopma Mukavemetinin ve Kopma Uzamasının Tayini” standardına göre gerçekleştirilmiştir. Yapılan mukavemet testleri, Textechno cihazında 500 m/dk çene hızı ve 500 mm numune uzunluğu kullanılarak, 0,50 cN/dtex ön gerilmeyle gerçekleştirilmiştir. Her iplik için yirmibeşer adet ölçüm yapılmış olup, test yapılan ipliklere ait; kopma yükü, kopma uzaması, kopma mukavemeti, kopma işi ve kopma süre değerleri ölçülmüştür.

### 3.4.4.Rutubet testleri (kuru esasına göre)

İpliklere ait rutubet testleri TS 248 “İplikteki Rutubet Tayini” standardına göre yapılmıştır. Zweigle marka çile makinası ile 100 metre iplik sarılarak hassas terazide kütlesi ölçülmüştür. Akabinde 100°C ‘de 30 dakika fırınlanmıştır. 30 dakikadan sonra tekrar hassas terazide ipliklerin kütlesi ölçülmüştür. Sonrasında tekrar 30 dakika 100°C’de fırınlanmıştır. İkinci fırın işleminden sonra tekrar hassas terazide ipliklerin kütlesi ölçülmüştür. Bu şekilde gramaj ölçümlerinde fark görülmeyene kadar bu işlem sırasıyla devam ettirilmiştir. Her bir iplik için üçer adet ölçüm yapılmıştır.

Rutubet miktarı (yüzde olarak) kuru esasına göre  $R_k$  , iplikte bulunan su miktarının kuru iplik ağırlığına oranı olup yüzde olarak gösterilir.

$P_1$ : Nemli iplik ağırlığı

$P_0$ : Kuru iplik ağırlığı

$$R_k = \{(P_1 - P_0) / P_0\} * 100 \quad (3.2)$$

### 3.4.5.İplik düzgünsüzlüğü ve tüylülük testleri

Çalışmada kullanılan ipliklerin düzgünsüzlük testleri Uster 4SE cihazında yapılmıştır. Uster 4SE; şerit, fitil veya ipliklerin düzgünsüzlük ve hatalarını ölçebilen ve kapasitif yönteme göre çalışan bir cihazdır. Test edilecek numuneler iki paralel plakadan oluşan kondansatörler arasından geçirilmekte ve birim uzunluk boyunca kütleli değişim ölçülmektedir. Kondansatör plakaları arasındaki sensör yüksek frekanslı bir elektriksel alan oluşturur.

Kondansatör plakaları arasındaki kütle değişirse, elektrik sinyali ve sensörün ürettiği sinyal buna bağlı olarak değişir. Sonuç, geçen test materyalinin kütle varyasyonu ile orantılı elektriksel bir sinyal varyasyonudur. Bu analog sinyal daha sonra sayısal (dijital) bir sinyale dönüştürülür. USTER® TESTER 4'ün bilgisayarı aracılığıyla doğrudan kaydedilir ve değerlendirilir.

Her iplik için, 100 m/dk test hızında ve 1 dakika test süresinde, toplam 100 metre iplik test edilmiştir. Her bir iplik için üçer adet ölçüm yapılmıştır ve düzgünlük, ince yer, kalın yer ve neps adedi değerleri elde edilmiştir.

İpliklerin tüylülük testleri Zweigle cihazında yapılmıştır. İpliğin kalınlığına göre hassasiyet ayarı yapılır. Zweigle cihazı tarafında liflerin iplik merkezinden uzunlukları optik olarak ölçülerek S3 değeri elde edilir. S3 değeri, 100 metre iplik uzunluğundaki 3mm ve daha uzun (25 mm'ye kadar) iplik merkezinden sarkan liflerin toplamıdır. Her bir iplik için üçer adet test yapılmıştır, sonuçlarına bulgular kısmında yer verilmiştir.

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

Kumaşların mukavemet özellikleri (sabit yük altında uzama testi, patlatma mukavemeti testi, aşınma dayanımı testi, yüzey tüylenmesi ve boncuklanma testi), konfor (hava geçirgenliği testi, su buharı geçirgenliği testi, ısı geçirgenlik testi) özellikleri ve diğer özellikleri (gramaj, kalınlık, ısı ve aleve karşı dayanım testi) standartlara uygun bir şekilde ölçülmüştür.

#### **3.5.1. Sabit yük altında uzama testleri**

Çalışma için üretilen örme kumaşların sabit yük altında uzama ölçümleri BS 4294 standardına göre 3 kg ağırlık seçilerek gerçekleştirilmiştir. Fryma Extensometer cihazında ölçüm yapılmıştır. Yük uygulandıktan 10 saniye sonraki ölçüm değerleri alınmıştır. Her bir test numunesi için (en ve boy) üçer adet test yapılmıştır.

### **3.5.2.Patlatma mukavemeti testleri**

Çalışma için üretilen kumaşların patlama testi TS EN ISO 13938-2 “Patlama mukavemetinin ve patlama gerilmesinin tayini için pnömatik metot” standardına göre gerçekleştirilmiştir. Kumaş numuneleri SDL ATLAS M229P PnuBurst cihazı ile test edilmiştir. Kullanılan cihazın deney alanı 100 cm<sup>2</sup> (112,8 mm çap) dir. Her bir kumaş çeşidinden üçer adet ölçüm alınmıştır.

### **3.5.3.Aşınma dayanımı testleri**

Çalışma için üretilen kumaşların aşınma dayanımı testleri TS EN ISO 12947-3/AC “Tekstil - Martindale metoduyla kumaşların aşınmaya karşı dayanımının tayini- Bölüm 3: Kütle kaybının tayini” standardına göre yapılmıştır. Kumaş numuneleri Martindale Abrasion ve Pilling test cihazında her bir kumaş için üçer adet ölçüm alınmıştır. Kumaş numuneleri yarı çapı 2 cm olan daireler şeklinde kesilerek ön yüzeyleri aşındırıcı sabit standart kumaşlara temas edecek şekilde 9 kPa basınç ve 30000 devir sayısı uygulanarak test edilmiştir.

### **3.5.4.Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı testleri**

Kumaşların yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı testleri TS EN ISO 12945-1 “ Tekstil- Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığının tayini- Bölüm 1: Boncuklanma kutusu metodu” standardına göre gerçekleştirilmiştir. ICI PILLING BOX makinasında 20000 devir sonrasında aşağıdaki tablodaki değerlendirmeye uygun olarak derecelendirilmiştir. Değerlendirme birden fazla gözlemci ile Pilliscope cihazında yapılmıştır. Her bir numune kumaş için en ve boy olmak üzere dörder adet test yapılmıştır.

**Çizelge 3.3.**Kumaşların yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığının görsel değerlendirme skalası

Derece	Tanım
5	Değişme yok
4	Hafif bir tüylenme ve/veya kısmen oluşmuş boncuklanma.
3	Orta düzeyde tüylenme ve/veya orta düzeyde boncuklanma. Test numunesi yüzeyini kaplayan farklı büyüklükte ve yoğunlukta boncuklanma.
2	Belirgin bir tüylenme ve/veya belirgin bir boncuklanma. Test numunesi yüzeyinin büyük bir kısmını farklı büyüklük ve yoğunlukta kaplayan boncuklanma.
1	Yoğun yüzey tüylenmesi ve/veya etkin boncuklanma Test numunesi bütün yüzeyini farklı büyüklük ve yoğunlukta kaplayan boncuklanma.

### 3.5.5.Su buharı geçirgenliği (permetest) testleri

Üretilen örme kumaşlara su buharı geçirgenlik testi PERMETEST cihazı kataloğuna göre gerçekleştirilmiştir. Test gerçekleştirilirken kumaşın cilde temas edecek yüzeyi yukarıya bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu cihazda insan teni kuru ve yaş olarak simule edilmekte, su buharı direnci ölçülmektedir. Her bir kumaş çeşidinden üçer adet ölçüm alınmıştır.

### 3.5.6.Isıl geçirgenlik (alambeta) testleri

Üretilen örme 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 üçer adet ölçüm alınmıştır.Alambeta cihazı ile ölçülen özellikler aşağıdaki denklemler ile hesaplanmaktadır.

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

Isıl iletkenlik; (3.2) eşitliğinden hesaplanır.

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

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; (3.3) 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 (ısıl etkinlik) katsayısı (b)* (Geçici durumda):

Isıl soğurganlık; (3.4) 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); (3.5) 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 ( $\text{kg m}^{-3}$ )

$c$ : özgül ısı ( $\text{J/ kg K}$ ) dir.

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

Max ve kararlı ısı akış yoğunluğu oranı (p) ; (3.5) 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 ( $\text{W m}^{-2}$ )

$Q$  = ısı transferi

$A$  = alan olarak tanımlanmaktadır

### **3.5.7.Hava geçirgenliği testleri**

Hava geçirgenliği, kumaşın birim alanından birim zamanda dikey yönde geçen havanın hızı veya sabit bir basınç altında kumaşın bir yüzeyinden diğer yüzeyine dik geçen hava akış olayı olarak tanımlanmaktadır. Üretilen kumaşlara hava geçirgenliği testi SDL ATLAS M021A Air Permeability Tester cihazında TS 391 EN ISO 9237:” Tekstil - Kumaşlarda hava geçirgenliğinin tayini “ standardı esas alınarak 100 Pa basınç altında ve 20  $\text{cm}^2$  test alanlarında yapılmıştır. Her bir kumaş çeşidi için beşer ölçüm yapılmıştır.

### **3.5.8.Gramaj testleri**

Üretilen kumaşların gramaj testleri  $\pm 1$ mg hassasiyetle çalışan AE Adam hassas terazi yardımıyla TS EN 12127 “Tekstil – Kumaşlar- Küçük Numuneler Kullanarak Birim Alan Başına Kütlenin Tayini” standardı ile ölçülmüştür. Kumaşın birim alan kütlesi, bu numuneden alınan küçük parçaların nemi standart atmosfer şartlarıyla dengeye ulaştıktan sonra tayin edilmiştir. Deney numuneleri 2 cm yarıçaplı dairesel alan kesilmiştir. Akabinde tartılıp ve birim alan kütlesi hesaplanmıştır. Her bir kumaş çeşidinden üçer ölçüm alınarak gerçekleştirilmiştir.

### **3.5.9.Kalınlık testleri**

Çalışmada kumaşların kalınlık testleri R&B Cloth Thickness Tester cihazında ölçülmüştür. TS 7128 EN ISO 5084- “Tekstil-Tekstil ve Tekstil Mamullerinin Kalınlık Tayini” standardına göre tayin edilmiştir. Her kumaş çeşidi için üçer adet test yapılmıştır. 5 gr/cm<sup>2</sup> basınçla çalışılmıştır

### **3.5.10.İsı ve alev karşı dayanım testleri**

Kumaş numunelerin ısı ve alev karşı dayanım testleri TS EN ISO 15025 “Koruyucu giyecekler - Alev karşı koruma - Sınırlandırılmış alev sıçraması için deney metodu” standardına işlem A (yüzey tutuşması) yöntemine göre yapılmıştır. Test sonuçları propan gazı kullanılarak  $40\pm 2$  mm alev yüksekliğinde 10 saniye alev süresi uygulanarak elde edilmiştir. Her kumaş çeşidi için üçer adet test yapılmıştır.

### **3.6.Test sonuçlarını Değerlendirme Yöntemleri**

Meta aramid, para aramid ve karışımı ipliklerin karışım oranının iplik özelliklerine ve kumaş özelliklerine etkilerini ölçmek için yapılan testler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistik programı ve varyans analizi metotları karışım oranı ve iplik numarası için ayrı ayrı verilmiş ve aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.



3.6.1’de karışım oranının iplik özelliklerine etkisini ölçmek için yapılan testler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistik programı ve varyans analiz metodu verilmiştir.

3.6.2’de karışım oranının kumaş özelliklerine etkisini ölçmek için yapılan testler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistik programı ve varyans analiz metodu verilmiştir.

### **3.6.1.Karışım oranının iplik özelliklerine etkisi**

Karışım oranının 167 ve 222 dtex iplik özelliklerine etkisini ölçmek için yapılan testler ve ölçümler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde tek faktörlü tesadüfi dağılımlı varyans analizi metodu ve varyans analizinin gerçekleştirilmesinde SPSS istatistik programı kullanılmıştır. Bu programda verilere ait varyans analizi sonucunda bulunan, F-istatistik (Fs) değerleri; I.tip hata  $\alpha = 0.05$  (%95 güven aralığı) 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, faktör seviyeleri arasında SNK (Student- Newman- Keuls) testine başvurulmuştur.

Karışım oranının 167 ve 222 dtex iplik özelliklerine etkisi ile ilgili olarak gerçekleştirilen varyans analizlerine ve SNK testlerine ait ayrıntılı SPSS istatistiki programı varyans analizi sonuçlarına tartışma ve sonuç kısmında yer 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 = tasarımdaki karışım oranı

j:1,2,3....a

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

i:1,2,3.....b

Bu tasarımda hipotez;

$H_0 : \tau_j = 0$  (Orijinal Hipotez: Karışım oranının 167 dtex ve 222 dtex iplik özelliklerine etkisi yoktur.)

$H_A : \tau_j \neq 0$  (Alternatif Hipotez: Karışım oranının 167 ve 222 dtex iplik özelliklerine etkisi vardır.)

### **3.6.2.Karışım oranının kumaş özelliklerine etkisi**

Karışım oranının kumaş özelliklerine etkisini ölçmek için yapılan testler ve ölçümler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde tek faktörlü tesadüfi dağılımlı varyans analizi metodu kullanılmıştır. Varyans analizinin gerçekleştirilmesinde SPSS istatistik programı kullanılmıştır. Bu programda verilere ait varyans analizi sonucunda bulunan, F-istatistik ( $F_s$ ) değerleri; 1.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.

Karışım oranının sırasıyla kumaş özelliklerine etkisi ile ilgili olarak gerçekleştirilen varyans analizlerine ve SNK testlerine ait ayrıntılı SPSS istatistiki programı varyans analizi sonuçları analizi sonuçlarına tartışma ve sonuç kısmında yer verilmiştir.

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

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

$Y_{ij}$  = bağımlı değişken

$\mu$  = faktörün ortak etkisi = yığının ortalaması

$\tau_j$  = faktör = bağımsız değişken = tasarımdaki karışım oranı

$j$ : 1, 2, 3, ..., a

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

$i$ : 1, 2, 3, ..., b

Bu tasarımda hipotez;

$H_0$  :  $\tau_j = 0$  (Orijinal Hipotez: Karışım oranının kumaş özelliklerine etkisi yoktur.)

$H_A$  :  $\tau_j \neq 0$  (Alternatif Hipotez: Karışım oranının kumaş özelliklerine etkisi vardır.)

#### 4. BULGULAR

Meta aramid, para aramid ve karışımı ipliklerin karışım oranının iplik özelliklerine ve kumaş özelliklerine etkilerini incelemek amacıyla yapılan deneysel çalışmalara ait araştırma sonuçlarına bulgular kısmında yer verilmiştir.

##### 4.1.İpliklere Uygulanan Test Sonuçları

Bu bölümde karışım oranının; ipliklerin fiziksel özelliklerine etkisinin (numara, büküm, mukavemet, düzgünlük, tüylülük, rutubet) ölçülmesi amacıyla yapılan testler sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.1 ile Çizelge 4.10 arasında verilmiştir.

##### 4.1.1.Doğrusal yoğunluk (birim uzunluk başına kütle) tayini testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4. 1.**Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait doğrusal yoğunluk (dtex) ölçüm sonuçları

İplik Karışımı	İplik Numara	Doğrusal Yoğunluk (dtex)	
		Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	167 dtex	163,6	1,02
	222 dtex	214,8	0,83
%100 Para aramid	167 dtex	154,0	1,59
	222 dtex	200,2	0,65
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	170,0	0,72
	222 dtex	220,4	2,17
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	167,2	1,07
	222 dtex	217,2	1,05
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	167 dtex	163,2	0,91
	222 dtex	225,6	0,74

#### 4.1.2.Büküm tayini testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.2.** Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait büküm (T/m) ölçüm sonuçları

İplik Karışımı	İplik Numara	Büküm Miktarı (T/m)	
		Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	167 dtex	987,3	2,9
	222 dtex	863,6	5,07
%100 Para aramid	167 dtex	966,7	2,07
	222 dtex	807,7	3,57
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	983,1	3,09
	222 dtex	812,6	3,99
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	992,8	3,93
	222 dtex	813,4	4,06
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	167 dtex	956,4	3,08
	222 dtex	846	2,64

#### 4.1.3.Mukavemet testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.3.**Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait uzama (%), kopma yükü (N) ölçüm sonuçları

İplik Karışımı	İplik Numara	Uzama ( %)		Kopma yükü (cN)	
		Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	167 dtex	12,58	18,39	371,76	13,03
	222 dtex	15,86	12,8	548,46	8,67
%100 Para aramid	167 dtex	3,13	9,54	850,72	15,92
	222 dtex	3,49	9,25	1339,32	13,68
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	12,57	20,75	374,74	13,28
	222 dtex	15,28	15,18	537,16	8,86
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	9,51	21,93	364,19	14,93
	222 dtex	12,99	13,25	527,83	6,75
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	167 dtex	6,72	16,22	255,31	10,25
	222 dtex	7,66	14,48	343,78	9,52

**Çizelge 4.4.**Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait kopma işi (cN.cm) ve kopma süresi (sn) ölçüm sonuçları

İplik Karışımı	İplik Numara	Kopma İşİ (cN*cm)		Kopma süresi (sn)	
		Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	167 dtex	1560,69	31,29	7,6	18,29
	222 dtex	2926,13	20,54	9,58	12,8
%100 Para aramid	167 dtex	575,07	23,18	1,91	9,42
	222 dtex	966,1	19,79	2,12	9,16
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	1579,49	32,63	7,6	20,66
	222 dtex	2759,19	23,66	9,22	15,14
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	1116,66	37,29	5,75	21,95
	222 dtex	2360,12	20,04	7,85	13,21
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	167 dtex	542,07	28,15	4,09	16,04
	222 dtex	853,92	25,69	4,64	14,36

**Çizelge 4.5.**Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait mukavemet (cN/tex) ölçüm sonuçları

İplik Karışımı	İplik Numara	Mukavemet (cN/tex)	
		Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	167 dtex	22,51	13,03
	222 dtex	25,3	8,67
%100 Para aramid	167 dtex	54,74	15,92
	222 dtex	66,32	13,68
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	21,86	13,28
	222 dtex	24,51	8,86
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	21,59	14,93
	222 dtex	24,1	6,75
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	167 dtex	15,74	10,25
	222 dtex	16,09	9,52

#### 4.1.4.Rutubet testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.6.**Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait rutubet (%) ölçüm sonuçları

İplik Karışımı	İplik Numara	Rutubet ( %)	
		Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	167 dtex	5,9	11,1
	222 dtex	5,5	9,0
%100 Para aramid	167 dtex	3,8	12,1
	222 dtex	3,8	16,6
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	6,3	0,9
	222 dtex	6,1	9,1
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	5,7	10,5
	222 dtex	5,8	0,0
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	167 dtex	6,2	4,6
	222 dtex	7,0	7,2

#### 4.1.5.İplik düzgünsüzlük (%) ve tüylülük testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.7.**Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait düzgünsüzlük varyasyon katsayısı (%CVm ) ölçüm sonuçları

İplik Karışımı	İplik Numara	Düzgünsüzlük (%CVm)	
		Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	167 dtex	14,27	1,38
	222 dtex	13,4	0,20
%100 Para aramid	167 dtex	14,81	0,69
	222 dtex	14,19	1,40
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	18,14	1,14
	222 dtex	17,96	0,75
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	17,97	2,60
	222 dtex	16,84	2,11
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	167 dtex	15,80	0,60
	222 dtex	14,05	4,07

**Çizelge 4.8.**Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait ipliklerine ait tüylülük (S3) ölçüm sonuçları

İplik Karışımı	İplik Numara	S3 (3-25 mm) adet	
		Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	167 dtex	3553,0	2,65
	222 dtex	6130,6	3,74
%100 Para aramid	167 dtex	8334,7	1,05
	222 dtex	7295,7	0,30
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	2051,3	1,94
	222 dtex	4250,3	3,42
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	3552,0	0,66
	222 dtex	4058,0	2,49
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	167 dtex	3603,7	2,81
	222 dtex	2152,0	3,54

#### 4.1.6. İplik neps (+200), ince yer (-50), kalın yer (+50) testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.9.**Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait neps ölçüm sonuçları

İplik Karışımı	İplik Numara	Neps(+200)	
		Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	167 dtex	7,50	88,19
	222 dtex	3,33	86,60
%100 Para aramid	167 dtex	44,67	14,22
	222 dtex	13,92	9,22
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	1556,3	2,26
	222 dtex	1739,70	5,81
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	167 dtex	1383,70	2,92
	222 dtex	1538,00	11,81
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	167 dtex	160,00	10,83
	222 dtex	60,00	32,54



**Çizelge 4.10.**Farklı karışım oranlarındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklere ait ipliklerine ait ince yer (-50) ve kalın yer (+50) ölçüm sonuçları

İplik Karışımı	İnce Yer (-50)		Kalın Yer (+50)	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	16,67	17,32	6,67	108,25
	3,33	43,30	4,17	124,90
%100 Para aramid	15,00	17,64	18,00	24,22
	13,33	57,28	8,33	45,83
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	36,67	37,55	662,50	4,29
	15,67	66,97	874,20	5,61
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	34,17	34,58	532,5	4,30
	12,50	40,00	651,70	7,69
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	45,83	32,88	100,00	5,00
	8,33	121,24	30,83	26,06

#### 4.2.Kumaşlara Uygulanan Test Sonuçları

Bu bölümde farklı karışım oranındaki meta aramid, para aramid ve FR viskon ipliklerinden oluşan kumaşların mukavemet özellikleri (sabit yük altında uzama testi, patlatma mukavemeti testi, aşınma dayanımı testi, yüzey tüylenmesi ve boncuklanma testi) , konfor (hava geçirgenliği testi, su buharı geçirgenliği testi, ısı geçirgenlik testi) özellikleri ve diğer önemli özelliklerinin ( gramaj, kalınlık, ısı ve aleve karşı dayanım testleri) ölçülmesi amacıyla yapılan testler sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.11 ile Çizelge 4.28 arasında verilmiştir.

##### 4.2.1.Sabit yük altında uzama testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.11.** Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların boyu ve eni yönünde (%) uzama ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Uzama Boy (%)		Uzama En (%)	
	Ort.	% Cv	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	53,67	5,99	48,67	5,17
%100 Para aramid	58,00	10,77	28,67	11,21
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	32,67	43,54	34,67	1,67
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	40,00	19,53	50,00	15,62
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	45,00	2,22	34,67	12,01

#### 4.2.2. Patlatma mukavemeti testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.12.**Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların patlama mukavemeti (kPa) ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Patlama Mukavemeti (kPa)	
	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	257,10	11,72
%100 Para aramid	435,10	5,21
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	255,30	8,26
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	270,50	3,10
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	163,60	0,88

**Çizelge 4.13.**Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların patlama anındaki yükseklik (mm) ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Patlama anındaki yükseklik (mm)	
	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	46,49	24,35
%100 Para aramid	55,72	20,73
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	54,41	3,40
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	54,58	6,68
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	48,50	1,11

**Çizelge 4.14.**Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların patlama süresi (sn) ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Patlama Süresi (sn)	
	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	20,10	17,40
%100 Para aramid	15,03	15,03
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	19,50	5,91
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	19,50	2,24
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	16,93	0,90

#### 4.2.3.Aşınma dayanımı testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.15.**Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların 30.000 devirdeki kütle kaybı (%) ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Uygulanan Basınç (kPa)	30.000 Devirdeki Kütle Kaybı (%)	
		Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	9	1,61	66,21
%100 Para aramid	9	5,49	75,87
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	9	1,97	70,02
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	9	2,12	19,97
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	9	3,85	16,60

#### 4.2.4.Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı (pilling) testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.16.**Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların en ve boy tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığı (pilling) testleri ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Pilling Derecesi	
	En Ort.	Boy Ort.
%100 Meta aramid	2,0	3,0
%100 Para aramid	4,0	2,5
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	3,5	3,5
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	2,5	3,0
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	3,0	2,0

#### 4.2.5.Su Buharı geçirgenliği (permetest) testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.17.**Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği (%) testleri ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Bağıl Su Buharı Geçirgenliği (%)	
	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	52,67	2,09
%100 Para aramid	56,40	4,52
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	53,43	13,93
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	60,33	6,06
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	54,63	6,09

**Çizelge 4.18.**Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların su buharı direnci (Pa.m<sup>2</sup> /W) testleri ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Su Buharı Direnci (Pa.m <sup>2</sup> /W)	
	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	5,67	5,09
%100 Para aramid	4,67	10,79
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	5,20	26,01
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	3,83	18,51
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	4,73	9,98

#### 4.2.6.Isıl geçirgenlik (alambeta) testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.19.**Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların ısı iletkenlik katsayısı ( $\lambda$ : W.10<sup>3</sup>/m.K) ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Isıl İletkenlik Katsayısı ( $\lambda$ :W.10 <sup>3</sup> /m.K)	
	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	42,60	1,22
%100 Para aramid	45,03	1,44
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	42,67	1,06
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	43,40	1,83
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	57,70	0,30

**Çizelge 4.20.**Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların ısı yayılım katsayısı ( $a: m^2 \cdot 10^6/s$ ) ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Isıl Yayınım Katsayısı ( $a: m^2 \cdot 10^6/s$ )	
	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	0,142	18,57
%100 Para aramid	0,170	6,52
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	0,117	1,21
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	0,121	13,14
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	0,098	0,59

**Çizelge 4.21.**Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların ısıl etkinlik katsayısı ( $b: W \cdot s^{1/2}/K \cdot m^2$ ) ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Isıl Etkinlik Katsayısı ( $b: W \cdot s^{1/2}/K \cdot m^2$ )	
	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	114,00	7,65
%100 Para aramid	140,33	3,66
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	122,00	3,76
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	124,67	5,34
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	143,67	143,67

**Çizelge 4.22.**Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların ısıl direnç ( $r: Km^2/W \cdot 10^3$ ) ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Isıl Direnç ( $r: Km^2/W \cdot 10^3$ )	
	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	23,40	1,96
%100 Para aramid	17,833	5,3
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	21,17	3,07
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	20,81	3,77
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	17,567	0,33

**Çizelge 4.23.**Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların maksimum ve kararlı ısı akış yoğunluk oranı (p) ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Maksimum ve Kararlı Isı Akış Yoğunluk Oranı (p:1)	
	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	1,75	7,62
%100 Para aramid	1,57	2,78
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	1,75	4,68
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	1,82	3,06
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	1,7633	8,51

**Çizelge 4.24.**Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların maksimum ısı akış yoğunluğu ( $q_{max}: W.10^3/m^2$ ) ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Maksimum Isı Akış Yoğunluğu ( $q_{max}: W.10^3/m^2$ )	
	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	0,31	6,73
%100 Para aramid	0,35	7,61
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	0,34	2,31
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	0,36	6,33
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	0,40	8,42

#### 4.2.7. Hava geçirgenliği testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.25.**Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların hava geçirgenliği ( $l/m^2/s$ ) ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Uygulanan Basınç (kPa)	Yüzey Alan (cm <sup>2</sup> )	Hava Geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s)	
			Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	100	20	1784	5,71
%100 Para aramid	100	20	1562	1,99
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	100	20	1620	5,72
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	100	20	1778	3,88
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	100	20	2048	6,19

#### 4.2.8. Gramaj testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.26.**Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların gramaj ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Kumaş Gramajı ( $\text{gr}/\text{cm}^2$ )	
	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	213,23	0,72
%100 Para aramid	234,90	0,45
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	221,90	1,83
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	212,67	3,89
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	207,3	2,38

#### 4.2.9.Kalınlık testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.27.**Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların kalınlıkları ölçüm sonuçları (mm)

Kumaş Karışımları	Kumaş Kalınlık (mm)	
	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	1,08	5,63
%100 Para aramid	1,09	5,11
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	0,99	4,54
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	1,05	2,86
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	0,96	4,54

#### 4.2.10. Isı ve aleve karşı dayanım testleri ölçüm sonuçları

**Çizelge 4.28.** Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden üretilen kumaşların ısı ve aleve karşı dayanım testleri kütle kaybı (%) ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	Kütle Kaybı (%)	
	Ort.	% Cv
%100 Meta aramid	1,12	5,8
%100 Para aramid	1,15	11,1
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	1,01	11,6
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	0,95	17,7
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	3,95	6,1



## 5.TARTIŞMA VE SONUÇ

Farklı karışım oranındaki güç tutuşur liflerden elde edilen iplik özelliklerinin ve bu ipliklerden elde edilen kumaş özelliklerinin incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda elde edilen veriler iki kısımda değerlendirilmiş ve incelenmiştir. İlk kısımda karışım oranının ve iplik numarasının iplik özellikleri üzerine etkileri değerlendirilirken; ikinci kısımda karışım oranının örme kumaş özelliklerine etkileri değerlendirilmiş ve incelenmiştir.

### 5.1.Karışım Oranının İplik Özelliklerini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi

Bu bölümde meta aramid, para aramid ve karışımı ile elde edilen 5 ayrı karışımın ve her biri için 2 ayrı numarada üretilen 10 ipliğin mukavemet, düzgünlük, rutubet özellikleri Çizelge 5.1 ile Çizelge 5.18’de verilen Anova sonuçları, SNK test sonuçları ve Şekil 5.1. ile Şekil 5.9 arasında verilen ortalama değer grafikleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

#### 5.1.1.Mukavemet ölçüm sonuçlarının incelenmesi

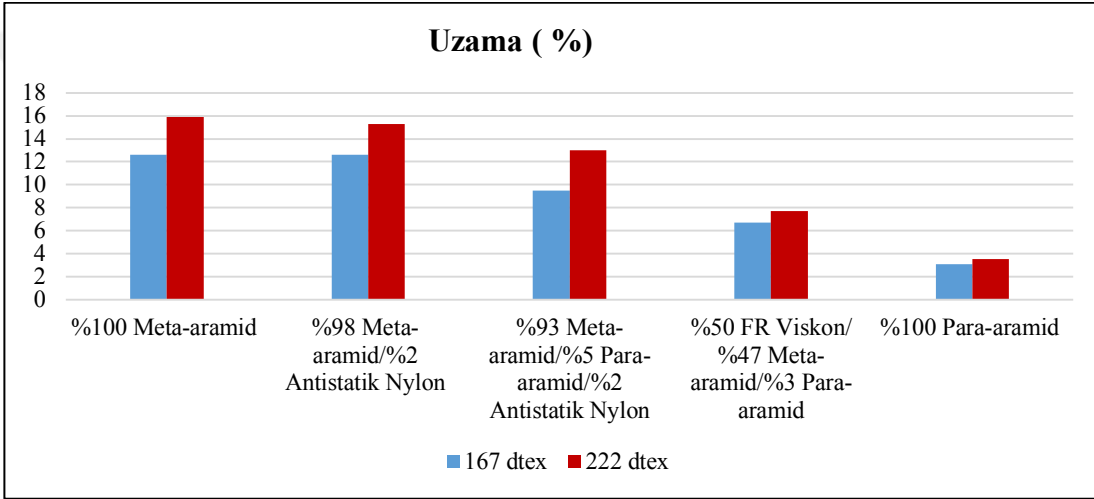
Çizelge 5.1’de verilen Anova sonuçları incelendiğinde karışım oranının ve iplik numarasının ipliklerin kopma uzamasına etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

**Çizelge.5.1.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma uzamasına ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Karışım Oranı	4388,318062	4	1097,079515	343,7424	0
İplik No	286,1608036	1	286,1608036	89,661325	0

**Çizelge.5.2.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma uzaması SNK test sonuçları

İplik Karışımları	Uzama (%)	
	167 dtex	222 dtex
%100 Meta aramid	12,5768 (4)	15,9420 (4)
%100 Para aramid	3,0960 (1)	3,5272 (1)
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	12,5692 (4)	15,396 (4)
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	9,5088 (3)	12,6448 (3)
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	6,7240 (2)	7,6636 (2)



**Şekil 5. 1.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma uzaması (%) ölçüm sonuçları

Çizelge 5.2’de verilen SNK test sonuçları incelendiğinde ise her iki iplik numarası için de en yüksek kopma uzaması değeri %100 meta aramid ipliklere, en düşük kopma uzaması değeri %100 para aramid ipliklerine ait olduğu tespit edilmiştir. Karışımda meta aramid oranı azaldıkça kopma uzaması değeri azalmaktadır. Bu çalışmada karışım oranı dışında tüm üretim parametreleri sabit tutulmuştur. Liflerin kopma uzaması değerleri ise para aramid lifleri için ortalama % 2.2- %4.4 arasında, meta aramid lifleri için %27, FR viskon lifleri için ise ortalama %15’dir (Anonim 2018a, Anonim 2018d, Anonim 2019c). Dolayısıyla ipliklerin kopma uzaması değerlerindeki bu farklılığın liflere ait kopma uzaması değerlerinden kaynaklanmakta olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda iplik kalınlığı arttıkça kopma uzaması değerinin arttığı görülmektedir. Aynı büküm değeri ve aynı liflerden elde edilen

iplikler için iplik kalınlıkla birlikte kesitteki lif sayısı artacağından kopma anındaki uzama değerinin artması beklenir.

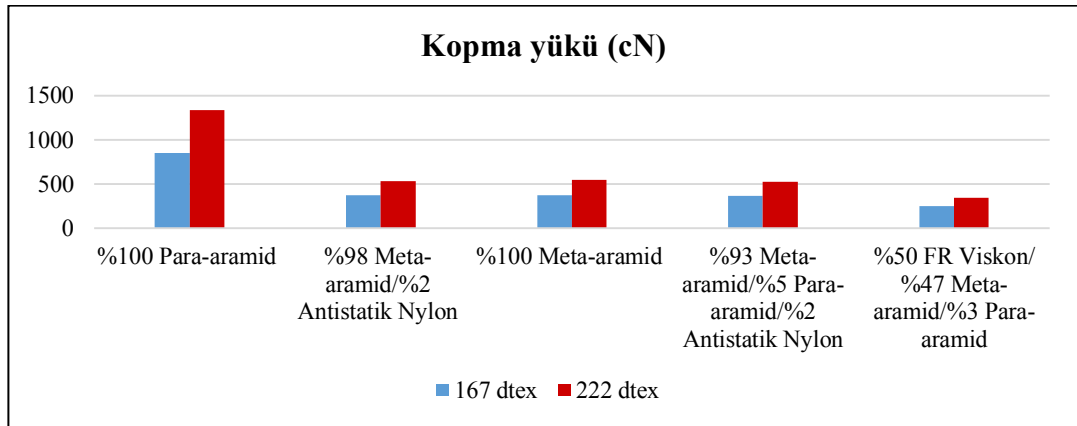
Çizelge 5.3'te verilen Anova sonuçları incelendiğinde karışım oranının ve iplik numarasının ipliklerin kopma yüküne etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

**Çizelge.5.3.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma yüküne ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
<b>Karışım Oranı</b>	18844310,38	4	4711077,594	680,11414	0
<b>İplik No</b>	3011048,324	1	3011048,324	434,68962	0

**Çizelge.5.4.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma yükü SNK test sonuçları

İplik Karışımları	Kopma yükü (cN)	
	167 dtex	222 dtex
<b>%100 Meta aramid</b>	371,7756 (2)	552,0516 (2)
<b>%100 Para aramid</b>	831,1688 (3)	1338,8856 (3)
<b>%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon</b>	374,7400 (2)	533,8392 (2)
<b>%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon</b>	364,2328 (2)	526,1268 (2)
<b>%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid</b>	255,3064 (1)	343,7808 (1)



**Şekil 5. 2.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma yükü (cN) ölçüm sonuçları

Çizelge 5.4’de verilen SNK test sonuçları incelendiğinde en yüksek kopma yükü değeri %100 para aramid ipliklerde en düşük kopma yükü değeri ise karışımında FR viskon bulunan ipliklerde olduğu görülmüştür. İplik kalınlığı artıkça kestitteki lif sayısı arttığından kopma yükü değerinin arttığı görülmektedir.

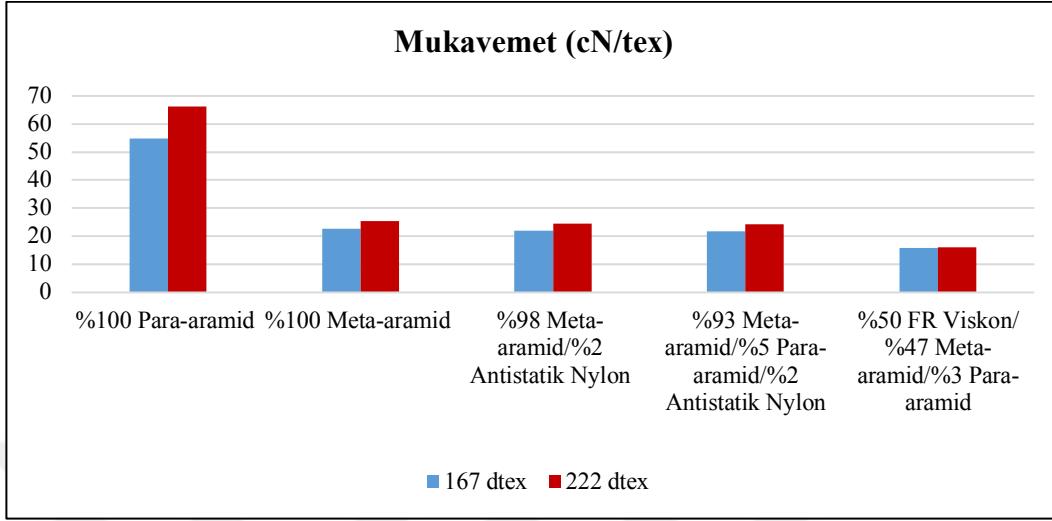
Çizelge 5.5’de verilen Anova sonuçları karışım oranının ve iplik numarasının ipliklerin mukavemetine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir. En yüksek mukavemet değerinin %100 para aramid ipliklerine ait olduğu ve karışımında FR viskon bulunan ipliklerin mukavemet değerinin en düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 5.6).

**Çizelge.5.5.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin mukavemetine ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
<b>Karışım Oranı</b>	61714,04017	4	15428,51004	724,46224	0
<b>İplik No</b>	1063,125966	1	1063,125966	49,920221	0

**Çizelge.5.6.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin mukavemet SNK test sonuçları

İplik Karışımları	Mukavemet (cN/tex)	
	167 dtex	222 dtex
<b>%100 Meta aramid</b>	22,5088 (2)	25,4640 (2)
<b>%100 Para aramid</b>	53,4856 (3)	66,2968 (3)
<b>%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon</b>	21,8612 (2)	24,3588 (2)
<b>%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon</b>	21,5888 (2)	23,8992 (2)
<b>%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid</b>	15,5204 (1)	15,5676 (1)



**Şekil 5.3.** Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin mukavemet (cN/tex) ölçüm sonuçları

Liflerin mukavemet değerleri para aramid lifleri için 1.65-2.5 N/tex , meta aramid lifleri için 0,39 N/tex, FR viskon lifleri için 0,25 N/tex'dir. Dolayısıyla ipliklerin kopma yükü ve mukavemet değerlerindeki bu farklılığın sebebi, liflerin kopma mukavemet değerlerinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda iplikler kalınlaştıkça mukavemet değerleride kesitteki lif sayısı artacağından artmıştır (Anonim 2018a, Anonim 2018d, Anonim 2019c).

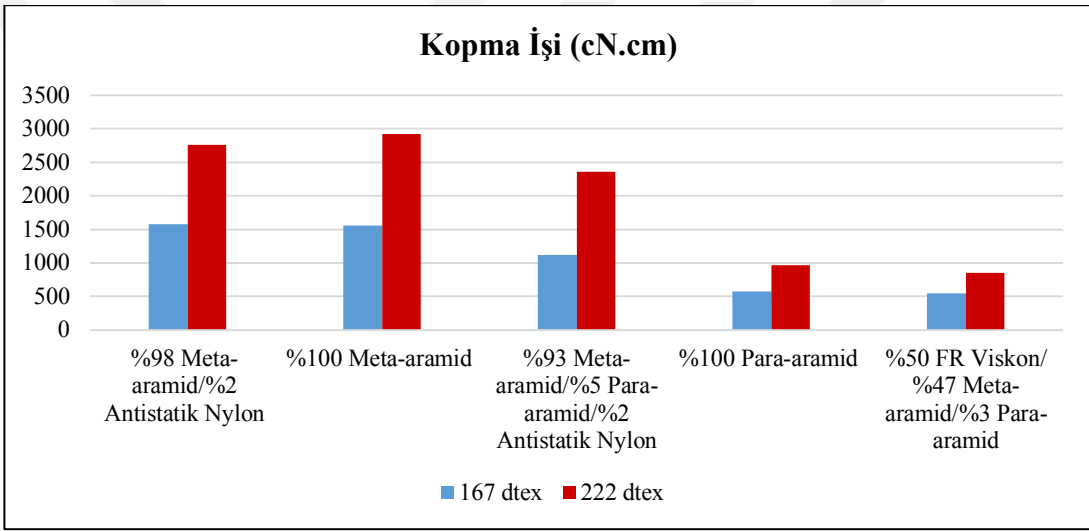
Çizelge 5.7'de verilen Anova sonuçları incelendiğinde karışım oranının ve iplik numarasının kopma işine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

**Çizelge.5.7.** Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma işine ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
<b>Karışım Oranı</b>	113034402,5	4	28258600,63	151,76258	0
<b>İplik No</b>	50565212,66	1	50565212,66	271,56005	0

**Çizelge.5.8.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma işi SNK test sonuçları

İplik Karışımları	Kopma İşi (cN.cm)	
	167 dtex	222 dtex
<b>%100 Meta aramid</b>	1560,6796 (3)	2961,1392 (3)
<b>%100 Para aramid</b>	554,8804 (1)	969,6636 (1)
<b>%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon</b>	1579,4924 (3)	2768,1784 (3)
<b>%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon</b>	1114,6528 (2)	2296,1960 (2)
<b>%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid</b>	542,0512 (1)	853,9212 (1)



**Şekil 5. 4.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kopma işi (cN.cm) ölçüm sonuçları

Kopma işinin artması ipliklerin daha sonraki kullanım aşamalarında karşılaştığı zorlanmalarda direncinin arttığı anlamına gelmektedir (Şardağ 2008). Çizelge 5.8’de verilen SNK test sonuçları en yüksek kopma işi değerinin %100 meta aramid ve %98 meta aramid oranı içeren ipliklerde elde edildiğini göstermektedir. Karışımında FR viskon bulunan ipliklerin ve %100 para aramid ipliklerin kopma işi değerinin en düşük olduğu görülmüş ve iplik kalınlığı artıkça kopma işi değerleri artmıştır.

### 5.1.2.İpliklere ait rutubet ölçüm sonuçlarının incelenmesi

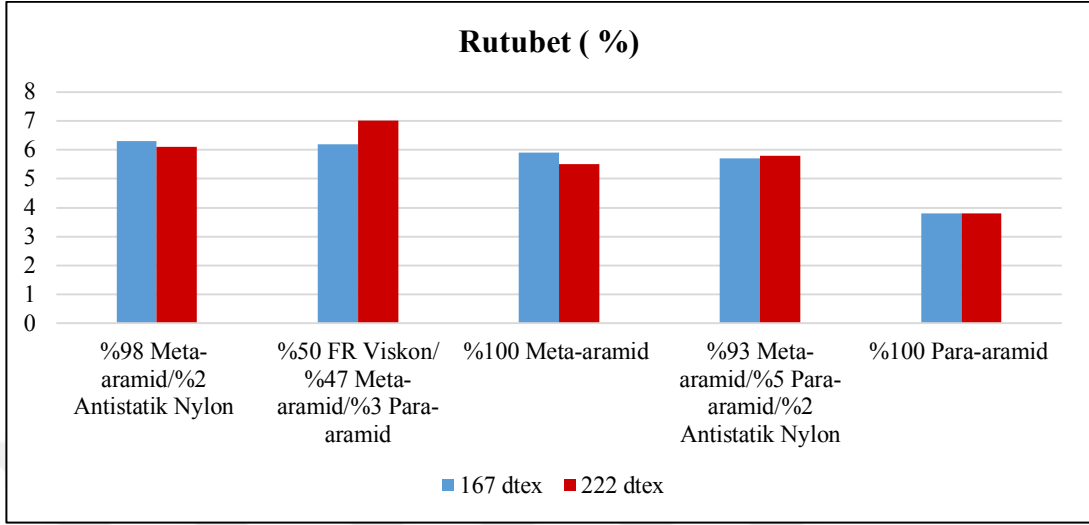
Çizelge 5.9’da verilen Anova sonuçları incelendiğinde karışım oranının rutubet değerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu, iplik numarasının iplik rutubet değerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür.

**Çizelge.5.9.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin rutubetine ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Karışım Oranı	26,81466667	4	6,703666667	29,31632653	0
İplik No	0,016333333	1	0,016333333	0,071428571	0,792

**Çizelge.5.10.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin rutubet SNK test sonuçları

İplik Karışımları	Rutubet ( %)	
	167 dtex	222 dtex
%100 Meta aramid	5,8666 (2)	5,4666 (2)
%100 Para aramid	3,8333 (1)	3,8333 (1)
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	6,2666 (2)	6,0666 (2)
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	5,7000 (2)	5,8000 (2)
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	6,2333 (2)	6,9666 (3)



**Şekil 5.5.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin rutubet (%) ölçüm sonuçları

Çizelge 5.10’da verilen SNK test sonuçları incelendiğinde her iki iplik numarası içinde en düşük rutubet değeri %100 para aramid ipliklerde en yüksek rutubet değerinin karışımında FR viskon bulunan ipliklerde olduğu bunu sırasıyla karışımında meta aramid lifi bulunduran ipliklerin takip ettiği görülmüştür. Bunun sebebinin ise liflerin sahip olduğu standart rutubet değerleri ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Standart nem değerleri, meta aramid liflerinin %6,39, para aramid liflerinin % 3,2-5, FR viskon liflerinin %10’dur (Anonim 2018a, Anonim 2018d, Anonim 2019c).

### 5.1.3. İpliklere ait düzgünsüzlük ölçüm sonuçlarının incelenmesi

Çizelge 5.11’de verilen Anova sonuçları incelendiğinde karışım oranının ve iplik numarasının ipliklerin düzgünsüzlük değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

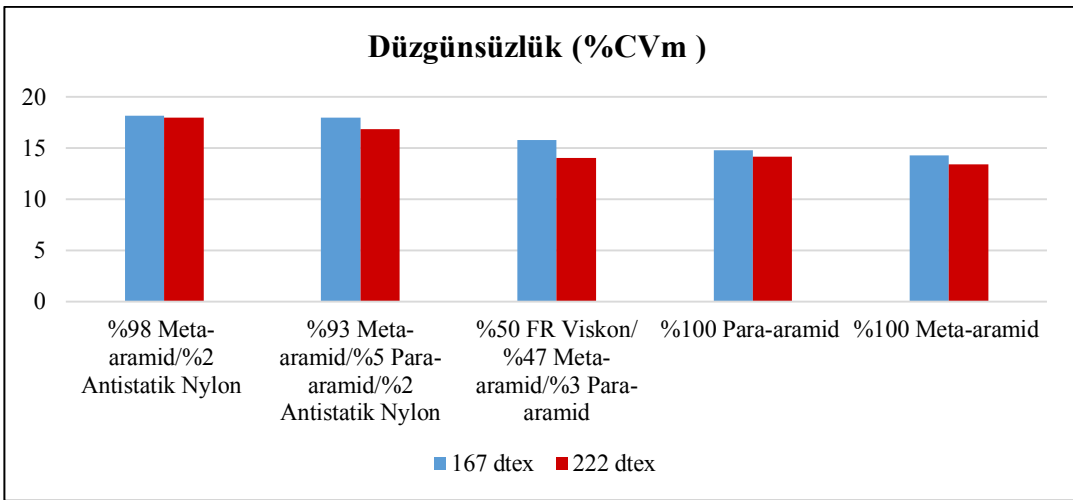


**Çizelge.5.11.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin düzgünsüzlüğüne ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Karışım Oranı	84,33605333	4	21,08401333	253,8713225	0
İplik No	6,311253333	1	6,311253333	75,99341762	0

**Çizelge.5.12.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin düzgünsüzlük SNK test sonuçları

İplik Karışımları	Düzensüzlük (%CVm )	
	167 dtex	222 dtex
%100 Meta aramid	14,2666 (1)	13,3500 (1)
%100 Para aramid	14,8066 (2)	14,1900 (2)
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	17,9666 (4)	17,9600 (4)
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	17,9666 (4)	16,8433 (3)
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	15,7966 (3)	14,0500 (2)



**Şekil 5.6.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin düzensüzlük (%CVm) ölçüm sonuçları

Çizelge 5.12’de verilen SNK test sonuçları incelendiğinde ise en düşük iplik düzgünsüzlük değeri %100 meta aramid ve %100 para aramid ipliklerde elde edilmiştir. Karışımında antistatik nylon bulunduran ipliklerin iplik düzgünsüzlük değerinin en yüksek olduğu görülmüştür. İplik düzgünsüzlük değeri iplik kalınlığı artıka düşmüştür. İnce ipliklerde iplik kesitinde yer alan lif sayısının kalın ipliklere göre daha az olması ve kalın ipliklerde kesitinde yer alan daha fazla lifin, hataları ve düzgünsüz olan bölgeleri kapatmasından dolayı ince ipliklerin düzgünsüzlük değerlerinin kalın ipliklere göre daha yüksek olması beklenir (Demiryürek ve Kılıç 2016).

#### 5.1.4.İpliklere ait neps , ince yer , kalın yer ölçüm sonuçlarının incelenmesi

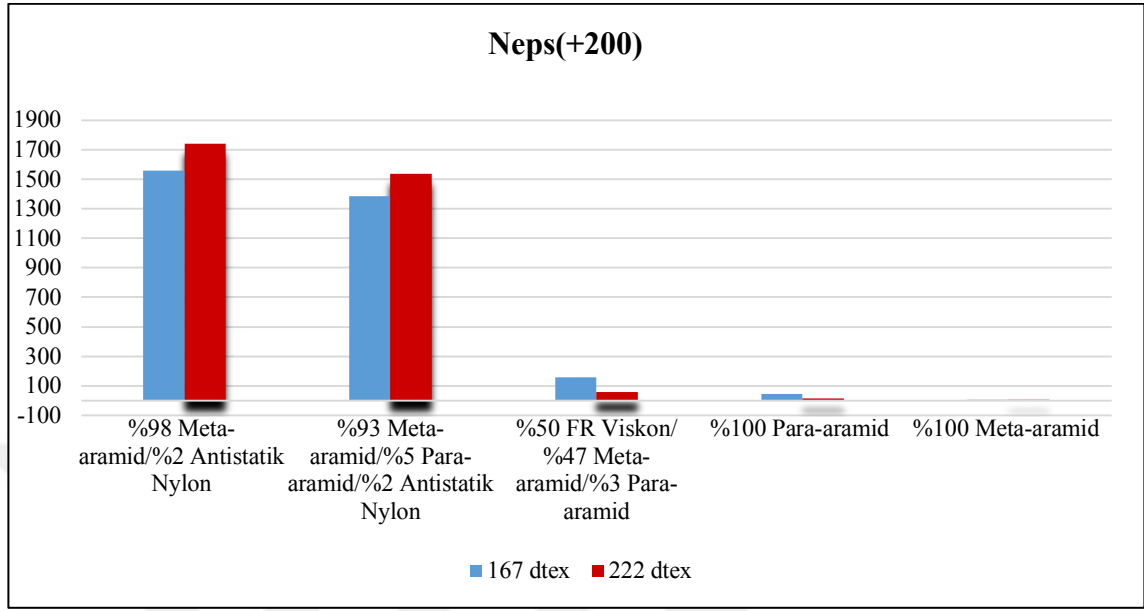
Çizelge 5.13’de verilen Anova sonuçları incelendiğinde karışım oranının ve iplik numarasının ipliklerin neps değerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

**Çizelge.5.13.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin neps değerlerine ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Karışım Oranı	1399,366667	4	349,8416667	4,025023969	0,015
İplik No	2717,008333	1	2717,008333	31,2599233	0

**Çizelge.5.14.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin neps SNK test sonuçları

İplik Karışımları	Neps(+200)	
	167 dtex	222 dtex
%100 Meta aramid	7,500 (1)	3,3333 (1)
%100 Para aramid	44,6666 (1)	13,9166 (1)
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	1556,3333 (4)	1739,6666(3)
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	1383,6666 (3)	1538,3333 (2)
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	160,0000 (2)	60,0000 (1)



**Şekil 5.7.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin neps (+200) sonuçları

Çizelge 5.14' ve Şekil 5.7 incelendiğinde ise en düşük neps değerlerinin %100 meta aramid, para aramid ve karışımında FR viskon içeren ipliklerde, en yüksek neps değerlerinin karışımında antistatik nylon içeren ipliklerde olduğu görülmüştür.

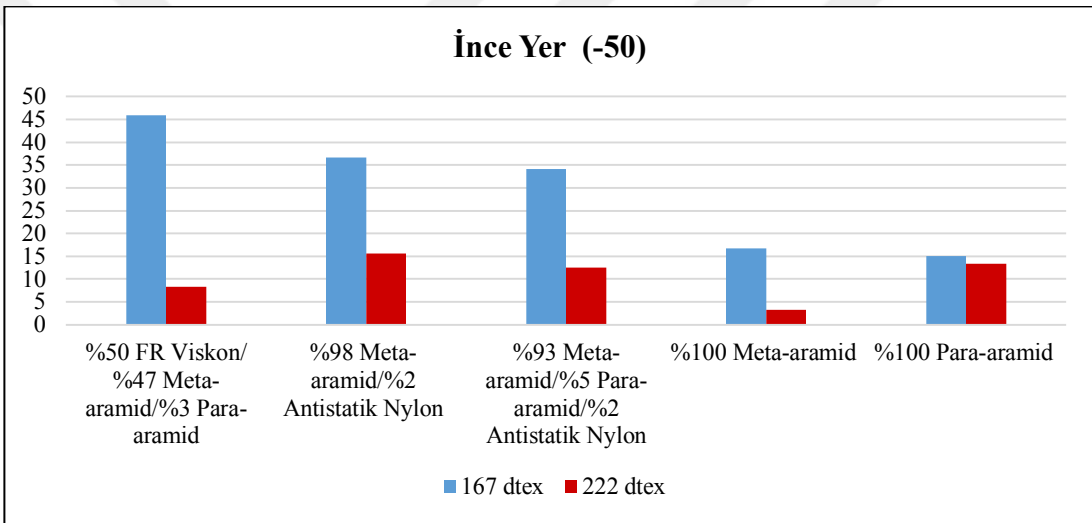
Çizelge 5.15'de verilen Anova sonuçları incelendiğinde karışımın ve iplik numarasının ipliklerin ince yer değerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

**Çizelge.5.15.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin ince yer değerlerine ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
<b>Karışım Oranı</b>	1399,366667	4	349,8416667	4,025023969	0,015
<b>İplik No</b>	2717,008333	1	2717,008333	31,2599233	0

**Çizelge.5.16.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin ince yer SNK test sonuçları

İplik Karışımları	ince yer (-50)	
	167 dtex	222 dtex
%100 Meta aramid	16,6666 (1)	3,3333 (1)
%100 Para aramid	15,0000 (1)	13,3333 (1)
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	36,6666 (1-2)	15,6666 (1)
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	34,1666 (1-2)	12,5000 (1)
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	45,8333 (2)	8,3333 (1)



**Şekil 5.8.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin ince yer (-50) sonuçları

SNK test sonuçları (Çizelge 5.16) iplik kalınlığı arttıkça ince yer değerinin azaldığını en yüksek ince yer sayısının % 50 FR viskon içeren ipliklerde elde edildiğini göstermektedir. Şekil 5.8 incelendiğinde de karışımında antistatik nylon bulunduran ipliklerin ince yer sayısının % 100 para aramid ve meta aramide göre daha yüksek çıktığı görülmektedir.

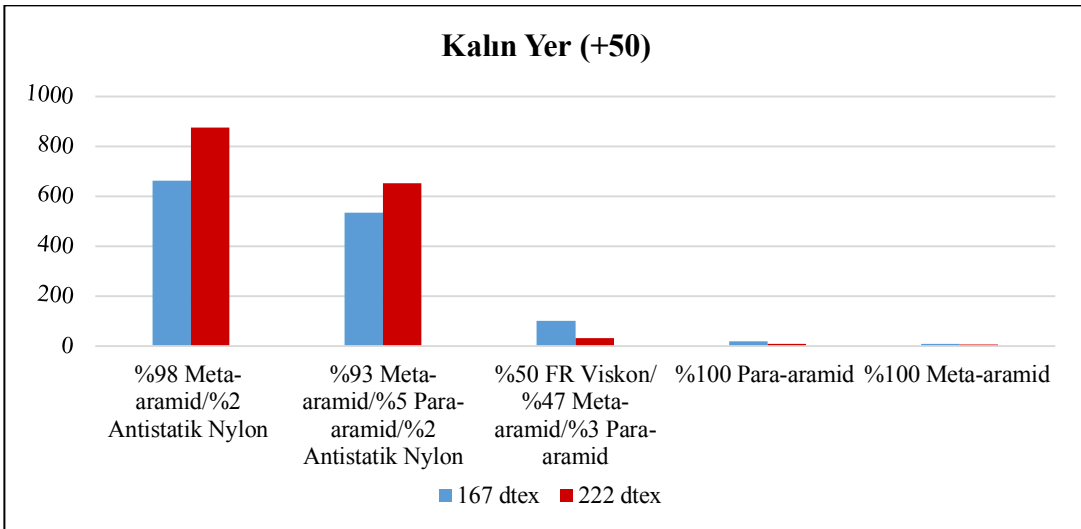
Çizelge 5.17'de verilen Anova sonuçları incelendiğinde karışım oranının ve iplik numarasının ipliklerin kalın yer değerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

**Çizelge.5.17.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kalın yer değerlerine ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Karışım Oranı	3168677,55	4	792169,3875	1229,31314	0
İplik No	18675,075	1	18675,075	28,98056331	0

**Çizelge.5.18.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kalın yer SNK test sonuçları

İplik Karışımları	kalın yer (+50)	
	167 dtex	222 dtex
%100 Meta aramid	6,6666 (1)	4,1666 (1)
%100 Para aramid	18,0000 (1)	8,3333 (1)
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	662,5000 (4)	874,1666 (3)
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	532,5000 (3)	651,6666 (2)
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	100,0000 (2)	30,8333 (1)



**Şekil 5.9.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerin kalın yer (+50) sonuçları

Çizelge 5.18 incelendiğinde en düşük kalın yer değerinin %100 para aramid ve %100 meta aramid ipliklere ait olduğu en yüksek kalın yer değerlerinin ise karışımında antistatik nylon lifi bulduran ipliklerde olduğu görülmektedir.

İpliklerin neps, ince yer, kalın yer değerleri genel olarak incelendiğinde en düşük değerlerin %100 meta aramid ve %100 para aramid ipliklere ait olduğu görülmüştür. Karışım olarak %50 FR viskon/ %47 meta aramid/%3 para aramid liflerinden oluşan ipliklerin neps, ince yer, kalın yer değerlerinin, %100 meta aramid ve %100 para aramid ipliklerinkinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Karışıma FR viskon liflerinin girmesi ipliklerin neps, ince yer, kalın yer değerlerini arttırmıştır. En yüksek neps, ince yer, kalın yer değerlerinin karışımında antistatik nylon içeren ipliklerde elde edilmiştir.

## **5.2.Karışım Oranının Kumaş Özelliklerini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi**

Bu bölümde meta aramid, para aramid ve karışımı ile 5 farklı karışımında üretilen örme kumaşların sabit yük altında uzama, patlama mukavemeti, su buharı geçirgenliği, ısı geçirgenlik, hava geçirgenliği ve ısı ve aleve karşı dayanımı özellikleri Çizelge 5.19 ile Çizelge 5.39'da verilen Anova sonuçları ve SNK test sonuçları ile Şekil 5.10. ile Şekil 5.22 arasında verilen ortalama değer grafikleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

### **5.2.1.Sabit yük altında uzama testleri ölçüm sonuçlarının incelenmesi**

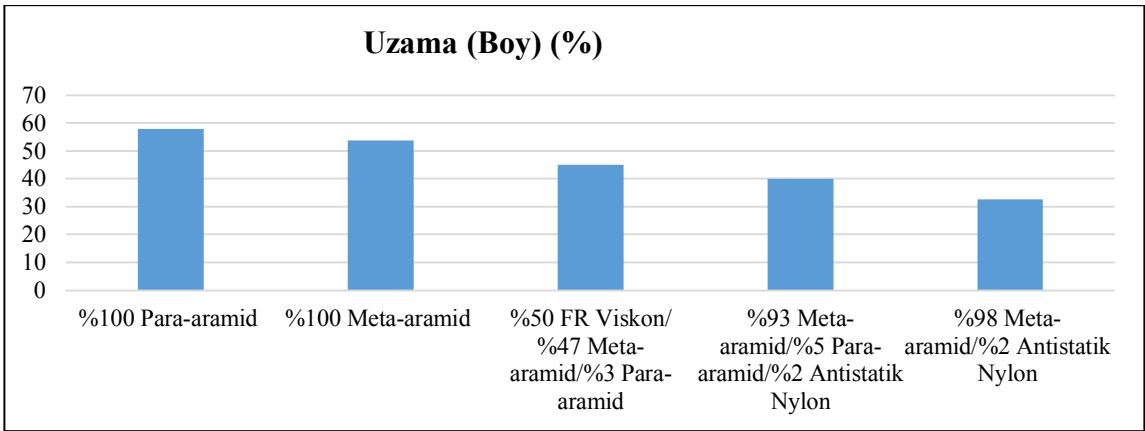
Çizelge 5.19'da verilen Anova sonuçları incelendiğinde karışım oranının sabit yük altında kumaşların boyu yönünde uzaması değerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

**Çizelge.5.19.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların uzama (boy) değerlerine ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
<b>Karışım Oranı</b>	1252,4	4	313,1	4,9909671	0,0179321

**Çizelge.5.20.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların uzamaya ait (boy) SNK test sonuçları

Kumaş Karışımları	Uzama (Boy) (%)
<b>%100 Meta aramid</b>	53,6666 (2)
<b>%100 Para aramid</b>	58,0000 (2)
<b>%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon</b>	32,6666 (1)
<b>%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon</b>	40,0000 (1)
<b>%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid</b>	45,0000 (1)



**Şekil 5.10.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların boyu yönünde uzama (%) sonuçları

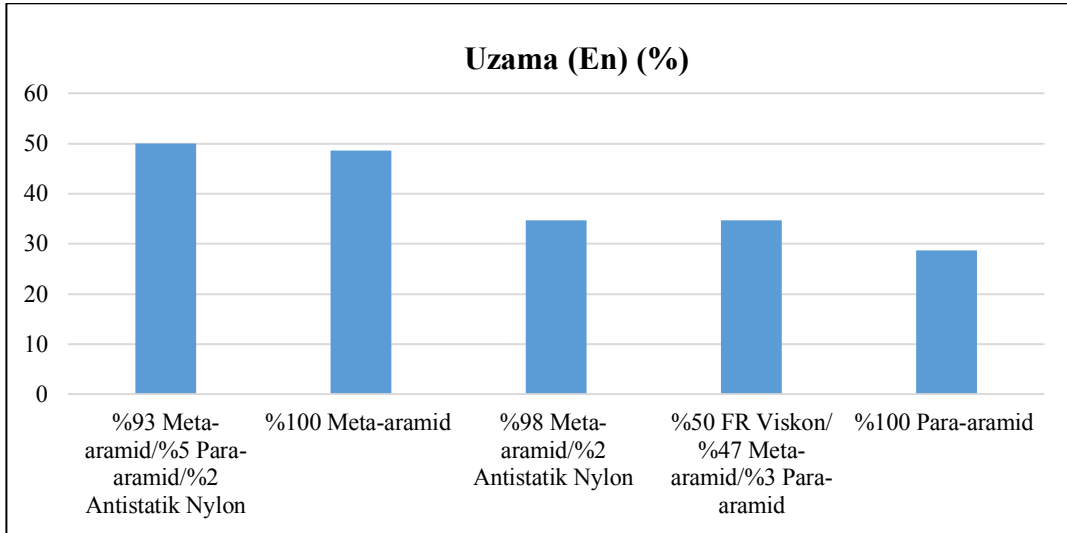
Çizelge 5.21’de verilen Anova sonuçları incelendiğinde karışım oranının sabit yük altında kumaşın eni yönünde uzama değerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

**Çizelge.5.21.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların kopma en uzaması değerlerine ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
<b>Karışım Oranı</b>	1074,6667	4	268,6666667	14,090909	0

**Çizelge.5.22.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların uzamaya ait (en) SNK test sonuçları

Kumaş Karışımları	Uzama (En)(%)
<b>%100 Meta aramid</b>	48,6666 (2)
<b>%100 Para aramid</b>	28,6666 (1)
<b>%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon</b>	34,6666 (1)
<b>%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon</b>	50,0000 (2)
<b>%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid</b>	34,6667(1)



**Şekil 5.11.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların eni yönünde uzama(%) sonuçları

Çizelge 5.20 ve Çizelge 5.22’de verilen SNK test sonuçları incelendiğinde kumaşın eni ve boyu yönde ölçülen uzama değerlerinde istatistiksel olarak 2 seviyede anlamlılık elde edilmiştir. Kumaşların boyu yönünde en yüksek uzama değerleri % 100 meta aramid ve



% 100 para aramid ipliklerde görülürken en düşük uzama değeri ise % 98 meta aramid % 2 antistatik nylon ile oluşturulan ipliklerde elde edilmiştir. Kumaşların eni yönünde ise en yüksek uzama değeri %100 meta aramid ve % 93 meta aramid ve % 5 para aramid içeren ipliklerde elde edilirken en düşük uzama ise % 100 para aramid liflerinden elde edilen ipliklerde görülmüştür. Her iki yönde en yüksek uzama değeri % 100 meta aramid liflerden elde edilen ipliklerde görülmüştür.

### 5.2.2.Patlatma mukavemeti testleri ölçüm sonuçlarının incelenmesi

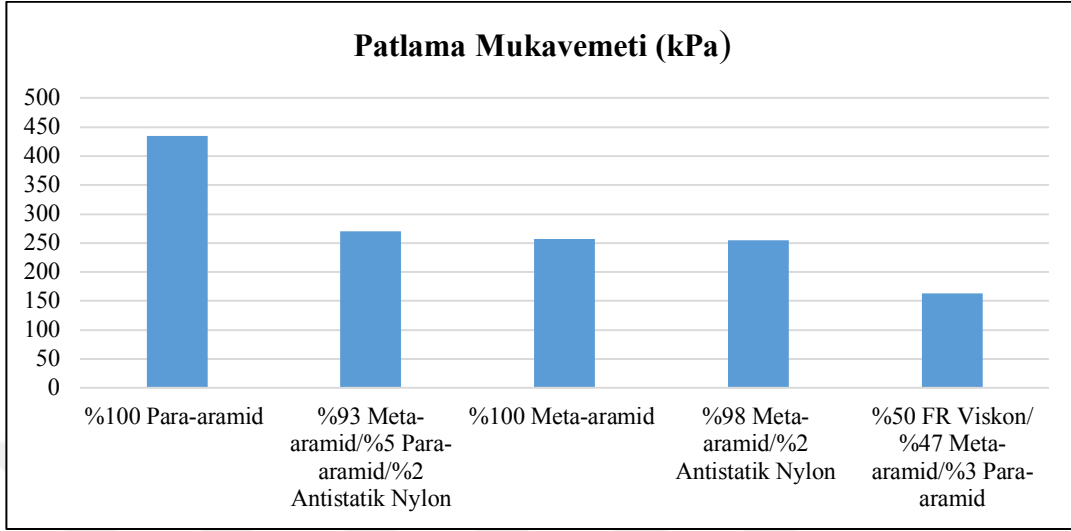
Çizelge 5.23’de verilen Anova sonuçları incelendiğinde karışım oranının kumaşların patlama mukavemetine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

**Çizelge.5.23.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların patlama mukavemetlerine ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
<b>Karışım Oranı</b>	116321,63	4	29080,40767	75,010337	0

**Çizelge.5.24.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların patlama mukavemeti SNK test sonuçları

Kumaş Karışımları	Patlama Mukavemeti (kPa)
<b>%100 Meta aramid</b>	257,0666 (2)
<b>%100 Para aramid</b>	435,1333 (3)
<b>%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon</b>	255,300 (2)
<b>%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon</b>	270,5000 (2)
<b>%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid</b>	163,6000 (1)



**Şekil 5.12.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların patlama mukavemeti (kPa) sonuçları

Çizelge 5.24’de verilen SNK test sonuçlarına göre en yüksek patlama mukavemet değeri %100 para aramid kumaşlarda, en düşük mukavemeti değeri ise karışımında FR viskon bulunduran kumaşlarda görülmüştür. Liflerin sırasıyla mukavemet değerleri para aramid için 1.65-2.5 N/tex, meta aramid için 0,39 N/tex, FR viskon için 0,25 N/tex’dir. Patlama mukavemet değerlerindeki farklılığın liflerin mukavemet değerlerinden kaynakladığı düşünülmektedir (Anonim 2018a, Anonim 2018d, Anonim 2019c).

### 5.2.3.Su buharı geçirgenliği (permetest) testleri ölçüm sonuçlarının incelenmesi

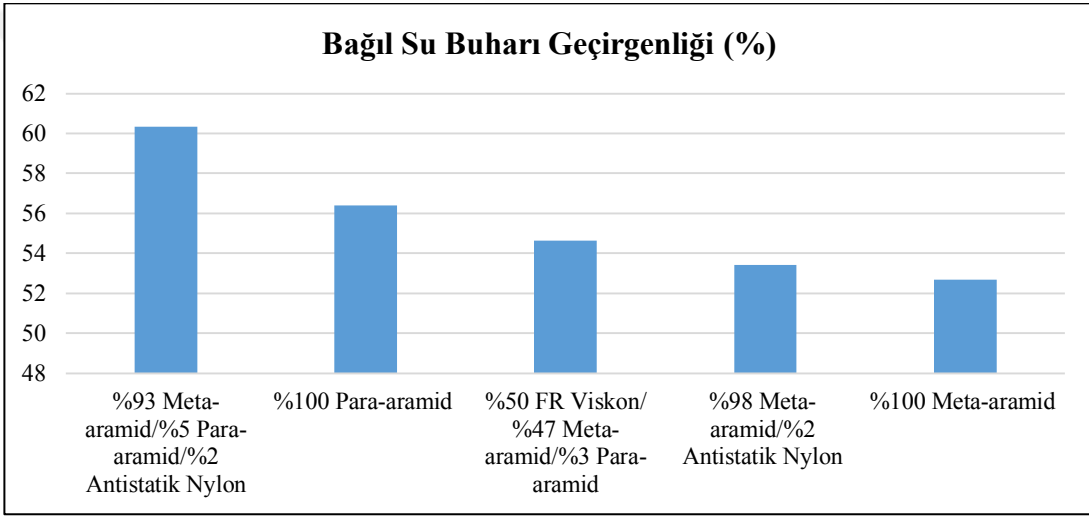
Çizelge 5.25’de verilen Anova sonuçları incelendiğinde karışım oranının kumaşların bağlı su buharı geçirgenlik değerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür.

**Çizelge.5.25.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların bağlı su buharı geçirgenliğine ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Karışım Oranı	111,66267	4	27,91566667	1,5936632	0,2502914

**Çizelge.5.26.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği SNK test sonuçları

Kumaş Karışımları	Bağıl Su Buharı Geçirgenliği (%)
%100 Meta aramid	52,6666 (1)
%100 Para aramid	56,4000 (1)
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	53,4333 (1)
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	60,3333 (1)
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	54,6333 (1)



**Şekil 5.13.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği (%) sonuçları .

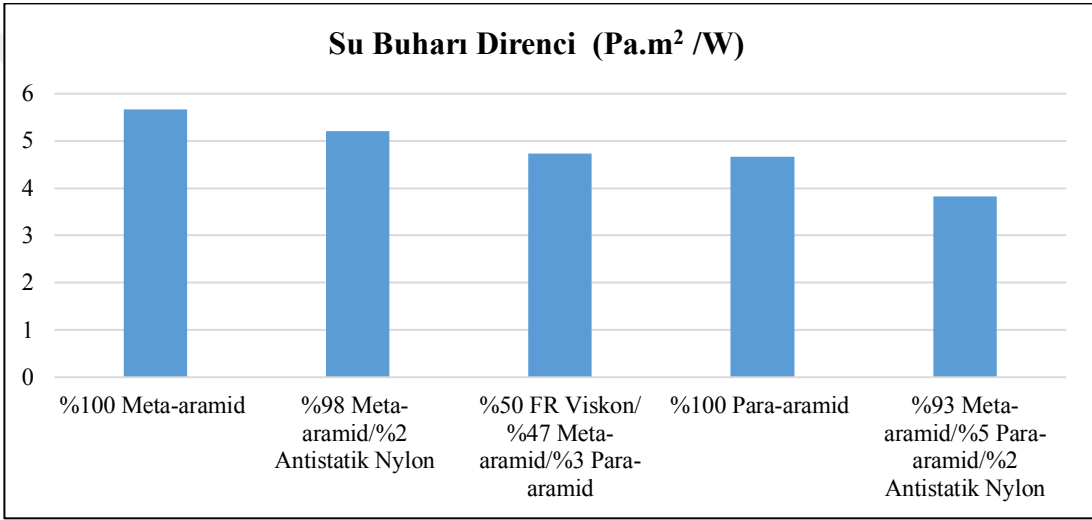
Çizelge 5.27’de verilen Anova sonuçları incelendiğinde karışım oranının kumaşların su buharı direnci değerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür.

**Çizelge.5.27.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların bağıl su buharı direncine ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Karışım Oranı	5,5973333	4	1,399333333	2,4182028	0,1173669

**Çizelge.5.28.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların su buharı direnci SNK test sonuçları

Kumaş Karışımları	Su Buharı Direnci (Pa.m <sup>2</sup> /W)
%100 Meta aramid	5,6666 (1)
%100 Para aramid	4,6666 (1)
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	5,2000 (1)
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	3,8333(1)
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	4,7333 (1)



**Şekil 5.14.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların su buharı direnci (Pa.m<sup>2</sup> /W )sonuçları

Tekstil materyallerinin sıvı transfer davranışları, lif, iplik ve kumaşın yapısal ve kimyasal özelliklerine göre değişim gösterir ve lif özellikleri yapının sıvı transfer davranışları üzerinde belirleyicidir. Pamuk, viskon gibi selülozik esaslı hidrofil liflerde ıslanma sırasında lifin şişmesi ile sıvı hareketi ve tutma davranışları gözenek darlığı ve tıkanması nedeniyle olumsuz yönde etkilenebilir. Sentetik liflerden yapılan kumaşlarda ise su absorbe olmaz direk olarak lifler ile iplikler arasındaki kapiler boşluklara kumaşın yüzeyine doğru transfer olur (Şardağ 2019). Bu çalışmada farklı karışım oranlarında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan 5 farklı kumaşın su buharı geçirgenlik ve su buharı direnci değerleri incelendiğinde birbirine çok yakın olduğu FR viskonun karışıma dahil olması ile elde edilen ipliklerde su buharı geçirgenliğinin artması beklenirken istatistiksel olarak önemli seviyede olmadığı görülmüştür

#### 5.2.4. Isıl geçirgenlik (alambda) testleri ölçüm sonuçlarının incelenmesi

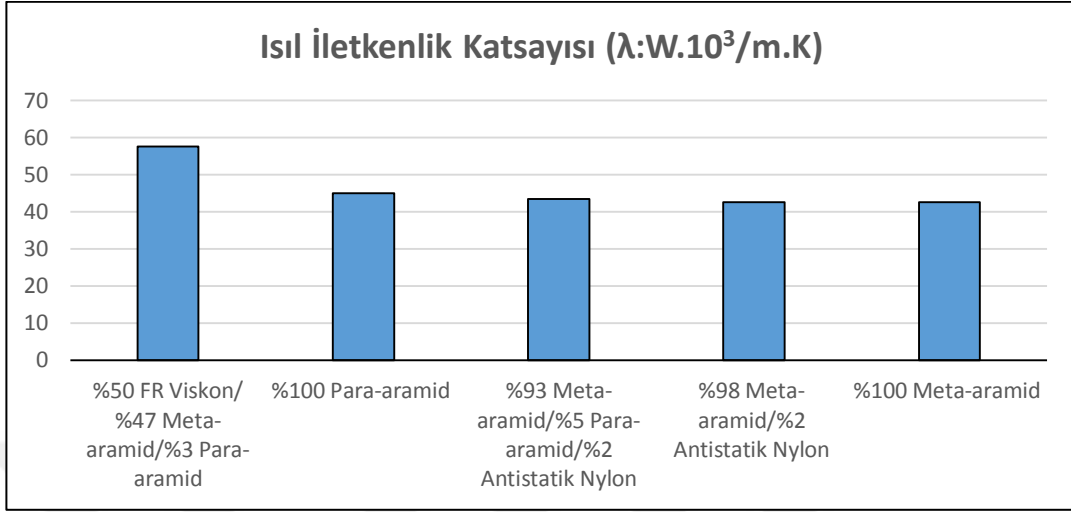
Çizelge 5.29, 5.31 ve 5.33 de da verilen Anova sonuçları incelendiğinde ipliklerde karışım oranının kumaşların ısı iletkenlik katsayısına, ısı direncine, ısı soğurganlık katsayısına etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

**Çizelge 5.29.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı iletkenlik katsayısına ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Karışım Oranı	500,59067	4	125,1476667	401,97323	0

**Çizelge 5.30.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı iletkenlik katsayısına ait SNK test sonuçları

Kumaş Karışımları	Isıl İletkenlik Katsayısı ( $\lambda:W.10^3/m.K$ )
%100 Meta aramid	42,6000 (1)
%100 Para aramid	45,03333 (2)
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	42,6666 (1)
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	43,4000 (1)
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	57,7000 (3)



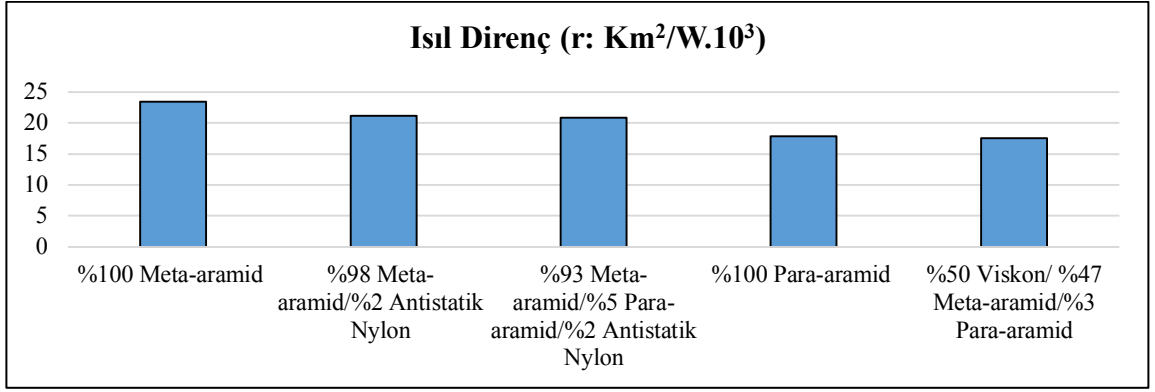
**Şekil 5.15.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı iletkenlik katsayısı (  $\lambda: W.10^3/m.K$ ) ölçüm sonuçları

**Çizelge 5.31.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı direncine ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
<b>Karışım Oranı</b>	72,216373	4	18,05409333	42,058644	0

**Çizelge 5.32.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı direncine ait SNK test sonuçları

Kumaş Karışımları	Isıl Direnç (r: $K.m^2/W.10^3$ )
<b>%100 Meta aramid</b>	23,4000 (3)
<b>%100 Para aramid</b>	17,8333 (1)
<b>%98 Meta aramid/ %2 Antistatik nylon</b>	21,1666 (2)
<b>%93 Meta aramid/ %5 Para aramid/ %2 Antistatik nylon</b>	20,8100 (2)
<b>%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/ %3 Para aramid</b>	17,5666 (1)



**Şekil 5.16.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı direnç (r: K.m<sup>2</sup>/W.10<sup>3</sup>) ölçüm sonuçları

SNK test sonuçları (Çizelge 5.30 ve 5.32) en yüksek ısı iletkenlik katsayısı değerinin ve en düşük ısı direnç değerlerinin sırasıyla %100 para-aramid ve % 50 FR viskon içeren kumaşlarda olduğunu göstermektedir. Karışımında meta-aramid oranı arttıkça ısı direnç değeri artmakta ısı iletkenlik katsayıları azalmaktadır.

Isıl iletkenlik bir malzemeden, birim kalınlıkta 1<sup>0</sup>K sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının ölçüsüdür. Malzemenin iki yüzeyi birim sıcaklık farkına maruz kaldığında gerçekleşmektedir. Giysilerde yüksek ısı iletkenlik özelliği, fiziksel aktiviteler sırasında vücutta oluşan fazla ısıyı uzaklaştırılmasını desteklemektedir. Isıl direnç malzemenin iki kesiti arasındaki sıcaklık farkının, kesitler arasındaki ısı akış hızına bölünmesi ile tanımlanan ve ısı aktarımına direnci gösteren büyüklüktür. Malzeme kalınlığı ile doğru, ısı iletkenlik ile ters orantılı olarak değişmektedir (Marmaralı ve Oğlacioğlu, 2013).

Kumaşların ısı iletkenlik ve direnç değerleri, liflerin ısı iletkenlik katsayısına ve lif, iplik ve kumaş içerisinde bulunan hava boşluklarına bağlıdır. Havanın termal iletkenlik değeri çok düşüktür. ( $\lambda=0,026$  W/mK) ve içerisinde büyük miktarlarda hava, boşluk bulunduran liflerin, ipliklerin ve kumaşların iletkenlik değerlerinin de düşük olması beklenir (Marmaralı ve Oğlacioğlu, 2013). Aramid liflerinin ısı iletkenlik katsayısı 0.022 Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>, FR viskon lifinin ısı iletkenlik katsayısı 0,36 Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>'dir. Aramid liflerinin ısı iletkenlik katsayısı değeri FR viskon lifinin ısı iletkenlik katsayısı değerine göre daha düşük olduğu için %50

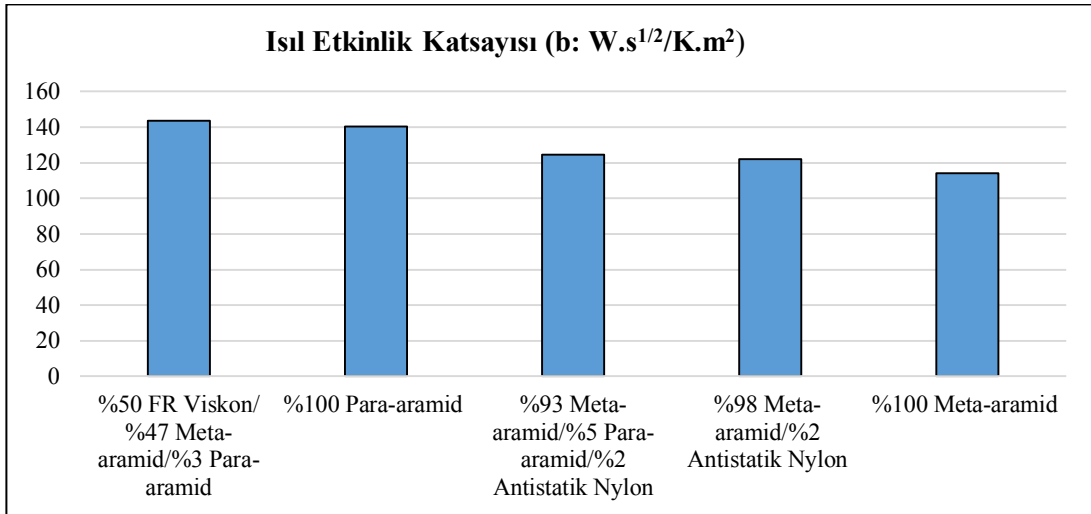
FR viskon lifi içeren ipliklerinden oluşan kumaşların ısı iletkenlik katsayısı en yüksek çıkmıştır (Li ve ark. 2016, Kayseri ve Bozdoğan 2010).

**Çizelge 5.33.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı etkinlik katsayısına ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Karışım Oranı	1908,9333	4	477,2333333	13,873062	0

**Çizelge 5.34.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı etkinlik katsayısına ait SNK test sonuçları

Kumaş Karışımları	Isı Etkinlik Katsayısı (b: $W.s^{1/2}/K.m^2$ )
%100 Meta aramid	114,0000 (1)
%100 Para aramid	140,3333 (2)
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	122,0000 (1)
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	124,6666 (1)
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	143,6666 (2)



**Şekil 5.17.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı etkinlik katsayısı (b:  $W.s^{1/2}/K.m^2$ ) ölçüm sonuçları



Isıl soğurganlık (etkinlik) 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, 2009).

Çizelge 5.34’de verilen SNK test sonuçları incelendiğinde ise en düşük ısı etkinlik katsayısı değerinin %100 meta aramid, en yüksek ısı etkinlik katsayısı değerinin karışımında FR viskon bulunduran kumaşlara ait olduğu görülmüştür. Yani karışımında FR viskon olması soğuk algısını artmıştır.Viskon içerikli ürünlerde ortam nemi arttıkça viskon lifinin nem içeriği diğer liflere göre daha fazla artacağından dokunulduğunda serinlik hissi artar.

### 5.2.5.Hava geçirgenliği testleri ölçüm sonuçlarının incelenmesi

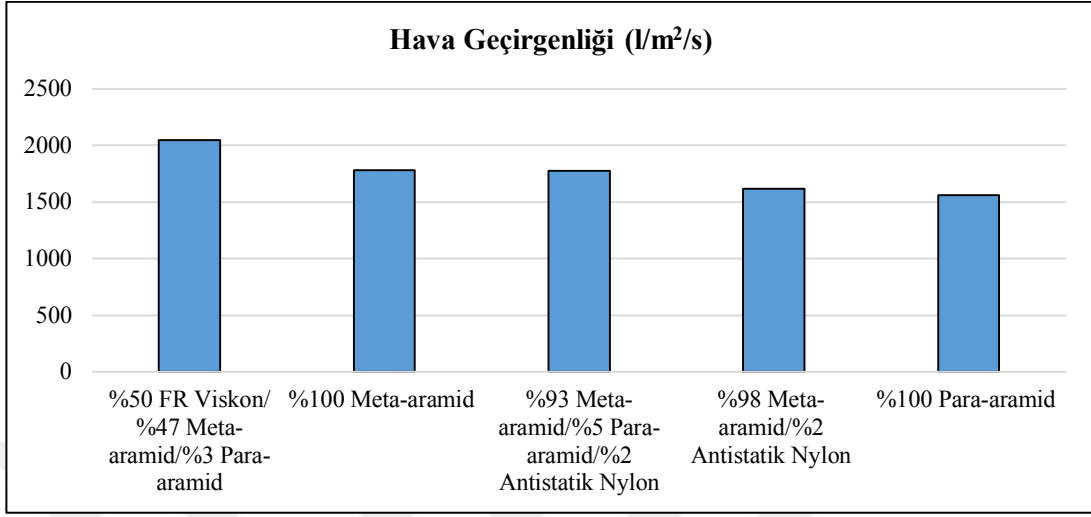
Çizelge 5.35’de verilen Anova sonuçları incelendiğinde karışım oranının kumaşların hava geçirgenlik değerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

**Çizelge 5.35.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların hava geçirgenliğine ait ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	ÖNEMİ
Karışım Oranı	713176	4	178294	21,855112	0

**Çizelge 5.36.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların hava geçirgenliğine ait SNK test sonuçları

Kumaş Karışımları	Hava Geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s)
%100 Meta aramid	1784 (2)
%100 Para aramid	1562 (1)
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	1620 (1)
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	1778 (2)
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	2048 (3)



**Şekil 5.18.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların hava geçirgenliği (l/m<sup>2</sup>/s) ölçüm sonuçları

Hava geçirgenliği havanın lif, iplik ve kumaş yapısı içerisinde geçirilme yeteneğidir. Birim basınçta birim alandan belirli zamanda geçirilen havanın miktarı ve vücut ile giysi arasında kalan havanın dışarıya iletilmesi ile ilgili de bir kavramdır. Kumaşı oluşturan lif yapısı iplik yapısı kumaş konstrüksiyonu ve kumaşın gördüğü terbiye işlemlerinden etkilenen bir özelliktir (Çarkıt, 2012), (Marmaralı ve Oğlacioğlu, 2013).

Çizelge 5.36’da verilen SNK test sonuçları incelendiğinde en düşük hava geçirgenlik değerinin %100 para aramid kumaşlara, en yüksek değer karışımında FR viskon bulunduran kumaşlarda olduğu görülmüştür. Hammadde, iplik özellikleri, kumaş tipi, örgü yapısı, kumaş kalınlığı gibi faktörler kumaşların hava geçirgenlik özelliklerini etkileyen parametrelerdir. Bu çalışmada karışım oranı dışında tüm parametreler sabit tutulduğu için hava geçirgenliği değerlerindeki farklılığın FR viskon liflerinin amorf bölge oranının aramid liflerinin amorf bölge oranına göre daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. İpliklerin yapısı içerisindeki gözenek boyutu ve şekli lif parametrelerine, lif yerleşimine sıkışmaya, lifin oryantasyonuna bağlıdır (Turan, Okur 2008).

## 5.2.6. Isı ve alev karşı dayanım testleri ölçüm sonuçlarının incelenmesi

**Çizelge 5.37.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı ve alev karşı dayanım testi ölçüm sonuçları 1

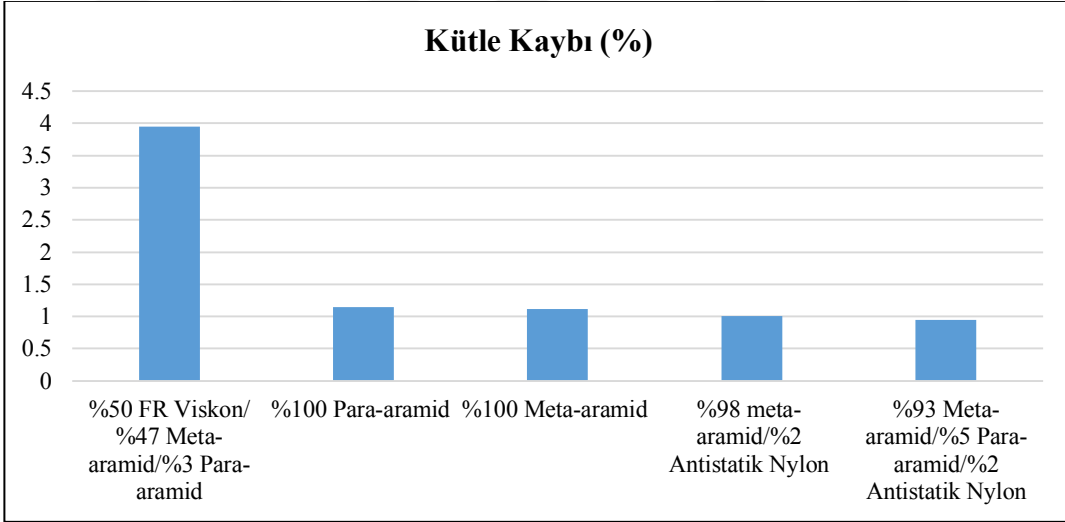
Kumaş Karışımları	Ölçüm Sayısı	Alevli yanma oldu mu?	Ateş kaynağı bırakıldıktan sonra kaç sn yandı
%100 Meta aramid	1	Olmadı	0
	2	Olmadı	0
	3	Olmadı	0
%100 Para aramid	1	Olmadı	0
	2	Olmadı	0
	3	Olmadı	0
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	1	Olmadı	0
	2	Olmadı	0
	3	Olmadı	0
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	1	Olmadı	0
	2	Olmadı	0
	3	Olmadı	0
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	1	Olmadı	0
	2	Olmadı	0
	3	Olmadı	0

**Çizelge 5.38.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı ve alev karşı dayanım testi ölçüm sonuçları 2


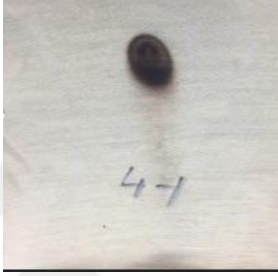
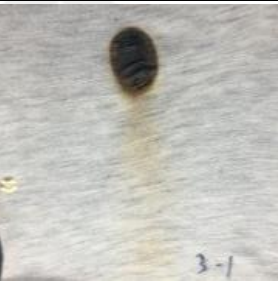


Kumaş Karışımları	Ölçüm Sayısı	Alev kenara ulaştı mı?	Erime oldu mu?
%100 Meta aramid	1	Hayır	Olmadı
	2	Hayır	Olmadı
	3	Hayır	Olmadı
%100 Para aramid	1	Hayır	Olmadı
	2	Hayır	Olmadı
	3	Hayır	Olmadı
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	1	Hayır	Olmadı
	2	Hayır	Olmadı
	3	Hayır	Olmadı
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	1	Hayır	Olmadı
	2	Hayır	Olmadı
	3	Hayır	Olmadı
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	1	Hayır	Olmadı
	2	Hayır	Olmadı
	3	Hayır	Olmadı

**Çizelge 5.39.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı ve aleve karşı dayanım testi ölçüm sonuçları 3






Kumaş Karışımları	Ölçüm Sayısı	Yanan damla oldu mu?	Büzülme oldu mu?
%100 Meta aramid	1	Olmadı	Olmadı
	2	Olmadı	Olmadı
	3	Olmadı	Olmadı
%100 Para aramid	1	Olmadı	Olmadı
	2	Olmadı	Olmadı
	3	Olmadı	Olmadı
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	1	Olmadı	Olmadı
	2	Olmadı	Olmadı
	3	Olmadı	Olmadı
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	1	Olmadı	Olmadı
	2	Olmadı	Olmadı
	3	Olmadı	Olmadı
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	1	Olmadı	Olmadı
	2	Olmadı	Olmadı
	3	Olmadı	Olmadı







**Şekil 5.19.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşların ısı ve aleve karşı yanma deneyi sonucu oluşan kütle kaybı ölçüm sonuçlar

Kumaş Karışımları	1. test
%100 Meta aramid	
%100 Para aramid	
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	

**Şekil 5.20.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşlarda ısı ve aleve karşı yanma testi sonrası meydana gelen karbonizasyon görüntüleri -1.ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	2. test
%100 Meta aramid	
%100 Para aramid	
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	

**Şekil 5.21.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşlarda ısı ve alev karşı yanma testi sonrası meydana gelen karbonizasyon görüntüleri -2.ölçüm sonuçları

Kumaş Karışımları	3.test
%100 Meta aramid	
%100 Para aramid	
%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon	
%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon	
%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/%3 Para aramid	

**Şekil 5.22.**Farklı karışım oranında güç tutuşur liflerden elde edilen ipliklerden oluşan kumaşlarda ısı ve aleve karşı yanma testi sonrası meydana gelen karbonizasyon görüntüleri -3.ölçüm sonuçları

Çizelge 5.37, Çizelge 5.38, Çizelge 5.39'daki veriler incelendiğinde meta aramid, para aramid ve karışımı ipliklerden elde edilen tüm kumaşlarda alevli yanma, erime, alevin kenara ulaşması, damlama, ve büzülme gibi etkilerin meydana gelmediği görülmüştür.

Yanma olayını devam edebilmesi için oksijene ihtiyaç vardır ve ihtiyaç duyulan oksijen miktarı limit oksijen indeksi (LOI) olarak adlandırılır. Lifi LOI değerinin %21 üzerinde olması kolay tutuşmasına engel oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan liflerin LOI değerleri meta aramid lifleri için %30, para aramid lifleri için %29, FR viskon lifleri için %28'dir (Anonim 2018a, Anonim 2018d, Anonim 2019c).

Şekil 5.19 incelendiğinde yanma testi sonrası en yüksek kütle kaybı değerlerinin karışımında FR viskon lifi bulunduran kumaşlarda olduğu görülmüştür. Aramid lifi içeren kumaşların kütle kaybı değerleri ortalama %1 civarındayken, FR viskon içeren kumaşların kütle kaybı değeri ortalama %4 civarındadır. Şekil 5.20, Şekil 5.21, Şekil 5.22'de verilen kumaşlarda meydana gelen karbonizasyon görüntüleri incelendiğinde, alevli yanma testi sonrası kumaşlar üzerindeki karbonizasyon meydana gelen alanlar karşılaştırıldığında en geniş alan karışımında FR viskon lifi içeren kumaşlara ait olduğu görülmüştür. Bunun sebebi ise FR viskon lifinin LOI değerinin aramid esaslı liflere göre daha düşük olmasıdır.

**Çizelge 5.40.**İplik ölçüm sonuçlarını genel değerlendirilmesi

Karışım oranı	%100 Meta aramid		%100 Para aramid		%98 Meta aramid/%2 Antistatik nylon		%93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik nylon		%50 FR Viskon/ %4 7 Meta aramid/%3 Para aramid	
	167 dtex	222 dtex	167 dtex	222 dtex	167 dtex	222 dtex	167 dtex	222 dtex	167 dtex	222 dtex
İplik Numara										
Uzama ( %)	4	4	1	1	4	4	3	3	2	2
Kopma yükü (cN)	2	2	3	3	2	2	2	2	1	1
Mukavemet (cN/tex)	2	2	3	3	2	2	2	2	1	1
Kopma İşi (cN.cm)	3	3	1	1	3	3	2	2	1	1
Nemlilik ( %)	2	2	1	1	2	2	2	2	2	3
Düzensizlik (%CVm )	1	1	2	2	4	4	4	3	3	2
Neps(+200)	1	1	1	1	4	3	3	2	2	1
ince yer (-50)	1	1	1	1	1-2	1	1-2	1	2	1
kalın yer (+50)	1	1	1	1	4	3	3	2	2	1

\*4: en yüksek, 1: en düşük



**Çizelge 5.41.**Kumaş ölçüm sonuçlarını genel değerlendirilmesi

<b>Karışım oranı</b>	<b>%100 Meta aramid</b>	<b>%100 Para aramid</b>	<b>%98 Meta aramid/ %2 Antistatik nylon</b>	<b>%93 Meta aramid/ %5 Para aramid/ %2 Antistatik nylon</b>	<b>%50 FR Viskon/ %47 Meta aramid/ %3 Para aramid</b>
Boy Uzaması (%)	2	2	1	1	1
En Uzaması (%)	2	1	1	2	1
Patlama Mukavemeti (kPa)	2	3	2	2	1
Bağıl Su Geçirgenliği (%)	1	1	1	1	1
Su Buharı Direnci (Pa.m <sup>2</sup> /W)	1	1	1	1	1
Isıl İletkenlik Katsayısı ( $\lambda$ : W.10 <sup>3</sup> /m.K)	1	2	1	1	3
Isıl Direnç (r: K.m <sup>2</sup> /W.10 <sup>3</sup> )	3	1	2	2	1
Isıl Etkinlik Katsayısı (b: W.s <sup>1/2</sup> /K.m <sup>2</sup> )	1	2	1	1	2
Hava Geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s)	2	1	1	2	3

\*4: en yüksek, 1: en düşük

Yapılan çalışma sonrasında ve Çizelge 5.40 ve 5.41’ de verilen iplik ve kumaş ölçüm sonuçları incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Karışımda para aramid oranının artması ipliklerin mukavemet değerini arttırırken uzama ve kopma işi değerlerini azaltmıştır. Karışıma FR viskon elyafı eklenince ipliklerin mukavemet değerleri ve kopma işi değerleri düşmüştür. En iyi kopma işi değerleri % 100 meta aramid ipliklerinde elde edilmiştir. Benzer şekilde kumaşların patlama mukavemeti değerleri incelendiğinde en yüksek mukavemet değeri %100 para aramid ipliklerden elde edilen kumaşlarda elde edilmiştir. İplik karışımında meta aramid oranı arttıkça kumaşların patlama mukavemet değerleri artmıştır. Dolayısıyla yüksek mukavemet ve güç tutuşurluk özelliğinin birlikte istendiği ürünlerde para aramid lifi ve meta aramid lifinin karıştırılarak kullanılması yüksek koruyuculuk ve mukavemet istenen kumaşlarda daha iyi sonuçların elde edilmesini sağlayacaktır.
- En düşük rutubet değeri %100 para aramid ipliklerde en yüksek rutubet değeri karışımda FR viskon bulunan ipliklerde görülmüştür. Kumaşların su buharı geçirgenlik özelliklerinde liflerin sahip oldukları rutubet değeri önemli bir parametre olmakla birlikte bu çalışmada kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinin birbirine çok yakın olduğu ve istatistiki olarak karışım oranının etkisinin olmadığı

görülmüştür. Su buharı geçirgenlik özelliği kumaşların konfor özelliklerinde önemli bir parametre olup yüksek su buharı geçirgenlik özelliği istendiği durumlarda bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre aramid esaslı lifler etkin bir şekilde kullanılabilir.

- En düşük iplik düzgünsüzlük, ince yer ve kalın yer değerleri %100 meta aramid ve %100 para aramid ipliklerde elde edilmiştir. Karışıma antistatik nylon lifi eklenen ipliklerin iplik düzgünsüzlük, neps, ince yer ve kalın yer değerlerinin belirgin bir şekilde arttığı görülmüştür. Bu çalışma sonunda elde edilen verilere göre ileriki çalışmalarda antistatik nylon içeren liflerden elde edilen ipliklerin düzgünsüzlük, ince yer, kalın yer ve neps özelliklerinin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi faydalı olacaktır.
- En yüksek ısı iletkenlik katsayısı ve en düşük ısı direnç değerleri sırasıyla %100 para aramid ve % 50 FR viskon içeren kumaşlarda olduğu görülmüştür. Karışımda meta aramid oranı arttıkça ısı direnç değeri artmış, ısı iletkenlik katsayıları azalmıştır. En düşük ısı soğurganlık değeri %100 meta aramid, en yüksek ısı soğurganlık değeri karışımında FR viskon bulunduran kumaşlarda elde edilmiştir. Termal özelliklerden beklentiler kişilerin bulunduğu ortama göre değişkenlik göstermektedir. Soğuk ortamlarda özellikle giysilik kumaşlardan beklenti dokunulduğunda sıcak hissetmek olurken sıcak ortamlarda kullanılacak kumaşlarda dokunulduğunda serinlik hissi olabilir. Dolayısıyla kışın kullanılacak özellikle güç tutuşur koruyucu kıyafetlerde karışımda meta aramid oranı arttırılarak yazın kullanılacak güç tutuşur kumaşlarda viskon oranı arttırılarak termal konfor özellikleri geliştirilebilir.
- En yüksek hava geçirgenlik değeri karışımında FR viskon lifi içeren ipliklerden elde edilen kumaşlarda görülmüştür. Kumaşların konfor özelliklerinde önemli bir parametre olana hava geçirgenliğinden beklentiler tüm konfor özelliklerinde olduğu bulunulan ortama kişiye ve şartlara göre değişmektedir. Yüksek hava geçirgenliğinin ve güç tutuşur özelliğinin sahip olunması istendiği durumlarda Fr viskon lif oranı arttırılmalı yüksek güç tutuşur özelliğinin istendiği durumda ise meta aramid oranı arttırılmalıdır.

- Yanma testi sonrasında tüm kumaşlarda erime, damlama, büzülme gözlenmezken en fazla kütle kaybı diğer liflere göre daha düşük LOI değerine sahip olduğu için % 50 FR viskon lifinden elde güç tutuşur kumaşlarda görülmüştür.

Çalışmada kullanılan karışım oranları piyasada sıklık ile güç tutuşur kumaşların elde edilmesinde kullanılan oranlardır. Güç tutuşur kumaşlarda FR viskon lifleri genel olarak kumaşların konfor özelliklerini arttırmak ve kumaş maliyetlerini düşürmek amacı ile kullanılmaktadır. Yaptığımız bu çalışma sonunda istatistiksel olarak termal ve hava geçirgenlik değerlerinde farklılıklar elde edilmekle birlikte mukavemet ve yanma özelliklerinin daha ön planda olduğu kumaşlarda kullanılması gereken %93 Meta aramid/%5 Para aramid/%2 Antistatik Nylon, %98 Meta aramid/%2 Antistatik Nylon, %100 Para aramid, %100 Metaaramid karışım oranlarının konfor özelliklerinin FR viskon içeren kumaşların konfor özelliklerine çok yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir. Dolayısıyla yüksek güç tutuşur özelliğe sahip kumaşların yüksek mukavemet özelliklerine de sahip olması isteniyorsa para aramid lifleri ile beraber kullanılması gerekmektedir. Ancak yüksek güç tutuşur özelliğe sahip kumaşların konfor özelliklerini geliştirmek için FR viskon kullanılması veya kullanılmaması kumaşın kullanılacağı şartlara (kullanım alanı, ortama sıcaklığı, maliyet, kalite v.b) bağlı olarak değerlendirilebilir.

## KAYNAKLAR

- Altay, P., 2010.** Polyester kumaşların emdirme ve çektirme yöntemlerine göre güç tutuşurluk özelliklerinin incelenmesi üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir.
- Anonim, 2004.** <http://www.tekniktekstiller.com/wp-content/uploads/2017/08/Teknik-Tekstil-Sekt%C3%B6r-Ara%C5%9Firmasi.pdf>-(Erişim tarihi:15.02.2019)
- Anonim, 2010.** Technical textiles and nonwovens: World market forecast to 2010. <https://www.fibre2fashion.com/industry-article/1630/technical-textiles-and-nonwovens-> (Erişim tarihi:23.02.2019).
- Anonim, 2012.** Teknik tekstillere giriş. [https://www.scribd.com/document/97451412/Definition-of-Technical-Textiles#from\\_embed](https://www.scribd.com/document/97451412/Definition-of-Technical-Textiles#from_embed) -(Erişim tarihi: 15.02.2019).
- Anonim, 2015.** Yıllar İtibariyle Türkiye'nin Teknik Tekstil Dış Ticareti. [https://www.ithib.org.tr/download/files/downloads/raporlar/arastima.raporlari/Teknik\\_Tekstil\\_Sektorune\\_Iliskin\\_Guncel\\_Bilgiler](https://www.ithib.org.tr/download/files/downloads/raporlar/arastima.raporlari/Teknik_Tekstil_Sektorune_Iliskin_Guncel_Bilgiler) -(Erişim tarihi: 15.02.2019)
- Anonim, 2017a.** Ekolojik tekstiller. <http://www.tekniktekstiller.com/articles/ekolojik-tekstiller-oeכותech/>-(Erişim tarihi: 09.03.2019).
- Anonim, 2017b.** Aramid lifleri. [http://www.tekniktekstiller.com/articles/aramid-lifleri/?\\_sm\\_pdc=1&\\_sm\\_rid=0S0QW4JtqbG57Mn4MZ46ZNt4H7DTVQW4GtZ6WFj-](http://www.tekniktekstiller.com/articles/aramid-lifleri/?_sm_pdc=1&_sm_rid=0S0QW4JtqbG57Mn4MZ46ZNt4H7DTVQW4GtZ6WFj-) (Erişim tarihi: 08.08.2019).
- Anonim, 2017c.** PES Trevira CS® Lifleri. <http://www.tekniktekstiller.com/articles/pes-trevira-cs-lifleri/>-(Erişim tarihi: 15.07.2019).
- Anonim, 2018a.** [https://www.tejinaramid.com/wp-content/uploads/2018/10/Product\\_brochure\\_Twaron.pdf](https://www.tejinaramid.com/wp-content/uploads/2018/10/Product_brochure_Twaron.pdf)-(Erişim tarihi:10.01.2019).
- Anonim, 2018b.** <https://www.tejinaramid.com/wp-content/uploads/2018/10/Product-brochure-Tejinconex.pdf>-(Erişim tarihi:10.01.2019).
- Anonim, 2018c.** <http://polatprotect.com/tr/urunler/para-aramid-yanmaya-kesilmeye-dayanikli-eldiven-polat310/>– (Erişim tarihi:10.04.2019).
- Anonim, 2018d.** <https://www.lenzingindustrial.com/Application/protective-wear-> (Erişim tarihi:10.01.2019).
- Anonim, 2019a.** Packaging Textiles. <http://bch.in/packaging-textiles.html> -(Erişim tarihi:16.03.2019).
- Anonim, 2019b.** [https://www.draeger.com/tr\\_tr/Applications/Products/Hazmat-Suits/Gas-Tight-Suits/CPS-5900-](https://www.draeger.com/tr_tr/Applications/Products/Hazmat-Suits/Gas-Tight-Suits/CPS-5900-) (Erişim tarihi:20.08.2019).
- Anonim, 2019c.** <http://en.tayho.com.cn/product/Product%20Properties1.htm>-(Erişim tarihi:10.01.2019)
- Anonim, 2019d.** <https://www.europrotect.fr/spip.php?rubrique1-> (Erişim Tarihi:10.07.2019)
- Arslan, K. 2009.** Teknik tekstiller genel ve güncel bilgiler, MÜSİAD Araştırma Raporları, İstanbul.
- Aydın, Ö., Günaydın Karakan, G., 2011.** Elektromanyetik Kalkanlama Amaçlı Koruyucu Tekstiller. *Akdeniz Sanat Dergisi*, 4(7): 85-88.

- Beyit, A., 2006.** Nükleer,biyolojik ve kimyasal korunma amaçlı koruyucu tekstillerin Türkiye’ de üretilebilirliği. *Yüksek Lisans Tezi*, MÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Burhan, V., Soyaslan, İ.İ. 2016.** Jeotekstillerin uygulama alanları ve fonksiyonları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Özel sayı(1):70-77.
- Chaudhary, A., 2015.** Indian homotech industry: A trade perspective. *Productivity*, 56(2):139-148.
- Çokkeser, H.K., Çeven, E.K., 2011.** Otomotivde kullanılan Teknik tekstiller. *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(3):45-55
- Çarkıt, G., 2012.** Bambu-pamuk karışımı örme kumaşların özelliklerinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kayseri.
- Çay, A., Süpüren, G., Kanat, Z., Gülümser, T., Tarakçıoğlu, I., 2007.** Balıstik lifler. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 17(4):232-236.
- Demiryürek, O., Kılıç, A., 2016.** Pamuk/Viskon Karışımı Ring İpliklerin Düzgünsüzlük, Tüylülük ve Sürtünme Özelliklerinin İncelenmesi. *Tekstil ve Mühendis*, 23(102): 93-99.
- Duran. K., Bahtiyari, M.İ., Atav, R., 2007.** Koruyucu dokusuz teknik tekstiller. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2007(3):174-177.
- Ersoy, Y., Duran, M., Tayyar, A., 2015.** Tıbbi tekstiller ve yara örtüsü. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(2):451-458.
- Ertekin, M., Kırtay, E., 2014.** Aramid ve güç tutuşur poliester ring iplikleriyle dokunmuş kumaşların yanma davranışları ve mekanik özellikleri. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 24(3):259-265.
- Güney, F., Üçgül, İ., 2010.** Koruyucu giysiler içindeki nefes alabilir membranların termal yalıtım özellikleri. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 20(1): 9-16.
- Horrocks, A.R., Anand, S.C., 2000.** Handbook of Technical Textiles. Woodhead Publishing in association with The Textile Institute, USA, 241.
- İkiz, Y., 2013.** Spor teknik tekstiller. <https://docplayer.biz.tr/10609385-Techtextil-2013-spor-tekstilleri-doc-dr-yuksel-ikiz-pamukkale-universitesi.html> -(Erişim tarihi: 08.08.2019)
- Kalın, M.B., 2008.** Tekstil yüzeylerinin yanmaya karşı dirençlerinin artırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, KSİÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Kalaycı, E., Avinç, O., Yavaş, A., 2014.** Polibenzimidazol (PBI) lifleri. *Tekstil ve Mühendislik*, 21(96):52-67.
- Karakan, G., 2009.** Teknik tekstillerin koruyucu yapılarda kullanımı. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3(1):65-70.
- Kayseri, G., Bozdoğan, F., 2010.** Rejenere selüloz liflerinin performans özellikleri. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 20(3):208-212.
- Li, Z., Cheng, X., He, S., Shi, X., Gong, L., Zhang, H., 2016.** Aramid fibers reinforced silica aerogel composite with low thermal conductivity and improved mechanical performance. *Composites Part A*, 2016(84):316-325.
- Marmaralı, A., Oğlakçoğlu, N., 2013.** Giysilerde ısı konfor. 11.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17-20 Nisan 2013, İzmir.
- Mecit, D., Ilgaz, S., Duran, D., Başal, G., Gülümser, T., Tarakçıoğlu, I. 2007.** Teknik tekstillerin kullanım alanları. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 17(2):79-82

- Mecit, D., Ilgaz, S., Duran, D., Başal, G., Gülümser, T., Tarakçıoğlu, I. 2007.** Teknik tekstillerin kullanım alanları. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 17(3):154-160
- Okyay, G., Bilgin, S., Akgül, E., Örtlek, H.G., 2011.** Farklı yapılarıdaki dokuma kumaşların elektromanyetik ekranlama özelliklerinin incelenmesi. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1):1-10.
- Ömeroğulları, Z., Kut, D., 2012.** Tekstilde güç tutuşurluk. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17(1):27-40.
- Ömeroğulları, Z., 2010.** Ev tekstiline yönelik kullanılan kumaşların güç tutuşur özelliğinin geliştirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa.
- Özcan, G., Dayıoğlu, H., Candan, C., 2002.** Yumuşatıcıların örme kumaşın güç tutuşurluk özelliklerine etkisi. *İTÜ Mühendislik Dergisi*, 2(1):99-106.
- Sarışık, M. 2016.** Geleceğin girişimcilik sektörü:Teknik Tekstiller. *Dokuz Eylül Üniversitesi Araştırma ve İnovasyon Dergisi*, 3(8):23-26.
- Sonee, N., Arora, C., Parmar, M. S., 2019.** Burning behavior of aramid and FR viscose blended fabrics. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 44(2):238-243
- Şardağ, S., 2008.** İpliklerde vakumlu buharlama işlemleri ve iplik özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma. *Doktora Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa.
- Şardağ, S., 2019.** Farklı oranlarda pamuk, tencel ve meta-aramid içeren güç tutuşur örme kumaşların mukavemet ve konfor özelliklerinin incelenmesi. Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi, 26-27 Eylül 2019, Adana.
- TS 248.1965.** İplikteki Rutubet Tayini.
- TS 7128 EN ISO 5084.1998.** Tekstil-Tekstil ve Tekstil Mamullerinin Kalınlık Tayini
- TS 244 EN ISO 2060.1999.** Tekstil – İplikler- Doğrusal yoğunluk (birim uzunluk başına kütle) tayini- Çile metodu
- TS 391 EN ISO 9237. 1999.** Tekstil - Kumaşlarda hava geçirgenliğinin tayini
- TS EN 12127.1999.** Tekstil – Kumaşlar- Küçük Numuneler Kullanarak Birim Alan Başına Kütle Tayini
- TS EN ISO 6330.2002.** Tekstil deneyleri için- Ev tipi çamaşır makinası ile yıkama ve kurutma işlemleri.
- TS EN ISO 12945-1.2002.** Tekstil- Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığının tayini- Bölüm 1: Boncuklanma kutusu metodu
- TS EN ISO 13938-2.2002.** Patlama mukavemetinin ve patlama gerilmesinin tayini için pnömatik metot.
- TS EN ISO 2062.2009.** Tekstil-Tek İpliğin Kopma Mukavemetinin ve Kopma Uzamasının Tayini
- TS EN ISO 139/A1.2012.** Tekstil- Kondisyonlama ve deneyler için standard atmosfer şartları
- TS EN ISO 12947-3/AC.2014.** Tekstil - Martindale metoduyla kumaşların aşınmaya karşı dayanımının tayini- Bölüm 3: Kütle kaybının tayini
- TS EN ISO 15025.2017.** Koruyucu giyecekler - Aleve karşı koruma - Sınırlandırılmış alev sıçraması için deney metodu
- TS EN ISO 2061.2015.** Tekstil-İpliklerde Büküm Tayini-Doğrudan Sayma Metodu

- Turan, R.B., Okur, A., 2008.** Kumaşlarda hava geçirgenliği. *Tekstil ve Mühendislik*, 15(72):16-25.
- Yazgan Bulgun, E., Yılmaz, M., 2010.** İtfaiye elbiseleri tasarımında son gelişmeler. *Tekstil ve Mühendis*, 17(77):19-28.
- Varan, N., Durur, G., 2006.** İnşaat tekstilleri ve yeni uygulama alanları. *Tekstil ve Mühendis*, 14(68):13-19.



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Dilhan ERKUT  
Doğum Yeri ve Tarihi : Trabzon – 05.09.1985  
Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Trabzon Tevfik Serdar Anadolu Lisesi (2003)  
Lisans : Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil  
Mühendisliği Bölümü (2008)  
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil  
Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Yeşim Tekstil A.Ş (2010-2014)  
COAST Türkiye İplik A.Ş (2014-Halen)

İltişim (e-posta) : dlhan\_e@hotmail.com